

# ANNALES

*Anali za istrske in mediteranske študije*  
*Annali di Studi istriani e mediterraneei*

9/'96

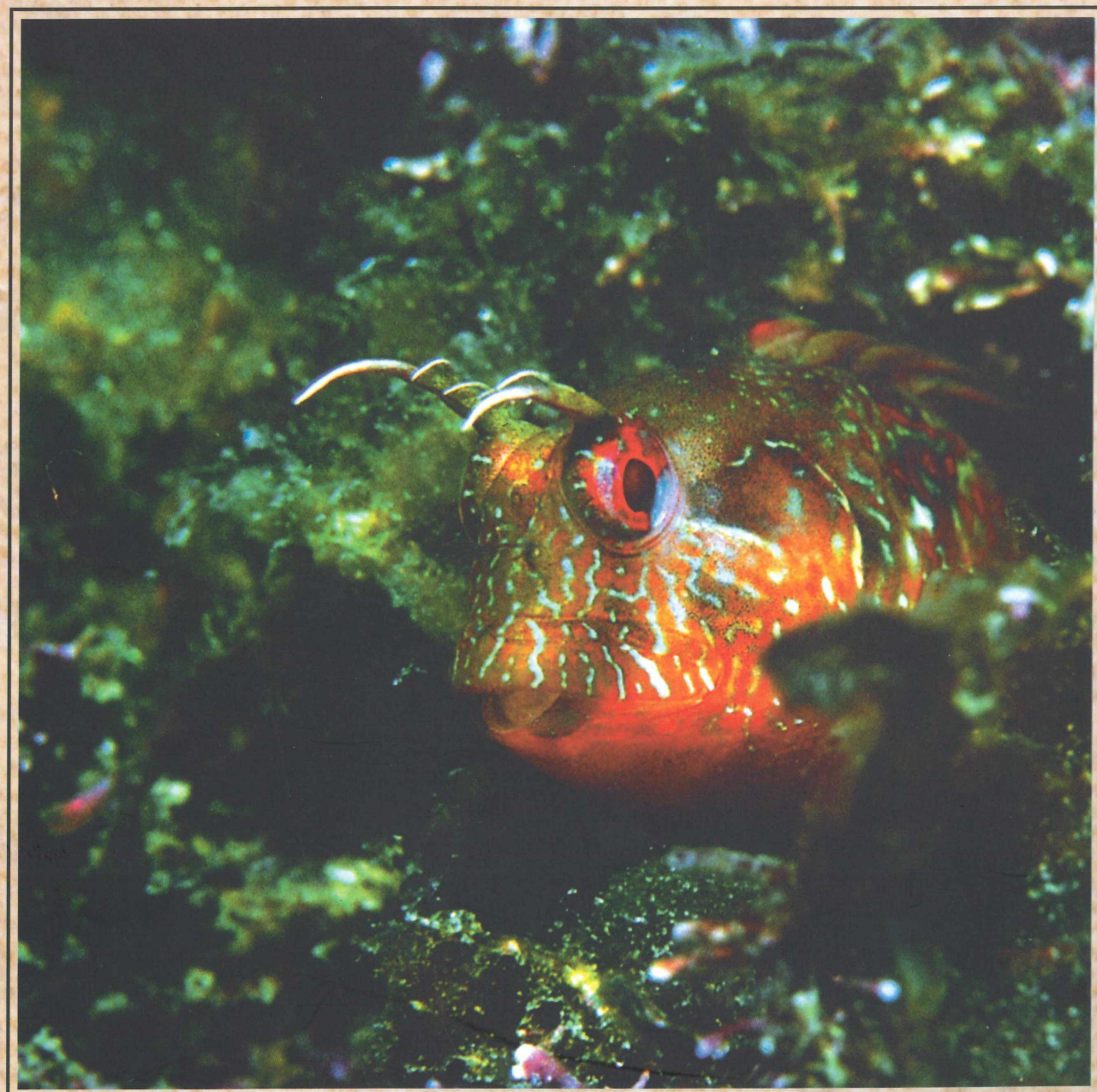




# ANNALES

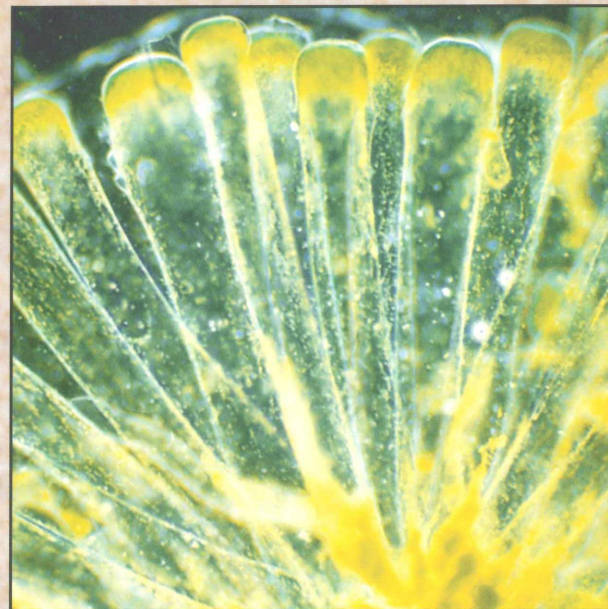
*Anali za istrske in mediteranske študije*  
*Annali di Studi istriani e mediterranei*

9/'96



UDK 908(497.12-5)(082)

ISSN 0353-8281



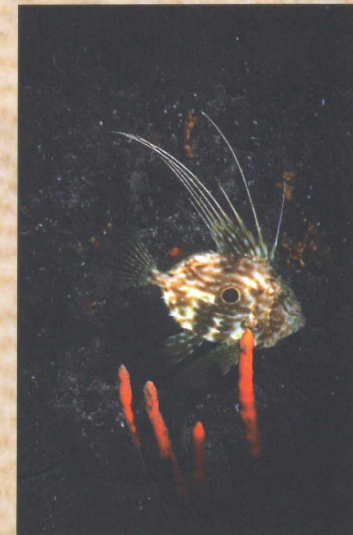
1



2



3



4



5





6



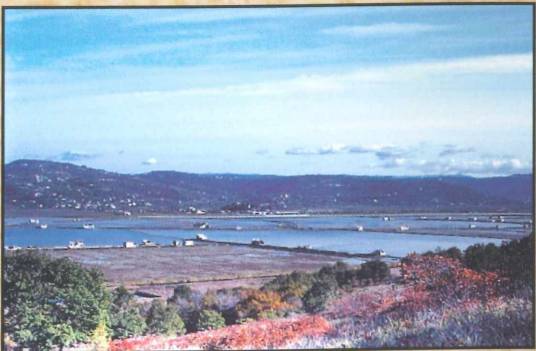
7



8



9



10



ISSN 0353-8281



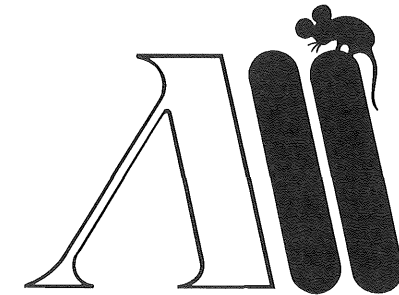
9 770353 828019

**splošna banka koper**

Splošna banka Koper d.d.

Koper





**Anali za istrske in mediteranske študije  
Annali di Studi istriani e mediterraneei  
Annals for Istrian and Mediterranean Studies  
9/'96**

**series historia naturalis 3**

**KOPER 1996**



**UREDNIŠKI ODBOR/  
COMITATO DI REDAZIONE/  
BOARD OF EDITORS:**

mag. Darko Darovec, prof. dr. Serena Fonda Umani (IT),  
doc. dr. Mitja Kaligarič, akademik dr. Andrej Kranjc, doc.  
dr. Boris Kryštufek, dr. Lovrenc Lipej, prof. dr. Alenka  
Malej, doc. dr. Darko Ogrin, prof. dr. Uriel N. Safriel (ISR),  
dr. Michael Stachowitsch (A), dr. Davorin Tome, Salvator  
Žitko, prof. dr. Anton Wraber

**Glavni urednik/Redattore Capo/Managing Editor:** mag. Darko Darovec

**Odgovorni urednik naravoslovja/Redattore respon-  
sabile per scienze naturali/Natural Science Editor:** dr. Lovrenc Lipej

**Lektorji/Supervisione/Language editors:** Henrik Ciglič (angl./sl.), Sergio Settomini (it.), dr. Michael  
Stachowitsch (angl./nem.)

**Prevajalci/Traduttori/Translators:** Henrik Ciglič (angl./sl.), dr. Brigita Mader (nem.), Sergio  
Settomini (it.), Tullio Vianello (it.)

**Oblikovalec/Progetto grafico/Graphic design:** Dušan Podgornik

**Prelom/Composizione/Typsetting:** Franc Čuden - Medit d.o.o.

**Tisk/Stampa/Print:** Gepard 1, Koper 1996

**Izdajatelj/Editori/Published by:** Zgodovinsko društvo za južno Primorsko/*Società storica  
del Litorale* - Znanstveno raziskovalno središče Republike  
Slovenije, Koper/*Centro di ricerche scientifiche della  
Repubblica di Slovenia, Capodistria/Science and Research  
Centre of the Republic of Slovenia, Koper*

**Sedež uredništva/  
Sede della redazione/  
Address of Editorial Board:** Znanstveno raziskovalno središče Republike Slovenije,  
Koper SI-6000 Koper/*Capodistria, Garibaldijeva/Via  
Garibaldi, 18, p.p. /P.O.Box 12, tel.: ++386 66 271-702,  
fax 272-317; E Mail: annales@zrs-kp.si*

**Žiro račun/Conto giro n°/Giro Acc. No.:** Zgodovinsko društvo za južno Primorsko/*Società storica  
del Litorale*, 51400 678 9721

Ponatis člankov in slik je mogoč samo z dovoljenjem uredništva in navedbo vira.

Redakcija te številke je bila zaključena 30. oktobra 1996.

**Sofinancirajo/Supporto finanziario/  
Financially supported by:** Ministrstvo za kulturo Republike Slovenije, Ministrstvo za  
šolstvo in šport Republike Slovenije, Ministrstvo za znanost  
in tehnologijo Republike Slovenije, Zavod za odprto  
družbo - Slovenija, Mestna občina Koper, Občina Piran ter  
drugi sponzorji.

Nenaročenih rokopisov in drugega gradiva ne vračamo. Rokopise in naročnino sprejemamo na sedežu uredništva.  
Rokopise lahko pošiljate tudi članom uredništva.

**Naklada/Tiratura/Circulation:** 800 izvodov

S petim letnikom (1995), 6. št. revije ANNALES se je po sklepu ustanovitelja, Zgodovinskega društva za južno  
Primorsko, spremenil podnaslov revije, s prejšnjega *Anali za Koprsko primorje in bližnje pokrajine - Annali del  
Litorale capodistriano e delle regioni vicine v Anali za istrske in mediteranske študije - Annali di Studi istriani e  
mediterranei - Annals for Istrian and Mediterranean Studies.*

Po mnenju Ministrstva za kulturo Republike Slovenije št. 415 - 550792 mb. z dne 21. 9. 1992 šteje revija **Annales** za  
proizvod, od katerega se plačuje 5% davek od prometa proizvodov na osnovi 13. točke tarifne št. 3 tarife davka od  
prometa proizvodov in storitev.



## VSEBINA / INDICE GENERALE / CONTENTS

Seznam kratic ..... 6 <i>Abbreviations</i>	<b>Cristinamaria Salvi, Barbara Martincic:</b> Filtration, assimilation and biodeposition efficiency of the clams <i>Tapes philippinarum</i> (Adams & Reeve) and <i>Tapes decussatus</i> L. (Jeffreys) ..... 61 <i>Precejanje, asimilacija in biodepozicija filipinskih (Tapes philippinarum) in navadnih (Tapes decussatus) vongol</i>
<b>IHTIOLOGIJA / ITTIOLOGIA / ICHTHYOLOGY</b>	
<b>Jakov Dulčić:</b> Early life history stages of family Scombridae in the Eastern Adriatic ..... 9 <i>Zgodnje razvojne stopnje družine Scombridae v vzhodnem Jadranu</i>	<b>Vanja Emrić:</b> Macroinvertebrate fauna associated with natural populations of mediterranean mussel ( <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819) in Lim Channel, Istra ..... 67 <i>Nevretenčarska makrofavna v povezavi z naravnimi populacijami užitne klapavice (Mytilus galloprovincialis Lamarck, 1819) v Linskem kanalu (Istra)</i>
<b>Bojan Marčeta:</b> Pojavljanje nekaterih vrst glavonožcev in rib v slovenskem morju ..... 17 <i>Occurrence of some cephalopod and fish species in the Slovene part of the Adriatic Sea</i>	<b>Paola Rinelli, Nunziacarla Spanò</b> Decapod crustaceans and echinoderms in insular detritic environments: Tuscan Archipelago and Pontian islands ..... 73 <i>Deseteronožci (Decapoda) in iglokožci (Echinodermata) v peščenih otoških okoljih: Toskansko in Pontsko otočje</i>
<b>Jakov Dulčić:</b> Food and feeding habits of the Damselfish <i>Chromis chromis</i> (Teleostei: Pomacentridae) in the Eastern Adriatic ..... 31 <i>Hrana in prehranjevalne navade črnikov Chromis chromis (Teleostei: Pomacentridae) v vzhodnem Jadranu</i>	<b>Vesna Flander, Borut Vrišer, Aleksander Vukovič:</b> Mesečno naseljevanje bentoške favne na predhodno zamrznjenih morskih sedimentih - preliminarno poročilo ..... 79 <i>Monthly repopulation of benthic fauna on temporarily frozen sediments - a preliminary report</i>
<b>EKOLOGIJA BENTOSA / ECOLOGIA DEL BENTOS / BENTHIC ECOLOGY</b>	
<b>Floriana Aleffi, Francesca Goriup, Giuliano Orel, Vincenzo Zuccarello:</b> Analysis of macrobenthic community structure in three areas of the Gulf of Trieste ..... 39 <i>Analiza sestave makrobentoške združbe v treh predelih Tržaškega zaliva</i>	<b>KRASOSLOVJE / CARSOLOGIA / KARSTOLOGY</b>
<b>Borut Vrišer:</b> Sezonska dinamika in variabilnost meiofavne v Tržaškem zalivu: triletna raziskava ..... 45 <i>Seasonal dynamics and variability of meiofauna in the Gulf of Trieste: a three-year study</i>	<b>Martin Knez:</b> Vpliv lezik na speleogenetski razvoj vhodnega dela Škocjanskih jam ..... 89 <i>Impact of bedding-planes on the speleogenetic development of the entrance part of the Škocjan Caves</i>
<b>Borut Vrišer:</b> Sezonska dinamika in variabilnost harpaktikoidov (Copepoda: Harpacticoida) v Tržaškem zalivu: triletna raziskava ..... 53 <i>Seasonal dynamics and variability of harpacticoids (Copepoda-Harpacticoida) in the Gulf of Trieste - a three-year study</i>	<b>Tadej Slabe:</b> Skalni relief izbranih jam na robu Pivške kotline ..... 95 <i>Rocky relief of selected caves on the edge of the Pivka basin</i>



**Stanka Šebela:** Predhodne krasoslovne raziskave trase avtoceste Divača-Kozina ..... 103  
*Preliminary karstological research into the course of Divača-Kozina motorway*

**Metka Petrič:** Primer uporabe geostatistične analize karte debelin naplavine na Planinskem polju ..... 107  
*Application of geostatistical analysis for the elaboration of the alluvium thickness chart of Planinsko polje*

**Janja Kogovšek:** Kako smetišča ogrožajo kakovost kraške vode ..... 111  
*How rubbish dumps have imperilled the quality of karst water*

**Tanja Čelhar:** Ocenjevanje strupenosti odpadne vode s testnimi organizmi - vodnimi bolhami *Daphnia magna* ..... 115  
*Toxicity of effluent discharges assessed with testing organisms - water fleas Daphnia magna*

#### ČLANKI IN RAZPRAVE / ARTICOLI E SAGGI / ARTICLES AND PAPERS

**Jernej Pavšič, Jörn Peckmann:** Stratigraphy and sedimentology of the Piran Flysch Area (Slovenia) .. 123  
*Stratigrafija in sedimentologija piranskega flišnega območja (Slovenija)*

**Stanko Marinčič, Marko Šparica, Giorgio Tunis, Alfred Uchman:** The Eocene flysch deposits of the Istrian Peninsula in Croatia and Slovenia: regional, stratigraphic, sedimentological and ichnological analyses ..... 139  
*Eocenski flišni skladi v hrvaški in slovenski Istri: regionalna, stratigrafska, sedimentološka in ihnološka analiza*

**Barbara Švagelj, Patricija Mozetič, Senka Terzič:** Growth and ecological role of the selected classes of marine phytoplankton ..... 157  
*Rast in ekološka vloga izbranih razredov morskega fitoplanktona*

**Claudio Battelli:** Koliko vrst iz rodu *Codium* živi v slovenskem obalnem morju? ..... 167  
*How many species of the genus Codium occur in Slovene coastal waters?*

**Marina Pertot:** Note su *Consolida minore* (*Symphytum bulbosum* Schimper) all'estremità del suo areale Adriatico ..... 177  
*Čebulasti gabez (Symphytum bulbosum Schimper) na meji severnojadranske razširjenosti*

**Igor Dakskobler:** Združba *Seslerio autumnalis-Fagetum* (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963 v Koprskem gričevju ..... 181  
*Association Seslerio autumnalis-Fagetum (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963 in Koper Hills*

**Huw I. Griffiths, Anton Brancelj:** Preliminary list of freshwater Ostracoda (Crustacea) from Slovenia ..... 201  
*Preliminarni seznam vrst sladkovodnih dvoklopnikov (Ostracoda: Crustacea) iz Slovenije*

**Dušan Devetak:** *Palpares libelluloides* (Linnaeus, 1764) in the northwestern part of the Balkan Peninsula (Neuroptera: Myrmeleontidae) ..... 211  
*Volkec Palpares libelluloides (Linnaeus, 1764) v severozahodnem delu Balkanskega polotoka (Neuroptera: Myrmeleontidae)*

**Staša Tome:** Pregled razširjenosti plazilcev v Sloveniji ..... 217  
*Distribution of reptiles in Slovenia*

#### VARSTVO NARAVE / TUTELA DELL'AMBIENTE / NATURE CONSERVATION

**Ugo Fonda:** Umetni podvodni grebeni - ena izmed možnosti za vzdrževanje biotske raznovrstnosti v slovenskem morju ..... 231  
*Artificial sunken reefs - a possible way to sustain biotic diversity in the Slovene part of the Adriatic Sea*

**Fulvio Genero:** Il progetto di reintroduzione del Gipeto (*Gypaetus barbatus*) sulle Alpi ..... 235  
*Projekt reintrodukcije brkatega sera (Gypaetus barbatus) v Alpah*

**Andrej Sovinc:** Renaturacija Škocjanskega zatoka .. 245  
*Restoration of the Škocjan Inlet Nature Reserve*

**Marjan Jarnjak:** Okoljevarstvena problematika Škocjanskega zatoka ..... 253  
*Environmental complexity of the Škocjan Inlet Nature Reserve*

#### KONVENCIJE / CONVENZIONI / CONVENTIONS

**Andrej Sovinc:** Ramsarska konvencija in Slovenija . 261  
*The Ramsar convention and Slovenia*

**Pere Tomàs Vives:** The Mediterranean wetlands conference ..... 262  
*Konferenca o sredozemskih mokriščih*



- Iztok Škornik:** Nova publikacija organizacije MEDMARAVIS: Convezione di Alghero 1995, Sulla biodiversità costiera e marina del Mediterraneo ..... 265  
*A new publication by MEDMARAVIS (the Alghero 1995 convention on coastal and marine biodiversity in the Mediterranean)*
- DELO NAŠIH DRUŠTEV IN ZAVODOV / ATTIVITÀ DEI NOSTRI ISTITUTI E DELLE NOSTRE SOCIETÀ / ACTIVITIES BY OUR INSTITUTIONS AND ASSOCIATIONS**
- Roger P. Harris & Alenka Malej:** Marine environmental research links the United Kingdom and Slovenia ..... 267  
*Raziskave morskoga okolja kot vez med Združenim kraljestvom in Slovenijo*
- Nadja Zupan Hajna:** Sodelovanje Inštituta za raziskovanje krasa s kitajskimi inštituti ..... 267  
*Close ties between the Slovene Karst Research Institute and various Chinese institutes*
- Martin Knez:** Udeležili smo se prvega kongresa hrvaških geologov ..... 269  
*We attended the first congress held by Croatian geologists*
- Martin Knez:** Jubilejna speleološka šola o arktičnem krasu v Sudetih ..... 270  
*Jubilee speleological school of Arctic karst in the Sudetes*
- Patricija Mozetič, Alenka Malej:** Raziskave Jadranskega morja pri Evropski komisiji Konferenca Evropske unije "Physical and Biogeochemical Processes of the Adriatic Sea" Portonovo, 23.-27. april 1996 ..... 271  
*Scientific exploration of the Adriatic Sea within the framework of the European Commission, EU conference "Physical and Biogeochemical Processes of the Adriatic Sea", Portonovo, April 23th-27th, 1996*
- Tanja Čelhar:** Mednarodni simpozij "Research, Conservation, Management" ..... 272  
*International symposium "Research, conservation, management"*
- Branko Čermelj:** Priprava osnovnih navodil, namenjenih ravnanju z morskim materialom (Srečanje v Valenciji, 20. - 22. maj, 1996) ..... 273  
*Preparation of some basic directives for the marine materials management (The Valencia Meeting, May 20th-22nd, 1996)*
- Andrej Kranjc:** Mednarodni simpozij o zgodovini speleologije in krasoslovja ALCADI '96 (Postojna 21. - 27. maja 1996) ..... 274  
*International symposium of the history of speleology and karstology ALCADI '96 (Postojna, May 21st-27th, 1996)*
- Metka Petrič:** Mednarodni simpozij "Karst-Fractured Aquifers - Vulnerability and Sustainability" (Katowice - Ustroń, Poland) ..... 275  
*International symposium "Karst-fractured aquifers - vulnerability and sustainability" (Katowice - Ustroń, Poland)*
- Michael Stachowitsch:** 48th Annual meeting of the International Whaling Commission, Aberdeen, Scotland, June 5 - June 28, 1996 ..... 277  
*48. letna konferenca Mednarodne kitološke komisije, Aberdeen, Škotska, 5. - 28. junij 1996*
- Tadej Slabe:** 4. Mednarodna krasoslovna šola "Klasični Kras": Brezna ..... 279  
*4th International karstological school "Classical Karst": the shafts*
- Patricija Mozetič:** Tečaj o škodljivih morskih mikroalgah "IOC-DANIDA Training Course on the Taxonomy and Biology of Harmful Marine Microalgae, University of Copenhagen, Denmark" . 280  
*"IOC-DANIDA Training Course on the Taxonomy and Biology of Harmful Marine Microalgae", University of Copenhagen, Denmark*
- Metka Petrič:** Slovenski krasoslovci na Kitajskem ... 281  
*Slovene karstologists in China*
- Nadja Zupan Hajna:** Mednarodna konferenca Climate Change: The Karst Record - Bergen, Norveška ..... 283  
*International conference "Climate Change: the Karst Record", Bergen, Norway*
- Martin Knez:** 30. svetovni geološki kongres (Peking, Kitajska, 4.- 14. avgust, 1996) ..... 284  
*30th World geological congress (Peking, China, August 4th-14th, 1996)*
- Anton Brancelj:** 4. Mednarodni simpozij o vodnih bolhah, Postojna, 8. - 15. 8. 1996 ..... 285  
*4th International symposium on Cladocera, Postojna, August 8th-15th, 1996*
- Andrej Kranjc:** Sustainable Development and Management of Karst Terrains: new Karst Commission of International Geographical Union .. 286  
*Sonaraven razvoj kraškega sveta in njegovo upravljanje: nova komisija za kras pri Mednarodni geografski zvezi*



<b>Slavko Polak:</b> III. Mednarodna konferenca o poljih, Mošćenička Draga (Hrvaška), 9. - 12. oktober 1996 ..... 287 <i>III. International Conference on Dormice, Mošćenička Draga (Croatia), October 9th-12th, 1996</i>	Ivan Jardas "Jadranska ihtiofauna" ( <b>Jakov Dulčić</b> ) ... 291
<b>OCENE IN POROČILA / RECENSIONI E RELAZIONI / REVIEWS AND REPORTS</b>	Bogdan Jurkovšek, Martin Toman, Bojan Ogorelec, Luka Šribar, Katica Drobne, Marijan Poljak in Ljudmila Šribar: Formacijska geološka karta južnega dela Tržaško-Komenske planote 1:50000. Kredne in paleogenske karbonatne kamnine ( <b>Tea Kolar Jurkovšek</b> ) ..... 292
Paklenički zbornik ( <b>Boris Kryštufek</b> ) ..... 289	Kazalo k slikam na ovitku ..... 295
Martin Knez: Vpliv lezik na razvoj kraških jam (Primer Velike doline, Škocjanske jame), Zbirka ZRC 14 ( <b>Andrej Kranjc</b> ) ..... 289	Navodila avtorjem ..... 297
Falco, revija za ornitologijo, naravoslovje in naravovarstvo ( <b>Barbara Švagelj</b> ) ..... 290	Instructions to authors ..... 299
	Sinopsisi ..... 301 <i>Abstracts</i>

## SEZNAM KRATIC

<b>BF</b>	♦ Biotehniška fakulteta	<b>SLO</b>	♦ Slovenija
<b>CRS ASSA</b>	♦ Centro di Ricerche Scientifiche dell'Academia Slovena delle Scienze e delle Arti	<b>TNP</b>	♦ Triglavski Narodni Park
<b>ČN</b>	♦ Čistilna naprava	<b>UTM</b>	♦ Universal Transverse Mercator
<b>DOPPS</b>	♦ Društvo za opazovanje in preučevanje ptic Slovenije	<b>VGI</b>	♦ Vodnogospodarski Inštitut / Watermanagement Institute
<b>FJK</b>	♦ Furlanija Julijska Krajina	<b>WWF</b>	♦ World Wildlife Fund
<b>FVG</b>	♦ Friuli Venezia Giulia	<b>ZOAS</b>	♦ Zimski ornitološki atlas Slovenije
<b>HR</b>	♦ Hrvaška	<b>ZRC SAZU</b>	♦ Znanstveno raziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti / Science and Research Centre of the Slovene Academy of Sciences and Arts/
<b>IB</b>	♦ Inštitut za biologijo, Ljubljana	<b>ZVS</b>	♦ Zveza Vodnih Skupnosti
<b>IOR</b>	♦ Institut za oceanografiju i ribarstvo Split (HR)	<b>ZRS</b>	♦ Znanstveno Raziskovalno Središče, Koper
<b>IZRK</b>	♦ Inštitut za raziskovanje krasa, Postojna	<b>OKRAJŠAVE</b>	
<b>IRRSAE</b>	♦ Istituto regionale di ricerca, sperimentazione e aggiornamento educativi, Trieste	<b>B.Sc.</b>	♦ Bachelor of Science (diplomiranec iz znanosti)
<b>IT</b>	♦ Italija	<b>e.g.</b>	♦ exempli gratia; ( <i>lat.</i> ) npr., (for example)
<b>LJU</b>	♦ Kratica herbarija ljubljanske univerze	<b>et al.</b>	♦ et alii; ( <i>lat.</i> ) in drugi (and others)
<b>MBP</b>	♦ Morska biološka postaja / Marine biological station	<b>i.e.</b>	♦ id est; ( <i>lat.</i> ) to je (that is)
<b>NGO</b>	♦ Non-Governmental Organisation	<b>ined.</b>	♦ inedito / neobjavljeno / unpublished
<b>NMP</b>	♦ Notranjski Muzej Postojna	<b>in litt</b>	♦ pisno sporočilo
<b>NP</b>	♦ Narodni park	<b>lat.</b>	♦ latinsko
<b>OAS</b>	♦ Ornitološki atlas Slovenije	<b>M.Sc.</b>	♦ Master of Science (magister znanosti)
<b>PMS</b>	♦ Prirodoslovni Muzej Slovenije	<b>Ph.D.</b>	♦ Doctor of philosophy (doktor znanosti)
<b>R/V</b>	♦ Research vessel/ raziskovalno plovilo		



**IHTIOLOGIJA**

**ITTIOLOGIA**

**ICHTHYOLOGY**







## EARLY LIFE HISTORY STAGES OF FAMILY SCOMBRIDAE IN THE EASTERN ADRIATIC

Jakov DULČIĆ

Ph.D., biol. sci., Institute of Oceanography and Fisheries, HR-21000 Split, P.O.BOX 500

Dr. biol. znan., Institut za oceanografiju i ribarstvo, HR-21000 Split, P.O.BOX 500

### ABSTRACT

Use of early life history stages of fish in systematic and ecological studies has increased in recent years. It is now recognized that eggs and larvae present a wide array of characters that are largely independent of adult characters and suitable for a systematic analysis. Fisheries recruitment studies focus on the survival of eggs and larvae as the most important factor influencing variations in population abundance. A requisite to these studies is detailed information on the appearance of fish eggs and larvae in order to identify them in plankton samples. Family Scombridae is of a great interest to the Croatian fishery. This paper reviews all available information on the early developmental stages of the family Scombridae found in the eastern Adriatic.

**Key words:** early developmental stages, Scombridae, eastern Adriatic

**Ključne besede:** zgodnji razvojni stadiji rib, Scombridae (skuše), vzhodni Jadran

### INTRODUCTION

The importance of early-life-history studies to fisheries investigations and phylogenetic research has increased dramatically during the last decade. Early-life-history stages are now routinely used in fisheries studies to investigate the interannual variation in recruitment (Wooster, 1983), and in studies of the phylogeny of fishes (Moser *et al.*, 1984). The study of fish eggs and larvae is a key component in research into the biology, systematics and even population dynamics of fishes, in that it provides information on spawning areas and periods of many species. By combining the location of the eggs, larvae and adults of a species with information on the surrounding environment, possible environmental effects on spawning (egg and larval transport, etc.) can be inferred. Studies of this type contribute to our understanding of the early stages of development of fishes, which for certain species are still completely unknown. Consideration of the factors that affect egg and larval survival is fundamental, since it is the early stages of development that will eventually determine the existence of good or bad year classes. This is one of the main

thrusts of ichthyoplankton studies in those areas in which the requisite basic information is available (egg and larval surveys in spawning areas during the spawning season, etc.) for the species of interest.

Family Scombridae is of great interest to the Croatian fishery. It forms a significant component of the total catch. It is not possible to get new data on catch for every species now, but Grubišić (1982) reported that it is between 200 and 700 tons per year for Spanish mackerel (*Scomber japonicus*), 20 and 30 tons for plain bonito (*Auxis rochei*), around 350 tons for tunny (*Thunnus thynnus*) and around 5 tons for mackerel (*Scomber scombrus*).

The object of this paper is to compile and present all available information on both the early development stages of the eggs and larvae of the family Scombridae found in the eastern Adriatic and possible spawning areas and seasons of some species from the family.

### MATERIAL AND METHODS

The present paper sets out descriptions of the eggs, yolk-sac larvae and larvae of the family Scombridae



likely to be collected in plankton samples in the eastern Adriatic, together with information on the possible spawning areas and seasons for some species. The egg and larval descriptions have mostly been taken from the existing literature. In some cases the descriptions were done by the author himself based on material collected during surveys; in other instances the descriptions were published by other researchers, either for eggs and larvae actually collected in the eastern Adriatic itself or for egg and larval material collected in other areas but for species that also inhabit the waters of the eastern Adriatic. Notochord (NL) length was measured for preflexion and standard length (SL) for flexion larvae.

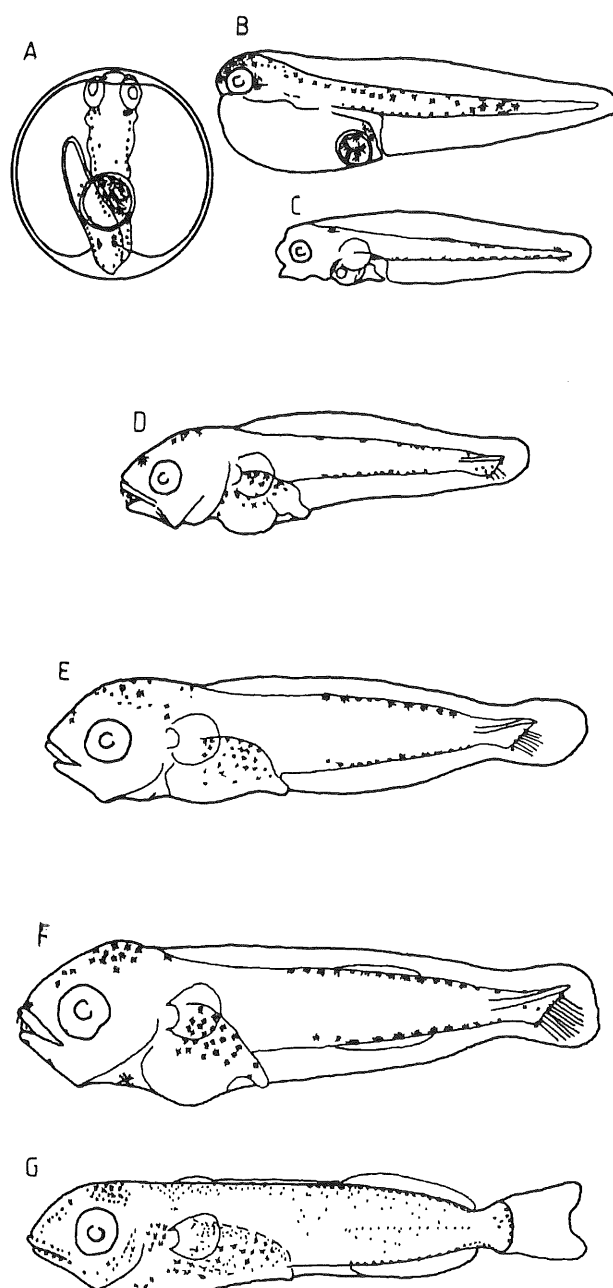
## RESULTS AND DISCUSSION

### *Scomber scombrus* Linnaeus, 1758.

#### Eggs

Spherical, 1.0-1.38 mm in diameter, yolk unsegmented, oil globule 0.28-0.36 mm in diameter (Fig. 1). These measures were obtained from the material collected during the surveys in March 1990 in the area of Blitvenica (middle Adriatic) (Dulčić, unpublished data). The eggs of mackerel were found during winter and spring cruises; in February in greater quantities on profile island Vis - Palagruža archipelago and in smaller quantities along the Italian coast from Cape Gargano to Brindisi (Gamulin & Hure, 1983). The existence of the winter spawning ground adjacent to Palagruža archipelago was confirmed for the mackerel (Gamulin & Hure, 1983). It is uncertain whether the small number of eggs recorded along the Italian coast indicate a widespread distribution of the Palagruža spawning ground. Isolated catches of eggs in mid-spring off the island Vis to Rovinj indicate the movement of the scomber along the east coast. The most intensive spawning was also recorded in Rijeka Bight, Kvarner and northern Kvarnerić (Lissner, 1939).

The egg of the mackerel was first fully described by Cunningham (1889) from artificially fertilized eggs obtained by fishermen off Plymouth. Buchanan-Wollaston (1911) gave the average diameter of eggs from the southern North Sea as 1.186 mm, and that of the oil globule as 0.319 mm. Ehrenbaum (1921) gave the following mean sizes for the egg: southern North Sea - end of May 1.276 mm; mid-July - 1.101 mm; north west of Dogger Bank - end of June - 1.139 mm; northern North Sea - 1.210 mm. Sella & Ciacchi (1925) found that the mean diameter of mackerel egg in the Mediterranean (Ligurian Sea) is 1.139 mm (1.071 mm - 1.193 mm) and the mean diameter of oil globule is 0.32 mm (0.285 mm - 0.360 mm).



**Fig. 1:** *Scomber scombrus* L. (A) Egg, 1-2 mm in diameter (original drawn by author); (B) Yolk-sac larva, 2.4 mm (original drawn by author); (C) Larva, 3.7 mm; (D) Larva, 5.2 mm; (E) Larva, 7.0 mm; (F) Larva, 8.0 mm; (G) Larva, 14.0 mm (after Russell, 1976).

**Sl. 1:** *Scomber scombrus* L. (A) ikra, 1-2 mm v premeru (originalna risba); (B) ličinka z rumenjako vreo 2,4 mm (originalna risba); (C) ličinka, 3,7 mm; (D) ličinka, 5,2 mm; (E) ličinka, 7,0 mm; (F) ličinka, 8,0 mm; (G) ličinka 14,0 mm (po Russelu, 1976).

### Yolk-sac larvae

Dulčić (unpublished data) found mackerel yolk-sac larvae ( $n=3$ ; range 3.7-4.1 mm length; oil globule is between 0.21-0.23 mm in diameter) in the area of Kvarner and Rijeka Bight in April (stations 44° 51'33"N 14° 12'E - depth 46 m and 45° 14'N 14° 25' 30" E - depth 62.5 m). Cunningham (1892) described the newly hatched yolk-sac larva and succeeded in keeping some alive for 4 days until the yolk was almost entirely absorbed. Subsequently, Holt (1893, 1898) also described the larva. When newly hatched, yolk-sac larva is 3.3-3.9 mm long. Holt (1893) recorded a preanal length of 1.67 mm in a specimen 3.63 mm long. The pigmentation is characteristic. There is a group of melanophores on the head (Fig. 1). Double rows of irregularly distributed melanophores occur along the dorsal and ventral contours of the posterior half of the body starting a certain distance behind the anus. The ventral row is the more regular and continuous. Peritoneal black pigment occurs on the upper half of the abdomen, and there are a few small melanophores on the snout and below the eye. In life there is a patch of yellow pigment behind the eye, and there are yellow chromatophores as well as melanophores on the oil globule. The eye is unpigmented (Fig. 1).

### Larvae

Karlovac (1962) presented data about the food of mackerel larva. The length of larvae were between 4.73 mm and 15.69 mm. In the eastern Adriatic mackerel larvae occur in the areas of island Dugi otok, Blitvenica, island Vis and Palagruža archipelago during January, February, March, April and June (Karlovac, 1962). Karlovac (1967) found mackerel larvae at the stations in the Brač channel. Regner (1982) found mackerel larvae at the station Stončica (43° 00' N 160 20'E) in the middle Adriatic in January and March with frequency 0.26%, and Dulčić (1992) only in January with frequency 0.04%.

Holt (1898) described a specimen 7 days old in which the yolk was fully absorbed; it can thus be regarded as an early larva. This was 4.46 mm long with a preanal length of 1.73 mm. Later larvae were described and figured by Holt (1898), Ehrenbaum (1905-09), 1921, 1923) and Allen (1917), among others.

The larval pigmentation is quite distinctive and shows little change during growth of the larvae until it reaches a size of 13-14 mm when the young fish may begin to assume its mackerel-like form. The salient features of the pigmentation are the contour rows of dorsal and ventral melanophores on either side of the body. These rows start a definite distance behind the anus, resulting in a pigment-free zone dorsally above the abdomen and a clear space ventrally. The rows extend prac-

tically to the tail. In the earliest stages there may be fewer melanophores in the dorsal row than in the ventral row, but as the larva grows, equal numbers may be developed in the two rows, up to about 14-15 melanophores in each. Sometimes the dorsal and sometimes the ventral row appears to have the larger melanophores. There are a few melanophores along the urostyle and on the base of the developing caudal fin. There are never any melanophores on the sides of the body between the dorsal and ventral contour rows. There is a group of melanophores on the crown of the head, and there may be one or two in front of the eyes and sometimes on the snout and lower jaw (Fig. 1). There is rather heavy peritoneal pigmentation confined to the upper half of the abdomen. The bending up of the urostyle is gradual and probably begins at a length of about 6 mm, when the rudiments of the caudal fin are beginning to appear. Dorsal and ventral interspinous areas begin to develop at a length of 8-9 mm. The following are characteristic morphological features: the presence of sharp teeth on upper and lower jaws, which become apparent already at a length of under 5 mm; the pointed anterior profile of the head when the mouth is closed; the flask-shaped form of the stomach and rectum. When the larva has reached a length of about 12-13 mm, dorsolateral melanophores begin to appear, and at a length of 16 mm these cover the upper half of the body. Myomere counts give 14 preanal elements and 17 postanal elements for larvae between 5 mm and 13 mm, length (Ehrenbaum, 1924).

### *Scomber japonicus* Houttuyn, 1782

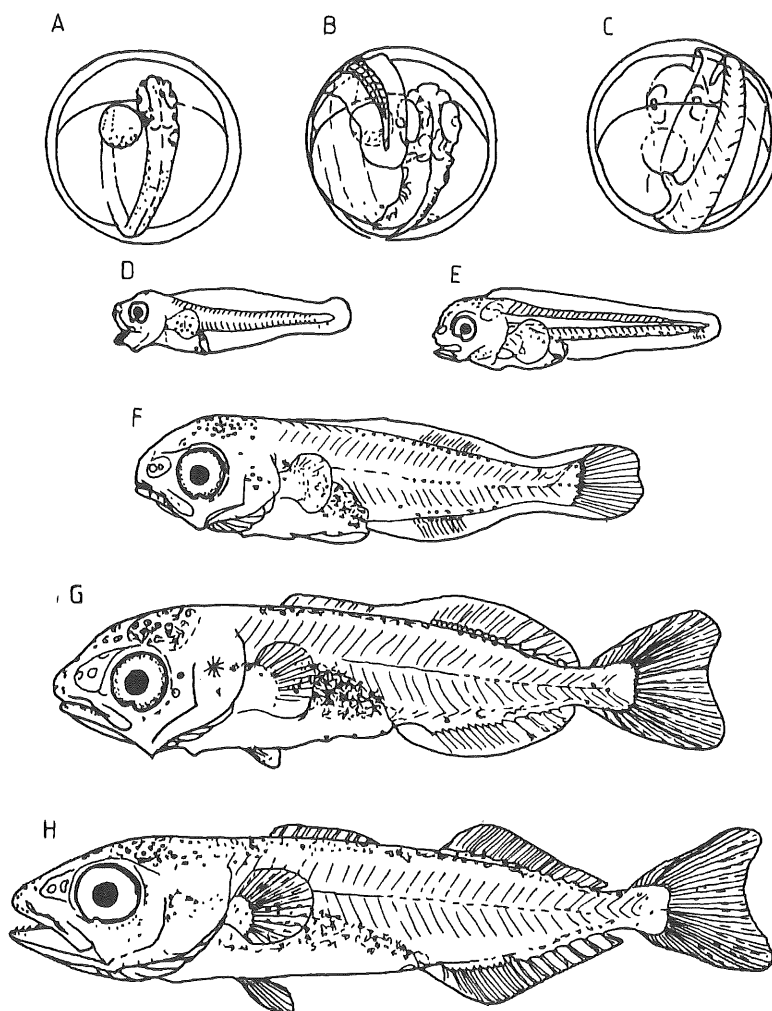
#### Eggs

The eggs are spherical, on average ranging in diameter from 1.06 to 1.14 mm, with an oil globule 0.26 mm in diameter (Kramer, 1960) (Fig. 2). The yolk is unsegmented and under magnification (40x) can be seen to be filled with a large number of tiny vacuoles. The perivitelline space is narrow. In advanced stages of development both the dorsum of the embryo and the oil globule are pigmented, the latter on the hemisphere facing the head. The spawning period of Spanish mackerel in the eastern Adriatic is at the end of summer and first half of autumn, and possible spawning grounds are around the islands of Mljet, Vis, Dugi otok, Premuda and Jabuka (Milišić, 1994).

#### Larvae

Larvae of this species were caught during previous surveys in the eastern Adriatic (Karlovac, 1967; Regner, 1980), especially in its middle part (Kaštela Bay - 43° 31'N 16° 19'E - depth 42 m). Dulčić (1991, unpublished data) found Spanish mackerel larva at the station (43° 55' 30" N 14° 49' E - depth 66.5 m) at the high sea of island Dugi otok.





**Fig. 2:** *Scomber japonicus* Houttuyn, 1782 (A), (B), (C) Eggs, 1.06-1.14 mm in diameter; (D) Larva, 4.0 mm; (E) Larva, 5.0 mm; (F) Larva, 7.8 mm; (G) Larva, 10.0 mm; (H) Larva, 16.5 mm (after Kramer, 1960).

**Sl. 2:** *Scomber japonicus* Houttuyn, 1782 (A), (B), (C) ikre, 1,06-1,14 mm v premeru; (D) ličinka, 4,0 mm; (E) ličinka, 5,0 mm; (F) ličinka, 7,8 mm; (G) ličinka, 10,0 mm; (H) ličinka, 16,5 mm (po Kramerju, 1960).

After yolk absorption the larvae are deep-bodied and stubby, although body shape is more fusiform in individuals approaching the juvenile stage. In preflexion larvae body depth at the cleithrum is 23-24% of NL (notochord length); body depth increases slightly to 25-26% of SL (standard length) in flexion larvae and up to 13 mm SL and then falls back in following stages, to 21% SL at 18 mm. The gut extends to somewhat less than the midpoint of the body in preflexion larvae, to the midpoint in flexion and early post-flexion larvae, and up to around 63% in the late larval stages. Head length also increases over development, representing 23-25% of SL in preflexion larvae and 28% of SL in post-flexion larvae and late larval stages. The principal body regions of the larvae of this species that display pigmentation are the

head, peritoneum, and the midventral line of the tail (Fig. 2). Flexion and postflexion larvae also bear pigmentation on the dorsal contour of the body. Pigmentation on the midventral line of the tail in first-feeding larvae consists of two lines of melanophores that fuse into a single line from 7.5 mm SL. Pigmentation on the head becomes more abundant and outspread with larval growth, although it never reaches the cleithral symphysis.

Pigmentation spreading out onto the lateral walls of the gut in postflexion larvae. At about 5 mm NL pigmentation appears on developing caudal fin, at about 7 mm SL on the dorsal margin of the body, and at 7.5 mm SL along the lateral line. The urostyle is turned upwards dorsally at 6 mm SL. Myomere counts give 31 elements for larvae between 5 mm and 13 mm length (Ehrenbaum, 1936).

*Thunnus thynnus thynnus* (Linnaeus, 1758)

## Eggs

Spherical, 1.00-1.12 mm in diameter, yolk unsegmented, oil globule 0.25-0.28 mm in diameter, without

perivitelline space, the oil globule and embryo are pigmented (Sanzo, 1932) (Fig. 3). The spawning period is in spring in the coastal waters along the eastern Adriatic, especially in the northern Adriatic (Hrvatsko Primorje and Kvarner)(Milišić, 1994) and the middle Adriatic (Piccinetti, 1973; Piccinetti *et al.*, 1981).

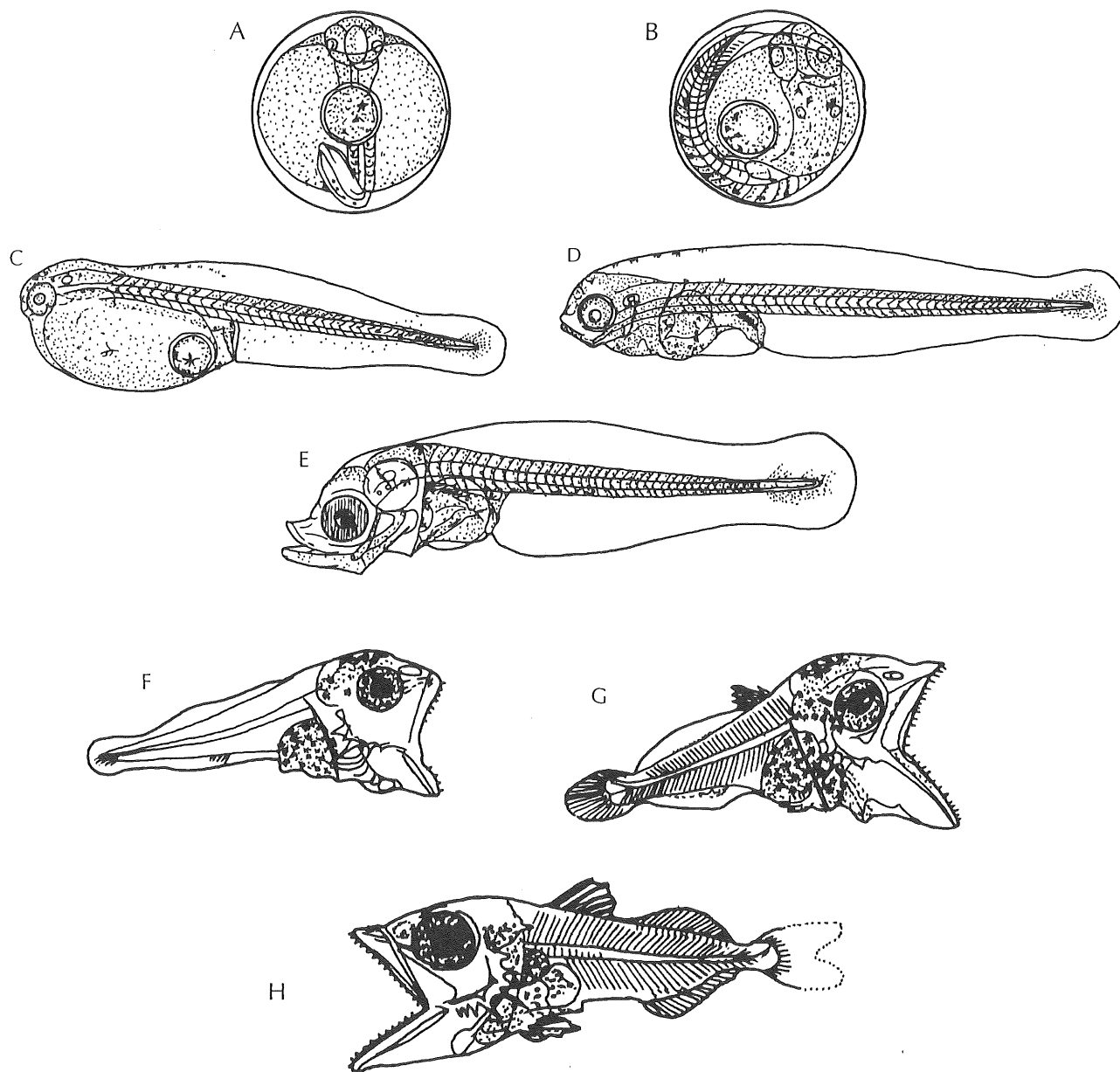


Fig. 3: *Thunnus thynnus thynnus* (Linnaeus, 1758) (A), (B) Eggs, 1.00-1.12 mm in diameter; (after Sanzo, 1932); (C) Yolk-sac larva, 3.00 mm; (D) Yolk-sac larva, 3.84 mm; (E) Larva, 3.90 mm; (F) Larva, 4.70 mm; (G) Larva, 6.80 mm; (H) Larva, 9.40 mm (originals drawn by author).

Sl. 3: *Thunnus thynnus thynnus* (Linnaeus, 1758) (A), (B) ikre, 1,00-1,12 mm v premeru; (po Sanzu, 1932); (C) ličinka z rumenjarkovo vrečo, 3,00 mm; (D) ličinka z rumenjarkovo vrečo, 3,84 mm; (E) ličinka, 3,90 mm; (F) ličinka, 4,70 mm; (G) ličinka, 6,80 mm; (H) ličinka, 9,40 mm (originalne risbe avtorja).



**Larvae**

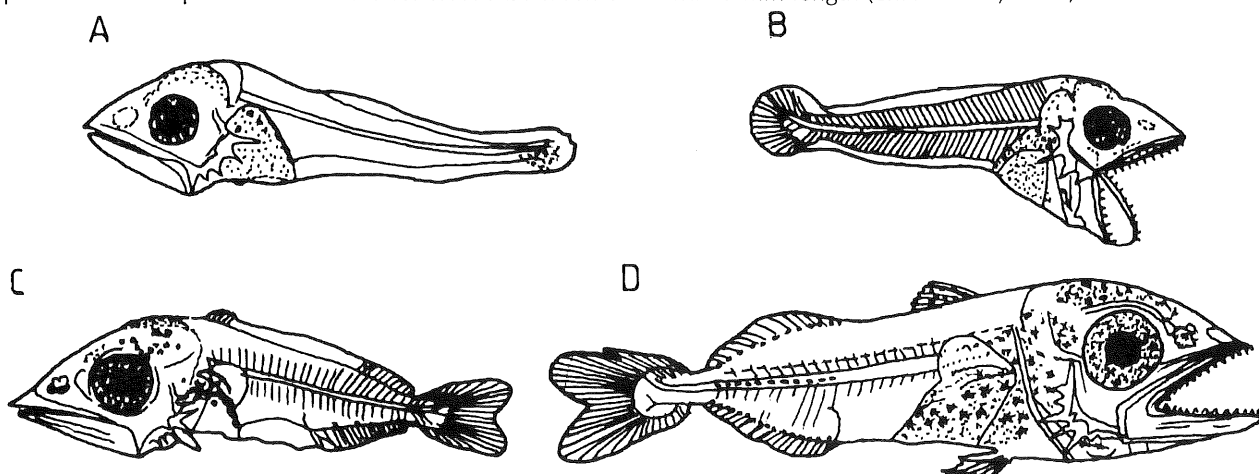
Larvae of this species were caught during previous surveys in the eastern Adriatic, at the high sea of the middle Adriatic (station Stončica, 43° 00' N 16° 20' E) in July and September with frequency 0.10% (Regner, 1982). Dulčić (1990, unpublished data) found tuna larvae in the Kvarner area (station 44° 51' 30" N 14° 12' E - depth 46 m), Rijeka Bight (45° 14' N 14° 25' 30" E - depth 62.5 m) and near island Susak (station 44° 30' 30" N 14° 11' E - depth 47 m) (n=4, range 7.40 - 9.00 mm length). Larvae were also found in the open middle Adriatic (Piccinetti, 1973; Piccinetti & Piccinetti-Manfrin, 1973, 1979; Piccinetti *et al.*, 1977, 1981; Scaccini, 1953, 1959, 1961). Standard length of tuna larvae were between 5.3 and 6.3 mm (n=8) (Piccinetti, 1973). Piccinetti *et al.* (1981) found larvae in the Ionian Sea and southern Adriatic from mid-June to 20 July, and according to that they presumed that spawning grounds in the middle Adriatic are in connection with ones in the Mediterranean Sea. When newly hatched, yolk-sac larva is 3.0 mm long and the yolk-sac is almost entirely absorbed at 3.8 mm (Sanzo, 1932) (Fig. 3). Melanophores are distributed along the dorsal and ventral contours of the body at newly hatched yolk-sac larvae and after that there are only along ventral part. Peritoneal black pigment occurs on its dorsal side. There is a group of melanophores on the crown of the big head and at upper half of peritoneum. One great spine appeared on the margin of preoperculum at 4.7 mm larval length. There is rather heavy peritoneal pigmentation at 6.8 mm larval length (Ehrenbaum, 1924). Eight spines appeared (one great in centre, four medium and three small) at 9.3 mm larval length. There are no more visible melanophores along the body (Fig. 3). Myomere counts give 18 preanal and 21 postanal elements for larvae between 5

and 13 mm length (Ehrenbaum, 1924).

***Auxis rochei* (Risso, 1810)****Larvae**

This species is distributed in the middle Adriatic (island Jabuka) (Viličić, 1985) and in the northern Adriatic (Milišić, 1994). Piccinetti (1973) found 28 larvae (60.9%) in the wider area of the middle Adriatic during summers in 1972 and 1973. Standard length was between 2.8 and 49 mm. Five larvae were also found in the southern Adriatic. According to the numerous findings of larvae in the middle Adriatic, Piccinetti (1973) supposed that this species spawn in that area. Milišić (1994) reported that bullet tuna spawn in spring in the Rijeka Bight, Kvarner and in the southern Adriatic. Piccinetti & Piccinetti-Manfrin (1979) recorded a great number of bullet tuna larvae in the wider area of the middle Adriatic and in the part of the southern Adriatic, including the Jabuka pit, during 1972, 1973 and 1975-1977 period. Dulčić (unpublished data) found larva of bullet tuna at station in the Rijeka Bight (45° 14' N 14° 25' 30" E - depth 62.5 m) in July 1990. Standard length was 12.7 mm.

When newly hatched, yolk sac larva is 3.0 mm long (Sanzo, 1932). Preanal region is about 2/5 of total length at a length of 5.0 mm. There are 5 spines on the preoperculum (Ehrenbaum, 1924) (Fig. 4). Only two or three melanophores are on the dorsal and six or seven on the ventral side of body at a short distance from the base of the caudal fin. When larva reached 5.7 mm, seven spines appeared on the preoperculum. There is a heavy pigmentation on the head and on the peritoneum at larval length of 12 mm. Myomere counts give 20 preanal elements and 19 postanal elements for larvae between 5 and 13 mm length (Ehrenbaum, 1924).



**Fig. 4:** *Auxis rochei* (Risso, 1810) (A) Larva, 5.0 mm; (B) Larva, 5.7 mm; (C) Larva, 7.5 mm; (D) Larva, 12.0 mm (after Sanzo, 1932).

**Sl. 4:** *Auxis rochei* (Risso, 1810) (A) ličinka 5,0 mm; (B) ličinka, 5,7 mm; (C) ličinka, 7,5 mm; (D) ličinka, 12,0 mm (po Sanzu, 1932).

Genetic species identification of tunas is useful since morphological identification especially of the larval and juvenile stages can be difficult. Pigment patterns are used to distinguish larvae (Matsumoto *et al.*, 1972;

Nishikawa, 1985), but these changes with developmental stage and can be difficult to apply with confidence (Nishikawa & Rimmer, 1987; Richards *et al.*, 1990).

## POVZETEK

Raziskovanje zgodnjih razvojnih stadijev rib je v zadnjih letih doživelo precejšen razmah, tako kot tudi sistematične in ekološke študije o njih. Danes se zavedamo, da je preživetje iker in mladice najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na spremembe v številčnosti populacije neke ribje vrste. Prvi pogoj za takšno preučevanje so podrobni podatki o pojavljanju iker in mladice v vzorcih planktona. Družina skuš (Scombridae) je izredno pomembna za ribištvo v državah ob Jadranskem morju. V tem članku so obdelani vsi razpoložljivi podatki o zgodnjih razvojnih stadijih družine skuš v vzhodnem delu jadranskega morja.

## LITERATURE

- Allen, E.J. 1917.** Post-larval teleosteans collected near Plymouth during the summer of 1914. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 56: 471-486.
- Buchanan-Wollaston, H.J. 1911.** Report on the results of the fish-egg cruise made by S.S. "Huxley" in June 1909. *Rep. N. Sea. Fish. Invest. Comm.*, 1906-1908: 207-234.
- Cunningham, J.T. 1889.** Studies of the reproduction and development of teleostean fishes occurring in the neighbourhood of Plymouth. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 1: 10-54.
- Dulčić, J. 1992.** Istraživanje sastava i brojnosti ihtioplanktona u srednjem Jadranu. *Morsko ribarstvo*, 3: 73-78.
- Ehrenbaum, E. 1905-09.** Eier und Larven von Fischen der Deutschen Bucht. III. Fische mit feststehenden. *Giem. Wiss. Meeresunt. Helgoland*, vol VI: p. 127.
- Ehrenbaum, E. 1921.** Ueber die Makrele. Laichverhältnisse Larven und Jugendformen. Nahrung und Feinde. *Arh. Deutsch Wiss. Kommn. Meeresforsch.*, In *Wiss. Meeresuntersuch. Helgoland*, N.F., 15, (1923-30) No. 2: 1-30.
- Ehrenbaum, E. 1923.** Ueber die Makrele. Laichverhältnisse Larven und Jugendformen. *Wiss. Meeresunt. Helgoland*, vol. 15: pp. 32.
- Ehrenbaum, E. 1924.** Scombriformes. *Rep. Dan. Ocean. Exp. 1908-1910*, vol 2 A11: pp. 42.
- Ehrenbaum, E. 1936.** Naturgeschichte und wirtschaftliche Bedeutung der Seefische Nordeunges. Stuttgart.
- Gamulin, T. & Hure, J. 1983.** Mriješćenje i mrestilišta pelagičnih riba u Jadranskom moru (*Sardina pilchardus*, *Engraulis encrasicolus*, *Scomber scombrus*, *Sardinella aurita*, *Sprattus sprattus*). *Acta Adriat.* 24 (1/2): 97-131.
- Grubišić, F. 1982.** Ribe, rakovi i školjke Jadrana. ITRO-Naprijed, Zagreb-GRO Liburnija, Rijeka: 240 pp.
- Holt, E.W.L. 1893.** Survey of fishing grounds, west coast of Ireland, 1890-91: on the eggs and larval and post-larval stages of teleosteans. *Scient. Trans. R. Dublin Soc.*, Ser. 2, 5: 121 pp.
- Holt, E.W.L. 1898.** Notes on the reproduction of teleostean fishes in the south-western district. *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 5: 107-155.
- Karlovac, J. 1962.** Ispitivanje sadržaja probavnog trakta kod planktonskog stadija skuše (*Scomber scombrus*) u Jadranu. *Izvešća rib-biol. eksp. "Hvar" 1948-1949*, Vol. IV, No. 41, Split.
- Karlovac, J. 1967.** Etude de l'ecologie de la sardine, *Sardina pilchardus* Walb., dans la phase planctonique de sa vie en Adriatique moyenne. *Acta Adriat.*, 2: 1-101.
- Kramer, O. 1960.** Development of eggs and larvae of the Pacific mackerel and distribution and abundance of larvae 1952-56. *Fish. Bull. U.S.* 60: 393-438.
- Lissner, H. 1939.** Ueber die Makrele des Adriatischen Meeres. *Thalassia*, vol 3, 8: 82 pp.
- Matsumoto, W.M., Ahlstrom, E.H., Jones, S., Kuawe, W.L., Richards, W.J. & Ueyanagi, S. 1972.** On the classification of larval tuna identification particularly in the genus *Thunnus*. *Fish. Bull. U.S.* 70: 1-12.
- Milišić, N. 1994.** Sva riba jadranskoga mora. NIVA d.o.o. Split, 448 pp.
- Moser, H.G., Richards, W.J., Cohen, D.M., Fahey, M.P., Kendall, A.W. Jr. & Richardson, S.L. (editors) 1984.** Ontogeny and systematics of fishes. *Spec. Publ. 1*, Am. Soc. Ichthyol. Herpetol. Allen Press, Lawrence KS: 760 p.
- Nishikawa, Y. & Rimmer, D.W. 1985.** Identification for larvae of three species of genus *Thunnus* by melano-



- phore patterns. Bulletin of the Far Seas Fisheries Research Laboratory 22: 119-125.
- Nishikawa, Y. & Rimmer, D.W. 1987.** Identification of larval Tunas, Billfishes and other Scombroid Fishes (suborder Scombroidei): an Illustrated Guide, Hobart: CSIRO Marine Laboratories Report 186 p.
- Piccinetti, C. 1973.** Stades larvaires et juveniles de thons en Adriatique. Ichthyologia, 5: 129-134.
- Piccinetti, C. & Piccinetti Manfrin, G. 1973.** Forme larvali di Tunnidi in Adriatico. Atti V Congr. Naz. Soc. It. Biol. Mar., Ed. Salentino, Nardo: 163-168.
- Piccinetti, C. & Piccinetti Manfrin, G. 1978.** Larve di Tunnidi in Adriatico. Nova Thalassia, 3: 163-173.
- Piccinetti, C. & Piccinetti Manfrin, G. & Dicenta, A. 1977.** Premières pêches quantitative de larves de thonidés en Adriatique. Rapp. Comm. int. Mer Médit. 24 (5): 43-44.
- Piccinetti, C. & Piccinetti Manfrin, G. & Dicenta, A. 1981.** Nouvelles données sur la reproduction des thonidés en Méditerranée. Rapp. Comm. int. Mer Médit. 27(5): 165-166.
- Regner, S. 1980.** The larval stages of fish in Kaštela Bay. Acta Adriat. 21(2): 123-136.
- Regner, S. 1982.** Istraživanja sastava i brojnosti larvalnih stadija riba u planktonu otvorenog mora srednjeg Jadrana. Studia Marina 11-12: 45-60.
- Richards, W.J., Rotthoff, T. & Kim J-M. 1990.** Problems identifying tuna larvae species (Pisces: Scombridae: *Thunnus*) from the Gulf of Mexico. Fish. Bull. U.S. 88: 607-609.
- Sanzo, L. 1932.** Scombridae. Uova, stadi larvali e giovanili di Teleostei. Mem. R. Com. Talassogr. Ital.
- Scaccini, A. 1953.** La campagna di studio della biologia e della pesca dei giovani tonni nell'Adriatico compiuto dal Laboratorio di Biologia Marina di Fano nell'ate 1952. Boll. Pesca. 1: p.18.
- Scaccini, A. 1959.** Bio-écologie des jeunes thons dans les mers italiennes. Proc. gen. Fish. Comm. Medit. 5(70): 449-495.
- Scaccini, A. 1961.** Considération sur les déplacements et la distribution des jeunes thons en Adriatique. Proc. Gen. Fish. Comm. Médit. 6(45): 293-294.
- Sella, M. & Ciacchi, O. 1925.** Uova e larve dello sgombrò del Mediterraneo (*Scomber scombrus*) ottenuti per fecondazione artificiale, con notizie biologiche. Mem. R. Com. Talass. It. CXIV: p. 52.
- Wooster, W.S. 1983.** From year to year: International variability of the environment and fisheries of the Gulf of Alaska and the eastern Bering Sea. Rep. WSG-WO 83-3, Wash. Sea Grant Prog., Univ. Wash., Seattle, NA 98195: 208 p.

## POJAVLJANJE NEKATERIH VRST GLAVONOŽCEV IN RIB V SLOVENSKEM MORJU

Bojan MARČETA

dipl. biolog, Inštitut za biologijo, SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111  
B.Sc. in biology, Institute of biology, SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111

### IZVLEČEK

V obdobju od aprila 1995 do septembra 1996 smo v slovenskem morju s pridneno povlečno mrežo ulovili 8 vrst glavonožcev in 56 vrst rib, ki jih navajam v seznamu. Časovno pojavljanje navajam za 8 pridnenih vrst glavonožcev, 4 vrste rib hrustančnic in 42 vrst rib kostnic. Natančnejše podatke o pojavljanju navajam za lignja (*Loligo vulgaris*), moškato hobotnico (*Eledone moschata*), navadnega morskega psa (*Mustelus mustelus*), morskega goloba (*Myliobatis aquila*), osliča (*Merluccius merluccius*), mola (*Merlangius merlangus*), moliča (*Trisopterus minutus*), kovača (*Zeus faber*), volčiča (*Serranus hepatus*), špageta (*Cepola rubescens*), bradača (*Mullus barbatus*), bukvo (*Boops boops*), špara (*Diplodus annularis*), ribona (*Pagellus erythrinus*), menolo (*Spicara flexuosa*) in morsko ploščo (*Platichthys flesus*).

**Ključne besede:** Tržaški zaliv, Cephalopoda, Selachii-Chondrichthyes, Osteichthyes, dinamika pojavljanja, seznam vrst

**Key words:** Gulf of Trieste, Cephalopoda, Selachii-Chondrichthyes, Osteichthyes, occurrence, species checklist

### UVOD

Slovenski del Tržaškega zaliva je bil na področju raziskav rib, verjetno zaradi zanimivejšega preostalega dela Jadrana, vseskozi zapostavljen. Biološko raziskovanje ribišтва se je v tem delu Jadrana pričelo šele ob koncu osemdesetih let. Razlog za takratno raziskovanje je bil politične narave. Sporazum z Italijo o skupnem izkoriščanju osrednjega dela Tržaškega zaliva je povzročil nezadovoljstvo med lokalnimi ribiči, čemur je sledila odločitev o raziskavi zalog pridnenih rib in drugih užitnih organizmov (Štirn & Bolje, 1989). Žal je omenjeno raziskovanje po nekaj letih zamrlo. Pozneje je osamosvojitve Slovenije botrovala ponovnemu zagonu na področju ekoloških raziskav lovnih organizmov. Mlada obmorska država se je zavedela, da se bo morala po zgledu drugih držav, ki izkoriščajo morske dobrine, lotiti lastnega raziskovanja lovnih virov. Od začetka leta 1995 v ta namen deluje dvočlanska raz-

iskovalna skupina na Inštitutu za biologijo v Ljubljani.

Vsakemu slovenskemu morskemu ribiču je znano sezonsko nihanje števila lovnih organizmov v našem morju, žal pa je natančnejših podatkov o tem malo. V raziskovalni nalogi Štirna & Boljeta (1989) so zbrani edini dosednji podatki o dinamiki pojavljanja pridnenih lovnih organizmov v našem morju. Pomanjkljivi so tudi podatki o številu vrst glavonožcev in rib v našem morju. Edini seznam vrst, ki obravnava tudi to območje, je delo Matjašiča *et al.* (1975). Dinamika pojavljanja glavonožcev in rib je poleg seznama ulovljenih vrst osnova za nadaljnje ekološke raziskave teh skupin v slovenskem morju.

V članku navajam rezultate o vrstah, ulovljenih s pridneno povlečno mrežo (PPM), in o dinamiki njihovega pojavljanja v ribolovnem morju Republike Slovenije. Osnovni namen dela je bil ugotoviti, (i) katere vrste glavonožcev in rib se ulovijo s PPM in (ii) kakšna je njihova letna dinamika pojavljanja.



datum vzorčenja	število vzorcev	dolžina potegov		trajanje vzorčenja (min.)	povprečna hitrost (Nm/h)	tip PPM/dolžina zgornje vrvi ustja PPM
		(km)	(Nm)			
28. 6. 1995	2	6,50	3,50	60	3,53	MEDITS /28,2 m
25. 7. 1995	3	13,00	7,00	184	2,00	KOM /36,8 m
3. 8. 1995	2	11,13	6,00	158	2,25	KOM /36,8 m
22. 8. 1995	3	13,75	7,43	206	2,16	KOM /36,8 m
18. 9. 1995	3	21,52	11,62	356	1,96	KOM /30 m
12. 10. 1995	3	6,57	3,55	119	1,79	KOM /36,8 m
22. 11. 1995	3	8,26	4,46	120	2,23	KOM /39 m
20. 12. 1995	3	9,10	4,91	120	2,46	KOM /39 m
22. 1. 1996	3	8,54	4,61	125	2,22	KOM /39 m
27. 2. 1996	3	8,86	4,79	122	2,36	KOM /52 m
10. 4. 1996	3	8,48	4,58	121	2,29	KOM /39 m
16. 6. 1996	2	5,63	3,04	60	3,04	MEDITS /28,2 m
16. 7. 1996	2	6,11	3,30	80	2,48	KOM /36,8 m
21. 8. 1996	3	7,67	4,14	124	2,01	KOM /39 m
24. 9. 1996	3	7,80	4,21	120	2,11	KOM /39 m
	41	142,92	77,14	2075		

**Tabela 1: Podatki o potegih s pridreno povlečno mrežo, na katerih temelji raziskava o pojavljanju glavonožcev in rib v slovenskem morju. Legenda: PPM = pridrena povlečna mreža, MEDITS = PPM, izdelana za raziskovalne namene (MEDITS, 1995, 1996), KOM = PPM lokalnega ribiča.**

**Table 1: Data on pulls with bottom trawling gear, on which the research into the occurrence of cephalopod and fish species in the Slovene part of the Adriatic Sea is based.**

**datum vzorčenja = sampling date, število vzorcev = No. samples, dolžina potegov = length of pulls, trajanje vzorčenja = sampling duration, povprečna hitrost = average speed, tip PPM/dolžina zgornje vrvi ustja PPM = PPM type/length of upper rope mouth of PPM. Key: PPM = bottom trawling gear, MEDITS = PPM made for research purposes (MEDITS, 1995, 1996), KOM = PPM of a local fisherman.**

## MATERIAL IN METODE

### Material

V raziskavi sem zajel glavonožce in ribe, ki so predmet ribolova s PPM. V PPM so se ulovili predvsem predstavniki pridrenih vrst. V ulovu je bilo vselej tudi manjše število osebkov nekaterih pelaških vrst. Pelaške vrste sem upošteval v seznamu vrst, izpustil pa sem jih iz dinamike pojavljanja. Za določanje vrst sem uporabil naslednje ključne: Roper *et al.* (1984) - za glavonožce ter Šoljan (1965) in Whitehead *et al.* (1986a, 1986b, 1989) - za ribe.

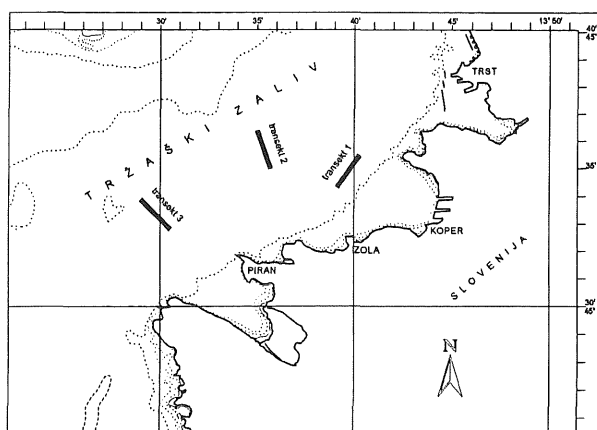
### Obravnavano območje

Vzorčili smo v delu ribolovnega morja Republike Slovenije, v katerem je dovoljena uporaba PPM. Območje je proti obali omejeno s črto, ki je od obale oddaljena eno navtično miljo. Proti odprtemu morju je območje omejeno z mejo teritorialnih voda Republike Slovenije. Dno na tem območju je v glavnem ravno, globina morja pa je v večjem delu od 22 do 24 metrov. Za vzhodni del je značilno ilovnato-muljasto dno (severovzhodno od strunjanskega polotoka), v zahodnem de-

lu je dno muljasto-peščeno, med oba tipa dna pa se vriva območje muljasto-detritnega dna (Štirn & Bolje, 1989).

### Vzorčna mesta in časovna razporeditev vzorčenja

Vzorčili smo v obdobju od 24. 4. 1995 do 24. 9. 1996. Za raziskavo dinamike pojavljanja glavonožcev in rib sem uporabil podatke 41 vzorcev iz obdobja od 28. 6. 1995 do 24. 9. 1996 (tabela 1). Potege s PPM smo opravili na treh transektih, ki so bili postavljeni bolj ali manj pravokotno na obalo. Transekt 1 je bil v vzhodnem delu (severozahodno od Koprškega zaliva od točke 45° 35,55' N, 13° 40,30' E proti točki 45° 34,37' N, 13° 39,18' E); transekt 2 je bil v osrednjem delu (severno od rtiča Ronnek od točke 45° 36,40' N, 13° 35,00' E proti točki 45° 35,00' N, 13° 35,65' E) in transekt 3 v zahodnem delu (severozahodno od Piranskega zaliva od točke 45° 32,88' N, 13° 30,45' E proti točki 45° 33,90' N, 13° 28,98' E) (slika 1). V enem vzorčevalnem dnevu smo praviloma opravili tri potege s PPM. Vzorčili smo enkrat na mesec, včasih pa je zaradi slabega vremena prišlo do večjih razmikov med dvema vzorčevalnima dnevoma ali do manjšega števila vzorcev v enem dnevu. Potege s PPM do 18. 9. 1996 smo opravili na območjih transektov, vendar pa so bili potegi daljši (tab. 1).



**Slika 1: Zemljevid obravnavanega območja z označnimi transekti, na katerih smo vzorčili s pridno povlečno mrežo.**

**Fig.1: Map of the dealt with area with marked transects in which sampling was carried out with bottom trawling gear.**

#### Metode vzorčenja

Vsa vzorčenja smo opravili v svetlem delu dneva. Junija smo vzorčili v okviru mednarodnega programa za raziskovanje pridnenih komercialnih organizmov v Sredozemlju (MEDITS). Pri tem smo uporabili metodiko, ki jo predpisuje omenjeni program (MEDITS, 1995, 1996). Za metodološko izhodišče lastnih vzorčenj smo se držali protokola programa MEDITS, ki pa smo ga morali nekoliko prirediti. Obe vzorčenji sta se razlikovali predvsem po tipu uporabljene PPM, času trajanja vzorčenja (MEDITS: 30 minut; naše vzorčenje: 40 minut) in hitrosti vleke (MEDITS: 3,3 Nm/h; naše vzorčenje: 2,2 Nm/h). Natančnejši podatki o vzorčenju so v tabeli 1.

Lovili smo z dvema ploviloma in mrežama. V okviru programa MEDITS smo vzorčili z ribiško ladjo dolžine 32 metrov in močjo motorja 500 kilovatov. Obakrat smo uporabili PPM (diagonala očesa saka = 20 mm), izdelano v raziskovalne namene (MEDITS, 1995). Lastna vzorčenja smo opravili z najetim ribiškim čolnom dolžine 11,46 metrov in močjo motorja 80 kilovatov, ki tudi sicer lovi na tem območju s PPM. Uporabili smo srednje težko mrežo, izdelano za komercialni ribolov (diagonala očesa saka = 37 mm). V času raziskave je ribič spreminjal dolžino kril mreže, kar pa sem pri izračunih vselej upošteval.

#### Analiza vzorcev ter ocena abundance in biomase

Vrstno sestavo vzorcev sem ugotavljal s pregledovanjem celotnih vzorcev. RIBE in glavonožce sem razvrstil po vrstah. Za vsako vrsto sem preštel osebe in jih stehal. Glavonožcem sem meril dolžino plašča (Roper

*et al.*, 1984), ribam pa celotno telesno dolžino (Sparre & Vanema, 1992).

Površino potega s PPM sem izračunal po obrazcu:

$$a = s \times h \times X_2 \text{ [km}^2\text{]}$$

kjer je *s* pot, ki jo je opravilo plovilo, *h* dolžina zgornje vrvi ustja koče in *X*<sub>2</sub> faktor zmanjšanja ustja mreže. Po Shindo (1972) sem uporabil faktor zmanjšanja 0,66. Dolžino poti sem odčital z GPS na osnovi treh točk za vsak vzorec. Prva točka je bila mesto začetka vleke, druga točka je bila časovno na sredini vleke in tretja na koncu vleke.

Biomaso za posamezno vrsto sem izračunal po obrazcu:

$$b = (Cw/a)/X_1 \text{ [kg km}^{-2}\text{]}$$

kjer je *Cw* teža organizmov posamezne vrste v vseh vzorcih, opravljenih na isti dan, *a* površina vseh potegov s PPM in *X*<sub>1</sub> faktor uhajanja rib z območja ustja mreže (Sparre & Vanema, 1992). Po zgledu Štirin in Bolje (1989) sem uporabil faktor uhajanja rib 0,4.

Abundanco osebkov posamezne vrste sem izračunal po obrazcu:

$$Ab = (Ex/a)/X_1 \text{ [Ex km}^{-2}\text{]}$$

kjer je *Ex* število osebkov posamezne vrste v vseh vzorcih, opravljenih na isti dan.

## REZULTATI IN RAZPRAVA

### Seznam ulovljenih vrst

Seznam 64 ulovljenih vrst temelji na 55 vzorcih. Ulovili smo 8 vrst glavonožcev in 56 vrst rib. Od rib hrustančnic (Selachii - Chondrichthyes) smo ulovili 4 vrste, od rib kostnic (Osteichthyes) pa 52 vrst (tabela 2). Med glavonožci je bilo 7 pridnenih vrst in 1 polpelaška. Tri vrste rib hrustančnic so bile pridnene, ena pa bentopelaška. Od rib kostnic je bilo 37 pridnenih, 11 pelaških, 3 bentopelaške in 1 polpelaška vrsta.

Seznam vretenčarjev severnega Jadrana (Matjašič *et al.*, 1975) dopolnjujem z eno vrsto glavonožca (*Sepia orbignyana*) in osmimi vrstami rib (*Raja asterias*, *Mullus surmuletus*, *Pagellus bogaraveo*, *Deltentosteus quadrimaculatus*, *Parablennius tentacularis*, *Trigloporus lastoviza*, *Phrynorhombus regius* in *Monochirus hispidus*).

Seznam ugotovljenih vrst se v glavnem ujema s seznamom, ki ga navaja Bolje (1992). Večji odmik je bil pri ribah hrustančnicah. V vzorcih, ki jih je obdelal Bolje, so bili še *Scyliorhinus canicula*, *Squalus acanthias*, *Raja miraletus*, *Torpedo marmorata*. V mojem seznamu rib kostnic manjkajo vsi predstavniki družine Scorpaenidae, ki jih je ugotovil Bolje. Vsi omenjeni odmiki so verjetno povezani z raziskovalnim območjem, saj je Bolje vzorčil tudi bolj jugozahodno.



Taxa	št. osebkov	pogostnost (%)	bivališče
<b>CEPHALOPODA</b>			
Sepiidae			
<i>Sepia elegans</i> Blainville, 1827	3	7	D1
<i>Sepia officinalis</i> Linnaeus, 1758	36	26	D1
<i>Sepia orbignyana</i> Ferussac, 1826	2	5	D
Sepioidae			
<i>Sepioida sp.</i>	9	7	D
Loliginidae			
<i>Alloteuthis media</i> (Linnaeus, 1758)	1590	98	D1
<i>Loligo vulgaris</i> Lamarck, 1798	853	95	PP1
Octopodidae			
<i>Octopus vulgaris</i> Cuvier, 1797	1	2	D1
<i>Eledone moschata</i> (Lamarck, 1799)	1641	86	D1
<b>CHONDRICHTHYES</b>			
Triakidae			
<i>Mustelus mustelus</i> (Linnaeus, 1758)	214	43	D2
Rajidae			
<i>Raja asterias</i> Delaroche, 1809	3	5	D3
Dasyatidae			
<i>Dasyatis pastinaca</i> (Linnaeus, 1758)	1		D4
Myliobatidae			
<i>Myliobatis aquila</i> (Linnaeus, 1758)	7	14	BP
<b>OSTEICHTHYES</b>			
Clupeidae			
<i>Alosa fallax</i> (Lacepede, 1803)	1	2	P5
<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)	81	17	P5
<i>Sprattus sprattus</i> (Linnaeus, 1758)	24	14	P5
Engraulidae			
<i>Engraulis encrasicolus</i> (Linnaeus, 1758)	6	12	P6
Congridae			
<i>Conger conger</i> ([Artedi, 1738] Linnaeus, 1758)			D7
Syngnathidae			
<i>Hippocampus ramulosus</i> Leach, 1814	1	2	D
<i>Syngnathus acus</i> Linnaeus, 1758			D
Merlucciidae			
<i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)	103	43	PP8
Gadidae			
<i>Merlangius merlangus</i> (Linnaeus, 1758)	2670	86	D9
<i>Trisopterus minutus</i> (Linnaeus, 1758)	2936	55	D9
Zeidae			
<i>Zeus faber</i> Linnaeus, 1758	123	52	D10
Serranidae			
<i>Serranus hepatus</i> (Linnaeus, 1758)	3450	86	D10
Moronidae			
<i>Dicentrarchus labrax</i> (Linnaeus, 1758)	1	2	BP
Cepolidae			
<i>Cepola rubescens</i> Linnaeus, 1766	249	52	D12
Carangidae			
<i>Trachurus mediterraneus</i> (Steindachner, 1868)	6	10	P13
<i>Trachurus trachurus</i> (Linnaeus, 1758)	51	31	P14
Sciaenidae			
<i>Umbrina cirrosa</i> (Linnaeus, 1758)	1	2	D14
Mullidae			
<i>Mullus barbatus</i> Linnaeus, 1758	195	50	D15
<i>Mullus surmuletus</i> Linnaeus, 1758	1	2	D15
Sparidae			
<i>Boops boops</i> (Linnaeus, 1758)	41	33	D, PP16
<i>Dentex dentex</i> (Linnaeus, 1758)	1	2	D16
<i>Diplodus annularis</i> (Linnaeus, 1758)	844	69	D16
<i>Lithognathus mormyrus</i> (Linnaeus, 1758)			BP16
<i>Pagellus bogaraveo</i> (Brunnich, 1768)	2	2	D16
<i>Pagellus erythrinus</i> (Linnaeus, 1758)	1984	74	D16
<i>Pagrus pagrus</i> (Linnaeus, 1758)	1	2	D16
<i>Sparus aurata</i> Linnaeus, 1758	1	2	D16
Centracanthidae			
<i>Spicara flexuosa</i> Rafinesque, 1810	3934	95	BP17
Labridae			
<i>Symphodus cinereus</i> (Bonnaterre, 1788)	12	7	D
Trachinidae			
<i>Trachinus draco</i> Linnaeus, 1758	5	7	D18
Uranoscopidae			
<i>Uranoscopus scaber</i> Linnaeus, 1758	1	2	D19
Scombridae			
<i>Scomber japonicus</i> Houttuyn, 1782	2	5	P20
<i>Scomber scombrus</i> Linnaeus, 1758	2	5	P20
Gobiidae			
<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i> (Valenciennes, 1837)	312	55	D
<i>Gobius niger</i> Linnaeus, 1758	161	48	D
Callionymidae			
<i>Callionymus sp.</i>	1	2	D21
Blenniidae			
<i>Blennius ocellaris</i> Linnaeus, 1758	1	2	D
<i>Parablennius gattorugine</i> (Brunnich, 1768)	5	10	D
<i>Parablennius tentacularis</i> (Brunnich, 1768)	1	2	D
Mugilidae			
<i>Liza aurata</i> (Risso, 1810)	11	12	P22
Atherinidae			
<i>Atherina hepsetus</i> Linnaeus, 1758	15	10	P23
<i>Atherina boyeri</i> Risso, 1810	2	5	P
Triglidae			
<i>Trigla lucerna</i> Linnaeus, 1758			D
<i>Trigloporus lastoviza</i> (Brunnich, 1768)	1	2	D
Scophthalmidae			
<i>Phrynorhombus regius</i> (Bonnaterre, 1788)	4	5	D
Bothidae			
<i>Arnoglossus laterna</i> (Walbaum, 1792)	16	12	D24
Pleuronectidae			
<i>Platichthys flesus</i> (Linnaeus, 1758)	35	17	D25
Soleidae			
<i>Buglossidium luteum</i> (Risso, 1810)	5	7	D26
<i>Monochirus hispidus</i> Rafinesque, 1814	8	7	D26
<i>Solea kleinii</i> [Risso] Bonaparte, 1833	1	2	D26
<i>Solea vulgaris</i> Quensel, 1806	5	7	D26
Lophiidae			
<i>Lophius piscatorius</i> Linnaeus, 1758	2	2	D26

**Tabela 2: Seznam vrst, ulovljenih s pridno povlečno mrežo v slovenskem morju. Seznam vrst temelji na 55 vzorcih iz obdobja od 24. 4. 1995 do 24. 9. 1996. Število ulovljenih osebkov in pogostnost pojavljanja vrste v vzorcih pa temeljijo na 41 vzorcih (28. 6. 1995 do 24. 9. 1996).**

**D = pridno (bentoške ali demersalne vrste);**

**P = pelaško; PP = polpelaško; BP = bentopelaško.**

**Table 2: List of fish species caught with bottom trawling gear in the Slovene part of the Adriatic Sea. The list is based on 55 samples taken from April 24th 1995 to September 24th 1996. Numbers of caught individuals and frequency of occurrence in samples are based on 41 samples (June 28th 1995 to September 24th 1996).**

**št. osebkov = No. individuals**

**pogostnost (%) = frequency (%)**

**bivališče = habitat**

**D = demersal species**

**P = pelagic, PP = semipelagic, BP = benthopelagic.**

<sup>1</sup>Roper in sod., 1984; <sup>2</sup>Branstetter, 1989; <sup>3</sup>Stehmann & Burkel, 1989; <sup>4</sup>McEachran & Capape, 1989; <sup>5</sup>Whitehead, 1989a; <sup>6</sup>Whitehead, 1989b; <sup>7</sup>Bauchot & Saldanha, 1986; <sup>8</sup>Svetovidov, 1986a; <sup>9</sup>Svetovidov, 1986b; <sup>10</sup>Quero, 1986; <sup>11</sup>Tortonese, 1986a; <sup>12</sup>Tortonese, 1986b; <sup>13</sup>Smith-Vaniz, 1986; <sup>14</sup>Labbish Ning Chao, 1986; <sup>15</sup>Hureau, 1986a; <sup>16</sup>Bauchot & Hureau, 1986; <sup>17</sup>Tortonese, 1986c; <sup>18</sup>Tortonese, 1986d; <sup>19</sup>Hureau, 1986b; <sup>20</sup>Collette, 1986; <sup>21</sup>Fricke, 1986; <sup>22</sup>Ben-Tuvia, 1986; <sup>23</sup>Quignard & Pras, 1986; <sup>24</sup>Nielsen, 1986a; <sup>25</sup>Nielsen, 1986b; <sup>26</sup>Quero et al., 1986; <sup>27</sup>Caruso, 1986.

## Pojavljanje pridnenih vrst

### 1. Mala sipa (*Sepia elegans* Blainville, 1827)

Posamezne male sipe so bile v poletnih vzorcih, od junija do septembra (tabela 3). Tudi v vzorcih Boljeta (1992) male sipe v zimskem času ni bilo, iz česar sklepam, da se pojavlja le v toplejšem delu leta.

### 2. Navadna sipa (*Sepia officinalis* Linnaeus, 1758)

Navadne sipe so bile v spomladanskih, poletnih in jesenskih vzorcih, in sicer od aprila do junija, od septembra do oktobra 1995 in od aprila do septembra 1996 (tab. 3). Občasno pojavljanje navadne sipe v vzorcih si razlagam z uporabo prelahkih PPM. Po navadnih ribičev se število sip poveča v zimskem in spomladanskem času, kar je verjetno povezano z njihovo selitvijo proti obalnim območjem, kjer naj bi se spomladi in poleti drstile (Bolje, 1992). Navadna sipa se na obravnavanem območju verjetno pojavlja vse leto. Dolžina plašča: 72 mm (39-117, SD=26, N=10).

3. Bodičasta sipa (*Sepia orbignyana* Ferussac, 1826)

Po eno bodičasto sipo smo ulovili 22. 8. 1995 in 10. 4. 1996 (tab. 3). Avgusta smo bodičasto sipo ulovili severozahodno od Piranskega zaliva, aprila pa severozahodno od Koprškega zaliva.

4. Sipica (*Sepiolo sp.*)

Posamezne sipice so bile v spomladanskih vzorcih (tab. 3) na območjih vseh treh transektov. Bolje (1992) je imel v ulovih vrsto *Sepiolo rondeleti*, ki je bila v vseh vzorcih redka, v februarških vzorcih pa je ni bilo.

5. Pritlikavi ligenj (*Alloteuthis media* (Linnaeus, 1758))

Pritlikavi ligenj se je pojavljal vse leto, največje število osebkov pa je bilo od zgodnje jeseni do pozne pomladi (tab. 3). Zaradi majhnosti je bilo število pritlikavih lignjev v ulovih vselej podcenjeno. Dolžina plašča: 56 mm (15-166, SD=17, N=152).

6. Navadni ligenj (*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798)

Navadni ligenj se je pojavljal vse leto (tab. 3), v večjem številu pa konec poletja in jeseni (slika 2). Največji delež biomase vzorca so lignji dosegli novembra (35%), ko je bil največji tudi delež osebkov (21%). Zaradi polpelaškega načina življenja je bilo število lignjev v vzorcih verjetno podcenjeno. Dolžina plašča: 109 mm (33-405, SD=59, N=425).

7. Navadna hobotnica (*Octopus vulgaris* Cuvier, 1797)

Eno navadno hobotnico smo ulovili 18. 9. 1995 severozahodno od Koprškega zaliva. Ulov hobotnice s PPM je prej izjema kot pravilo, saj se hobotnica navadno zadržuje bližje obali.

8. Moškata hobotnica (*Eledone moschata* (Lamarck, 1799))

Moškata hobotnica se je pojavljala vse leto (tab. 3). Njena abundanca in biomasa sta bili največji v poletnih in jesenskih mesecih (slika 3). Največji delež biomase v vzorcih je moškata hobotnica dosegla julija (41%) in septembra 1995 (44%), medtem ko je bil njen delež leta 1996 največji avgusta (31%). Dolžina plašča: 80 mm (35-140, SD=17, N=297).

9. Navadni morski pes (*Mustelus mustelus* (Linnaeus, 1758))

Navadni morski pes se je pojavljal v toplejših mesecih (slika 4, tab. 3). Takrat se je zgodilo, da so ribiči z

enim potegom zajeli tudi do nekaj deset osebkov, medtem ko v drugih potegih navadnega morskega psa ni bilo ali pa so bili le posamezni osebki. Delež biomase navadnega morskega psa je bil največji avgusta 1995, ko je dosegel 41 odstotkov ulova. Naslednje leto je bil največji delež biomase navadnega morskega psa v juniju, ko je dosegel 14 odstotkov. Odsotnost navadnega morskega psa v vzorcih, dobljenih v hladnejšem delu leta, si razlagam z manjšim številom osebkov in premajhnim številom opravljenih vzorcev. Glede na to, da je Bolje (1992) navadnega morskega psa ulovil tudi pozimi, menim, da se vrsta pri nas pojavlja vse leto. Celotna dolžina: 379 mm (278-805, SD=121, N=25).

10. Zvezdasta raža (*Raja asterias* Delaroche, 1809)

V obeh letih smo zvezdasto ražo ulovili junija (tab. 3) v območju severozahodno od Piranskega zaliva. Obakrat smo uporabili težjo PPM, kar je verjetno vzrok, da zvezdaste raže ni bilo v drugih vzorcih. Verjetno se, podobno kot druge ribe hrustančnice, tudi zvezdasta raža pojavlja v toplejših mesecih. To potrjujejo tudi rezultati Boljeta (1992), ki je zvezdasto ražo ulovil samo julija.

11. Morski bič (*Dasyatis pastinaca* (Linnaeus, 1758))

Enega morskega biča smo ulovili dne 21. 8. 1996. V takratnem ulovu je bilo tudi več morskih golobov in navadnih morskih psov, iz česar sklepam, da se posamezni morski biči pojavljajo skupaj z drugimi vrstami hrustančnic.

12. Morski golob (*Myliobatis aquila* (Linnaeus, 1758))

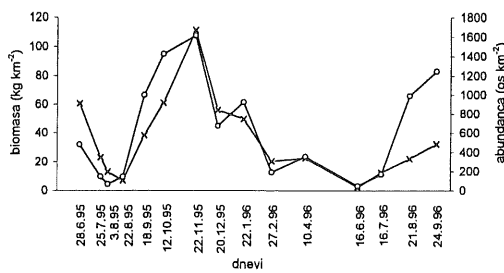
Morskega goloba smo ujeli v drugi polovici poletja in zgodaj jeseni (slika 5, tab. 3). Njegovo pojavljanje se je v glavnem ujemalo s pojavljanjem navadnega morskega psa. Največji delež biomase v ulovu je morski golob dosegel avgusta 1995, ko je dosegel 9 odstotkov.

13. Ugor (*Conger conger* ([Artedi, 1738] Linnaeus, 1758))

Enega ugorja smo ulovili dne 24. 4. 1995 severozahodno od Piranskega zaliva. Po navedbah ribičev ugorja pred letom 1994 ni bilo v ulovih s PPM, leta 1994 in 1995 pa so pogosto ulovili posamezne osebke.

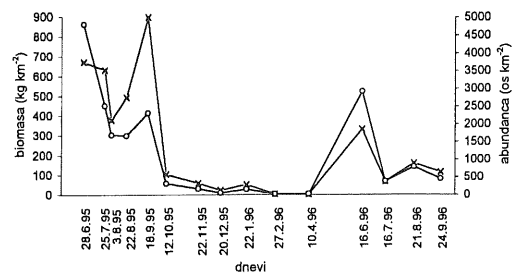
14. Veliko morsko šilo (*Syngnathus acus* Linnaeus, 1758)

Eno veliko morsko šilo smo ulovili dne 21. 8. 1996. Po navedbah ribičev se posamezni osebki velikega morskega šila občasno ulovijo v PPM.



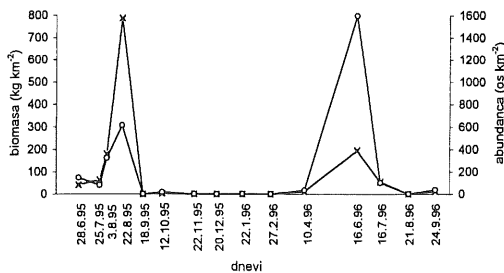
Slika 2: Abundanca (o) in biomasa (x) lignja (*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798) na območju ribolova s pridreno povlečno mrežo v slovenskem morju (os = število osebkov).

Fig. 2: Abundance (o) and biomass (x) of Common Squid (*Loligo vulgaris* Lamarck, 1798) caught with bottom trawling gear in the Slovene part of the Adriatic (os = No. individuals).



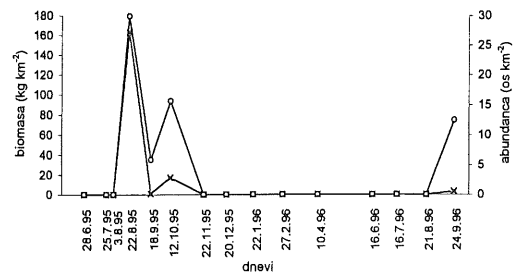
Slika 3: Moškata hobotnica (*Eledone moschata* (Lamarck, 1799)). Glej podnapis pod sliko 2 za razlago.

Fig. 3: Musky Octopus (*Eledone moschata* (Lamarck, 1799)) (see fig. 2 for explanation).



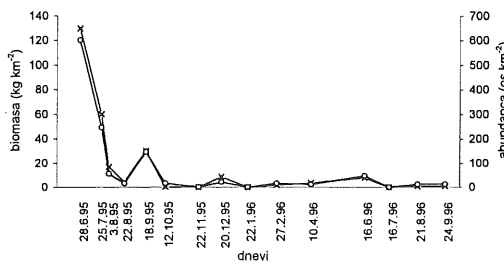
Slika 4: Navadni morski pes (*Mustelus mustelus* (Linnaeus, 1758)).

Fig. 4: Smoothhound (*Mustelus mustelus* (Linnaeus, 1758)).



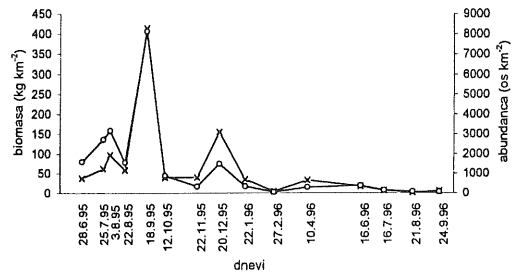
Slika 5: Morski golob (*Myliobatis aquila* (Linnaeus, 1758)).

Fig. 5: Common Eagle Ray (*Myliobatis aquila* (Linnaeus, 1758)).



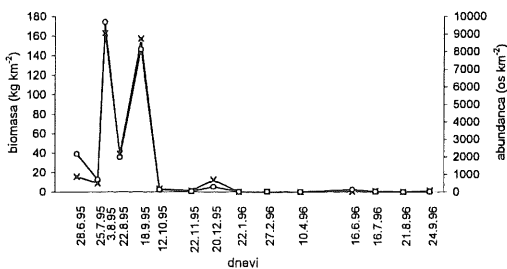
Slika 6: Oslič (*Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)).

Fig. 6: Hake (*Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758)).



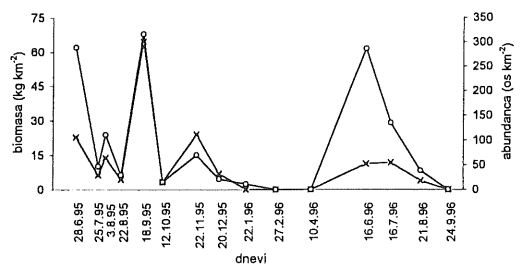
Slika 7: Mol (*Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758)).

Fig. 7: Whiting (*Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758)).



Slika 8: Molič (*Trisopterus minutus* (Linnaeus, 1758)).

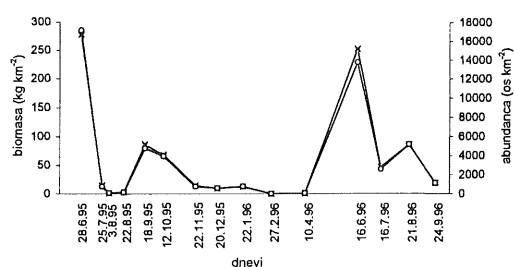
Fig. 8: Poor-Cod (*Trisopterus minutus* (Linnaeus, 1758)).



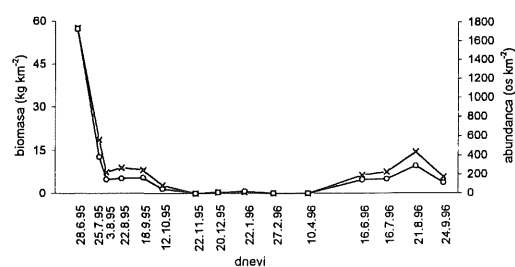
Slika 9: Kovač (*Zeus faber* (Linnaeus, 1758)).

Fig. 9: John Dory (*Zeus faber* (Linnaeus, 1758)).

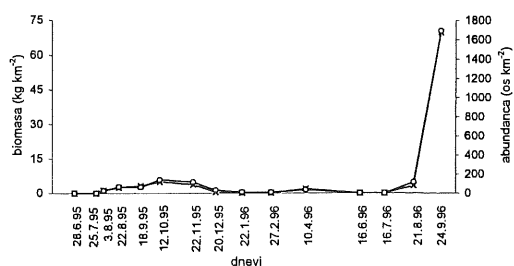




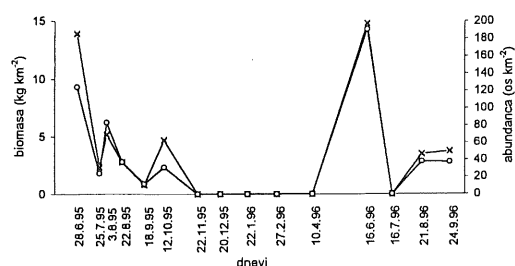
Slika 10: Volčič (*Serranus hepatus* (Linnaeus, 1758)).  
Fig. 10: Brown Comber (*Serranus hepatus* (Linnaeus, 1758)).



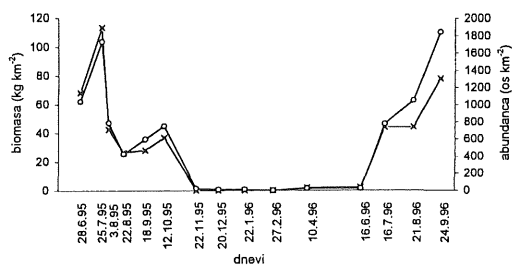
Slika 11: Špaget (*Cepola rubescens* Linnaeus, 1766).  
Fig. 11: Red Bandfish (*Cepola rubescens* Linnaeus, 1766).



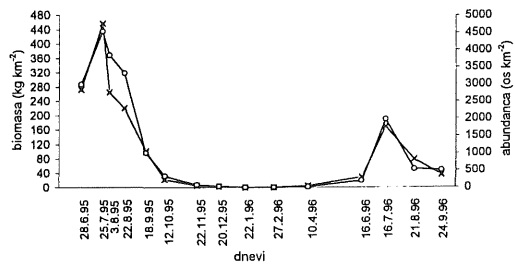
Slika 12: Bradač (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758).  
Fig. 12: Red Mullet (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758).



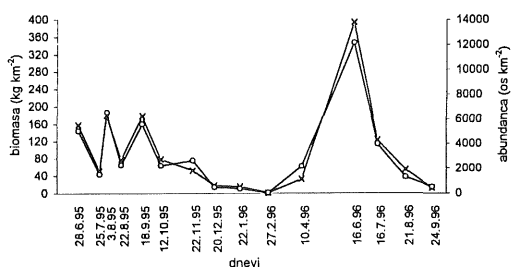
Slika 13: Bukva (*Boops boops* (Linnaeus, 1758)).  
Fig. 13: Bogue (*Boops boops* (Linnaeus, 1758)).



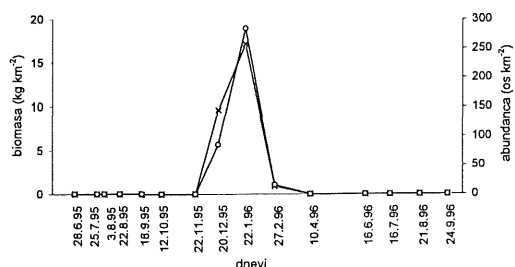
Slika 14: Špar (*Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758)).  
Fig. 14: Annular Sea Bream (*Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758)).



Slika 15: Ribon (*Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758)).  
Fig. 15: Common Pandora (*Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758)).



Slika 16: Menola (*Spicara flexuosa* Rafinesque, 1810).  
Fig. 16: Menola (*Spicara flexuosa* Rafinesque, 1810).



Slika 17: Morska plošča (*Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758)).  
Fig. 17: Flounder (*Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758)).

15. Dolgonosi morski konjiček (*Hippocampus ramulosus* Leach, 1814)

Enega dolgonosega morskoga konjička smo ulovili 24. 4. 1995 severozahodno od Piranskega zaliva, enega pa 22. 1. 1996 severozahodno od Koprškega zaliva. Po navedbah ribičev se posamezni osebkki dolgonosega morskoga konjička občasno ulovijo v PPM.

16. Oslič (*Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758))

Abundanca in biomasa osliča sta nihali (slika 6, tab. 3). Čeprav v vzorcih treh vzorčevalnih dni osliča ni bilo, menim, da je bil prisoten vse leto. Njegov delež biomase v vzorcih je bil največji junija 1995, ko je dosegel šest odstotkov. Tudi Bolje (1992) je ugotovil, da se je oslič pojavljal vse leto, pri čemer je bilo nekaj posebnega večja ugotovljena abundanca in biomasa te vrste leta 1987. Celotna dolžina: 277 mm (143-375, SD=76, N=8).

17. Mol (*Merlangius merlangus* (Linnaeus, 1758))

Mol se je pojavljal vse leto (tab. 3). Največ jih je bilo v toplejših mesecih leta 1995, po tistem pa sta tako biomasa kot abundanca pričeli upadati (slika 7). Delež biomase mola v ulovu je bil največji v jesenskih in zimskih mesecih, ko je decembra 1995 dosegel 47 odstotkov. Celotna dolžina: 209 mm (78-312, SD=51, N=261).

18. Molič (*Trisopterus minutus* (Linnaeus, 1758))

Moličev je bilo največ poleti 1995, nato pa sta biomasa in abundanca te ribe naglo upadli (slika 8, tab. 3). Naslednje poletje moliča v ulovih skorajda ni bilo. Delež biomase v ulovu je bil največji v začetku avgusta 1995, ko je dosegel 12 odstotkov. Po podatkih Boljeta (1992) se molič pojavlja vse leto, v zimskih mesecih pa je ulov moliča večji. Celotna dolžina: 129 mm (55-210, SD=30, N=85).

19. Kovač (*Zeus faber* Linnaeus, 1758)

Pojavljanje kovača je doseglo višek v poletnih mesecih (slika 9, tab. 3). Kljub temu da kovača ni bilo v vzorcih treh vzorčevalnih dni, se na obravnavanem območju verjetno pojavlja vse leto. Novembra 1995 je bil delež biomase kovača v vzorcih največji in je dosegel sedem odstotkov. Celoletno pojavljanje kovača potrjujejo tudi podatki Boljeta (1992). Celotna dolžina: 182 mm (64-305, SD=65, N=35).

20. Brancin (*Dicentrarchus labrax* (Linnaeus, 1758))

Enega brancina smo ulovili dne 20. 12. 1995 v območju severozahodno od Koprškega zaliva. Po naved-

bah ribičev brancina redkokdaj ulovijo s PPM, saj se zadržuje bližje obali. Celotna dolžina: 435 mm.

21. Volčič (*Serranus hepatus* (Linnaeus, 1758))

Volčič se je pojavljal vse leto, pogostejši pa je bil poleti in jeseni (slika 10, tab. 3). Med posameznimi vzorčevalnimi dnevi je delež biomase volčiča močno nihalo, največjo vrednost pa je dosegel junija 1996, ko je bil njegov delež 18 odstotkov. Podobno je nihalo tudi delež osebkov v vzorcu, ki je svojo največjo vrednost (46%) dosegel avgusta 1996. Celotna dolžina: 99 mm (77-123, SD=9, N=160).

22. Špaget (*Cepola rubescens* Linnaeus, 1766)

Špaget se je pogosteje pojavljal v toplejših mesecih (slika 11, tab. 3). Takrat je bil tudi delež njegove biomase v ulovu največji, ni pa presejal treh odstotkov. Po podatkih Boljeta (1992) se špaget v obravnavanem območju pojavlja vse leto. Celotna dolžina: 395 mm (270-515, SD=98, N=6).

23. Korbela (*Umbrina cirrosa* (Linnaeus, 1758))

Enega korbela samo ulovili 20. 12. 1995 (tab. 3) severozahodno od Koprškega zaliva. Po navedbah ribičev se posamezni korbela pojavljajo samo v zimskem času. Celotna dolžina: 404 mm.

24. Bradač (*Mullus barbatus* Linnaeus, 1758)

Za bradače je bilo značilno, da so se v manjšem številu pojavljali poleti in jeseni 1995, septembra 1996 pa sta njihova abundanca in biomasa naglo narasli (slika 12, tab. 3). Povečanje števila bradačev se je zdelo nenavadno tudi ribičem. Značilno je bilo, da biomase bradačev do septembra 1996 niso presegle dveh odstotkov vzorca. V drugi polovici septembra je delež biomase bradačev dosegel 17 odstotkov, delež osebkov pa 19 odstotkov. Tudi Bolje (1992) je ugotovil, da se bradači v Tržaškem zalivu v večjem številu pojavijo jeseni, medtem ko jih je v drugih obdobjih leta malo. Celotna dolžina: 143 mm (90-215, SD=21, N=129).

25. Progasti bradač (*Mullus surmuletus* Linnaeus, 1758)

Progastega bradača smo ulovili 24. 9. 1996 (tab. 3) severozahodno od Piranskega zaliva. Dva osebkka sta bila v vzorcih, ki so zbujali pozornost zaradi velikega števila bradača (*Mullus barbatus*). Njuni celotni dolžini sta znašali 186 in 231 milimetrov.

26. Bukva (*Boops boops* (Linnaeus, 1758))

Za bukvo je bilo značilno precejšnje nihanje abun-

dance in biomase v poletnih in jesenskih mesecih, medtem ko je v hladnem delu leta v vzorcih ni bilo (slika 13, tab. 3). Tudi ko je bilo bukev največ, je delež njihove biomase komaj presegel en odstotek. Glede na podatke, ki jih je navedel Bolje (1992), lahko sklepam, da se bukva kljub odsotnosti v vzorcih iz hladnejših mesecev na obravnavanem območju pojavlja vse leto. Celotne dolžine 4 bukev so bile med 207 in 226 milimetri.

#### 27. Zobatec (*Dentex dentex* (Linnaeus, 1758))

Enega zobatca smo ulovili 24. 9. 1996 (tab. 3) severozahodno od Piranskega zaliva. Ribiči ga s PPM ulovijo zelo redko, saj se zadržuje bolj ob obali. Celotna dolžina je bila 131 milimetrov.

#### 28. Špar (*Diplodus annularis* (Linnaeus, 1758))

Šparsi so se pojavljali vse leto, bolj množično pa poleti in jeseni (slika 14, tab. 3). Deleži biomase v vzorcih so se poleti in jeseni gibali med 7 in 8 odstotki, največjo vrednost pa je delež biomase dosegel konec septembra 1996, ko je dosegel 19 odstotkov. Celotna dolžina: 138 mm (72-189, SD=23, N=113).

#### 29. Ovčica (*Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758))

Edini ulov ovčice je bil 24. 4. 1995 v območju severozahodno od Piranskega zaliva, ko je bilo v vzorcu 6 osebkov.

#### 30. Okati ribon (*Pagellus bogaraveo* (Brunnich, 1768))

Dva okata ribona smo ulovili 18. 9. 1995 (tab. 3) v območju severno od rtiča Ronek. Celotni dolžini sta znašali 137 in 145 milimetrov.

#### 31. Ribon (*Pagellus erythrinus* (Linnaeus, 1758))

Riboni so se v večjem številu pojavljali v poletnih mesecih (slika 15, tab. 3). Takrat je delež biomase v vzorcih dosegal 30 odstotkov. Glede na podatke Boljeta (1992) sklepam na celoletno pojavljanje ribona. Celotna dolžina: 181 mm (82-393, SD=48, N=221).

#### 32. Pagar (*Pagrus pagrus* (Linnaeus, 1758))

Enega pagra smo ulovili 22. 11. 1995 (tab. 3) v območju severozahodno od Piranskega zaliva. Tega dne so se posamezni osebki ulovili tudi pri rednem ribolovu s PPM. Celotna dolžina je bila 171 milimetrov.

#### 33. Orada (*Sparus aurata* Linnaeus, 1758)

Eno orado smo ulovili 20. 12. 1995 (tab. 3) na območju severozahodno od Piranskega zaliva. Orada je

bila tudi po podatkih Boljeta (1992) redko ulovljena vrsta s PPM. Celotna dolžina je bila 220 milimetrov.

#### 34. Menola (*Spicara flexuosa* Rafinesque, 1810)

Menola se je v obravnavanem območju pojavljala vse leto, večjo abundanco in biomaso pa je dosegla v toplejših mesecih (slika 16, tab. 3). Delež njene biomase v ulovu je bil največji aprila in junija 1996, ko je dosegel 27 odstotkov. Aprila je bil največji tudi delež osebkov (43%). Celoletno pojavljanje menole v Tržaškem zalivu potrjujejo tudi podatki Boljeta (1992). Celotna dolžina: 143 mm (70-230, SD=27, N=671).

#### 35. Rumena ustnača (*Symphodus cinereus* (Bonnaterre, 1788))

Tri rumene ustnače smo ulovili 18. 9. 1995 severozahodno od Koprškega zaliva in severno od rtiča Ronek. 16. 6. 1996 smo severozahodno od Piranskega zaliva ulovili 9 rumenih ustnač (tab. 3). Glede na podatke Boljeta (1992) se rumena ustnača na obravnavanem območju verjetno pojavlja vse leto. Celotna dolžina: 93 mm (61-111, SD=16, N=12).

#### 36. Morski zmaj (*Trachinus draco* Linnaeus, 1758)

Morskega zmaja smo ulovili v treh vzorčevalnih dneh med junijem in oktobrom (tab. 3), vselej v območju severozahodno od Piranskega zaliva. V vzorcih so bili vselej le posamezni osebki. Celotne dolžine 3 morskih zmajev so bile med 248 in 285 milimetri.

#### 37. Zvezdogled (*Uranoscopus scaber* Linnaeus, 1758)

Enega zvezdogleda smo ulovili 25. 7. 1995 (tab. 3) na območju severozahodno od Koprškega zaliva.

#### 38. Pegasti glavač (*Deltentosteus quadrimaculatus* (Valenciennes, 1837))

Pegasti glavač se je na obravnavanem območju pojavljal vse leto (tab. 3). Številnejši je bil v toplejšem delu leta. Največ osebkov smo ulovili junija 1996, ko jih je bilo v dveh vzorcih 213. Število pegastega glavača je bilo v vseh vzorcih, razen v junijskih, podcenjeno zaradi uporabe lažje PPM. Celotna dolžina: 75 mm (62-84, SD=6, N=23).

#### 39. Črni glavač (*Gobius niger* Linnaeus, 1758)

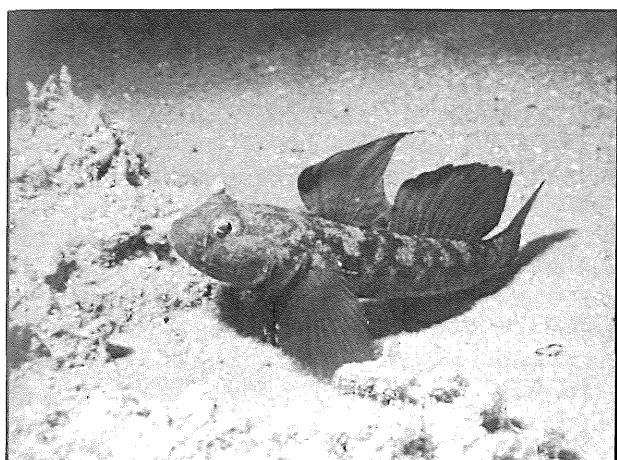
Črni glavač je bil v mreži vse leto, občasno pa je v katerem od vzorčevalnih dni manjkal (tab. 3). Število črnega glavača je bilo v vseh vzorcih, razen v junijskih, podcenjeno zaradi uporabe lažje PPM. Celotna dolžina: 104 mm (70-138, SD=18, N=18).



vrsta	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	IV	VI	VII	VIII	IX
Sepia elegans	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
Sepia officinalis	3	-	-	2	2	2	-	-	-	2	3	-	2	2
Sepia orbignyana	-	-	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Sepiola sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	3	-	-	-
Alloteuthis media	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4
Loligo vulgaris	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	2	3	3	4
Octopus vulgaris	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Eledone moschata	4	4	4	4	3	3	2	3	2	2	4	3	3	3
Mustelus mustelus	3	2	3	-	2	-	-	-	-	2	4	3	-	2
Raja asterias	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Myliobatis aquila	-	-	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Hippoc. ramulosus	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
Merluc. merluccius	3	3	2	3	2	-	2	-	2	2	2	-	2	2
Merlan. merlangus	4	4	4	4	3	3	4	3	2	3	3	3	2	2
Trisopterus minutus	4	3	4	4	3	2	3	-	1	-	3	2	-	2
Zeus faber	3	2	2	3	2	2	2	2	-	-	3	3	2	-
Serranus hepatus	5	3	3	4	4	3	3	3	-	2	5	4	4	4
Dicentrar. labrax	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Cepola rubescens	4	3	3	3	2	-	2	2	-	-	3	3	3	3
Umbrina cirrosa	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Mullus barbatus	-	-	2	2	3	3	2	2	1	2	-	-	3	4
Mullus surmuletus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Boops boops	3	2	2	2	2	-	-	-	-	-	3	-	2	2
Dentex dentex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Diplodus annularis	4	4	3	3	3	2	2	2	-	2	2	3	4	4
Pagellus bogaraveo	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pagellus erythrinus	4	4	4	4	3	2	2	-	-	2	3	4	3	3
Pagrus pagrus	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Sparus aurata	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Spicara flexuosa	4	4	4	4	4	4	3	3	2	4	5	4	4	3
Sympho. cinereus	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
Trachinus draco	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2	-	2	-
Uranosco. scaber	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D. quadrimaculatus	3	1	2	2	2	2	3	2	-	3	4	3	3	2
Gobius niger	4	2	1	3	-	2	-	2	-	2	3	2	3	2
Callionymus sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Blennius ocellaris	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Parab. gattorugine	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-
Parab. tentacularis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Liza aurata	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
Triglop. lastoviza	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Phrynorhom. regius	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Arnoglossus laterna	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
Platichthys flesus	-	-	-	-	-	-	2	3	2	-	-	-	-	-
Buglos. luteum	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-
Monoch. hispidus	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
Solea kleinii	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solea vulgaris	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Lophius piscatorius	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Tabela 3: Mesečno pojavljanje pridnenih, bentopelaških in polpelaških vrst glavonožcev in rib v območju ribolova s pridnenimi povlečnimi mrežami v slovenskem morju. Analiza abundance vrst temelji na 41 vzorcih iz obdobja od 28. 6. 1995 do 24. 9. 1996. Abundance so prikazane v naslednji lestvici: - (0); 1 (1-9); 2 (10-99); 3 (100-999); 4 (1000-9999) in 5 (10000-99999 osebkov).**

**Table 3: Monthly occurrence of demersal, benthopelagic and semipelagic cephalopod and fish species caught with bottom trawling gear in the Slovene part of the Adriatic Sea. Analysis of the species abundance is based on 41 samples taken from June 26th 1995 to September 24th 1996. Abundances are shown on the following scale: - (0); 1 (1-9); 2(10-99); 3 (100-999); 4 (1,000-9,999) and 5 (10,000-99,999 individuals).**



*Gobius niger* (Foto: M. Richter).  
*Gobius niger* (Photo: M. Richter).

40. Zmajček (*Callionymus* sp.)

Zmajčka smo ulovili 16. 6. 1996 (tab. 3) v območju severozahodno od Koprškega zaliva. Verjetno bi se zmajčki pogosteje pojavljali v vzorcih, ko bi bili uporabljali težjo PPM.

41. Okata babica (*Blennius ocellaris* Linnaeus, 1758)

Po eno okato babico smo ulovili 24. 4. in 28. 6. 1995 (tab. 3), obakrat v območju severozahodno od Piranskega zaliva. Verjetno bi se okate babice pogosteje pojavljale v vzorcih, ko bi bili uporabljali težjo PPM.

42. Rjasta babica (*Parablennius gattorugine* (Brunnich, 1768))

Posamezne rjaste babice smo ulovili v času od junija do julija (tab. 3) na območjih severozahodno od Koprškega zaliva in severozahodno od Piranskega zaliva. Verjetno bi se rjasta babica pogosteje pojavljala v vzorcih, ko bi bili uporabljali težjo PPM.

43. Rogata babica (*Parablennius tentacularis* (Brunnich, 1768))

Eno rogato babico smo ulovili 16. 6. 1996 (tab. 3) v območju severozahodno od Piranskega zaliva.

44. Zlati cipelj (*Liza aurata* (Risso, 1810))

Zlati ciplji so se pojavljali v ulovu v času od junija do septembra, večinoma na območju severozahodno od Koprškega zaliva. V vzorcih so bili vselej le posamezni osebki. Celotne dolžine sedmih zlatih cipljev so bile med 275 in 378 milimetri.

45. Rumeni krulec (*Trigla lucerna* Linnaeus, 1758)

Enega rumenega krulca smo ulovili pri rednem ribolovu 20. 12. 1995 v območju severozahodno od Pirana. V ulovih Boljeta (1992) je bil rumeni krulec redek, vendar se je pojavljal vse leto.

46. Progasti krulec (*Trigloporus lastoviza* (Brunnich, 1768))

Enega progastega krulca smo ulovili 12. 10. 1995 (tab. 3) v območju severozahodno od Piranskega zaliva. Njegova celotna dolžina je bila 153 milimetrov.

47. Kosmati romb (*Phrynorhombus regius* (Bonnaterre, 1788))

Štiri kosmate rombe smo ulovili 16. 6. 1996 (tab. 3) v območjih severozahodno od Koprškega zaliva in severozahodno od Piranskega zaliva. Po podatkih Boljeta (1992) so bili kosmati rombi redki, vendar pa so se pojavljali vse leto. Verjetno bi bili kosmate rombe pogosteje ulovili s težjo PPM.

48. Patararča (*Arnoglossus laterna* (Walbaum, 1792))

Posamezne patararče so bile v vzorcih od aprila do julija (tab. 3). Po podatkih Boljeta (1992) se je patararča pojavljala vse leto. Verjetno bi bili patararče pogosteje ulovili s težjo PPM.

49. Morska plošča (*Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758))

Morska plošča se je pojavljala v zimskih mesecih (slika 17, tab. 3). Delež njene biomase je bil največji v januarskem vzorcu, ko je dosegel devet odstotkov. Pojav morske plošče v Tržaškem zalivu v zimskih mesecih je ugotovil tudi Bolje (1992). Pozimi prihajajo morske plošče v Tržaški zaliv zaradi drstitve. Celotna dolžina: 185 mm (141-276, SD=36, N=35).

50. Pritlikavi morski list (*Buglossidium luteum* (Risso, 1810))

Posamezne pritlikave morske liste smo ulovili v junijskih in julijskih vzorcih (tab. 3). Verjetno bi se bili pritlikavi morski listi pojavljali pogosteje v vzorcih, ko bi bili uporabljali težjo PPM. Celotni dolžini dveh osebkov sta bili 90 milimetrov.

51. Hrapavi morski list (*Monochirus hispidus* Rafinesque, 1814)

Posamezne hrapave morske liste smo ulovili aprila in junija (tab. 3). V vzorcih Boljeta (1992) je bil hrapavi morski list redek, vendar se je pojavljal vse leto. Ver-

jetno bi se bil hrapavi morski list pogosteje pojavljal v vzorcih, ko bi bili uporabljali težjo PPM.

52. Črnorobi morski list (*Solea kleinii* [Risso] Bonaparte, 1833)

Posamezne črnorobe morske liste smo ulovili med aprilskim in oktobrskim vzorčenjem (tab. 3). Obakrat je bil črnorobi morski list v vzorcih, ujetih v območju severozahodno od Piranskega zaliva. Podatki Boljeta (1992) kažejo, da se črnorobi morski list v našem morju pojavlja vse leto, več pa jih je v zahodnem delu. Verjetno bi se črnorobi morski list pogosteje pojavljal v vzorcih, ko bi bili uporabljali težjo PPM.

53. Morski list (*Solea vulgaris* Quensel, 1806)

Posamezni morski listi so bili v aprilskih, junijskih in decembrskih vzorcih (tab. 3). Podatki Boljeta (1992) kažejo, da se morski list v našem morju pojavlja vse leto, več pa jih je v zahodnem delu. Verjetno bi se morski list pogosteje pojavljal v vzorcih, ko bi bili uporabljali težjo PPM.

54. Morska žaba (*Lophius piscatorius* Linnaeus, 1758)

Dve morski žabi smo ulovili 25. 7. 1995 (tab. 3) v območju severno od rtiča Ronek. Verjetno so v obravnavanem območju posamezne morske žabe le v topljših mesecih, na kar kažejo tudi podatki Boljeta (1992).

### Spreminjanje abundance

V slovenskem morju se je abundance obravnavanih vrst med letom bolj ali manj spreminjala. Spremembe so bile po eni strani posledica sezonskih selitev (Pitcher & Hart, 1994), po drugi strani pa je na zmanjševanje abundance verjetno vplival tudi ribolov. Sezonske selitve živali v območju Tržaškega zaliva so verjetno povezane z razmnoževanjem, količino hrane in nekaterimi fizikalno kemijskimi dejavniki, kot so temperatura, slanost in količina raztopljenega kisika, žal pa selitev in njihovih vzrokov v tem območju še niso raziskali.

Pojav morske plošče v našem morju je nedvomno povezan z razmnoževanjem (Bolje, 1992). Tudi nekatere druge vrste rib, na primer ribon, se v večjih koli-

činah pojavijo v času, ko imajo zrelejše gonade. Abundanca pridnenih vrst rib, z izjemo borealne morske plošče, je bila v hladnejšem obdobju leta nižja. To je verjetno posledica nizkih temperatur v zimskem času, saj pade temperatura vode na dnu v zimskih mesecih tudi pod 10°C (Vukovič *et al.*, 1995). Vzrok za začasno zmanjšanje abundance osebkov bentoških vrst (na primer moškata hobotnica) je lahko tudi hipoksija. Zmanjšane količine raztopljenega kisika v pridnenem sloju vode so v tem območju značilne za konec poletja in jesen (Vukovič *et al.*, 1995).

### Viri napak pri oceni abundance in biomase

Struktura vzorcev, vzetih z lažjo in težjo PPM, se je nekoliko razlikovala. V vzorcih, vzetih z lažjo PPM, je bilo bolj podcenjeno število bentoških organizmov, predvsem predstavnikov skupin Sepiidae, Sepiolidae, Octopodidae, Rajidae, Myliobatoidei, Trachinidae, Uranoscopidae, Gobiidae, Callionymidae, Blenniidae in Heterosomata (Pleuronectiformes). Zaradi manjšega očesa mreže v končnem delu (saku) je bilo v ulovu raziskovalne mreže tudi več osebkov manjših vrst oziroma nedoraslih organizmov. Največja velikostna selekcija je namreč ravno v končnem delu mreže (Sparre & Venema, 1992).



*Mullus surmuletus* (Foto: M. Richter).  
*Mullus surmuletus* (Foto: M. Richter).



## SUMMARY

*Ichthyological research in the Slovene part of the Gulf of Trieste has been somewhat neglected in the past, for the biological research in this part of the Adriatic began not until the late 80's. The article presents the results of the research into the dynamics of occurrence of certain cephalopod and fish species and could serve as a basis for a further ecological research on these groups in our waters.*

*From April 1995 to September 1996, 8 cephalopod and 56 fish species were caught with bottom trawling gear in the Slovene part of the Adriatic Sea. Details on the occurrence of 8 bathyal cephalopod species, 4 species of cartilaginous fish and 42 species of bony fish are listed, with more detailed descriptions of the following species: Common Squid (*Loligo vulgaris*), Musky Octopus (*Eledone moschata*), Smoothhound (*Mustelus mustelus*), Common Eagle Ray (*Myliobatis aquila*), Hake (*Merluccius merluccius*), Whiting (*Merlangius merlangus*), Poor-Cod (*Trisopterus minutus*), John Dory (*Zeus faber*), Brown Comber (*Serranus hepatus*), Red Bandfish (*Cepola rubescens*), Red Mullet (*Mullus barbatus*), Bogue (*Boops boops*), Annular Sea Bream (*Diplodus annularis*), Common Pandora (*Pagellus erythrinus*), Menola (*Spicara flexuosa*) and Flounder (*Platichthys flesus*).*

## LITERATURA

- Bauchot, M. -L. in Hureau, J. -C., 1986**, Sparidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen in E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. II, UNESCO, UK, pp. 883-907.
- Bauchot, M. -L. in Saldanha, L., 1986**, Congridae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen in E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. II, UNESCO, UK, pp. 567-574.
- Ben-Tuvia, A., 1986**, Mugilidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen in E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. III, UNESCO, UK, pp. 1197-1204.
- Bolje, A., 1992**, Kvantitativna i kvalitativna analiza kočarskih naselja u Tršćanskom zaljevu. Magistrski rad. PMF, Sveučilište u Zagrebu.
- Branstetter, S., 1989**, Triakidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen in E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. I, UNESCO, UK, pp. 117-121.
- Caruso, J. H., 1986**, Lophiidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. III, UNESCO, UK, pp. 1362-1363.
- Collette, B. B., 1986**, Scombridae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen in E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. II, UNESCO, UK, pp. 981-997.
- Fricke, R., 1986**, Callionymidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. III, UNESCO, UK, pp. 1086-1093.
- Hureau, J. -C., 1986a**, Mullidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. II, UNESCO, UK, pp. 877-882.
- Hureau, J. -C., 1986b**, Uranoscopidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. II, UNESCO, UK, pp. 955-956.
- Labbish Ning Chao, 1986**, Sciaenidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. II, UNESCO, UK, pp. 865-874.
- Matjašič, J., Štirn, J., Avčin, A., Kubik, L., Valentinčič, T., Velkovich F., Vukovič, S., 1975**, Flora in fauna Severnega Jadrana - prispevek 1. SAZU, Ljubljana, pp. 1-54.
- McEachran, J. D. & Capape, C., 1989**, Dasyatidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. I, UNESCO, UK.
- MEDITS, 1995**, Campagne internationale de chalutage demersal en Mediterranee (MEDITS). Manuel des protocoles, pp. 1-28.
- MEDITS, 1996**, Campagne internationale de chalutage demersal en Mediterranee (MEDITS 95). II Manuel des protocoles.
- Nielsen, J. G., 1986a**, Bothidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. III, UNESCO, UK, pp. 1294-1298.
- Nielsen, J. G., 1986b**, Pleuronectidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. III, UNESCO, UK, pp. 1299-1307.

- Pitcher, T. J., Hart, P. J. B., 1994**, Fisheries Ecology. Chapman & Hall, London, pp. 1-414.
- Quero, J. -C., 1986**, Zeidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. II, UNESCO, UK, pp. 769-772.
- Quero, J. -C., Desoutter, M., Lagardere, F., 1986**, Soleidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. III, UNESCO, UK, pp. 1380-1324.
- Quignard, J. -P. & PRAS, A., 1986**, Atherinidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. III, UNESCO, UK, pp. 1207-1210.
- Roper, C. F. E., Sweeney, M. J., Nauen, C. E., 1984**, FAO species catalogue. Vol. 3. Cephalopods of the world. An annotated and illustrated catalogue of species of interest to fisheries. FAO Fish. Synops. 3(125): 1-277.
- Shindo, S., 1972**, General review of the trawl fishery and the demersal fish stocks of the South China Sea. FAO Fish. Techn. Pap. 120: 49.
- Smith-Vaniz, W. F., 1986**, Carangidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. II, UNESCO, UK, pp. 815-844.
- Sparre, P., Venema, S. C., 1992**, Introduction to tropical fish stock assessment. Part I - Manual. FAO, Rome, pp. 1-376.
- Stehmann, M & Burkel, D. L., 1989**, Rajidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. I, UNESCO, UK, pp. 163-196.
- Svetovidov, A. N., 1986a**, Merlucciidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. II, UNESCO, UK, pp. 677-679.
- Svetovidov, A. N., 1986b**, Gadidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. II, UNESCO, UK, pp. 680-710.
- Šoljan, T., 1965**, Ribe Jadrana. Zavod za izdavanje udžbenika SR Srbije, Beograd, pp. 1-451.
- Štirn, J. & Bolje, A., 1989**, Fondi pridnenih rib in drugih užitnih organizmov obalnih vod SFRJ v Tržaškem zalivu. Zaključno poročilo. Raziskovalna naloga. Droga Portorož in IBU, MBP, Ljubljana, Piran, pp. 1-243.
- Tortonese, E., 1986a**, Serranidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. II, UNESCO, UK, pp. 780-792
- Tortonese, E., 1986b**, Cepolidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. II, UNESCO, UK, pp. 810-811.
- Tortonese, E., 1986c**, Centranchidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. II, UNESCO, UK, pp. 908-911.
- Tortonese, E., 1986d**, Trachinidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. II, UNESCO, UK, pp. 951-954.
- Vuković, A., Lipej, L., Mozetič, P., Planinc, R., Turk, V., 1995**, Program spremljanja kakovosti obalnega morja v Republiki Sloveniji. Poročilo za leto 1994. NIB, MBP Piran, Ljubljana, Piran, pp. 1-8.
- Whitehead, P. J. P., 1989a**, Clupeidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. I, UNESCO, UK, pp. 268-281.
- Whitehead, P. J. P., 1989b**, Engraulidae. V: P. J. P. Whitehead, M. -L. Bauchot, J. -C. Hureau, J. Nielsen & E. Tortonese (uredniki), Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. I, UNESCO, UK, pp. 282-283.
- Whitehead, P. J. P., Bauchot, M. -L., Hureau, J. -C., Nielsen, J., Tortonese, E. (eds.), 1989**, Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. I. Unesco.
- Whitehead, P. J. P., Bauchot, M. -L., Hureau, J. -C., Nielsen, J., Tortonese, E. (eds.), 1986a**, Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. II. Unesco.
- Whitehead, P. J. P., Bauchot, M. -L., Hureau, J. -C., Nielsen, J., Tortonese, E. (eds.), 1986b**, Fishes of the North-eastern Atlantic and the Mediterranean. Vol. III. Unesco.

## FOOD AND FEEDING HABITS OF THE DAMSELFISH *CHROMIS CHROMIS* (TELEOSTEI: POMACENTRIDAE) IN THE EASTERN ADRIATIC

Jakov DULČIĆ

Ph.D., fisheries biologist, Institute of Oceanography and Fisheries - Split, HR-21000 Split, Šet. I. Meštrovića 63  
dr., ribiški biolog, IOR, HR-21000 Split, Šet. I. Meštrovića 63

### ABSTRACT

The stomach contents of 964 damselfish *Chromis chromis* collected in the eastern central Adriatic in 1992 and 1993 were examined to assess the diet, as influenced by season and fish size. Damselfish is carnivorous from the juvenile stage onward, feeding on a narrow range of plankton and benthic prey items. Higher intensity of feeding activity in spring could be related to temperature and/or gonadal maturation. During all seasons copepods constituted the most important food resource by weight, number and frequency of occurrence. Appendicularia and cladocerans were the second most important food category. Dietary overlap was relatively high, indicating that the feeding spectrum of damselfish changed little across seasons, but for size groups was small, indicating greater changes in feeding spectrum.

**Ključne besede:** črnik, *Chromis chromis*, prehrana, prehranjevalne navade, ceponožci, vzhodni Jadran  
**Key words:** damselfish, *Chromis chromis*, food, feeding habits, copepods, Eastern Adriatic

### INTRODUCTION

The damselfish, *Chromis chromis* (Linnaeus, 1758) is a small fish found in shoals in mid-water above or near rocky reefs or above sea grass (*Posidonia*) meadows at depths ranging from 3 to 35 m. It occurs in the Mediterranean and from Portugal southwards to Angola (Quignard & Pras, 1986).

In the Eastern Adriatic, the damselfish is abundant (Grubišić, 1982; Milišić, 1994), but it is of no commercial value along the eastern coast (except on the central Adriatic islands of Šolta, Hvar, Korčula and Lastovo, where it is much appreciated). In coastal fishery of Dalmatia, damselfish form a small but significant component of the coastal beach seine and gill net catch that is used as delicious food and as bait for lobsters. We have no new data on catch, but Grubišić (1982) reported that it is around 30 tons per year.

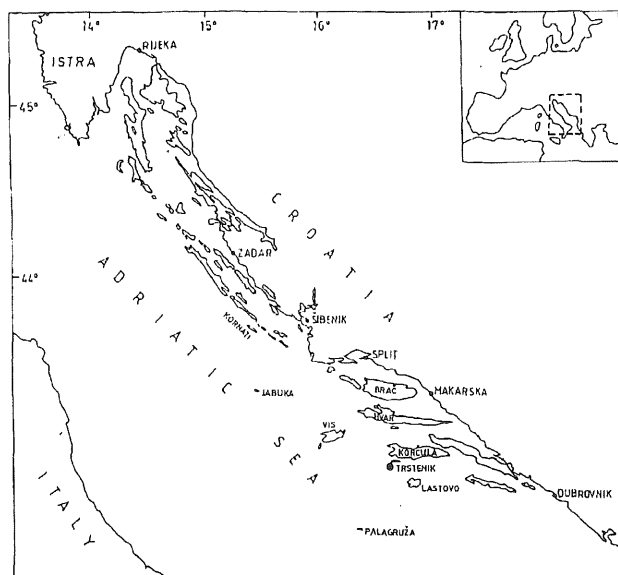
There are some data about the biology and ecology of this species from the eastern Adriatic. Dulčić *et al.* (1994a) presented data on the length-weight relationship in damselfish during spawning in the Eastern Adriatic. Dulčić *et al.* (1994b) analysed the vertebral number of damselfish. Age, growth and mortality of damselfish were presented by Dulčić & Kraljević (1995).

Despite its abundance, very little is known about the trophic ecology of damselfish in the Mediterranean Sea. The present study deals with food and feeding habits of the damselfish off the Eastern Adriatic. The purpose was to examine the feeding habits and intraspecific resource partitioning across seasons and during developmental life stages of damselfish in the Eastern Adriatic.

### MATERIAL AND METHODS

A total of 964 specimens of damselfish were obtained during four seasonal beach seine survey cruises, from summer 1992 to spring 1993. Samples were taken near the island of Trstenik in the central Adriatic (Fig. 1). Damselfish were fixed in 4% formalin immediately after capture. The fish were processed promptly after collection. Processing included measurements and weighing to nearest 0.1 cm and 0.01 g respectively and gut removal prior to which both ends of the stomach were tied off. The contents of the dietary material were identified to the specific level where possible, but most items were identifiable only to the generic level. Presence of inorganic matter and detritus in the stomachs was recorded, but excluded from the analysis. After identification, preys were weighed to the nearest 0.01 g.





**Fig. 1:** Location of sampling station in the eastern central Adriatic, where damselfish (*Chromis chromis*) were collected (Trstenik Island).

**Slika 1:** Zemljevid obravnavanega območja z označeno vzorčevalno postajo (otok Trstenik), kjer so bili ulovljeni črniki (*Chromis chromis*).

The contribution of the prey categories to the diet of damselfish was calculated as (1) the percentage of wet weight ( $C_w$ ) of a prey category (pooled) to the weight of the total stomach contents, (2) the percentage abundance ( $C_n$ ) of individuals of a prey category to the total number of prey individuals in the stomachs, (3) the frequency of occurrence ( $f$ ) of stomachs in which a prey category occurred to the total number of stomachs examined (Hyslop, 1980). George & Hadley (1979) employed the "relative importance index" (RI) which is based on the "absolute importance index" (AI) as follows:  $AI = \% \text{ frequency occurrence} + \% \text{ total numbers} + \% \text{ total weight}$ ;  $RI = 100 AI / n \sum AI$ , where  $n$  is the number of  $i$  different food types.

Seasonal variations were analyzed using Fischer's least significant difference (LSD) test (Zar, 1984). The analysis of changes in feeding habits in different seasons and in different length classes was performed by the use of the fullness index (Hureau, 1970):  $\%Jr = \text{fullness index: weight of digested food/fish weight} \times 100$ .

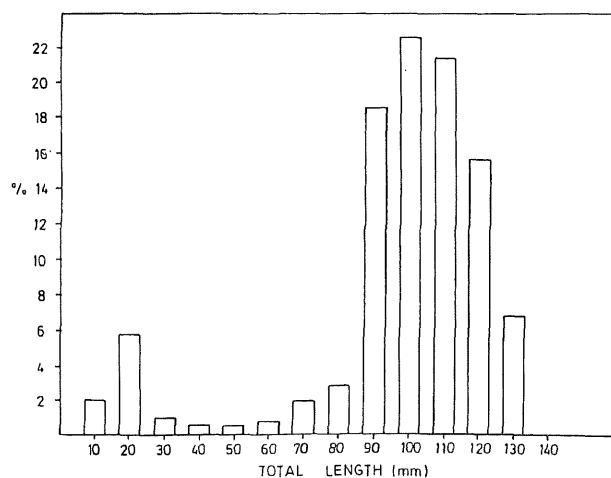
Proportional food overlap between size classes and seasons for the species was calculated using the overlap index of Schoener (1970):  $C_{ih} = 1 - 0.5 (\sum_j P_{ij} - P_{hj})$ , where  $P_{ij}$  and  $P_{hj}$  are the proportions of prey  $j$  found in the diets of groups  $i$  and  $h$  respectively. This index has a minimum of 0 (no overlap of prey) and a maximum of 1 (all items in equal proportions). Schoener's index values above 0.60 are usually considered to be "biologically significant" (Zaret & Rand, 1971; Wallace, 1981), in-

dicating a high dietary overlap (Langton, 1982).

## RESULTS AND DISCUSSION

Fish lengths in the sample ranged from 8 to 134 mm caught (Fig. 2). Data sampled in 3 areas were aggregated for the analysis since there was no significant difference between them (ANCOVA). The specimens were divided into two size groups, to examine feeding habits of the fish developmental stages. Group 1 comprised fishes smaller than 65 mm (juvenile stage) and Group 2 fishes longer than 65 mm (adult stage). The proportion of empty stomachs among fish up to 65 mm long is 6.9%, while this proportion in longer fish is 5.0%. Feeding intensity expressed by the fullness index ( $Jr$ ) was higher in smaller ( $Jr=6.83$ ) than in larger fish ( $Jr=3.80$ ).

In Group 1, polychaetes, ostracods, copepods and mysids constituted the bulk of the diet, while copepods, appendicularians and cladocerans were dominant in Group 2 (Table 1). Stomachs of larger individuals contained all mentioned prey taxa ingested by smaller fish, but in different proportions. Copepods were the dominant prey of damselfish in both size-classes, *Clausocalanus pergens* being the dominant species. As fish grew older there was a difference in the "relative index" (RI) of polychaetes, copepods, ostracods and mysids. Polychaetes exhibited a greater presence in the stomachs of smaller fish, corroborating the view that small damselfish select prey of low mobility.



**Fig. 2:** Length frequency distribution of damselfish (*Chromis chromis*) collected in the eastern central Adriatic for dietary studies in 1992 and 1993 ( $n = 964$ ).  
**Slika 2:** Velikostna porazdelitev dolžine črnikov (*Chromis chromis*), ulovljenih v vzhodnem srednjem Jadranu v obdobju 1992-1993 ( $n = 964$ ).



Season	Winter	Spring	Summer	Autumn
Winter		0.70	0.67	0.93
Spring			0.80	0.71
Summer				0.69
Autumn				
	Size group	8 - 65 mm		> 65 mm
	8 - 65 mm			0.58
	> 65 mm			

**Table 4: Proportional food overlap coefficients (Schoener index) of damselfish between seasons.**

**Tabela 4: Količnik prekrivanja v prehrani (Schoenerjev indeks) črnika v posameznih letnih časih.**

Feeding intensity was lowest in winter, indicated by the higher frequency of empty stomachs in each group (14% for Group 1 and 11% for Group 2).

Copepods constituted the bulk of diet throughout the year (Table 2), exhibiting their highest values by number during spring and summer. Cladocerans and Appendicularia were the second important food categories. They were eaten regularly during all seasons.

Seasonal changes in RI were examined to detect which prey accounted for the differences in the diet. This analysis indicated a great importance of copepods in all seasons.

Food quantity in analyzed guts, expressed as the fullness index (Jr), was highest in spring (Jr = 5.67) and a significant drop was recorded for winter (Jr = 1.91) (Table 3).

Fischer's LSD test indicated that the mean fullness index was significantly higher in spring and summer. The application of ANOVA and multiple range tests to the seasonal data indicated significantly higher values in spring (ANOVA:  $F = 12.424$ ,  $P < 0.001$ ).

Values of Schoener's (1970) index of dietary overlap were obtained from a comparison (by weight) between the different size groups (0.58) and seasons (Table 4). Almost all the values were  $> 0.60$ , indicating high dietary overlap. Thus, the feeding spectrum of damselfish depends little across season of capture. The small variations of the principal prey items between the different seasons contributed to the high level of inter-season proportional overlap.

Damselfish in the eastern Adriatic fed primarily on crustaceans, mostly copepods (such as *Paracalanus parvus*, *Clausocalanus pergens* and *Centropages typicus*) and cladocerans (*Podon intermedius*), but also consumed Appendicularia, Gastropoda (larvae) and Bivalvia (larvae), fish eggs and fish larvae, mainly at larger lengths. Polychaetes, Cirripedia (nauplii), Mysidacea and Decapoda (larvae) were also occasionally found in the stomachs. These results are generally in accordance with the observation of Duka & Shevchenko (1980) off the Mediterranean coast of island Lampedusa and for

damselfish from the Black Sea. Same authors mentioned that copepoda (Calanoida, Cyclopoida - 15 species) were the most abundant food items, that Appendicularia (*Oikopleura dioica*) ranked second in the Mediterranean, and that damselfish eggs and Appendicularia (*Oikopleura dioica*) were the most abundant food items in the Black Sea. Although no quantitative data on prey consumption of damselfish were given, it is not possible to compare the data on that basis. Mapstone & Wood (1975) revealed that damselfish feeds both on planktonic and benthic organisms; eight out of 11 individuals contained predominantly planktonic and three predominantly benthic organisms in the Azores.

The stomachs of both size groups were significantly fuller in spring and summer, while the lowest feeding intensity coincided with winter. Many factors could result in the reduction of feeding activity in fish (Nikolsky, 1976). Many of the demersal fishes show a decrease in the feeding rate as the temperature drops (Tyler, 1971). In the study area, the lower temperature of the water occurs during winter (February) and beginning of spring (Zore-Armanda *et al.*, 1991). Because of the reduced abundance of prey and the lowered metabolism of the fish, predation on plankton and benthos was probably at a minimum during winter. Regner (1985) presented, for the central Adriatic, that copepods showed larger number of annual maxima predominantly during the warmer part of the year: in spring, summer and autumn. This occurrence of a larger number of maxima may be due either to natural fluctuations or to the enrichment of coastal area by nutrients (eutrophication) as well as to the sufficient food available over a larger part of the year. Favourable environmental conditions during the warmer months and abundant food supply support the expanded fish community without competitive interactions. However, the effect of temperature may be confounded with the effects on other abiotic factors and/or in change in food availability (Worobec, 1984). Warren & Davis (1967) discussed the profound effects of temperature and seasons on food consumption rates. More food is consumed in summer than in winter, this was demonstrated (Davis & Warren, 1965) from the experiments with *Cottus perplexus*.

Reproduction, which takes place at the end of spring and during summer (Dulčić & Kraljević, 1995), seems to have effect on feeding intensity (gonadal maturation). Feeding behaviour of most of fish species considerably oscillates during the year as a consequence of a physiological changes during reproduction. Jardas & Pallaoro (1991) found that feeding intensity of *Scorpaena porcus* expressed by the index of gut fullness showed markedly lower values during spawning, whereas it was at almost the same level during the rest of the year, with slight intensity increase in the postspawning period. Similarly to damselfish, high degrees of stomach fullness were reported for other demersal fish in the same area, such as



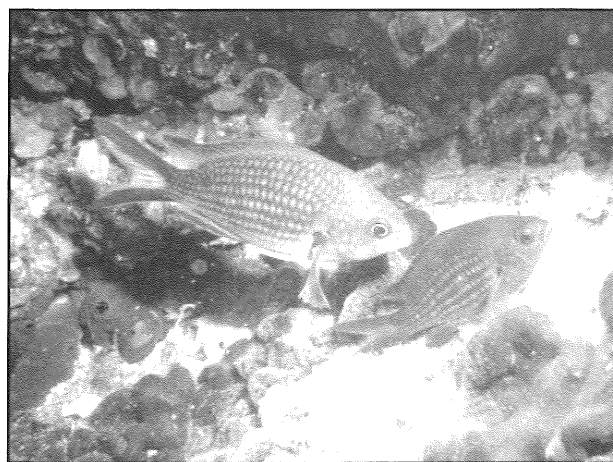
**Fig. 3: School of Damselfish (*Chromis chromis*) (Photo: M. Richter).**

**Slika 3: Jata črnikov (*Chromis chromis*) (Foto: M. Richter).**

*Scorpaena porcus* (Jardas & Pallaoro, 1991), indicating an abundance of food in this region even though this region contributes to oligotrophic area according to Buljan & Zore-Armanda (1976). The abundance of food in this region is connected with the upwelling in the area of Palagruža sill which is in vicinity of the studied area (Regner *et al.*, 1987). This occurs certainly more strongly during years with increased Mediterranean inflow at the time of strong advection of the intermediary water and also during the upwelling periods in spring and summer (Buljan, 1965). In the open central Adriatic the zooplankton (dry weight) shows a distinct spring maximum in March and April (Vučetić, 1973). Upwelling may be caused later in the spring-summer period by dominant coastward wind direction (the maestral). The spring maximum of the zooplankton is characterized by the presence of typical deep sea species; the maximal population densities at the beginning and by the end of

summer are attained by the typical neritic species (Vučetić, 1973). The maximal quantities of zooplankton occurs firstly in the open sea and then farther towards the coast.

Dietary overlap is lower between summer and winter, when the metabolic demands are higher than for the rest of the year. This fact indicates that intraspecific competition for food between fish of the two groups is small, probably because of the different bathymetrical distribution of damselfishes at different size. The study of the bathymetrical distribution of the two groups revealed that younger specimens tended to inhabit smaller depths (Dulčić, unpublished data).



**Fig. 4: Male and female damselfish. The male is waiting for the proper moment to fecundate the eggs (Photo: M. Richter).**

**Slika 4: Samec in samica črnika. Samec čaka, da se samica umakne, da lahko oplodi izmetana jaca (Foto: M. Richter).**

## POVZETEK

Črnik *Chromis chromis* (Linnaeus 1758) je majhna riba, ki jo najdemo v plitvih vodah nad ali v bližini čeri ali pa nad travniki morske trave pozejdonke (*Posidonia oceanica*), in sicer v globini od 3 do 35 metrov. Živi v Sredozemskem morju in v vodah južno od Portugalske do Angole (Quignard & Pras 1986). V vzhodnem Jadranu je črnik številčen (Grubišić, 1982; Milišić 1994), vendar tam komercialno ni zanimiv (razen na otokih Šolti, Hvaru, Korčuli in Lastovem v srednjem Jadranu, kjer je zelo cenjen). V dalmatinskem obalnem ribištvo so črniki majhen, a pomemben sestavni del ulova z mrežami, uporabni predvsem kot slastna jed in vaba za jastoge.

Da bi ocenili, s čim se črniki prehranjujejo glede na različne letne čase in velikost, je bila raziskana vsebina želodcev 964 osebkov, ujetih v vzhodnem srednjem Jadranu v letih 1992 in 1993. Črnik je mesojeda riba že od svojega mladostnega stadija naprej, hrani pa se le z določenimi planktonskimi in bentoškimi organizmi. Večjo prehranjevalno intenzivnost v spomladanskem času bi lahko pripisali temperaturnim spremembam in dozorelosti



spolnih žlez. Po biomasi, številu in pogostosti pojavljanja v celoletnem obdobju so bili ceponožci najpomembnejši vir hrane. Drugi najpomembnejši prehranjevalni vir so bili repati plaščarji in morske bolhe. Prehransko prekrivanje je bilo razmeroma izrazito, kar pomeni, da so razlike v prehranjevalnem spektru črnikov prek vseh štirih letnih časov majhne, medtem ko je bilo za velikostne skupine neznatno, kar kaže na večje spremembe v prehranjevalnem spektru.

## REFERENCES

- Buljan, M. (1965)** Anomalies of temperature and chlorinity of sea water on the station Stončica (middle Adriatic). *Pomorski zbornik* 6: 949-995.
- Buljan, M. & Zore-Armanda, M. (1976)** Oceanographical properties of the Adriatic Sea. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 14: 11-98.
- Davis, G.E. & Warren, C.E. (1965)** Trophic relations of a sculpin in laboratory stream communities. *J. Wildl. Mgmt.* 29: 846-871.
- Duka, L.A. & Shevchenko, N.F. (1980)** Morphology and nutrition of *Chromis chromis* (Linne) in the Mediterranean and Black Seas. *Ekhol. Morya* 3: 26-33. (in Russian)
- Dulčić, J., Kraljević, M. & Cetinić, P. (1994a)** Length-weight relationship in damselfish (*Chromis chromis* L. 1758) from the eastern Adriatic during spawning. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 2: 147-154.
- Dulčić, J., Cetinić, P. & Kraljević, M. (1994b)** Analysis of the vertebral number of damselfish *Chromis chromis* (L.) in the central Adriatic. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 2: 141-146.
- Dulčić, J. & Kraljević, M. (1995)** Age, growth and mortality of damselfish (*Chromis chromis* L.) in the eastern middle Adriatic. *Fish. Res.* 22: 255-264.
- George, E.L. & Hadley, W.F. (1979)** Food and habitat partitioning between rock bass (*Ambloplites rupestris*) and smallmouth bass (*Micropterus dolomieu*) young of the year. *Trans.Am.Fish.Soc.* 108: 253-261.
- Grubišić, F. (1982)** Ribe, rakovi i školjke Jadrana. ITRO Naprijed, Zagreb-GRO Liburnija, Rijeka. 240 p.
- Hureau, J.C. (1970)** Biologie comparee de quelques Poissons antartiques (Nototheniidae). *Bull. Inst. Oceanogr. Monaco* 68: 89p.
- Hyslop, E.J. (1980)** Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *J. Fish. Biol.* 17: 411-429.
- Jardas, I. & Pallaoro, A. (1991)** Food and feeding habits of black scorpionfish (*Scorpaena porcus* L. 1758) (Pisces: Scorpaenidae) along the Adriatic coast. *Acta Adriat.* 32: 885-898.
- Langton, R.W. (1982)** Diet overlap between atlantic cod, *Gadus morhua*, silver hake, *Merluccius bilinearis*, and fifteen other Northwest Atlantic finfish. *Fish. Bull.U.S.* 80: 745-759.
- Mapstone, G.M. & Wood, E.M. (1975)** The ethology of *Abudefduf luridus* and *Chromis chromis* (Pisces: Pomacentridae) from Azores. *J.Zool.London* 175: 179-199.
- Milišić, N. (1994)** Sva riba Jadranskog mora. NIVA-Split.
- Nikolsky, G.V. (1976)** The Ecology of Fishes. London. Academic Press.
- Quignard, J.P. & Pras, A. (1986)** Pomacentridae. In: Fishes of the north-eastern Atlantic and Mediterranean. Whitehead P.J., Bauchot M.L, Hureau J.C., Nielsen J.& Tortonese E. II. UNESCO, United Kingdom.
- Regner, D. (1985)** Seasonal and multiannual dynamics of copepods in the middle Adriatic. *Acta Adriat.* 26: 11-99.
- Regner, S., Regner D., Marasović, I. & Kršinić, F. (1987)** Spawning of sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792), in the Adriatic under upwelling conditions. *Acta Adriat.* 28: 161-198.
- Schoener, T.W. (1970)** Non-synchronous spatial overlap of lizards in patchy habitats. *Ecology* 51: 408-418.
- Tyler, A.Y. (1971)** Monthly changes in stomach contents of demersal fishes in Passamaquoddy Bay (N.B.). *Fish.Res.Board Can. Techn.Pap.* 288: 114 p.
- Vučetić, T. (1973)** Zooplankton and circulation pattern of the water masses in the Adriatic. *Neth.J.Sea Res.* 7: 112-121.
- Wallace, R.K. (1981)** An assessment of diet overlap indexes. *Trans.Am.Fish.Soc.* 110: 71-76.
- Warren, C.E. & Davis, G.E. (1967)** Laboratory studies on the feeding bioenergetics and growth of fish. In: The biological basis of freshwater fish production. Ed. Gerking S.D. Blackwell Scientific Publications, London: 123-135.
- Worobec, M.N. (1984)** Field estimates of the daily ration of winter flounder *Pseudopleuronectes americanus* (Walbaum) in a southern New England salt marsh. *J.Exp.Mar.Biol.Ecol.* 77: 183-196.
- Zar, J.H. (1984)** Biostatistical analysis. 2nd edn. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Zarret, T.M. & Rand, A.S. (1971)** Competition in tropical stream fishes: support for the competitive exclusion principle. *Ecology* 52: 336-342.
- Zore-Armanda, M., Bone, M., Dadić, V., Morović, M., Ratković, D., Stojanoski, L. & Vukadin, I. (1991)** Hydrographic properties of the Adriatic Sea in period from 1971 through 1983. *Acta Adriat.* 32: 6-554.

**EKOLOGIJA BENTOSA**  
**ECOLOGIA DEL BENTOS**  
**BENTHIC ECOLOGY**



## ANALYSIS OF MACROBENTHIC COMMUNITY STRUCTURE IN THREE AREAS OF THE GULF OF TRIESTE

*Floriana ALEFFI*

B.Sc., marine biologist, Laboratorio di Biologia Marina, IT-34100 Trieste, str. Costiera 336  
dipl. biolog, Laboratorio di Biologia Marina, IT-34100 Trst, str. Costiera 336

*Francesca GORIUP*

B.Sc., marine biologist, Laboratorio di Biologia Marina, IT-34100 Trieste, str. Costiera 336  
dipl. biolog, Laboratorio di Biologia Marina, IT-34100 Trst, str. Costiera 336

*Giuliano OREL*

Ph.D., marine biologist, Department of Biology, University of Trieste, IT-34100 Trieste, Via L. Giorgieri 5  
dr. biol. znanosti, Univerza v Trstu, IT-34100 Trst, Via L. Giorgieri 5

*Vincenzo ZUCCARELLO*

B.Sc., researcher, Laboratorio di Biologia Marina, IT-34100 Trieste, str. Costiera 336  
dipl. biolog, Laboratorio di Biologia Marina, IT-34100 Trst, str. Costiera 336

### ABSTRACT

*The Gulf of Trieste is a shallow bay characterized by high primary production and a wide range of temperature, salinity and dissolved oxygen at the bottom. In the last decades it was affected by particular events such as red tides, recurrent phenomena of anoxia, and appearance of mucous aggregates. To evaluate the macrobenthic community structure of the Gulf of Trieste, an ecological study was carried out from 1990 to 1993, on three stations along a sedimentary gradient. Statistical analysis was performed using non-parametric methods and fuzzy sets analysis on abundance data. There is clear evidence of differences among the three zones in terms of species composition and trophic structure. Throughout the studied area there is a dominance of *Corbula gibba*, a species well adapted to live in instable mixed muddy bottoms.*

**Key words:** macrobenthos, community structure, Gulf of Trieste

**Ključne besede:** makrobentos, struktura združbe, Tržaški zaliv

### INTRODUCTION

The species composition in a macrobenthic community depends on various ecological factors; among these the most important is the nature of the substratum (Gray, 1974).

In general, fine sediments, whose grains are highly packed, prevent the presence of an interstitial fauna, due to poor water circulation and low oxygen tension; on the other hand, medium and fine sands have an abundant fauna with more diversified adaptive strategies (Gray, 1981).

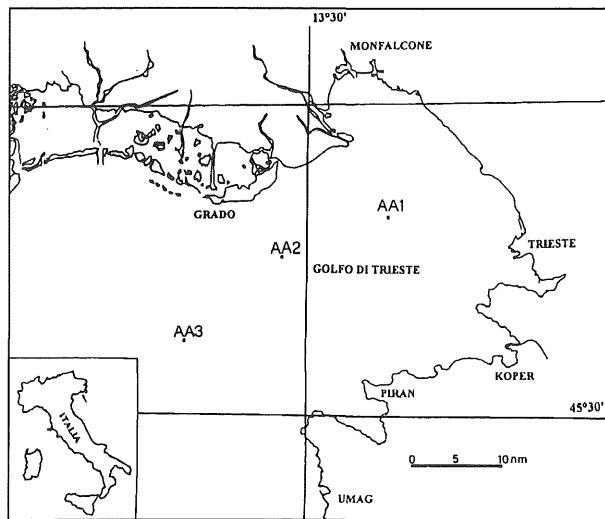
The aim of this work is to evaluate the macrobenthic

community structure along a sedimentary gradient in three stations of the Gulf of Trieste, analyzing data acquired from 1990 to 1993.

### MATERIALS AND METHODS

#### Study site

The Gulf of Trieste is a shallow bay (maximum depth 25 m) characterized by wide range of water temperatures, high sedimentation rate and low transparency of coastal waters. In the last decade this area was affected by biological phenomena such as red tides, hypoxia,



**Fig. 1: Map of the studied area showing the sampling station.**

**Sl. 1: Zemljevid preučevanega območja s postajami za vzorčanje.**

anoxia (Orel *et al.*, 1993a; Stachowitsch, 1984) and mucus aggregates (Orel *et al.*, 1993b), which have influenced the macrobenthic community structure more or less severely (Brizzi *et al.*, 1994).

The stations (fig. 1) are located at depths ranging from 19 to 21 m, in areas where the above-mentioned phenomena occurred. In particular st. AA1 was affected by anoxia in September 1990, when the oxygen value on the bottom fell to 0.37ml/l. During the summer of 1991, considerable amounts of mucus aggregates, more abundant in st. AA1 and less extensive in st. AA2 and AA3, were observed.

The st. AA1 is characterized by sandy pelitic sediment (Brambati *et al.*, 1983), with 10% of sand, the st. AA2 by very sandy pelitic sediment (62% of sand) and the st. AA3 by pelitic sand (92% of sand); moreover, the last two have a high content of organic detritus.

### Sampling procedure

At each station five replicate samples were collected twice a year (A=03/1990, B=09/1990, C=07/1991, D=11/1991, E=03/1992, F=10/1992, G=06/1993, H=12/1993) with a 0.1m<sup>2</sup> van Veen grab. Faunal samples were placed on a 1 mm mesh sieve and finer sediment was washed out. The material remaining on the sieve was preserved in buffered 5% formalin. Samples were sorted and major taxa were identified and counted.

### Statistical analyses

Species with a total abundance higher than ten individuals were considered for analyses; moreover, the

species of the five replicates were combined to form one sample.

Data were arranged in a 24 samples x 143 species matrix, which was percentualized per samples and normalized per species. In order to verify the differences in the faunal composition of the stations, a classification using the average linkage algorithm (Anderberg, 1973) was done on the similarity matrix ("similarity ratio") (Westoff & Van der Maarel, 1978) among the samples.

Using non-parametric variance analysis, the Kruskal-Wallis test, discriminant species were selected among stations. They can show a random distribution in the stations less or equal to 1%.

The stations were defined as fuzzy sets (Zadeh, 1965) using the method suggested by Feoli & Zuccarello (1986, 1988, 1992). Each station represents a set in which the degree of linkage between the objects (samples or species) and the station is a membership function varying as a continuum between 0 and 1. Fuzzy sets were used as an ordination axis to represent samples and species along a sedimentary gradient.

By means of the explained covariance for each station, the species were arranged on the basis of their importance in defining the community structure (Orloci, 1978).

In order to analyze the trophic structure of the bio-coenoses, a principal component analysis on the abundance data referred to the four main feeding groups (carnivores, filter-feeders, surface deposit-feeders, sub-surface deposit-feeders) was carried out.

For the statistical processing, the Matedit (Burba *et al.*, 1992) and Syntax (Podani, 1988) programmes were used.

## RESULTS AND DISCUSSION

During the studied period, 105 species were identified for st. AA1, 155 for st. AA2 and 168 for st. AA3. In all the stations the richest group was represented by polychaetes, followed by molluscs. These two taxa exceeded 80% of the total abundance, whereas crustaceans and echinoderms showed lower values (fig. 2). The most abundant groups were polychaetes in st. AA2 and AA3, and molluscs, mainly represented by the bivalve *Corbula gibba*, in st. AA1 (fig. 3).

In marine soft sediments, polychaetes are generally numerically dominant among macrofaunal taxa, constituting between 50 and 80% of the total macrofaunal individuals (Jumars & Fauchald, 1977). They are abundant both in bottoms characterized by fine sedimentation or affected by stress, and in well-structured ecosystems.

The classification of the samples is shown in fig. 4. In the dendrogram, two main groups are identified: the first one (I) is formed by samples of st. AA1, while the second one (II) includes the sandiest stations. The latter pre-



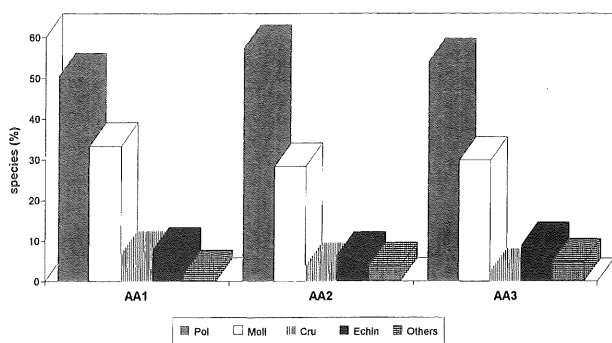


Fig. 2: Total number of species (percentage) of polychaetes, molluscs, crustaceans, echinoderms and other groups sampled in the three stations.

Sl. 2: Skupno število vrst (v odstotkih) mnogoščetincev, mehkužcev, rakov, iglokožcev in drugih skupin, vzorčenih na treh postajah.

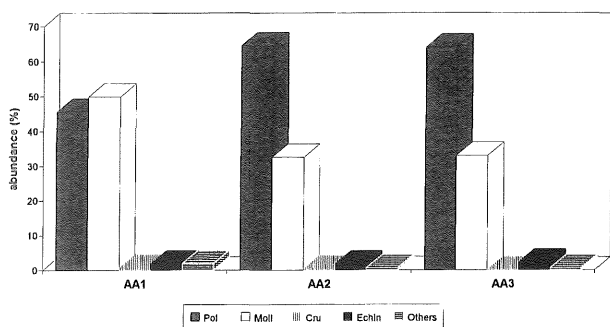


Fig. 3: Total number of individuals (percentage) of polychaetes, molluscs, crustaceans, echinoderms and other groups sampled in the three stations.

Sl. 3: Skupno število osebkov (v odstotkih) mnogoščetincev, mehkužcev, rakov, iglokožcev in drugih skupin, vzorčenih na treh postajah.

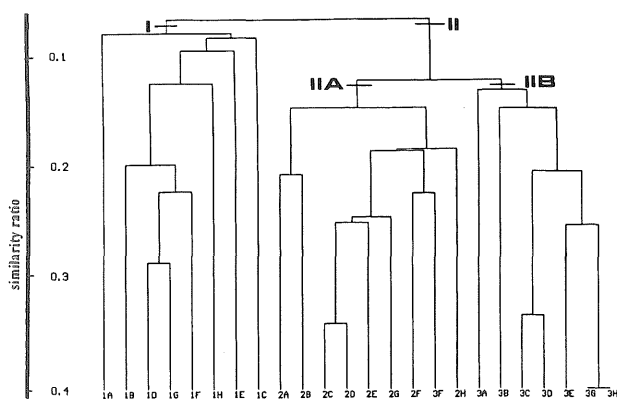


Fig. 4: Classification of samples with average linkage based on the similarity ratio matrix.

Sl. 4: Dendrogram podobnosti v sestavi favne med postajama, izdelan na osnovi matrike podobnostnih indeksov.

sents two sub-clusters: IIA includes all the samples of st. AA2 and one of st. AA3, and IIB the remaining samples of st. AA3.

This classification shows that the benthic communities in the three stations are different, independent of the sampling period. The ordination also shows three main groups: these are located along the sedimentary gradient and are formed by the samples of each station (fig. 5).

After having obtained the subdivision of the samples into three groups representing the three stations, the discriminant species for this characterization (tab. 1) were identified using non-parametric variance analysis. The discriminant species have been ordered with respect to the same axes defined by the stations (AA1 and AA3) located at the extremes of the sedimentary gradient (fig. 6). This ordination is overlapped on the one defined by the samples. The overlapping shows that the species more typical of st. AA1 are the mollusc *Nucula nucleus*, considered to be a species resistant to oxygen depletion (Wilson & Davis, 1984), and the polychaetes *Maldane glebifex* and *Spiochaetopterus costarum*, typical of sediments characterized by high organic content. Moreover, *M. glebifex* builds a very thick mud tube that can stabilize sediments because it increases the compactness (Glémarec *et al.*, 1986).

The bivalve *Tellina serrata* can be found only in st. AA2; this is a characteristic species of the "detritic muddy biocoenosis" (Picard, 1965). Other typical species of this station include the polychaetes *Owenia fusiformis*, *Glycera rouxii*, *Lumbrineris latreilli*, *Drilonereis filum*, which usually inhabit muddy-sandy bottoms.

St. AA3 is characterized by species which are typical of sandy sediments, such as bivalve *Clausinella brognartii* and the polychaetes *Nematonereis unicornis*, *Jasmineira elegans*, *Clymenura clypeata* and *Prionospio malmgreni*.

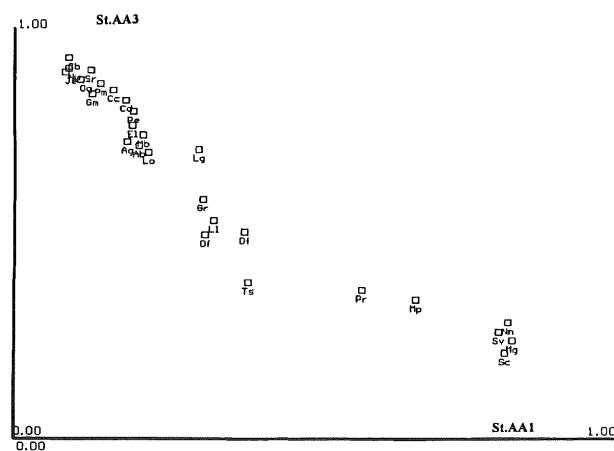


Fig. 5: Ordination of samples according to fuzzy sets of st. AA1 and st. AA3.

Sl. 5: Razvrstitev vzorcev glede na "mevlene množice" (fuzzy sets) na postajah AA1 in AA3.

	St. AA1								St. AA2								St. AA3								
	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	A	B	C	D	E	F	G	H	
Maldane glebifex (Mg)	131	126	123	222	24	126	97	56	88	74	100	119	115	94	63	5	3	2	1	2					
Nucula nucleus (Nn)	13	4	3	3	3	8	4	9	2	1	6	5	3	3	2	4	3		3		1	2	1	1	
Spiochaetopterus costarum (Sc)	2	7	2	10	8	11	24	31	7	5	7	15	10	6	20	4									
Serpula vermicularis (Sv)								17				2	3	2	2	1	3								
Melinna palmata (Mp)	7	12	2	19	1	30	11	16	13	3	16	6	18	31	7	34	2		7	3	3	3			
Pitar rudis (Pr)		9	2	3	1	2	2	9	13	13	11	17	8	13	15		5	2	3					2	1
Tellina serrata (Ts)		1							13		2	4	4	2	5	3								1	
Drilonereis filum (Df)					11					3	3	3	18	15	4	4	2	3	1	3	4	2	2	1	
Lumbrineris lateillii (Ll)	2	1		1		15	1	15	20	8	41	15	39	40	40	62	10	3	5	2	24	24	16	15	
Owenia fusiformis (Of)									47	23	19	8	18	14	12	3	10	1	13	2	3	3	4	1	
Glycera rouxii (Gr)		1			2	3	3	5	5	1	8	6	2	4	5	34	5		5	2	5	7	1	7	
Lumbrineris gracilis (Lg)	22	1	1	10		2		1	47	13	68	67	4	3	8	16	103	8	60	36	2	5	33	41	
Laevicardium oblongum (Lo)										1	1	3	4	2	1		7	1	2	1	1	3		2	
Marphysa bellii (Mb)				2				1	5	3	8	5	3	4	4	5	13	4	9	4	3	4	8	14	
Aponuphis bilineata (Ab)			1	2					82	63	189	128	174	88	48	65	297	85	155	67	53	33	160	139	
Piromis eruca (Pe)									2		1	1	1	1	1	3	17			5	1		1	2	
Euclymene lumbricoides (El)									2	5	1		1	10		1	5		12	3		14	7	10	
Arabella geniculata (Ag)											2	1	2	4	3	3			1	4	2	2	4	3	
Chone duneri (Cd)				1					5		1	2	3	1	1	6	15	7	10	18	1	3	1		
Clymenura clypeata (Cc)										1	5	3	1	2		8	38	1	31	11		1	11	4	
Prionospio malmgreni (Pm)									2			1				6	23		7	3	4			14	
Goniada maculata (Gm)									8	3	8	4	2	2	3	8	2	5	37	14	25	21	28	24	
Schistomeringos rudolphii (Sr)											1		1		1	1	37		6	5	5	1	4	5	
Ophiothrix quinquemaculata (Oq)													2	2				2	2	7	4	5		4	
Clausinella brognartii (Cb)																			1	3		1	3	2	
Nematoneis unicornis (Nu)						1					1			2		1	12	4	9	6	8	7	18	26	
Jasmineira elegans (Je)									2					1	1	2	17	18	5	2	1	4	1	14	

Table 1: Discriminant species between the stations.

Tabela 1: Diskriminantne vrste med postajami.

The species that explain more than 85% of covariance of the individual stations are reported in tab. 2; the percentage of explained covariance for each species represents its importance in the community structure. In st. AA1 *Corbula gibba* accounts for 83% of the relative importance and the polychaete *Maldane glebifex* for 10%. Generally *C. gibba* is abundant in areas characterized by environmental instability (Bonvicini-Pagliai & Serpagli, 1988) and in zones with periodic oxygen depletion, where it becomes numerically dominant (Aleffi et al., 1993; Zavodnik et al., 1994). In fact, st. AA1 is affected by recurring hypoxia that sometimes reaches values near zero, as in September 1990 (Brizzi et al., 1994).

	St.AA1	St.AA2	St.AA3
Corbula gibba	83.00	59.69	60.13
Aponuphis bilineata	-	-	30.68
Eunice vittata	3.79	11.54	-
Maldane glebifex	10.14	14.27	-

Table 2: Relative importance of species on the basis of the percentage of explained covariance.

Tabela 2: Relativen pomen vrst na osnovi deleža pojasnjene kovariance med postajami.

In st. AA2 *C. gibba* is still dominant, but its importance is reduced, whereas an increased percentage of *Maldane glebifex* and *Eunice vittata* can be found.

In st. AA3 *C. gibba* is again the most important species, followed by the polychaete *Aponuphis bilineata*; the latter is abundant in fine sand (Dauvin & Ibanez, 1986), but also in coarse sand (Picard, 1965).

The three stations are well separated, based on the ordination derived by the analysis of the feeding groups (fig. 7), in which the samples are placed along the sedimentary gradient. The evident separation of the station samples in the plane defined through the first two principal components, suggests stable community trophic structure in each station.

The samples of st. AA1 tend to aggregate toward high values of subsurface deposit-feeders and filter-feeders; the latter generally live on sandy bottoms, so their abundance on muddy bottoms could be linked with the high sedimentation rate and with the density of seston in the Gulf of Trieste (Fedra, 1977). These particular conditions allow these organisms to have a sufficient food supply. St. AA2 samples are scattered mainly toward the surface deposit-feeders, and those of st. AA3 towards the carnivores.

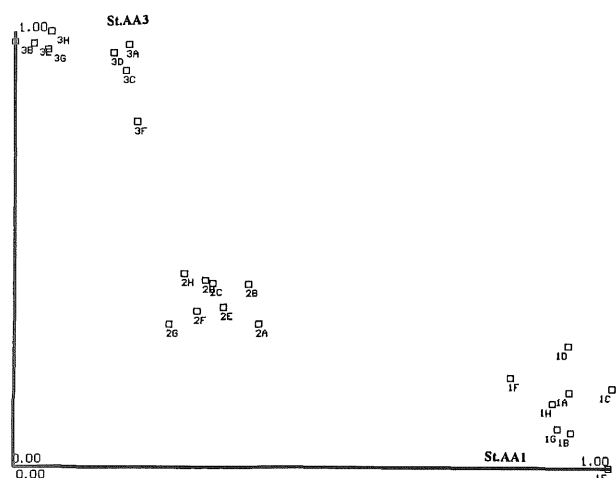


Fig. 6: Ordination of discriminant species according to the fuzzy sets of st. AA1 and st. AA3.

Sl. 6: Razvrstitev diskriminantnih vrst glede na "meglene množice" na postajah AA1 in AA3.

#### CONCLUSION

Analyzing the macrobenthic community structure of three areas in the Gulf of Trieste, reveals differences among the zones. Some species are only present in st. AA1 or in st. AA3, while st. AA2, characterized by mixed sediments, has a community which is formed by an overlap of populations of the two other stations located at the extremes of the sedimentary gradient. Evident differences appear in the abundances related to the trophic structure: in muddy sediments, the population is mainly formed by subsurface deposit-feeders, while on sandy-detritic bottoms carnivores are abundant. Since the latter occupy a high level in the food chain, their presence demonstrates that the community has reached a good level of structuring (Odum, 1961; Hily, 1984).

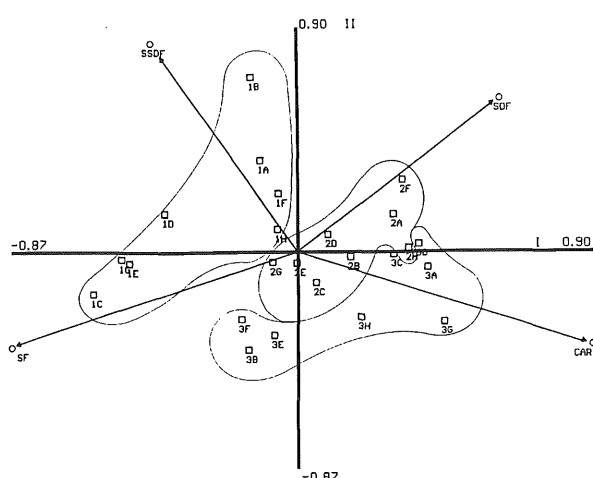


Fig. 7: Ordination of samples and feeding groups according to the first two principal components (PCA).

Sl. 7: Prostorska razvrstitev vrednosti faktorjev za sleherni vzorec in prehranjujočih se skupin na podlagi metode PCA (principal component analysis).

*Corbula gibba*, abundant in bottoms characterized by environmental instability (Russo, 1982; Salen-Picard, 1981), is dominant in all of the stations. This is due to the unstable conditions in the Gulf of Trieste, which is frequently affected by biological phenomena such as anoxia and mucus aggregates and by anthropogenic influences such as very intensive fishing activities throughout the area.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

We thank Dr. Paola Landri and Mr. Ennio Vio for identification of the molluscs, and Dr. Antonio Montesanti for sedimentological analysis.

#### POVZETEK

Poglavitne značilnosti plitvega Tržaškega zaliva so visoka primarna produkcija in precejšnje razlike v temperaturi, slanosti in raztopljenem kisiku na njegovem dnu. V zadnjih desetletjih je bil zaliv pod močnim vplivom rdečih plim, nenehnega pomanjkanja kisika in pojavljanja sluzastih agregatov. Da bi ocenili sestavo makrobentoške združbe v Tržaškem zalivu, so avtorji članka med letoma 1990 in 1993 opravili temeljito ekološko študijo na treh postajah vzdolž usedlinskega grebena. Statistična analiza je bila napravljena ob uporabi neparametričnih metod in analizi "meglenih množic" (fuzzy sets) podatkov številčnosti. Ugotovljene so bile očitne razlike v sestavi vrst in trofični strukturi med tremi predeli. Povsod v preučevanem območju je bila ugotovljeno prevladovanje školjke *Corbula gibba*, ki je dobro prilagojena življenjskim razmeram na nestabilnem mešanem blatnem dnu.

## REFERENCES

- Aleffi, F., Brizzi, G., Del Piero, D., Goriup, F., Landri, P., Orel, G. & Vio, E. (1993):** Prime osservazioni sull'accrescimento di *Corbula gibba* (Mollusca, Bivalvia) nel Golfo di Trieste (Nord Adriatico). *Biol.Mar.*, suppl. al Notiz. S.I.B.M., 277-280.
- Anderberg, M. R. (1973):** Cluster Analysis for Application. Academic Press, New York.
- Bonvicini-Pagliai, A.M. & Serpagli, F. (1988):** *Corbula gibba* (Olivi) as a time recorder of environmental stress. A first contribution. *Rapp. Comm. Int. Mer Medit.*, 31, 2.
- Brambati, A., Ciabatti, M., Fanzutti, G.P., Marabini, F. & Marocco, R. (1983):** A new sedimentological textural map of the Northern and Central Adriatic Sea. *Boll. Ocean. Teor. Appl.*, 1(4), 267-271.
- Brizzi, G., Orel, G., Aleffi, F., Landri, P., Goriup, F., Del Piero, D. & Vio, E. (1994):** Evoluzione del popolamento macrobentonico in una stazione soggetta ad ipossia ed anossia del Golfo di Trieste (Alto Adriatico). *Biol. Mar. Medit.*, 1(1), 249-253.
- Burba, N., Feoli, E., Malaroda, M. & Zuccarello, V. (1992):** Un sistema Informativo per la Vegetazione. Manuale di utilizzo del Package. Collana Quaderni CETA n.2, Udine.
- Dauvin, J.-C. & Ibanez, F. (1986):** Variations à long-terme (1977-1985) du peuplement des sables fins de la Pierre Noire (baie de Morlaix, Manche occidentale): analyse statistique de l'évolution structurale. *Hydrobiologia*, 142, 171-186.
- Fedra, K. (1977):** Structural features of the North Adriatic benthic community. In: B.F. Keegan, P.O. Ceidigh, P.J.S. Boaden (eds) *Biology of benthic organisms*, 11th European Symposium on Marine Biology, Pergamon Press, Oxford, 233-246.
- Feoli, E. & Zuccarello, V. (1986):** Ordination based on classification: yet another solution? *Abstracta Botanica* 10, 203-219.
- Feoli, E. & Zuccarello, V. (1988):** Syntaxonomy: a source of useful fuzzy sets for environmental analysis? *Coenoses*, 3, 141-147.
- Feoli, E. & Zuccarello, V. (1992):** Fuzzy Sets and structural changes in forest succession: an example from broad leaved forests of N.E. Italy. *Coenoses*, 7(2), 81-90.
- Glémarec, M., Le Bris, H. & Le Guellec, C. (1986):** Modifications de écosistèmes des vasières cotières du su-Bretagne. *Hydrobiologia*, 142, 159-170.
- Gray, J. (1974):** Animal-sediment relationships. *Oceanogr.Mar.Biol.Rev.*, 12, 223-261.
- Gray, J. (1981):** The ecology of marine sediments. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Hily, C. (1983):** Variabilité de la macrofaune benthique dans les milieux hyper-trophiques de la rade de Brest. Thèse Doct. Sci., Univ. Brest, 1-358.
- Jumars, P.A. & Fauchald, K. (1977):** Feeding and Metabolism. Between-community contrasts in successful polychaete feeding strategies. In: *Ecology of marine benthos*, ed. B.C. Coull., University of South Carolina Press, Columbia, S.C., 1-20.
- Odum, P.E. (1961):** Fundamentals of ecology. W.B. Saunders Company, Philadelphia, 2nd edition, 1-546.
- Orel, G., Fonda Umani, S. & Aleffi, F. (1993a):** Ipossie e anossie di fondali marini. L'Alto Adriatico e il Golfo di Trieste. Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia, 1-104.
- Orel, G., Vio, E., Del Piero, D., Brizzi, G. & Aleffi, F. (1993b):** Mare sporco, popolamenti bentonici e pesca. *Biologia Marina, Suppl. Notiz. SIBM*, 1, 13-18.
- Orloci, L. (1978):** Multivariate analysis in vegetation research. Junk, The Hague 2nd ed.
- Picard, J. (1965):** Recherches qualitatives sur les bio-coenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume*, 52(36), 1-160.
- Podani, J. (1988):** SYN-TAX III. User's manual. *Abstr. Bot.* 12, Suppl. 1, 1-183.
- Russo, G.F. (1982):** Distribuzione della malacofauna di fondo mobile nella Rada di Augusta. *Boll. Mus. Ist. Biol. Univ. Genova*, 50 suppl., 325-331.
- Salen-Picard, C. (1981):** Evolution d'un peuplement de vase terrigène cotière soumis a des rejets de dragages, dans le Golf de Fos. *Tethys*, 10, 83-88.
- Stachowitsch, M. (1984):** Mass mortality in the Gulf of Trieste: the course of community destruction. *P.S.Z.N.I.: Mar. Ecol.*, 5(3), 243-264.
- Westoff, V. & Maarel Van Der, E. (1978):** The Braun-Blanquet approach 2nd ed. In: R.H.
- Whittaker (ed.),** *Classification of Plant Community*. Junk, The Hague.
- Wilson, J.G. & Davis, J.P. (1984):** The effect of environmental variables on the oxygen consumption of the protobranch bivalve *Nucula turgida* (Leckenby and Marshall). *J.moll.Stud.*, 50, 73-77.
- Zadeh, A. (1965):** Fuzzy sets. *Inform. Control*, 8, 338-353.
- Zavodnik, D., Travizi, A. & Jaklin, A. (1994):** Phytoplankton bloom consequences on benthic organisms. In: *UNEP/FAO - Final Reports on Research Projects Dealing with Eutrophication Problems*. MAP Tech. Repts Ser. n. 78, UNEP, Athens, 91-120.

## SEZONSKA DINAMIKA IN VARIABILNOST MEIOFAVNE V TRŽAŠKEM ZALIVU: TRILETNA RAZISKAVA

Borut VRIŠER

dr. biol. znan., Morska biološka postaja, Institut za biologijo, SI-6330 Piran, Fornače 41,  
Ph.D. in biology, Marine biological station, Institute of biology, SI-6330 Pirano, Fornače 41

### IZVLEČEK

V prispevku obravnavam triletna opazovanja bentoške meiofavne (organizmov morskega dna velikostnega razreda 0,01 - 1 mm) v osrednjem delu Tržaškega zaliva. Iz dobljenih rezultatov sklepam na vsakoletne sezonske reprodukcijske cikle meiofavne in na dolgoročnejša, zelo izrazita nihanja teh ciklov. Sezonska dinamika je v pozitivni korelaciji s termičnimi razmerami, slanostjo in mikrofitobentoško biomaso morskega sedimenta. Obravnavam tudi vpliv tipične pridnene hipoksije na celotno meiofavno z zmernim zmanjšanjem njene gostote in z dokaj raznolikim vplivom na posamezne taksonomske skupine.

**Ključne besede:** sezonska dinamika, variabilnost, meiofavna, Tržaški zaliv  
**Key words:** seasonality, variability, meiofauna, Gulf of Trieste

### UVOD

Med morskimi bentoškimi raziskovanji so večletne, t.j. več kot eno- ali dveletne (t.im. "longterm") kontinuirane študije sezonske dinamike meiofavne nadvse redke, kar ugotavljajo številni avtorji (npr. Coull, 1985, 1986; Eskin & Coull, 1987; Rudnick *et al.*, 1985), saj pomenijo veliko časovno in programsko obremenitev. Medtem ko je meiofavna severnega Jadrana že dokaj raziskana, pa vemo le malo o njenih sezonskih ciklih in časovni variabilnosti. Ta problematika je še posebno zanimiva in aktualna v Tržaškem zalivu, katerega osrednji, globlji in hidrodinamično stagnantnejši del podlega, kakor kažejo novejša raziskave (Vrišer & Malačič, 1992; Vrišer, 1995), pogostim jesenskim pridnenim hipoksijam in anoksijam.

Tako so bili cilji, ki so nas vodili pri naši triletni raziskavi, predvsem naslednji:

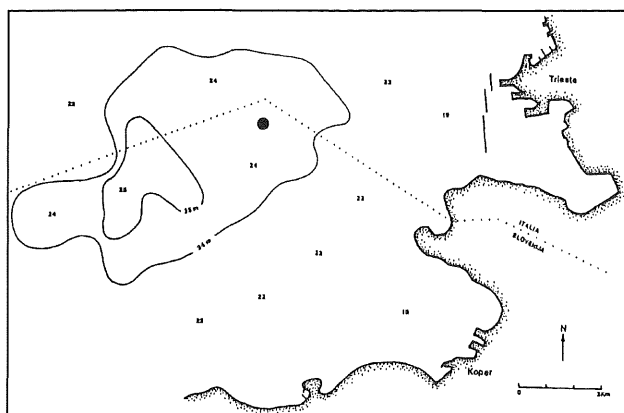
1. Sezonska cikličnost oz. sezonska dinamika celotne meiofavne in njenih glavnih skupin.
2. Vplivnost skupnih in posameznih ekoloških faktorjev fizičnega okolja v normalnih in v občasno stresnih razmerah hipoksij.
3. Ugotoviti morebitne sledove dolgoročnejših, večletnih nihanj, oz. ciklov.

### METODE

V triletnem obdobju od aprila 1992 do aprila 1995 smo vzorčevali meiofavno na izbrani lokaciji v centru Tržaškega zaliva (slika 1) v globini 25m. Površinski sediment z meiofavno smo odvezemali mesečno z avtonomnim potapljanjem s pomočjo cevnega korerja (premer odprtine 3,5 cm) 5 cm globoko, vedno s tremi paralelkami, posebej pa tudi vzorce fitobentosa. Favno, ki smo jo ekstrahirali iz konzerviranih vzorcev (5% nevtralizirani formalin) s sejanjem in dekantacijo po Wieserju (Wieser, 1960), smo taksonomsko determinirali, sortirali in prešteli. Tako zbrane podatke smo računalniško obdelali (program Foxpro, freelance grafični prikazi). Izračunali smo srednje mesečne in srednje eno- in triletno abundančne vrednosti organizmov, standardno deviacijo in standardno napako v gostoti pojavljanja posameznih taksonomskih skupin. Statistično značilnost razlik med posameznimi leti za taksonomske skupine smo ugotavljali z analizo variance (Statgraf -1 way ANOVA), odnos med ekološkimi faktorji in meiofavno pa s Pearsonovim korelacijskim koeficientom.

Fizikalne in kemijske meritve (temperatura, slanost, vsebnost kisika) pridnena vodnega sloja so bile opravljene z elektronsko avtomatsko sondo, pa tudi labo-





**Slika 1: Lega raziskovalnega območja meiofavne v Tržaškem zalivu.**

**Fig. 1: Meiofaunal investigation area in the Gulf of Trieste.**

ratorijsko (slanost titrimetrično, kisik po Winklerjevi metodi), granulometrija sedimenta pa s sejanjem in areometrijo po Atterbergu (Ogorelec *et al.*, 1991). Klorofil (Chl *a*) v sedimentu je bil določen po Sundbacku (Sundback, 1986).

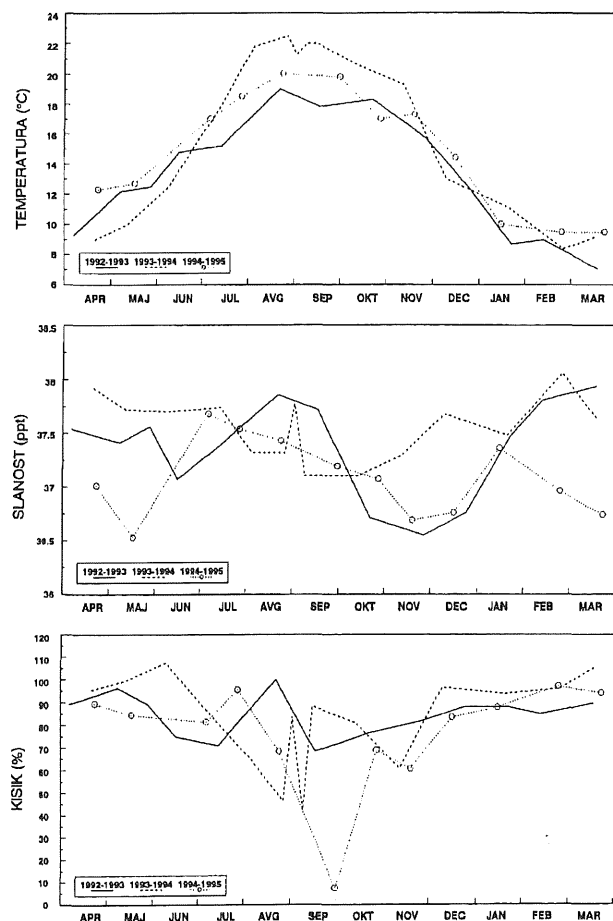
## REZULTATI

### Ekološke značilnosti raziskovanega območja

Triletno dinamiko fizikalnih in kemijskih parametrov prikazuje slika 2. Sezonsko nihanje temperatur pridnega vodnega sloja je v času vzorčevanj segalo od najnižjih tipičnih zimskih vrednosti v februarju in marcu (7,0-9,5°C) do najvišjih poletnih temperatur (20-25°C) ob koncu avgusta. Srednja triletna temperatura je znašala 14,7°C. Po analizi variance temperaturne razlike naših vzorčevanj med posameznimi leti niso bile statistično značilne (1 way ANOVA,  $df=2$ ,  $F=0,38$ ,  $P=0,95$ ).

Letna dinamika slanosti je pokazala povišane vrednosti v sušnejših mesecih poletja (julij - avgust), predvsem pa zime (december - marec), vendar s statistično značilnimi razlikami med posameznimi leti, saj so le-te bile večje kot znotraj posameznih let (1 way ANOVA,  $df=2$ ,  $F=4,81$ ,  $P=0,95$ ). Ob srednji slanosti (37,74‰) je bil razpon izmerjenih skrajnih vrednosti od 36,5 do 38,6‰.

V triletnih gibanjih pridnene vsebnosti (%) kisika je opaziti stabilnejše jesensko - spomladansko obdobje višjih vrednosti - okoli 90% (december - maj) in zelo nihajočo poletno - jesensko fazo z velikimi razlikami med posameznimi leti, ko je za rahlo povišanimi poletnimi koncentracijami (95% julija ali avgusta) sledila značilna jesenska depresija (običajno pod 70% septembra - oktobra ali v novembru). Jesensko pomanjkanje



**Slika 2: Triletna dinamika fizikalnih in kemijskih parametrov v pridnem vodnem sloju raziskovanega področja.**

**Fig. 2: Three year bottom - water layer dynamics (physical and chemical parameters) of the investigated area.**

kisika (7,2% O<sub>2</sub> ob vzorčenju meiofavne) se je konec septembra 1994 stopnjevalo v za makrobentos uničujočo termoklinsko hipoksijo. Razpon tipičnih skrajnih vrednosti v "normalnem" letu 1993, ko ni bilo hipoksije, je segal od 41,05% septembra, do 107,3% v juniju. Razlike v kisiku med leti pa kljub temu niso bile statistično značilne (1w. ANOVA,  $df=2$ ,  $F=1,72$ ,  $P=0,95$ ).

Po geološki sestavi sodi sediment raziskovane lokacije med melje (mediana granul. vrednost 5 - 20  $\mu$ m) na prehodu med glinastimi melji obalnega pasu in meljastimi peski odprtega dela zaliva. Granulometrično ga sestavlja 55% melja, 25% gline in 20% peska, t.j. grobe frakcije nad 63  $\mu$ m (Ogorelec *et al.*, 1991).

Mikrofitobentoško biomaso (klorofil *a*) smo spremljali skupaj z meiofavno le v letu 1992 (razpon vrednosti od 1,81 mg Chl *a* v aprilu do 9,23 mg avgusta). Dveletne meritve (1991-92) na tej lokaciji so pokazale višjo količino biomase v poletnem času.

TAXA	Srednja vrednost (št. os. 10 cm <sup>-2</sup> )	Relativna abund. %	Abundančni razpon (št. os. 10 cm <sup>-2</sup> )		SD stand. deviacija srednje vr.	SE stand. napaka srednje vr.
			min.	max.		
Vsa meiofavna	1604,80	100,00	386	5483	989,81	167,31
Nematoda	1440,50	89,76	361	5227	497,72	160,19
Harpacticoida	77,23	4,81	3	210	49,86	8,43
Polychaeta	54,43	3,39	18	127	32,43	5,48
Turbellaria	17,66	1,10	0	76	15,38	2,60
Bivalvia	3,97	0,25	0	15	4,27	0,72
Ostracoda	4,00	0,25	0	10	3,12	0,53
Kinorhyncha	3,31	0,21	0	11	3,53	0,60
Acarina	1,14	0,07	0	5	1,31	0,22
Gastropoda	0,83	0,05	0	5	1,18	0,20
Ophiuroidea	0,57	0,04	0	6	1,22	0,21
Amphioda	0,66	0,04	0	6	1,24	0,21
Hydroidea	0,40	0,02	0	4	0,91	0,15
Asciacea	0,06	0,00	0	1	0,24	0,04
Cumacea	0,06	0,00	0	1	0,24	0,04

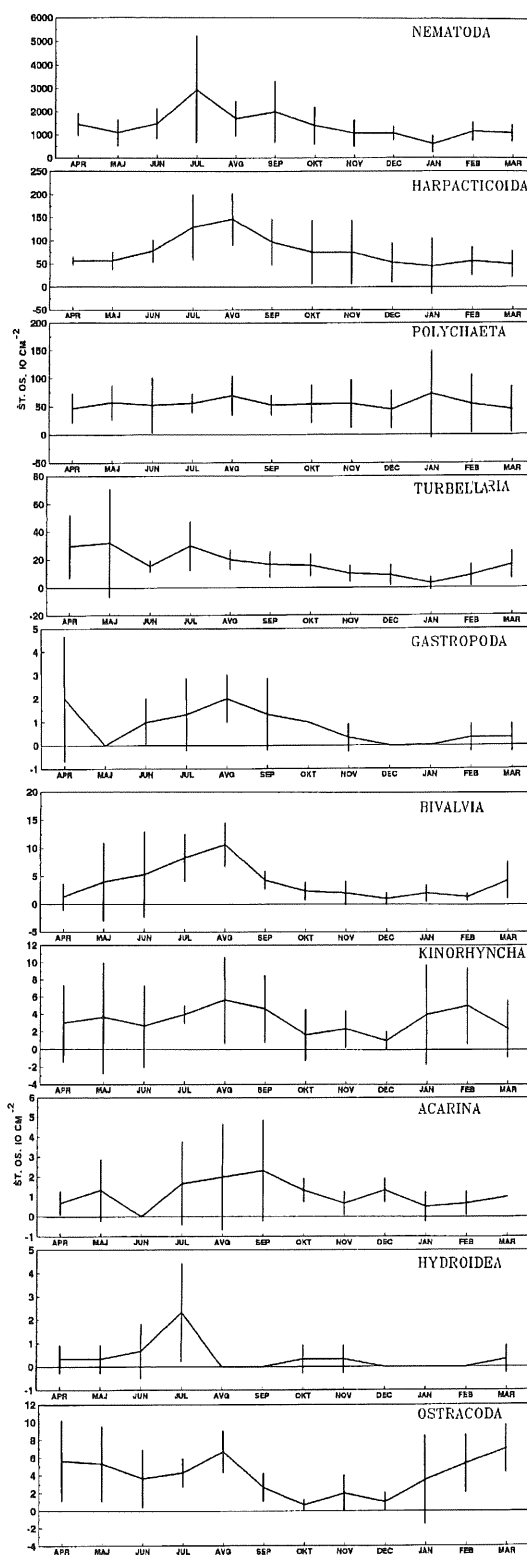
Tabela 1: Pregled triletnih srednjih vrednosti meiofavne.

Tab. 1: Three year mean meiofauna abundance.

### Meiofavna

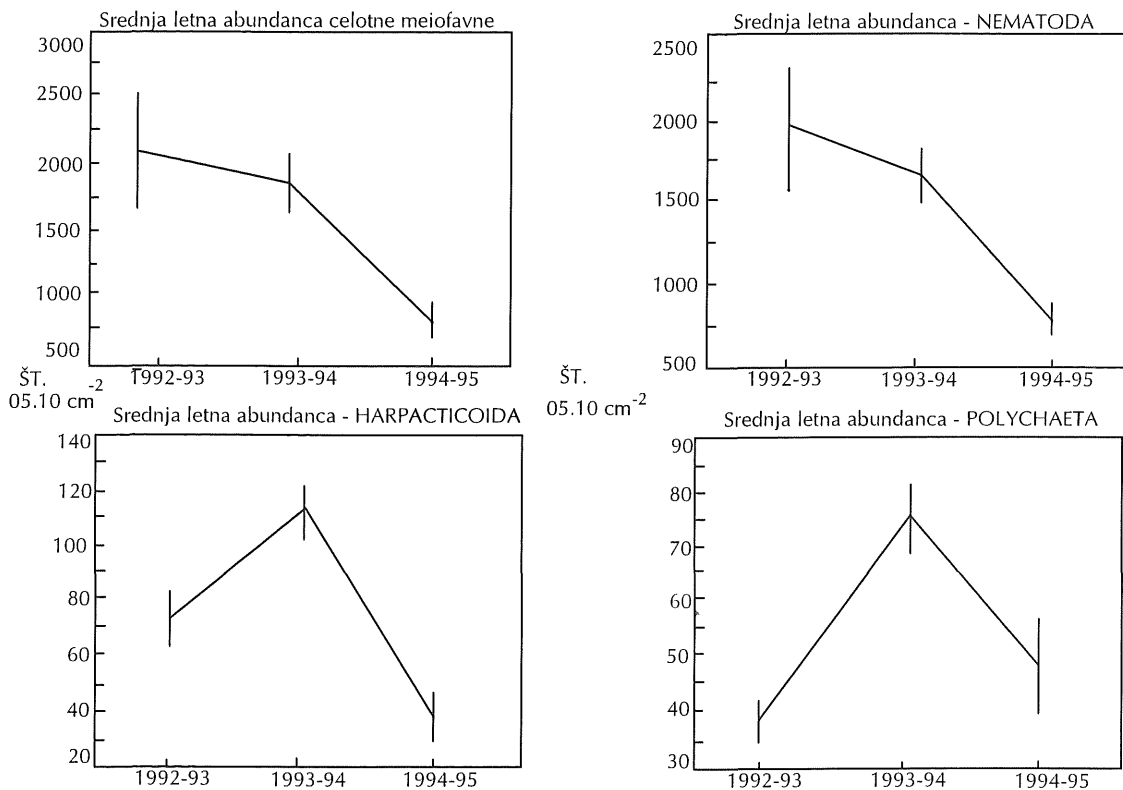
Sumarni statistični pregled raziskane meiofavne, t.j. njeno taksonomsko sestavo - glavne skupine in njih abundančno zastopanost (celokupno srednjo vrednost, % relativne abundance, standardno deviacijo in standardno napako) podaja tabela 1. Zdaleč najštevičnejša skupina s skoraj 90% relativne gostote so bili Nematoda. Sledili so harpaktikoidni kopepodi (Harpacticoida), mnogoščetinci (Polychaeta) in vrtnčarji (Turbellaria) s skupno 9,3%, preostalih deset skupin (po zaporedju njihove pojavnosti: Bivalvia, Ostracoda, Kinorhyncha, Acarina, Gastropoda, Ophiuroidea, Amphipoda, Hydroidea - fragmenti kolonijskih zooidov in juvenilni primerki Asciacea, ter Cumacea) pa je skupno doseglo le blizu 0,9% celotne triletnje srednje abundance.

Letno sezonsko dinamiko posameznih skupin meiofavne ponazarjajo krivulje iz triletnih srednjih mesečnih abundanc (npr. srednjih vrednosti treh januarjev, treh februarjev itd.), ki jih prikazuje slika 3. Pri večini raziskovanih taksonomskih skupin je nasploh opaziti nizke zimske in občutno višje poletne abundance. Izjema so le Polychaeta z veliko nepravilno variabilnostjo sezonskih nihanj v triletnem obdobju in pa Kinorhyncha ter Ostracoda z visokimi abundancami tako poleti (julij - avgust) kot tudi pozimi (januar - februar). Za poletni abundančni maksimum nematodov sta značilna dva vrhova (julija in septembra), zimski minimum pa je bil vedno decembra in januarja. Poletni vrh harpaktikoidov je obsegal julij in avgust, sledili so mu značilna



Slika 3: Srednje mesečne triletnje abundance (± SE) posameznih skupin meiofavne (t.j. 3 januarjev itd.).

Fig. 3: Monthly mean abundance (± SE) of some meiofaunal groups (i.e. all 3 Januaries etc.).



**Slika 4: Srednje letne abundance (± SE) celotne meiofavne in nekaj vodilnih skupin.**  
**Fig. 4: Yearly mean abundance (± SE) of total meiofauna and some dominant groups.**

jesenska stagnacija (oktober - november) in zimsko - spomladanska depresija (december - april). Jesensko - zimsko gostoto meiofavne je leta 1994 močno zaznamovala septembrska anoksija, o čemer bomo govorili posebej.

Vpogled v dolgoročne trende meiofavne nakazujejo srednje letne abundance taksonomskih skupin za triletno obdobje 1992 - 1995 (slika 4). Medtem ko je pri nematodih in pri celokupni meiofavni (pri slednji predvsem zaradi 90% deleža prvih) številčnost v tem obdobju drastično upadla (od povprečnih 2000 os./10 cm<sup>2</sup> leta 1993, na 700 os./10 cm<sup>2</sup> leta 1994), pa je pri harpaktikoidnih kopepodih in pri mnogoščetincih bilo najštevilčnejše prav leto 1993. Visoki srednji abundanci meiofavne je leta 1992 botroval izjemen, skrajno visok poletni maksimum nematodov (nad 5000 os./10 cm<sup>2</sup>), kar se tudi kaže v veliki skupni variabilnosti tega leta (varianca 1,75·10<sup>6</sup>, standardna deviacija - SD 1322,4, standardna napaka - SE 190,2), ki se je v naslednjih dveh letih postopno zmanjševala (1993: varianca 4,3·10<sup>5</sup>, SD 659, SE 190; 1994: varianca 1,4·10<sup>5</sup>, SD 373,2, SE 107). Tudi pri srednjih letnih gostotah je v nizkem povprečju leta 1994 čutiti zmanjševalni vpliv močne jesenske anoksije.

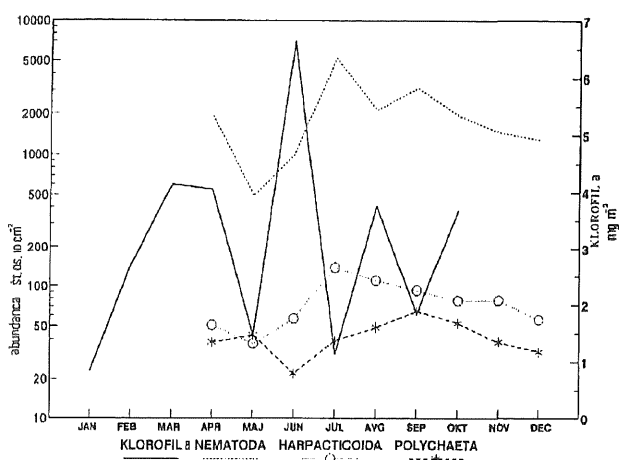
Že iz dosedanjega podajanja je razvidno, da so bile razlike v strukturi favne med posameznimi leti mnogo

večje od razlik med posameznimi meseci oz. sezonami znotraj posameznega leta. To potrjuje tudi statistika: pri dominantnih nematodih so bile te razlike značilne (1 way ANOVA, d.f.=2, F=6,58, P=0,95), pri harpaktikoidih pa celo izrazito značilne (d.f.=2, F=8,58, P=0,95).

TAXA	Temperatura	Slanost	Kisik
Vsa meiofavna	+ 0,25	+ 0,25	- 0,11
Nematoda	+ 0,22	+ 0,23	- 0,09
Harpacticoida	+ 0,55	+ 0,27	- 0,28
Polychaeta	+ 0,20	+ 0,22	- 0,01
Turbellaria	+ 0,03	- 0,01	- 0,02
Gastropoda	+ 0,23	+ 0,07	- 0,32
Bivalvia	+ 0,42	+ 0,01	- 0,35
Kinorhyncha	+ 0,20	+ 0,02	- 0,26
Acarina	+ 0,29	+ 0,05	- 0,09
Ostracoda	- 0,22	+ 0,35	+ 0,21

**Tabela 2: Pearsonovi korelacijski koeficienti meiofavne s temperaturo, slanostjo in kisikom.**

**Tab. 2: Pearson's correlation coefficients for meiofaunal taxon correlations with temperature, salinity and oxygen.**



**Slika 5: Sezonska dinamika meiofavne in bentoške mikroflore (april - oktober 1992).**

**Fig. 5: Seasonal dynamics of meiofauna and microphytobenthos (Apr. - Oct. 1992).**

Odnos med meiofavno in posameznimi fizikalno - kemijskimi ekološkimi faktorji (temperaturo, slanostjo in vsebnostjo kisika) smo analizirali s korelacijskimi koeficienti, ki jih podajamo v tabeli 2. Koeficienti kažejo prevladujočo pozitivno korelacijo celotne meiofavne in večine njenih taksonomskih skupin s temperaturo in s slanostjo in pretežno negativno korelacijo z vsebnostjo kisika.

Primerjavo sezonske dinamike bentoške mikroflore (mikrofitobentoške biomase - klorofil a) in meiofavne med aprilom in oktobrom 1992, žal so na voljo vzporedni podatki le za to obdobje, nam omogoča slika 5. Abundančna krivulja nematodov povsem sledi gibanju fitobentoške biomase, vendar s približno enomesečno zamudo. Podobno, a manj izrazito je s sezonsko dinamiko harpaktikoidov, pri mnogoščetincih pa je omejnjeni fazni premik že dokaj zabrisan. Neposredna korelacija mikrofitobentosa in dominant meiofavne potemtakem kaže na precejšnjo povezanost.

Sredi septembra 1994 je raziskovano območje zajela izrazita, približno štirinajst dni trajajoča termoklinska hipoksija, ki je vplivala tudi na meiofentos. Sezonsko dinamiko posameznih let za izbrane taksonomske skupine prikazujejo diagrami na sliki 6. Medtem ko pri gostoti dominantnih nematodov ni bilo opaziti izrazitejših posledic hipoksije (očiten je le izpad jesenskega maksimuma), pa je jesensko - zimska abundanca harpaktikoidov, kinorinhov in v manjši meri tudi školjk, mnogoščetincev in turbelarijev, močno upadla - pod običajne vrednosti, ko ni bilo hipoksije. O zaznavnih posledicah hipoksije pa bi težko govorili pri skupinah kot Gastro-poda, Amphipoda, Ostracoda, kot tudi Hydroidea, Ascidiacea in Cumacea. Pri pršicah in juvenilnih kačjerepih (Ophiuroidea), je v času med in po krizi s kisikom opaziti celo določen porast števila osebkov v vzorcih.

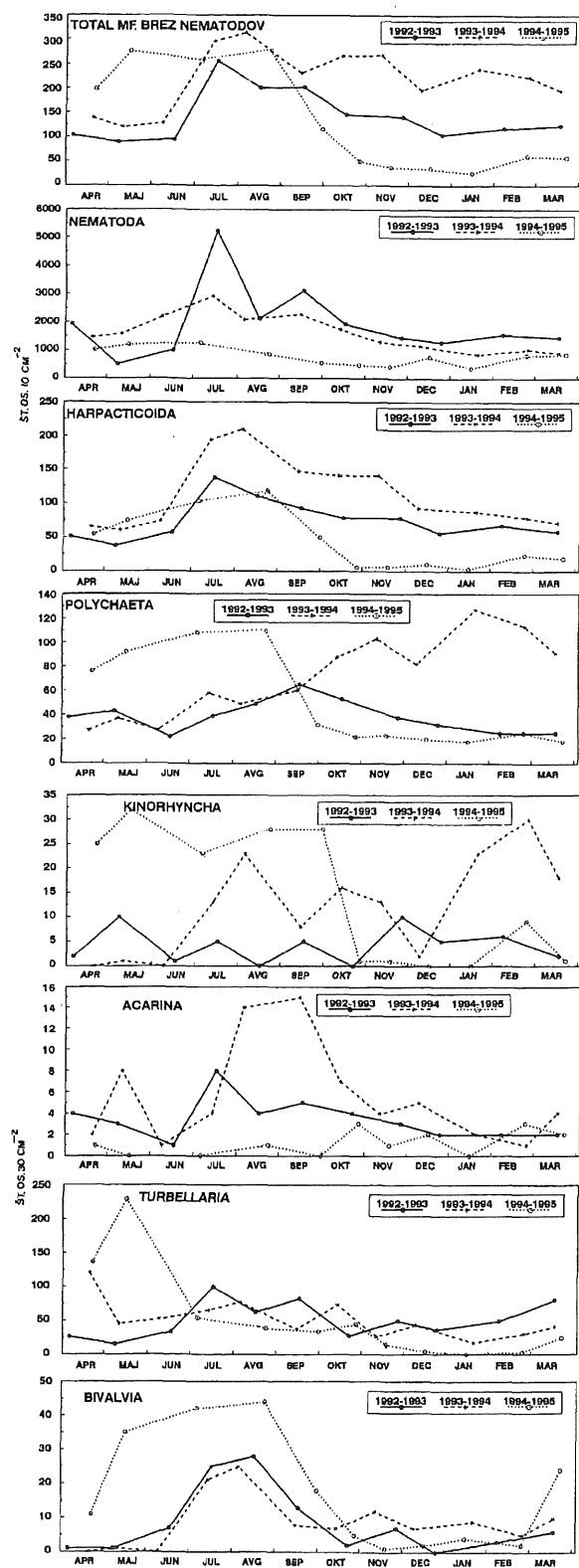
Vpliv hipoksije je bil torej na posamezne taksonomske skupine meiofavne zelo različen, a se je zaradi 90% deleža nematodov, le-teh hipoksija ni drastično prizadela, na celokupni meiofavni le zmerno odrazil.

## DISKUSIJA

Po obstoječih starejših podatkih (Vrišer, 1989; 1991) pripada lokacija naših sezonskih raziskav vrstno in abundančno revnejši biocenoz (povprečno 500 osebkov/10 cm<sup>2</sup> v mesecu avgustu) meljev globljih predelov (20 - 25 m) Tržaškega zaliva. To združbo sestavljajo nematodi (90%), harpaktikoidi in mnogoščetinci (9%) in do največ 10 maloštevilnih preostalih skupin s skupno le 1% relativne gostote.

Kontinuirana triletna opazovanja v kvantitativnem smislu izpodbijajo abundančni rang omenjene biocenotske opredelitve, saj je bila srednja vrednost meiofavne v mesecu avgustu povprečno vsaj trikrat višja - okoli 1500 os./10 cm<sup>2</sup> - a z razponom skrajnih vrednosti od 1000 do 3000 os./10 cm<sup>2</sup>. Prav ta razpon po drugi strani pojasnjuje nizke gostote, ugotovljene leta 1985, saj so bili tedanji vzorci verjetno zajeti na najnižjem, spodnjem koncu razpona. S tem pa smo v bistvu že posegli k najizrazitejšemu rezultatu triletne opazovanj meiofavne: k njeni izjemni, nepričakovano veliki medletni variabilnosti, ki je bila pri vodilnih skupinah po analizi variance izrazito značilna. Velika abundančna nihanja nematodov sta zaostri (v smeri navzgor) en sam izjemno velik poletni maksimum, povsem nepojasnljiv z razpoložljivimi ekološkimi podatki in (v smeri navzdol) prav tako neobičajno nizek, a razločljiv minimum zaradi hipoksije. Po primerljivih tujih virih visoka dolgoletna gostotna variabilnost meiofavne niti ni presenetljiva, posebno ne v blatnih sedimentih, saj ponazarja, če citiramo Coulla (Coull, 1985) "njeno veliko naravno, nadvse kompleksno, težko razložljivo posebnost". Vsekakor je triletno obdobje vse prekratko za iskanje morebitnih večletnih ciklov, v našem primeru s kratko, teoretično zgolj 1,5 letno periodo.

Več pričakovanih in pravilnih značilnosti kaže meiofentos v vsako leto ponavljajoči se sezonski dinamiki. Visoke poletne in nizke zimske abundance celotne meiofavne in večine taksonomskih skupin sledijo letni temperaturni krivulji in so dokaj skladne z ugotovitvami nekaterih študij (npr. Harris, 1972; Bovee & Soyer, 1974). Julijski in septembrski maksimum nematodov se v grobem ujema s poletnim razmahom fitoplanktona, medtem ko zimskega porasta nematodov nismo opazili. Za harpaktikoidne kopepode je značilen izrazit julijsko - avgustovski vrh, domnevni jesenski sunek pa je morda nakazan le v obliki stagnantne "stopnice" (oktober - november). Namesto jesenskega ali zgodnjezimskega porasta, ki praviloma omogoča meiofavni lažje prebroditi neugodno obdobje najnižjih temperatur (december - marec), opazimo v naših vzor-



Slika 6: Sezonska dinamika posameznih skupin meiofavne, prizadetih z jesensko hipoksijo septembra 1994.

Fig. 6: Seasonal changes of some meiofaunal groups, affected by hypoxia in september 1994.

cih izrazit zimski dvig številčnosti (januar - februar) nekaterih skupin (Kinorhyncha, Ostracoda, Amphipoda), ki je težje razložljiv. Ker je zimsko obdobje tudi čas mikrofitobentoške in fitoplanktonske stagnacije (vira hrane za meiofavno), kaže iskati vzroke bolj v smeri biotskih mehanizmov predacije (makrofavna) ali še verjetneje kompeticije s "poletnimi" vrstami.

Pri iskanju povezav med meiofavno in ekološkimi dejavniki abiotskega okolja so korelacijski indeksi pokazali pričakovano pozitivno korelacijo s temperaturo in slanostjo ter nepričakovano negativno korelacijo z vsebnostjo kisika. Podrobnejša primerjava meiofavnosti in kisikovih krivulj pokaže kljub deloma podobnim sezonskim trendom velike časovne razmike in občasno izrazito spreminjanje krivulj. Primer poslednjega je zimsko obdobje po anoksiji, ko se je koncentracija kisika naglo dvignila, gostota nekaterih skupin meiofavne pa je še več mesecev upadala.

Neposredna primerjava favne in bentoške klorofilne biomase nakazuje odvisnost meiofavne od mikrofitobentosa kot njenega pomembnega prehranjevalnega vira. To razmerje verjetno pojasnjuje približno enomesečni odmik abundančne krivulje meiofavne (zlasti nematodov in kopepodov) za fitobentoško dinamiko. O tesni trofični povezanosti meiofavne in mikrofitobentosa primarnih producentov govorijo številne raziskave (Montagna, 1984; Rudnick *et al.*, 1985; Blanshard, 1990; Pickney & Sandulli, 1990; Montagna *et al.*, 1995), prav tako pa tudi o podobnem razmerju med razgradnimi produkti mikroalg - bakterije in organski detrit - in meiofavne (Grant & Schwinghamer, 1987; Fleeger *et al.*, 1989; Danovaro *et al.*, 1995 *itd.*).

Na območju, kjer smo odvezemali naše vzorce, to je v najglobljem, osrednjem delu Tržaškega zaliva, so najnižje vsebnosti kisika običajno jeseni, v ustreznem kompleksnem spletu okoliščin (termoklinska, hidrodinamična in meteorološka konstelacija) pa se lahko stopnjujejo v prave hipoksije. V zadnjih dvajsetih letih pozornostnejših opazovanj smo pojav hipoksij registrirali vsaj šestkrat, torej najmanj vsako tretje leto.

V nasprotju s popolnim pomorom makrobentosa so bile posledice hipoksije septembra 1994 v meiofavnosti nekoliko zmernejše. Upad abundance je bil še najmanjši pri nematodih, nekoliko večji pri kinorinhih, polihetih, turbelarijih in juvenilnih primerkih školjk, daleč najizrazitejši pa pri harpaktikoidih. Vse našete skupine so za pol leta padle pod običajne zimske vrednosti. Skoraj enake rezultate sta dobila Murell & Fleeger (1989), zelo podobne pa tudi Austen & Widbom (1991) na Baltiku, ter Travizi (1992) in Aleffi *et al.* (1992) v bližnjih zahodnoistrskih vodah in v Tržaškem zalivu. Precej razhajanj je opaziti, sodeč po virih, z oceno hitrosti regeneracije prizadete meiofavne. V primerjavi z makrobentoškimi združbami, ki potrebujejo za postopen povratek po hipoksiji vrsto let, je nekajmesečna obnova meiofavne seveda zelo hitra. V našem primeru velja



poudariti, da jesenska hipoksija (v drugih okoljih se pojavlja tudi poleti) prizadene meiofavno vedno prav pred zimo in s tem občutno poslabša oz. upočasni

možnosti regeneracije vse tja do poznopomladanskega obdobja.

## SUMMARY

*The research into the benthic meiofauna carried out for three successive years (1992 -1995) in the central part of the Gulf of Trieste showed above all an exceptionally great variability of communities in otherwise expected seasonal dynamics. Although reproductional cyclic tendencies of their taxonomic groups were clearly manifested in the seasonal oscillations each year, it has been established that the three-year period was too short to ascertain potential long-term trends. The leading group of the dealt with meiofauna were the Nematoda (90%), followed by the Harpacticoida, Polychaeta and Turbellaria (totalling 9%), and some remaining groups totalling 1% of relative abundance. In the greater part of the meiofauna, low winter and higher summer abundance values were noted. Particularly distinct in the annual cycle of the nematods - and to a lesser extent of the harpacticoids - are two peaks (July-August and September). The abundance of meiofauna of the researched area is in positive correlation with thermic conditions and salinity; its dependence on the microphytobenthic biomass in the sediment was also noted. The bathyal autumn hypoxia, which affected the area in 1994, was reflected in the entire meiofauna and the dominant nematods only to a small extent, while in the harpacticoids and the majority of the remaining groups it resulted in a substantial decrease in their abundance. Regeneration of the meiofauna immediately after the hypoxia was due to winter conditions rather slow.*

## LITERATURA

**Aleffi F., Brizzi G., Del Piero D., Goriup F., Landri P., Orel G., Vio E., 1992:** Macro and meiobenthic responses to oxygen depletion in the Gulf of Trieste (Northern Adriatic Sea, Italy). Preliminary results. Rapp. Comm. int. Mer Medit., 33, 343.

**Austen M.C. & Widbom B., 1991:** Changes in and slow recovery of a meiobenthic nematode assemblage following a hypoxic period in the Gullmar Fjord basin, Sweden. Marine Biology 111, 139-145.

**Blanshard G.F., 1990:** Overlapping microscale dispersion patterns of meiofauna and microphytobenthos. Mar. Ecol. Prog. Ser., 68: 101-111.

**Bovee F. & Soyer J., 1974:** Cycle annuel quantitative du meiobenthos des vases terrigenes cotieres. Distribution verticale. Vie Milieu, 24(1): 141-157.

**Coull B. C., 1985:** Long-term variability of estuarine meiobenthos: an 11 year study. Mar. Ecol. Prog. Ser., 24: 205-218.

**Coull B. C., 1986:** Long-term variability of meiobenthos: value, synopsis, hypothesis, generation and predictive modelling. Hydrobiologia 142, 271-279.

**Danovaro R., Fabiano M., Albertelli G., Della Croce N.,**

**1995:** Vertical distribution of meiobenthos in bathyal sediments of the eastern Mediterranean Sea: Relationship with labile organic matter and bacterial biomasses. P.S.Z.N.I: Marine Ecology, 16(2), 103-116.

**Eskin R. A. & Coull B. C., 1987:** Seasonal and three-year variability of meiobenthic nematode populations at two estuarine sites. Mar. Ecol. Prog. Ser. 41, 295-303.

**Fleeger J.W., Shirley T.C., Ziemann D.A., 1989:** Meiofaunal responses to sedimentation from an Alaskan spring bloom. I. Major taxa. Mar. Ecol. Prog. Ser. 57, 137-145.

**Grant J. & Schwinghamer P., 1987:** Size partitioning of microbial and meiobenthic biomass and respiration on Brown's Bank, south-west Nova Scotia. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 647-661.

**Harris R. P., 1972:** Seasonal changes in the meiofauna population of an intertidal sand beach. J. mar. biol. Ass. U.K. 52, 389-403.

**Montagna P. A., 1984:** *In situ* measurement of meiobenthic grazing rates on sediment bacteria and edaphic diatoms. Mar. Ecol. Prog. Ser. 18, 119-130.

**Montagna P. A., Blanshard G. F., Dinét A., 1995:** Effect of production and biomass of intertidal microphytobenthos on meiofaunal grazing rates. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 185, 149-165.

- Murrell M. C. & Fleeger J. W., 1989:** Meiofauna abundance on the Gulf of Mexico continental shelf affected by hypoxia. *Continental Shelf Research*, 9(12): 1049-1062.
- Ogorelec B., Mišič M., Faganeli J., 1991:** Marine geology of the Gulf of Trieste (northern Adriatic): Sedimentological aspects. *Marine geology*, 99, 79-92.
- Pickney J. & Sandulli R., 1990:** Spatial autocorrelation analysis of meiofaunal and microalgal populations on an intertidal sandflat: Scale linkage between consumers and resources. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 30, 341-353.
- Rudnick D. T., Elmgren R., Frithsen J. B., 1985:** Meiofaunal prominence and benthic seasonality in a coastal marine ecosystem. *Oecologia (Berlin)* 67, 157-168.
- Sundback K., 1986:** What are the benthic microalgae doing on the bottom of Laholm Bay. *Ophelia Suppl.*, 4, 273-286.
- Travizi A., 1992:** Recovery of benthos after an anoxic stress. III. Meiofauna. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, 33, 354.
- Vrišer B., 1989:** Meiofauna južnega dela Tržaškega zaliva. I. Taksonomska struktura in abundanca. *Biol. Vestn.* 37(4), 65-76.
- Vrišer B., 1991:** Meiofauna of the southern part of the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). *Problems of the Mesoscale spatial distribution.* *Biol. Vestn.* 39(1), 165-176.
- Vrišer B., 1995:** Meiofaunal investigations and anoxia in the central part of the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, 34, 48.
- Vrišer B. & Malačič V., 1992:** Hypoxic bottom water and meiofauna in the Gulf of Trieste. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.*, 33, 356.
- Wieser W., 1960:** Benthic studies in Buzzards Bay II. The meiofauna. *Limnol. Oceanogr.* 5, s. 121-137.

SEZONSKA DINAMIKA IN VARIABILNOST HARPAKTIKOIDOV (COPEPODA  
- HARPACTICOIDA) V TRŽAŠKEM ZALIVU: TRILETNA RAZISKAVA

Borut VRIŠER

dr. biol. znan., Morska biološka postaja, Inštitut za biologijo, SI-6330 Piran, Fornače 41  
Ph.D. in biology, Marine biological station, Institute of biology, SI-6330 Piran, Fornače 41

## IZVLEČEK

*V prispevku podajam rezultate raziskav ekologije harpaktikoidnih kopepodnih rakov osrednjega dela Tržaškega zaliva. Prikazani so vrstna sestava združb, delež posameznih vrst v njih, sezonske in večletne dolgoročne spremembe številčnosti vrst ter vpliv ekoloških dejavnikov, posebno posledice jesenskega pomanjkanja kisika v tretjem letu opazovanj. Značilne so večletna spremenljivost gostote nekaterih vrst, njihova tesna povezanost s količino fitoplanktona v okolju in raznolika odzivnost na termoklinsko hipoksijo.*

**Ključne besede:** sezonska dinamika, variabilnost, Copepoda, Harpacticoida  
**Key words:** seasonality, variability, Copepoda, Harpacticoida

## UVOD

V pričujočem prispevku obravnavamo podobno ekološko problematiko, kot smo jo kot sestavni del istih triletnih raziskav v okviru celotne meiofavne in njenih glavnih skupin v tej številki že predstavili v posebnem članku (Vrišer, 1996). Tokrat podrobneje razčlenjujemo ekologijo harpaktikoidnih kopepodnih rakov.

V meiofentosu zavzemajo harpaktikoidni kopepodi po številčnosti običajno, tudi v Tržaškem zalivu je tako, drugo mesto, takoj za vodilnimi nematodi. V naših vzorcih je bila relativna abundanca harpaktikoidov 9%. Zaradi izjemne diverzitete, kratke reprodukcijske dobe (več generacij letno) in v primerjavi z glistami lažje taksonomske determinacije so harpaktikoidi tudi v naših raziskavah glavno "okno", ki omogoča vpogled v diverzitetno in reprodukcijsko dinamiko meiofentotskih združb.

Večletne raziskave dolgoročnih trendov meiofavne na ravni glavnih skupin so nasploh redke, na ravni harpaktikoidnih vrst pa je tovrstne literature še veliko manj (npr. Coull & Fleeger, 1977; Coull & Dudley, 1985). Po drugi strani pa je literature o sezonskih ciklih in prehranjevanju kopepodov prav veliko. Upoštevali

smo zlasti sledeče vire: Harris, (1972, 1973); Coull & Vernberg (1975); Nodot, (1976); Gee & Warwick, (1984); Ceccherelli & Mistri, (1991); Ansari & Parulekar, (1993). V tem oziru so naša triletna opazovanja harpaktikoidov, vsaj v našem morju, korak v še neraziskano smer.

Tako so bili cilji, s katerimi smo zastavili študij harpaktikoidov, v veliki meri enaki kot pri preostali meiofavnici: ugotavljanje abundančne in reprodukcijske dinamike, odkrivanje morebitne dolgoročne cikličnosti posameznih vrst, vloga ekoloških dejavnikov pri teh procesih ter vpliv potencialnih hipoksij na posamezne harpaktikoidne vrste.

Ker smo uporabljeno delovno metodiko in oris ekoloških razmer raziskovanega območja izčrpno podali že v prvem prispevku (Vrišer, 1996), jih tokrat ne bomo znova ponavljali.

## REZULTATI

## Vrstna struktura harpaktikoidov

V vseh vzorcih triletnih raziskav smo našli skupno 42

vrst ali povprečno po 14,7 vrst na posamezno vzorčevanje. Tri četrtine vrst se je pojavljalo bolj ali manj pretežno prek celotnega triletnega obdobja opazovanj (skupno 35 mesečnih vzorčevanj), le slaba četrtina, natančneje 10 vrst, je bilo zelo redkih (pod 0,1% relativne abundance) in smo našli le posamezne primerke. Število in sestava vrst sta se torej iz leta v leto spreminjala: 28 vrst, 30 vrst, 32 vrst.

VRSTA	relativna abund. (%)	skupno št. osebkov	abund. razpon 10cm <sup>-2</sup> št.os.	srednja vrednost 10cm <sup>-2</sup> št.os.	standard. deviacija (SD)	standard. napaka (SE)
<i>Bulbampfiascus inermis</i>	16,27	1141	0-103	32,60	32,35	5,47
<i>Longipedia coronata</i>	10,38	728	0-100	20,80	27,64	4,67
<i>Enhydrosomella staufferi</i>	10,21	716	0-49	20,46	14,96	2,53
<i>Ectinosoma sp. 1</i>	9,53	668	0-114	19,09	20,57	3,48
<i>Enhydrosoma longifurcatum</i>	8,91	625	0-51	17,86	11,90	2,01
<i>Typhlamphiascus confusus</i>	8,66	607	0-66	17,34	16,40	2,77
<i>Proameira simplex</i>	7,93	556	0-84	15,89	18,94	3,20
<i>Stenhelia (Delavalia) minuta</i>	4,73	332	0-53	9,49	12,96	2,19
<i>S. (D.) adriatica</i>	4,08	286	0-62	8,17	14,05	2,37
<i>Heterolaophonte strömi</i>	3,52	247	0-34	7,06	7,85	1,33
<i>Stenhelia (Delavalia) sp. 2</i>	2,28	160	0-44	4,57	9,13	1,54
<i>Haloschizopera sp. 2</i>	2,04	143	0-48	4,09	10,89	1,84
<i>Mesochra sp. 1</i>	1,75	123	0-24	3,51	5,48	0,93
<i>Enhydrosoma sordidum</i>	1,74	122	0-23	3,49	5,20	0,88
<i>Rhizothrix curvata</i>	1,34	94	0-23	2,69	5,26	0,89
<i>Amphiascus varians</i>	1,18	83	0-13	2,37	4,12	0,70
<i>Canuella furcigera</i>	0,98	69	0-10	1,97	2,29	0,39
<i>Heteropsyllus sp. 3</i>	0,74	52	0-11	1,49	2,45	0,41
<i>Heteropsyllus curticaudatus</i>	0,50	35	0-5	1,00	1,51	0,26
<i>Cletodes pussillus</i>	0,43	30	0-15	0,86	2,63	0,44
<i>Ameira parvula</i>	0,36	25	0-18	0,71	3,07	0,52
<i>Ameira sp. 1</i>	0,27	19	0-19	0,54	3,21	0,54
<i>Laophonte sp. 4</i>	0,27	19	0-6	0,54	1,46	0,25
<i>Stenhelia (Delavalia) normani</i>	0,21	15	0-8	0,43	1,58	0,27
<i>Haloschizopera pontarchis</i>	0,20	14	0-4	0,40	0,98	0,17
<i>Harpacticus sp. 2</i>	0,20	14	0-8	0,40	1,40	0,24
<i>Euterpina acutifrons</i>	0,19	13	0-6	0,37	1,17	0,20
<i>Dactylopodia tisboides</i>	0,17	12	0-12	0,34	2,03	0,34
<i>Amphiascopsis sp. 2</i>	0,14	10	0-3	0,29	0,75	0,13
<i>Bulbampfiascus sp. 2</i>	0,14	10	0-10	0,29	1,69	0,29
<i>Amphiascopsis sp. 1</i>	0,13	9	0-5	0,26	0,98	0,17
<i>Laophonte sp. 3</i>	0,10	7	0-6	0,20	1,02	0,17

\* Preostale vrste so bile udeležene v vzorcih z < 0,1% relativne abundance: *Amphiascopsis sp. 3*, *Stenhelia (Delavalia) sp. 1*, *Diosaccus sp. 1*, *Cletodes limicola*, *Microsetella norvegica*, *Typhlamphiascus sp. 2*, *Enhydrosoma propinquum*, *Acrenhydrosoma perplezum*, *Harpacticus sp. 5*, *Robertsonia knoxi*.

**Tabela 1: Pregled triletnih srednjih vrednosti posameznih vrst harpaktikoidnih kopepodov.**

**Table 1: Mean abundance of harpacticoid species collected during the three year sampling.**

Taksonomski seznam vseh harpaktikoidnih vrst in njih sumarični statistični pregled podajam v tabeli 1. Iz nje je razvidno, da je bila dominantna vrsta *Bulbampfiascus inermis* s 16,3% relativne abundance. Le dve drugi vrsti (*Longipedia coronata* in *Enhydrosomella staufferi*) sta še presegle 10%, štiri vrste (*Enhydrosoma longifurcatum*, *Typhlamphiascus confusus*, *Proameira simplex* in *Ectinosoma sp. 1*) pa vsaka po približno 8% relativne gostote. Nadaljnjih deset vrst se je pojavljalo v razponu med 1 in 5%, petnajst vrst pa od 0,1-1% relativne abundance. Seznam zaključuje deset redkih vrst, vsaka pod 0,1%, ki so se pojavile nekajkrat s posameznimi osebki. Kljub dominanci vrste *Bulbampfiascus inermis* za 6% pred drugo in tretjo najpogostejšo vrsto je upadanje procentualnega deleža vrst v tabeli dokaj enakomerno. Opazimo tudi, da je prvih osem najpogostejših vrst, približno petina celote, prispevalo dobrih 80% vseh harpaktikoidnih kopepodov, zbranih v triletnem obdobju.

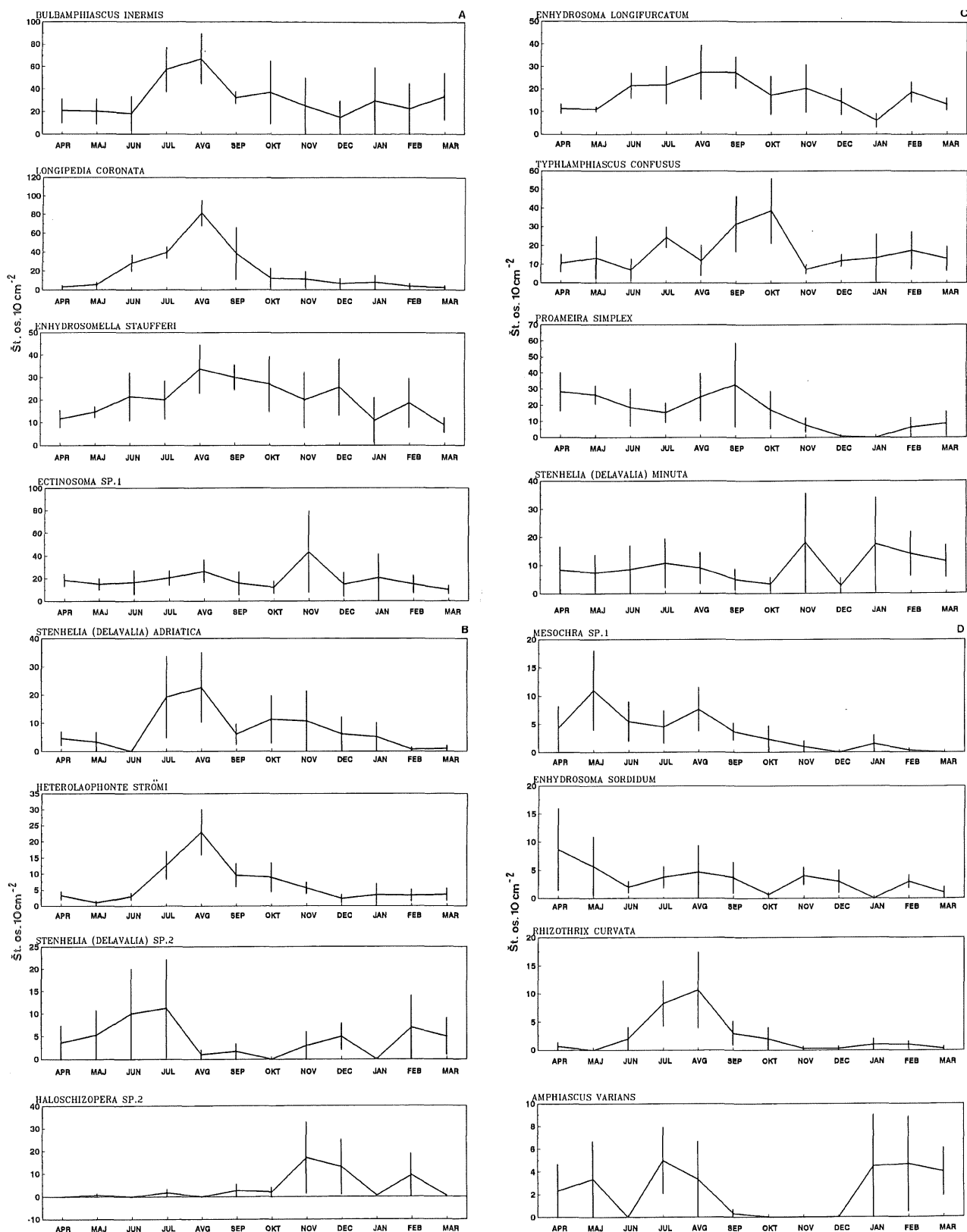
**Sezonske in večletne spremembe**

Kot smo ugotovili že v prvem prispevku (Vrišer, 1996), je za srednjo triletno abundančno krivuljo značilen izrazit avgustovski maksimum, septembrski upad, jesenska stagnacija oktobra - novembra in zimsko - spomladanski minimum od decembra do maja. Triletno srednje mesečne abundančne krivulje posameznih harpaktikoidnih vrst pa so pokazale velike medsebojne razlike, tako da lahko govorimo o nekaj značilnih tipskih skupinah sezonske dinamike.

Pretežno večino kopepodne favne sestavlja skupina vrst, ki se pojavljajo vse leto, a z izrazitim **poletnim maksimumom**. To skupino, ki je najbolj oblikovala sezonsko dinamiko celotnih harpaktikoidov, sestavljajo predvsem sledeče vrste: *Longipedia coronata*, *Heterolaophonte strömi*, *Rhizothrix curvata*, *Bulbampfiascus inermis*, *Stenhelia (Delavalia) adriatica*. Pri nekaterih vrstah te skupine je bil poletni vrh manj izrazit (*Enhydrosoma longifurcatum*, *E. sordidum*, *Enhydrosomella staufferi*, *Proameira simplex*) ali pa kombiniran z manjšim jesenskim porastom števila osebkov (*Cletodes pussillus*, *Amphiascopsis sp. 2*, *Heteropsyllus sp. 3*, *Harpacticus sp. 2*).

Drugo skupino sestavljajo vsetletne vrste, a z določeno dvojno **poletno - zimsko** pojavnostjo: z zvišanimi abundancami poleti (junij - julij) in pozimi (med decembrom in februarjem). Take vrste so *Amphiascus varians*, *Haloschizopera pontarchis*, *Heteropsyllus curticaudatus*, *Ameira parvula*, *Stenhelia (Delavalia) sp. 1 in sp. 2*, *Laophonte sp. 3 in sp. 4*, *Amphiascopsis sp. 1*, *Diosaccus sp. 1*.

Tretjo skupino sestavljajo vrste z izrazitim **jesenskim maksimumom** od septembra do novembra: *Typhlamphiascus confusus*, *Canuella furcigera*, *Euterpina acutifrons*, *Stenhelia (Delavalia) normani*, *S.(D.) minuta*,



Slika 1 a-d: Triletne srednje mesečne abundance ( $\pm$  SE; t.j. treh januarjev itd.) šestnajstih najštevilčnejših vrst harpaktikoidov.

Figure 1 a-d: Three-year monthly mean abundance ( $\pm$  SE; i.e. all three Januaries etc.) of 16 most abundant harpacticoid species.

*Ectinosoma* sp. 1, *Haloschizopera* sp. 2.

Na obrobju ostajajo vrste, katerih količinski delež je bil zanemarljiv, saj so se pojavljale le občasno - bodisi poleti (npr. *Acrenhydrosoma perplexum*, *Robertsonia knoxi*, *Dactylopodia tisboides*, *Ameira* sp. 1, *Typhlamphiascus* sp. 2, *Bulbamphiascus* sp. 2, *Harpacticus* sp. 5) ali le pozimi (*Enhydrosoma propinquum*, *Cletodes limicola*, *Microsetella norvegica*), vendar na podlagi zgolj nekaj primerkov ne moremo sklepati o njihovi sezonski dinamiki.

Srednje mesečne abundance triletnega obdobja šestnajstih najbolj številčnih vrst prikazujejo slike 1 a, b, c, d.

Izračun srednjih letnih abundanc harpaktikoidnih vrst (slika 2; a, b) je pokazal veliko medletno variabilnost (nihanja letnih povprečij za 50 do 100%), a tudi velike razlike med posameznimi vrstami. Pri večini obravnavanih vrst je bila največja abundanca v drugem letu opazovanj (1993 - 94), pri nekaj vrstah pa je viden trend naraščanja ali tudi upadanja. Da so bile razlike v abundančni dinamiki harpaktikoidov med posameznimi leti večje kot znotraj let, je potrdila tudi analiza variance (1 way ANOVA,  $df=2$ ,  $F=8,58$ ,  $P=0,95$ ).

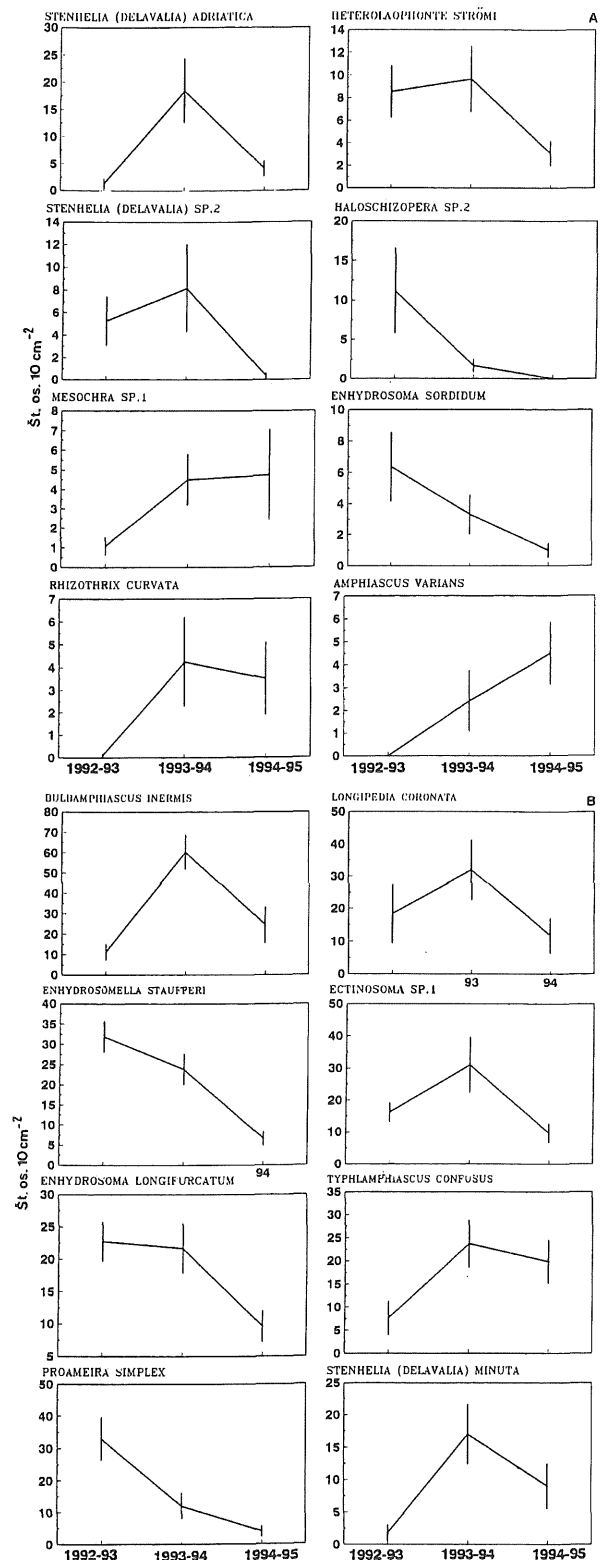
Triletna dinamika števila vrst, ki smo jih našli v vzorcih (slika 3) je dokaj podobna abundančni dinamiki harpaktikoidov. Opazimo izrazit poletni maksimum (julij - september), jesensko stagnacijo (november) in nekoliko nižje število vrst pozimi, vendar z občutnimi razlikami med posameznimi leti.

**Abundanca in ekološki dejavniki okolja**

Korelacijska analiza je, enako kot pri celotni meiofavnosti in njenih večjih skupinah, pokazala pozitivno korelacijo harpaktikoidne abundance s temperaturo in slanostjo in negativno korelacijo z vsebnostjo kisika pridnenega vodnega sloja. Podoben rezultat je dal tudi izračun korelacije desetih najbolj množičnih vrst harpaktikoidov iz triletnega obdobja raziskav (tabela 2).

Sočasno prepletanje nekaterih abiotskih in biotskih dejavnikov lahko kot večletne sukcesije še najbolj prikazemo na primeru dominantnega harpaktikoida *Bulbamphiascus inermis*. Triletno dinamiko temperature, kisika, gostote pridnenega fitoplanktona (klorofil *a*) in abundanc *B. inermis* prikazuje slika 4. Pregled krivulj pokaže, da *B. inermis*, ki sicer sodi med prave poletne vrste (maksimum avgusta), po številčnosti zelo niha iz leta v leto, občasno tudi z jesenskim porastom. Opazimo menjavanje krivulj abundanc in koncentracije kisika (negativna korelacija), predvsem pa, da številčnost kopepoda sledi nihanjem gostote fitoplanktona s približno enomesečno zamudo.

Septembra 1994 je osrednji del Tržaškega zaliva prizadelo pridneno pomanjkanje kisika (termoklinska hipoksija). To se je pokazalo v meiofavnosti s takojšnjim znižanjem abundance in zredčenjem števila v njem



**Slika 2 a, b: Srednje letne abundance (± SE) nekaterih vrst harpaktikoidov v triletnem obdobju 1992 - 95.**  
**Figure 2 a, b: Yearly mean abundance (± SE) of some harpacticoids during the 1992 - 95 period.**

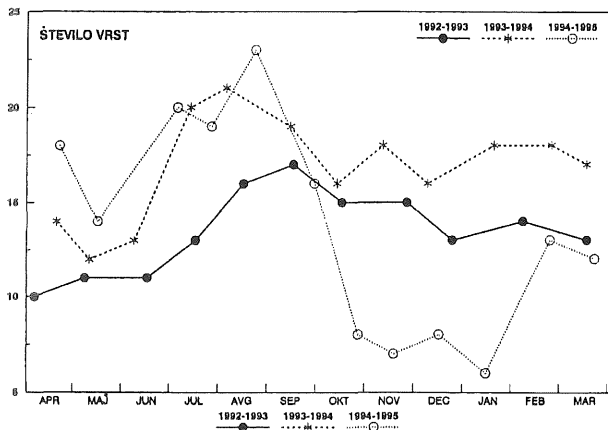


Vrsta	Temperatura	Slanost	Kisik
<i>Bulbampfiascus inermis</i>	0,40	0,32	-0,18
<i>Longipedia coronata</i>	0,69	0,01	-0,26
<i>Enhydrosomella staufferi</i>	0,43	-0,16	-0,32
<i>Ectinosoma sp. 1</i>	0,26	0,11	-0,23
<i>Enhydrosoma longifurcatum</i>	0,41	-0,09	-0,26
<i>Typhlamphiascus confusus</i>	0,37	-0,08	-0,33
<i>Proameira simplex</i>	0,07	0,24	-0,15
<i>Stenhelia (Delavalia) minuta</i>	0,02	0,26	0,05
<i>Stenhelia (Delavalia) adriatica</i>	0,38	0,04	-0,18
<i>Heterolaophonte strömi</i>	0,59	0,11	-0,29
<i>Stenhelia (Delavalia) sp. 2</i>	-0,04	0,22	-0,02
Harpacticoida	0,55	0,27	-0,28

$P \leq 0,05$

**Tabela 2: Pearsonovi korelacijski koeficienti abundance vodilnih harpaktikoidov s fizikalnimi in kemijskimi parametri okolja.**

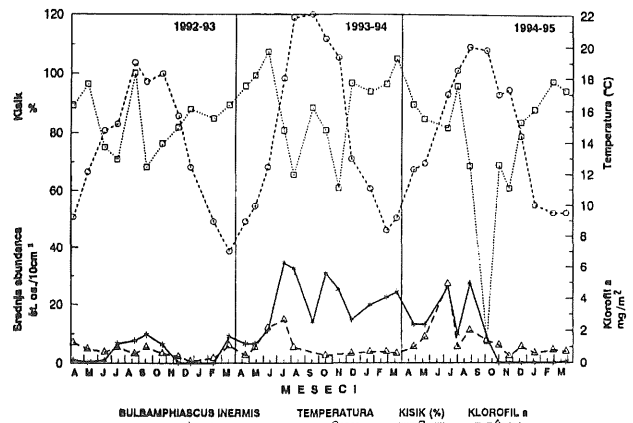
**Table 2: Pearson's correlation coefficients for harpacticoid species abundance with environmental physical factors.**



**Slika 3: Število vrst harpaktikoidov (1992 - 95).**

**Figure 3: Number of harpacticoid species present during 1992 - 95.**

živečih vrst. Najizrazitejše posledice približno dvotedenske hipoksije so bile med harpaktikoidnimi kopepodji, katerih abundanca je padla pod običajne zimske vrednosti. To velja predvsem za nekatere od desetih najštevilčnejših vrst (slika 5; a, b), zlasti *Enhydrosomella staufferi*, *Enhydrosoma longifurcatum*, *Heterolaophonte strömi* in *Ectinosoma sp. 1*, nekoliko manj pa tudi za *Proameira simplex*, *Longipedia coronata*, in *Heteropsyllus sp. 3*. Manj opazno je bilo zmanjšanje številčnosti po hipoksiji še pri drugih sedmih vrstah: *Typhlamphiascus confusus*, *Bulbampfiascus inermis*, *Canuella furcigera*, *Stenhelia (Delavalia) minuta*, *S.(D.) adriatica*, *Heteropsyllus curticaudatus*, *Mesochra sp. 1*. Pri preostalih redkejših vrstah vpliva pomanjkanja kisika zaradi njihove zgolj občasne pojavnosti ni mogoče oceniti.



**Slika 4: Triletna primerjava temperature, vsebnosti kisika in fitoplanktona pridnena vodnega sloja z abundanco harpaktikoida *Bulbampfiascus inermis*.**

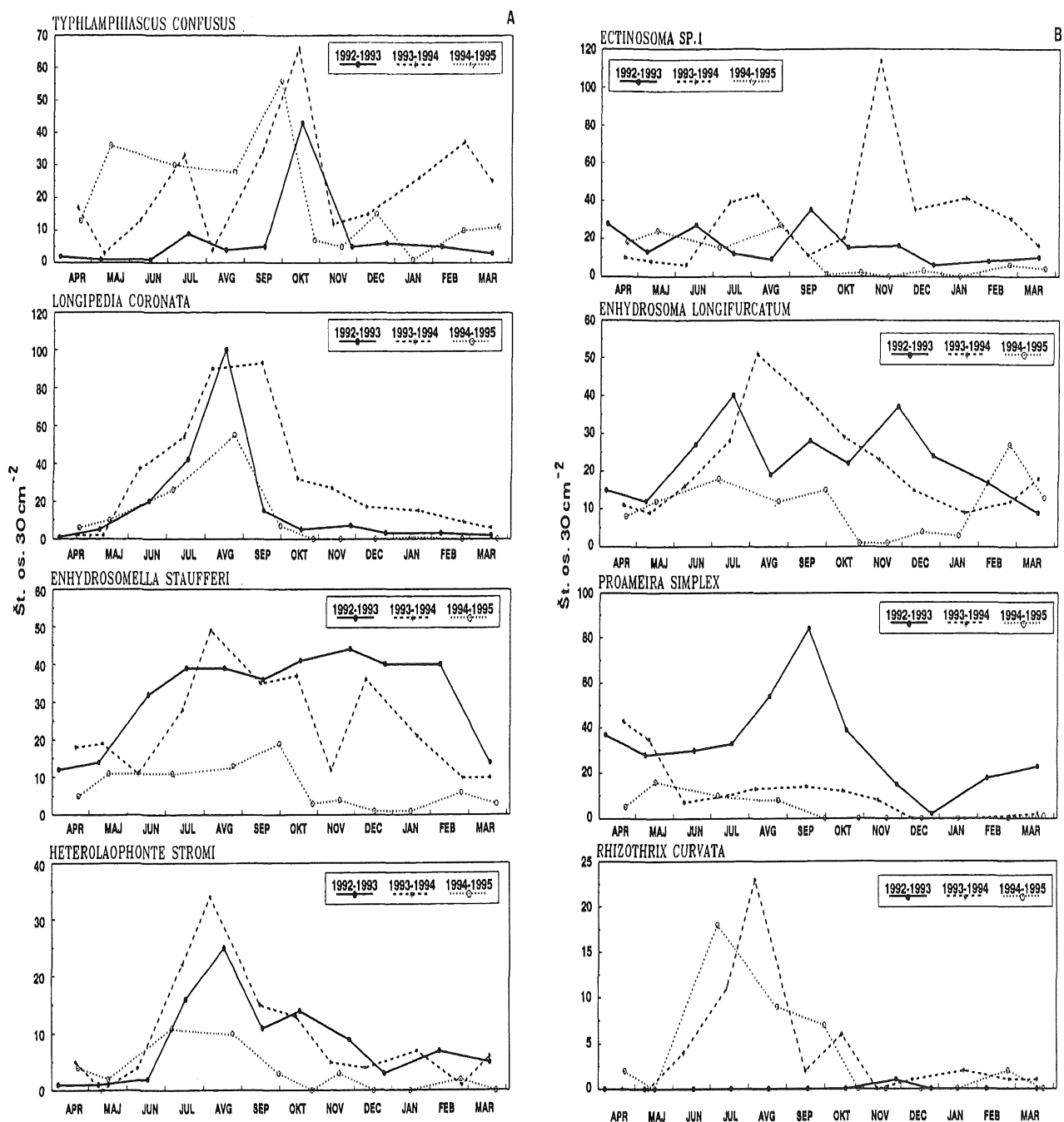
**Figure 4: Three year comparison of bottom - water temperature, oxygen and phytoplankton with *Bulbampfiascus inermis* abundance.**

## DISKUSIJA

Podobno kot pri celotni meiofauni in njenih glavnih skupinah so triletne raziskave tudi pri harpaktikoidnih kopepodih postavile obstoječo biocenotsko opredelitev raziskovanega območja (biocenoza meljev, provinca glinasto - peščenih meljev) v nekoliko drugačno luč. Razlike so se pokazale pri sestavi vodilnih vrst, kjer so prišle bolj v ospredje nekatere druge dominante, zlasti *Bulbampfiascus inermis*. Ta vrsta se, četudi pogosta po vsem Tržaškem zalivu, nikjer ne pojavlja s tolikšno (16%) relativno abundanco. Večletna vzorčenja so pokazala, da je raziskovano območje, zelo verjetno pa tudi celoten Tržaški zaliv, dejansko vrstno pestrejše kot smo mislili doslej, saj je posnetek avgusta 1985 (Vrišer, 1992) lahko zajel le poletni izsek iz vrstno in sezonsko nadvse spremenljive sezonske palete meiobentoških združb.

Natančnejši vpogled v sezonsko pojavnost posameznih vrst, razčlenjenih v tri glavne sezonske tipske skupine, razloži sumarično srednjo triletno abundančno krivuljo harpaktikoidov. Poletni maksimum te krivulje sestavljajo zlasti dominantne vrste iz "skupine poletnega tipa", ki tudi prispevajo daleč največ osebkov, pa tudi vrste s poletnim vrhom iz abundančno že šibkejšje "poletno - zimske skupine". Maloštevilna "jesenska skupina vrst" verjetno največ prispeva k značilni jesenski stagnaciji abundance v skupni letni krivulji oktobra in novembra, medtem ko nekaj redkih "zimskih vrst" in pa nizke zimske abundance preostalih "vseletnih vrst" oblikujejo zimski del triletne krivulje.

Triletni razpon srednjih enoletnih gostot harpaktikoidov je tudi na ravni posamezne vrste in števila vrst potrdil veliko medletno variabilnost, kot se je nakazala



Slika 5 a, b: Abundančna dinamika harpaktikoidov (1992 - 95) in vpliv hipoksije septembra 1994.

Figure 5 a, b: Three year (1992 - 95) abundance of Harpacticoida and the impact of hypoxia in September 1994.

že pri celotni meiofavni. Vsekakor so triletna opazovanja prekratka za presojo dolgoročnosti sprememb posameznih ekološko nadvse raznolikih vrst.

Tudi osnovna statistična in neposredna abundančna korelacija vodilnih harpaktikoidnih vrst s fizikalnimi,

kemijskimi in biotskimi dejavniki je pokazala podobno sorodnost kot celotna meiofavna. Medtem ko temperatura le približno in grobo "krmari" predvsem poletni reprodukcijski cikel večine vrst, je bilo gibanje vsebnosti kisika pridenega vodnega sloja skoraj zrcalno

abundancam kopepodne favne (negativna korelacija) in v časovnem oz. funkcionalnem odmiku za spremembami fitoplanktonskega klorofila. Ujemanje fitoplanktonske in kopepodne abundančne dinamike kaže na tesno trofično odvisnost harpaktikoidov od pelaške primarne produkcije. Približno enomesečna zamuda nihanj kopepodnih abundanc za fitoplanktonskimi gre najverjetneje na račun sedimentacije in razgraditve fitoplanktona v bentoški organski detrit.

Jesenska pridnena hipoksija je septembra 1994 znižala številčnost osebkov nekaterim vrstam harpaktikoidov, posledično pa tudi vsej skupini kot celoti. Obenem se je naglo znižalo število harpaktikoidnih vrst v vzorcih. Vpliv pomanjkanja kisika je bil torej na posamezne vrste izrazito različen, selektiven. To pomeni vsaj troje:

1.) Nekatere vrste z nizko abundanco osebkov so "izginile" iz vzorcev, kar se je pokazalo v znižanju števila vrst. Te vrste bi tedaj verjetno še našli v okolju, a le s povečanjem vzorca.

2.) Abundanca nekaterih številčnejših vrst je občutno upadla.

3.) Abundanca številnih domnevno odpornejših vrst se ni spremenila.

Največje znižanje smo opazili pri bolj abundančnih poletnih vrstah, ki so bile v času hipoksije že sicer v fazi jesenskega upadanja. Po drugi strani pa so bile posledice hipoksije v razmerah velike večletne variabilnosti harpaktikoidnih vrst dokaj zakrite in težko opazne. Tako je npr. že vse leto 1994, torej že pred jesenjo, zbuvalo pozornost po precej nižjih abundancah harpaktikoidov kot predhodni dve leti.

## SUMMARY

*In the meiofauna sampled monthly from 1992 to 1995 in the central part of the Gulf of Trieste, the harpacticoid copepods (Harpacticoida, Copepoda) were ranked second in terms of their abundance, immediately after the leading nematods. Prevalent among the 42 species were *Bulbamphiascus inermis* with 16% and *Longipedia coronata* and *Enhydrosomella staufferi* with 10% each of relative abundance. The seasonal variability of the harpacticoids was marked particularly by the species with a distinct summer maximum, and less by the species with summer and autumn-winter peaks, which were not so abundant. A great variability in the abundance oscillations of the harpacticoids can be noted in the long run, from year to year, which is indicated by the estimates of mean annual abundance values. The comparison between the number of individuals and some abiotic and biotic ecological factors showed, in the majority of species, a positive correlation with temperature and salinity, and particularly with density of the phytoplankton in the water environment. The shortage of oxygen in September 1994 badly affected only some of the more abundant summer species, while the dominant *Bulbamphiascus inermis* and many rarer species were not affected at all.*

## LITERATURA

**Ansari Z.A. & A.H. Parulekar, 1993:** Environmental stability and seasonality of harpacticoid copepod community. *Marine Biology* 115, 279-286.

**Ceccherelli V.U. & M. Mistri 1991:** Production of the meiobenthic harpacticoid copepod *Canuella perplexa*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 68: 225-234.

**Coull B.C. & B.W. Dudley, 1985:** Dynamics of meiobenthic copepod populations: a long - term study (1973 - 1983). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 24: 219-229.

**Coull B.C. & J.W. Fleeger, 1977:** Long - term temporal variation and community dynamics of meiobenthic copepods. *Ecology* 58: 1136-1143.

**Coull B.C. & W.B. Vernberg, 1975:** Reproductive periodicity of meiobenthic copepods: Seasonal or continuous? *Marine Biology* 32, 289-293.

**Gee J.M. & R.M. Warwick, 1984:** Preliminary observations on the metabolic and reproductive strategies of harpacticoid copepods from an intertidal sandflat. *Hydrobiologia* 118, 29-37.

**Harris R.P., 1972:** Seasonal changes in population density and vertical distribution of harpacticoid copepods on an intertidal sand beach. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 52, 493-505.

**Harris R.P., 1973:** Feeding, growth, reproduction and nitrogen utilization by the harpacticoid copepod, *Tigriopus brevicornis*. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 35, 785-800.

**Nodot C., 1976:** Cycles biologiques de quelques especes de copepodes harpacticoides psammiques. *Tethys* 8(3), 241-248.

**Vrišer B., 1992:** Meiofavna južnega dela Tržaškega zaliva III. Favna in združbe harpaktikoidov (Copepoda: Harpacticoida). *Biol. vestn.* 40, 2: 89-106.

**Vrišer B., 1996:** Sezonska dinamika in variabilnost meiofavne v Tržaškem zalivu: triletna raziskava. *Annales* 9 (Series *Historia Naturalis* 3) 45-52.

## FILTRATION, ASSIMILATION AND BIODEPOSITION EFFICIENCY OF THE CLAMS *TAPES PHILIPPINARUM* (ADAMS & REEVE) AND *TAPES DECUSSATUS* L. (JEFFREYS)

*Cristinamaria SALVI*

B.Sc., Laboratorio di Biologia Marina, IT-34010 Trieste, Strada Costiera 336  
dipl. biol., Laboratorio di Biología Marina, IT-34010 Trst, Strada Costiera 336

*Barbara MARTINCIC*

B.Sc., Laboratorio di Biologia Marina, IT-34010 Trieste, Strada Costiera 336  
dipl. biol., Laboratorio di Biologia Marina, IT-34010 Trst, Strada Costiera 336

### ABSTRACT

*To test the different filtration and assimilation rate of the clams *Tapes decussatus* and *T. philippinarum*, 25 individuals of each species were fed using different algae (*Thalassiosira pseudonana*, *Tetraselmis suecica*, *Isochrysis galbana*, *Skeletonema costatum*) at two different concentrations: one of  $5 \times 10^7$  cells/l used to obtain the filtration rate and one of  $2 \times 10^8$  cells used to quantify the assimilation and biodeposition efficiency of clams. *Tapes philippinarum* showed a higher filtration rate than *T. decussatus*, and both clams consumed *I. galbana* and *Th. pseudonana* more rapidly than the other species. A high biodeposition was observed when the clams were fed with *S. costatum*, *T. suecica* and *I. galbana*. *T. pseudonana*, on the other hand, was better assimilated and thus little biodeposited matter was collected at the end of the experiment.*

**Key words:** clam, filtration, assimilation, biodeposition

**Ključne besede:** vongole, hitrost precejanja, asimilacija, biodepozicija

### INTRODUCTION

In recent years European mariculture techniques have improved from the technical and scientific point of view. Many laboratory studies, in which all the experimental conditions are precisely defined and kept constant as much as possible, have been done to better understand the effect of the complex interactions of biotic and abiotic environmental parameters on the growth of molluscs; this enables a more specific interpretation of the results obtained in the field (Winter, 1978; Kiørboe *et al.*, 1980).

A limiting factor for commercial cultivation of bivalve mollusc species is the choice of suitable live algal

food (Laing & Verdugo, 1991). Although promising results have been obtained with spray-dried microalgae, dried food still cannot replace live food completely (Laing & Millican, 1991). In fact, Laing and Verdugo (1991) noted that the growth rates of animals fed with artificial diets were slower than those fed with live algae, and that there are to date no satisfactory, complete algae-replacement diets.

Successful aquaculture requires knowledge of optimal growth conditions; this means both sufficient quantity and quality of food (Winter, 1978), and favourable abiotic factors such as salinity and temperature.

This experiment investigates two species of clams, *Tapes decussatus* and *Tapes philippinarum* (Manila

clam), which are of great commercial interest in the North Adriatic (Mattei *et al.*, 1990). The first is an autochthonous species, with a distribution from the British Isles to Senegal, including the entire Mediterranean and reaching the Red Sea through the Suez Canal. The second is native to Japan, with a wide distribution in the Indian and Pacific Oceans. It was introduced along the coasts of the Adriatic Sea, being first recorded in the Venice lagoon in 1983 (Beninger & Lucas, 1984; Pelizato, 1990).

Four algal species, two diatoms, *Skeletonema costatum* and *Thalassiosira pseudonana*, and two flagellates, *Isochrysis galbana* and *Tetraselmis suecica*, were selected for the study because they are the most frequently used species in clam farms and hatcheries. These algae show good growth rates and their cultivation is simple under experimental conditions.

The rate with which the microalgae were filtered was measured in *T. decussatus* and *T. philippinarum* by the indirect method monitored by a Coulter Multisizer II.

Both species of *Tapes* were investigated in two phases: first, in a short-term study designed to define the filtration rate and the filtration velocity with all algal species; second, in a long-term study to determine the assimilation efficiency and quantity of biodeposited matter.

## MATERIALS AND METHODS

Experiments were performed in May 1994 with *Tapes decussatus* and *T. philippinarum* collected at about 0.5 m depth in Marano Lagoon (Northern Adriatic - Italy).

Four glass tanks (20 x 35 x 19 cm) were used for the experiments. Two different nets were put into these tanks: the first one (1 cm) rigid, positioned 10 cm under the water surface, was used to suspend the bivalves and to allow the faeces and pseudofaeces to drop through, the second one (200 µm), more pliable and placed on the bottom, was used to collect the biodeposited material.

Stock microalgal cultures (*Isochrysis galbana*, *Thalassiosira pseudonana*, *Skeletonema costatum* and *Tetraselmis suecica*) were obtained from the hatchery of Aquamar Marano Lagunare (Udine-Italy). Stock cultures are kept in small containers (500 ml) which were used to start larger volume cultures needed to produce food for the bivalves (2000 ml). We added 250 ml of stock culture into an autoclaved flask with 2000 ml filtered seawater sealed with cotton wool plugs. Bunsen burners were used to flame necks of flasks immediately before and after handling.

Temperature, salinity and illumination were kept constant (temperature = 20°C, salinity = 35.6 PSU, photoperiod light:dark = 14:10) and flasks were aerated continuously. To maintain the culture, autoclaved Erd-

schreiber medium was used as nutrients (Helm, 1990). Starter cultures were grown for variable periods of time prior to use, usually two weeks, or until the algal concentration reached approximately 3.000.000 cells/ml. After that, the new inoculation from the old culture was made. Calorific values were obtained using an adiabatic calorimeter (IKA C-400) on 200-400 mg of filtered algae.

For each experiment and for each algal species, 25 specimens of *T. decussatus* and *T. philippinarum* were used. The former species had a mean length of  $29.4 \pm 0.074$  mm and a total biomass of 192.5 g, the latter species a mean length of  $31.76 \pm 0.107$  mm and 267.2 g of total biomass (wet weight with shell).

Before each experiment the molluscs were held 24 h in filtered water (0.45 µm) and then put into tanks with filtered seawater and phytoplankton until the desired algal concentration was reached. The algae were kept in suspension by pumping air. Algal cell counts for determination of filtration rate were made by a Coulter Multisizer II in 2 ml samples.

### Short-term study

The filtration rate (ml/h/g) was determined by an indirect method based upon the rate of removal of algal cells from a known volume of suspension (Coughlan, 1969). Water samples were collected at the beginning of the experiment and every 30 minutes until no algal cells were counted. The filtration rate was calculated as

$$F = 0.43 \times (\log C_0 - \log C_t) \times V/wt \quad (1)$$

where  $C_0$ =initial algal concentration of cells/ml,  $C_t$ =final algal concentration after time  $t$  (hours),  $V$ =volume of suspension in ml,  $w$ =active filtration tissue weight in g (Holme & McIntyre, 1984).

Monocultures of four algae were tested in this study. The initial concentration was about  $5 \times 10^7$  cells/l as suggested by Rodde *et al.* (1976) to be sufficient for growth, and this value was defined by a first reading of the Coulter Multisizer II.

### Long-term study

This experiment was run for 24 h in order to test assimilation and biodeposition levels using a concentration of about  $2 \times 10^8$  cells/l.

Water samples were collected at the beginning and after 2, 6, 10 and 24 h for the Coulter Multisizer II analysis (cell number).

The assimilation rate for the four algal species by the two clams was obtained by carbon elemental analysis using a CHNS/O 2400 Perkin-Elmer Elemental Analyser.

The assimilation rate was calculated as

$$C_a = (C_i - C_f) - C_b \quad (2)$$



where  $C_a$  is the assimilated organic carbon (mg),  $C_i$  is initial organic carbon in the water (mg),  $C_f$  is final organic carbon in the water (mg) and  $C_b$  is biodeposited carbon.

**RESULTS**

**Short-term study**

*Tapes philippinarum* has a higher filtration rate than *Tapes decussatus* with all the algae used (Table 1).

	<i>Isochrysis galbana</i>	<i>Tetraselmis suecica</i>	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
<i>T. decussatus</i>	22.84	26.81	104.27	30.79
<i>T. philippinarum</i>	96.53	31.67	150.82	61.08

**Table 1: Filtration rate (ml/h/g) of *T. philippinarum* and *T. decussatus* fed with the four algae used.**

**Tabela 1: Hitrost precejanja (ml/h/g) navadne (*T. decussatus*) in filipinske vongole (*T. philippinarum*) pri hranjenju z različnimi vrstami alg**

Moreover, *Isochrysis galbana* and *Thalassiosira pseudonana* were filtered completely from the water in a shorter time (90 min) than *Skeletonema costatum* and *Tetraselmis suecica* (150 min) by both clam species (Table 2).

minutes	<i>Isochrysis</i>		<i>Skeletonema</i>		<i>Thalassiosira</i>		<i>Tetraselmis</i>	
	DEC	PHI	DEC	PHI	DEC	PHI	DEC	PHI
0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	40.6	94.3	51.5	83.8	90.8	96.1	52.7	61.5
60	94.2	99.8	93.8	99.5	97.5	99.8	92.6	89.4
90	99.6	100	99.1	100	99.6	100	97.3	99.1
120	100	100	99.4	100	100	100	97.7	99.3
150	100	100	100	100	100	100	100	100

**Table 2: *Tapes decussatus* (DEC) and *T. philippinarum* (PHI) filtration velocity expressed in percentage. Percentages were calculated from Coulter Multisizer II counts on samples collected every 30 minutes.**

**Tabela 2: Hitrost precejanja navadne (*Tapes decussatus*) in filipinske vongole (*T. philippinarum*), izražena v odstotkih. Ti so bili izračunani iz polurnih vzorčevanj iz podatkov, dobljenih s števcem Coulter Multisizer II.**

**Long-term study**

The difference in the quantity of the biodeposited matter is shown in Table 3.

	<i>Isochrysis galbana</i>	<i>Tetraselmis suecica</i>	<i>Thalassiosira pseudonana</i>	<i>Skeletonema costatum</i>
<i>T. decussatus</i>	13.64	19.91	1.41	15.03
<i>T. philippinarum</i>	5.29	14.87	6.35	19.03

**Table 3: Weight of the biodeposited material (mg) produced by the two species of clams during 24 h.**

**Tabela 3: Masa biodepozitiranega materiala (v mg) obeh školjk v 24 urah.**

The measures of the assimilated algal carbon showed that *T. decussatus* assimilated a higher percentage of all algae except *Tetraselmis suecica*, which together with *Skeletonema costatum* has a lower assimilation percentage. From the four algal species, *Isochrysis galbana* and *Thalassiosira pseudonana*, probably due to their smaller dimensions, showed a higher assimilation percentage for both clam species (Table 4). The algal characteristics are shown in Table 5.

	<i>Isochrysis</i>		<i>Skeletonema</i>		<i>Thalassiosira</i>		<i>Tetraselmis</i>	
	DEC	PHI	DEC	PHI	DEC	PHI	DEC	PHI
$C_i$ (mg/l)	1.642	2.402	2.032	1.891	2.064	2.347	9.937	8.011
$C_f$ (mg/l)	0.236	0.454	0.475	0.454	0.437	0.439	4.200	3.296
$C_b$ (mg/l)	0.279	0.289	0.669	0.648	0.053	0.296	1.171	0.944
$C_a$ (%)	70.0	69.0	46.3	41.7	76.3	68.7	45.9	47.0

**Table 4: Assimilation rate after 24 h for *T. decussatus* (DEC) and *T. philippinarum* (PHI). Organic carbon available to the clams at the beginning ( $C_i$ ); Organic carbon found in the water at the end of the experiment ( $C_f$ ); Organic carbon excreted with biodeposited matter ( $C_b$ ); Organic carbon assimilated during 24 h period expressed in percent ( $C_a$ ).**

**Tabela 4: Asimilacija navadne (DEC) in filipinske vongole (PHI) po 24 urah. Razpoložljiva biomasa organskega ogljika na začetku preizkusa je označena s  $C_i$ ; na koncu preizkusa pa s  $C_f$ . S  $C_b$  je označen z biodepozicijo izločeni organski ogljik, s  $C_a$  pa v 24 urah asimilirani organski ogljik (izražen v odstotkih).**

	DIATOMS		FLAGELLATES	
	<i>Skeletonema</i>	<i>Thalassiosira</i>	<i>Isochrysis</i>	<i>Tetraselmis</i>
Shape	elliptic or cylindrical	centric cells	solitary cells	egg-shaped
Volume ( $\mu\text{m}^3$ )	85	45	40	300
Lipids (%)	13	24	20	6
Energy (KJ/g)	2.985	1.807	6.869	6.159

**Table 5: Algal characteristics. Volume and lipid values are taken from the literature (Helm, 1990). The energy values were obtained from 200-400 mg of algae using an adiabatic calorimeter (IKA C-400).**

**Tabela 5: Osnovne značilnosti alg. Prostornina in vsebnost maščobe sta povzeta po podatkih iz literature (Helm, 1990). Energetsko vrednost smo izmerili z adiabatnim kalorimetrom (IKA C-400) iz 200 do 400 mg alg.**

## DISCUSSION AND CONCLUSIONS

### Short-term study

The choice of the two clam species was made based on their use in commercial bivalve production; in fact, in the last few years, the allochthonous *Tapes philippinarum* has replaced *Tapes decussatus* due to its optimal characteristics such as a good growth, coloured shell and resistance to parasites.

During the short-term test, *T. philippinarum* showed the highest filtration rate with all the algae used; this was particularly evident in the case of *Isochrysis* and *Thalassiosira*. *T. decussatus* generally showed a lower filtration rate than *T. philippinarum* (Table 1). Perhaps the higher filtration rate of both clams for *Thalassiosira pseudonana* and also for *Isochrysis galbana* was due to the small dimensions of these algae and to their high lipid content: among the four algae, these species have single cells, small dimensions and a higher lipid content (Table 5). Tenore and Dunstan (1973) also observed different feeding rates for oysters cultured on *Skeletonema*, *Dunaliella* or *Thalassiosira*. The authors found that the oysters preferred *Thalassiosira*. This preference might be due to the size and characteristic form of this alga, e.g., *Thalassiosira* is a small (2-3  $\mu\text{m}$ ) centric diatom which never forms chains, and the size of the pore openings of the oyster gill might be better suited for filtering this alga.

Filtration velocity showed the same behaviour as the filtration rate: high filtration velocity of *T. philippinarum* especially for *Thalassiosira* and *Isochrysis*. For three algae (*Isochrysis*, *Thalassiosira* and *Skeletonema*), *T.*

*philippinarum* reached a 0% algal concentration after 90 minutes. In contrast, *T. decussatus*, required quite some time longer to remove all the cells in the suspension (Table 2).

### Long-term study

Experiments to determine assimilation rates confirmed the results obtained for filtration rates: the clams generally assimilated more *Thalassiosira* and *Isochrysis*, with *T. decussatus* having the higher rate of assimilation. Despite its lower filtration rate, *T. decussatus* assimilated more algae than *T. philippinarum*. In one case only, *T. decussatus* did not show this trend (when fed with *Tetraselmis*; Table 4).

The biodeposited material produced by the two species of clams underline again the clams' preference for the two algae species *Thalassiosira* and *Isochrysis*. The biodeposition weight is much lower for these algae than that produced using *Tetraselmis* and *Skeletonema*. While *T. philippinarum* showed a similar weight for *Thalassiosira* and *Isochrysis*, *T. decussatus* showed a big difference between the two algae (Table 3).

The short-term and the long-term study clearly demonstrated that both *T. decussatus* and *T. philippinarum* preferred *Thalassiosira*. This can be related directly to the algal volume and to the lipid content. The fact that *Thalassiosira* is the most abundant alga among those used during this experiment in the natural habitat of *Tapes*, (Landri P., Martincic B. and Salvi C., unpublished data) may play a role in this preference. For both clams, the order of algal preference was: *Thalassiosira* > *Isochrysis* > *Skeletonema* > *Tetraselmis*.

In conclusion the two clam species have an opposite trend in filtration and assimilation, but the final energetic input is equal. *T. decussatus* showed a lower filtration rate and higher assimilation rate, while *T. philippinarum* showed a higher filtration rate and lower assimilation rate. Both species of clams prefer *Thalassiosira pseudonana*; this is due to the high lipid content of this alga in comparison to its small dimensions and to the abundant presence of *Thalassiosira* in the natural habitat of tapes. Therefore, even if these two clam species have a similar behaviour as far as filtration velocity and biodeposition are concerned, in recent years the allochthonous one has replaced the autochthonous one due to its bioecological advantages: high tolerance to salinity variations and low concentrations of oxygen, resistance to parasites and a rapid growth, approximately twice as fast as *T. decussatus* (Rossi & Paesanti, 1992).

### ACKNOWLEDGEMENTS

The research was funded by the EEC Programma Integrato Mediterraneo (PIM) for Lagoon Zones of North-

ern Adriatic Sea. The authors wish to thank Prof. S. Fonda Umani and Prof. R. Rosenberg for suggestions and critical review of the work, Prof. G. Orel for scien-

tific suggestions, Dr. P. Landri for her help in the laboratory experiments, and Dr. A. Mion for the calorific measurements.

### POVZETEK

Avtorici sta preučevali dve vrsti vongol - navadno (*Tapes decussatus*) in filipinsko (*Tapes philippinarum*). Vedenje školjk v različnih prehranjevalnih razmerah sta ugotavljali z meritvami hitrosti precejanja, asimilacije in biodepozicije in v ta namen napravili dva preizkusa. Med kratkoročnim preučevanjem sta uporabili štiri vrste alg (*Isochrysis galbana*, *Thalassiosira pseudonana*, *Skeletonema costatum* in *Tetraselmis suecica*) koncentracije  $5 \times 10^7$  celic/liter. Hitrost precejanja je bila ocenjena po posredni metodi, ki temelji na hitrosti odstranjevanja celic iz znanega volumna suspenzije (Coughlan, 1969). Podatki so pokazali, da je bila hitrost precejanja filipinske vongole pri vseh štirih vrstah uporabljenih kultur alg večja kot pri navadni.

Med dolgoročnim preučevanjem sta avtorici napravili preizkus, ki je potekal 24 ur, z namenom, da bi ob uporabi istih štirih vrst alg koncentracije  $2 \times 10^8$  celic/liter ugotovili ravni asimilacije in biodepozicije. Navadna vongola je na splošno asimilirala več alg iz kultur *Thalassiosira* in *Isochrysis*, in v primerjavi z manjšo hitrostjo precejanja je ta školjka asimilirala več alg kot filipinska vongola. Biodepozicijska učinkovitost je bila precej manjša za algi iz kultur *Thalassiosira* in *Isochrysis* kot za kulturi *Tetraselmis* in *Skeletonema*. Rezultati, dobljeni med dvema eksperimentoma, so pokazali, da se obe školjki najraje prehranjujeta z algo iz kulture *Thalassiosira*.

### REFERENCES

- Beninger P.G. & Lucas A., 1984.** Seasonal variations in condition, reproductive activity and gross biochemical composition of two species of adult clam reared in a common habitat: *Tapes decussatus* L. (Jeffreys) and *Tapes philippinarum* (Adams & Reeve). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 79: 19-37.
- Coughlan, J., 1969.** The estimation of filtering rate from the clearance of suspensions. *Mar. Biol.*, 2: 356-358.
- Helm, M.M., 1990.** Coltivazione di microalghe. In: *Tapes philippinarum* Biologia e sperimentazione. Ente Sviluppo Agricolo Veneto: 91-113.
- Holme, N.A. & McIntyre, A.D., 1984.** Methods for the study of Marine Benthos. Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Edinburgh, Boston, Palo Alto, Melbourne, 387 pp.
- Kjørboe, T., Møhlenberg F. & Nøhr O., 1980.** Feeding, particle selection and carbon absorption in *Mytilus edulis* in different mixture of algae and resuspended bottom material. *Ophelia*, 19 (2): 193-205.
- Laing, I. & Millican, P.F., 1991.** Dried-algae diets and indoor nursery cultivation of Manila clam juveniles. *Aquaculture*, 95: 75-87.
- Laing, I. & Verdugo, C.G., 1991.** Nutritional value of spray-dried *Tetraselmis suecica* for juvenile bivalves. *Aquaculture*, 92: 207-218.

**Mattei N., Pellizzato M. & Renzoni A., 1990.** Allevamenti di *Tapes philippinarum* in alcuni biotopi lagunari: le Valli Venete. In: *Tapes philippinarum* Biologia e sperimentazione. Ente Sviluppo Agricolo Veneto: 171-182.

**Pellizzato M., 1990.** Acclimitazione della specie *Tapes philippinarum* e primi allevamenti in Italia. In: *Tapes philippinarum* Biologia e sperimentazione. Ente Sviluppo Agricolo Veneto: 157-170.

**Rodde, K.M., Sunderlin J.B. & Roels O.A., 1976.** Experimental cultivation of *Tapes japonica* (Deshayes) (Bivalvia: Veneridae) in an artificial upwelling culture system. *Aquaculture*, 9: 203-215.

**Rossi R. & Paesanti F., 1992.** Vongola verace: la situazione europea. *Laguna* 9: 24-29.

**Tenore, K.R. & Dunstan, W.M., 1973.** Comparison of rates of feeding and biodeposition of the American oyster, *Crassostrea virginica* Gmelin, fed different species of phytoplankton. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 12:19-26.

**Winter, J.E., 1978.** A review on the knowledge of suspension-feeding in lamellibranchiate bivalves, with special reference to artificial aquaculture systems. *Aquaculture*, 13: 1-33.

MACROINVERTEBRATE FAUNA ASSOCIATED WITH NATURAL  
POPULATIONS OF MEDITERRANEAN MUSSEL  
(*MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* LAMARCK, 1819)  
IN LIM CHANNEL, ISTRA

Vanja EMRIĆ

B.Sc. in biology, HR-21312 Podstrana, Krizine 16

dipl. biol., HR-21312 Podstrana, Krizine 16

ABSTRACT

The macroinvertebrate fauna associated with *Mytilus galloprovincialis* Lmk. in the intertidal rocky shore in the Lim Channel, Istra is reported. Ninety two species from eleven phyla were recorded in samples taken during April - October 1994. In terms of species richness the community was dominated by the molluscs (42 species), polychaetes (21 spp.) and arthropods (12 spp.), representing 81.4% of the total associated fauna. In terms of abundance the dominant species among the mussel shells (epibiont) was barnacle *Balanus perforatus* Bruguiere, while small brooding bivalve *Lasaea rubra* Montagu dominated amongst the byssal threads.

**Key words:** mediterranean mussel, *Mytilus galloprovincialis*, macrofauna, epibionts, infauna, community structure

**Ključne besede:** užitna klapavica, *Mytilus galloprovincialis*, makrofavna, epibionti, infavna, sestava združbe

INTRODUCTION

Mediterranean mussel (*Mytilus galloprovincialis*) often occupies lower intertidal and infralitoral fringe of rocky shore, especially on moderately wave-exposed sites and areas with slightly lower salinity and abundance of suspended organic matter, that is: eutrophized water and even heavily polluted harbours (Bellan-Santini, 1969). Mussels attach firmly to the substrate by means of byssal threads and form high density assemblages (Okamura, 1986; Lintas & Seed, 1994). Within interstices of mussel clump (matrix), the accumulated sediment, mussel faeces and pseudofaeces, living and dead mussel shells create "infralitoral micro-niches" that offer certain degree of protection from wave-action and higher humidity to infralitoral organisms with restricted tolerances (Bellan-Santini, 1969; Suchanek, 1985). So, mussel clumps develop into structurally complex entities which provide refuge and habitat for wide variety of associated organisms (Ong-Che & Morton, 1994). But, for a number of sedentary and hemi-sesile organisms (e.g. barnacles, limpets) from intertidal and infralitoral fringe, the mussel shells represent only "secondary

space" (Dayton, 1971) for settlement due to intensive competition for available space.

Previous research in the Lim Channel documented midlitoral and upper infralitoral rocky shore communities (Poropat, 1979), natural populations of bivalves, including mussels (Zahtila, 1987) and study on bio-fouling on the shells of living mussels (Igić, 1975).

STUDIED AREA

Lim Channel is a long bay (11 km), morphologically similar to a fjord. It is situated on the west coast of the Istrian Peninsula, between Rovinj and Poreč, extending from east to west. Minimal sea water temperature (March) is about 10°C and maximum (August) some 24°C. During autumn and winter heavy rains wash the ground from the coast into the sea. Suspended mud particles cause decrease in water transparency, but this also represents abundant input of organic matter. At the head of the Channel several permanent fresh-water springs cause periodical decrease in surface salinity (correlated with tidal rhythm) which influence midlitoral communities (Marinković-Roje, 1958).

## MATERIALS AND METHODS

In the Lim Channel mussels form almost intermittent belt in the intertidal zone (average height 0.4 m) and infralitoral fringe. Samples were collected during April - October 1994 at 14 stations (Fig. 1). The sampling unit was a 25x25 cm square with the most homogenous mussel cover of the substrate. The entire square was covered with nylon bag to prevent mobile forms escaping and infaunal organisms washed off through wave-action and then carefully scraped from substrate by a blunt knife (Bellan-Santini, 1969). Samples were preserved in 4% neutral formalin. Some organisms were

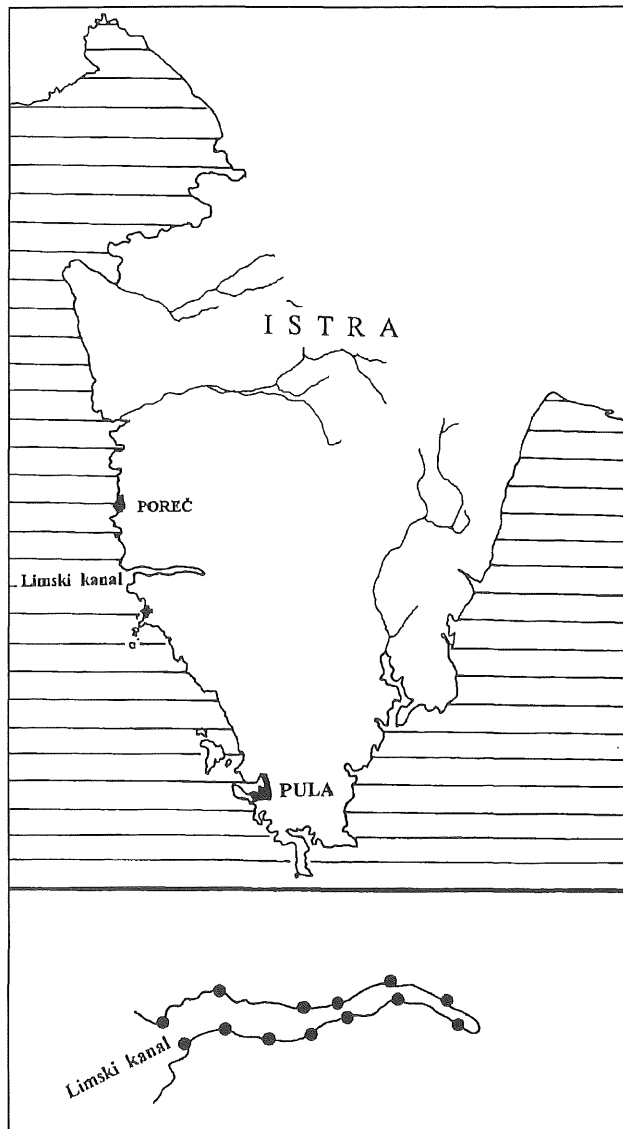


Fig. 1: Study area (top) and sampling stations in the Lim Channel (below).

Slika 1: Zemljevid obravnavanega območja (zgoraj) in vzorčevalne postaje v Linskem kanalu (spodaj).

identified only to higher taxonomic categories (e.g. class, phyla) and treated as single entities.

## RESULTS AND DISCUSSION

In samples taken in April and October 1994, a total of 91 species from 11 phyla were recorded (Table 1). The most abundant phyla in terms of species richness were the molluscs (41 species), Annelida (21 spp.) and arthropods (12 spp.)

Phyla	April	October	Total
Porifera	2	2	2
Cnidaria	2	1	2
Platyhelminthes	1	1	1
Sipuncula	1	2	2
Nemertina		1	1
Mollusca	38	33	41
Annelida	18	20	21
Arthropoda	10	9	12
Bryozoa	1	1	1
Echinodermata	4	4	4
Tunicata	1	3	4
Total	79	77	91

Table 1: Faunal composition of the associated fauna.  
Tabela 1: Favnistična sestava združbe.

The biota associated with mussels (Fig. 2) can be generally divided into three functional groups (according to Suchanek, 1985):

**epibionts** - organisms which grow on mussel shells themselves, e.g. barnacles (*Balanus* spp., *Chthamalus stellatus*), ascidians, bryozoans, oysters (*Ostrea edulis*)

**mobile fauna** - move freely throughout the matrix and are represented by small crustaceans and free-roving gastropods (juvenile *Gibbula* spp., *Monodonta* spp., *Alvania cimex*, *Odostomia scalaris*)

**infaunal taxa** - typically restricted to, and often dependent upon the organic rich sediment and comprise organisms that are more typical of soft sediment environment e.g. polychetes (*Cirriformia tentaculata*), small ophiurids (*Amphipholis squamata*), sipunculans (*Aspidosiphon kovalevskii*).

Ong-Che & Morton (1992) add the fourth category - **small bivalves** in the mass of mussel byssal threads (*Lasaea rubra*, *Musculus costulatus*, *Cardita calyculata*, *Hiatella arctica*).



**PORIFERA**

- Cliona celata* Grant, 1826  
*Cliona viridis* Schmidt, 1898

**CNIDARIA**

- Actinia equina* (Linnaeus, 1766)  
*Balanophyllia europaea* (Risso, 1826)

**PLATYHELMINTHES**

- Turbellaria indet.

**SIPUNCULA**

- Aspidosiphon kovalevskii* (Murina, 1964)  
*Phascolosoma granulatum* (Leuckart, 1828)

**NEMERTINA**

- Nemertina indet.

**MOLLUSCA**

- Acanthochitona communis* (Risso, 1826)  
*Acanthochitona fascicularis* (Linnaeus, 1767)  
*Lepidochitona corrugata* (Reeve, 1848)  
*Alvania cimex* Linnaeus, 1758  
*Alvania discors* (Allan, 1818)  
*Bittium reticulatum* (Da Costa, 1778)  
*Diodora italica* (De France, 1820)  
*Eatonina cossuræ* (Calcara, 1841)  
*Gibbula divaricata* (Linnaeus, 1758)  
*Gibbula rackeretti* (Payraudeau, 1826)  
*Gibbula rarilineata* (Michaud, 1829)  
*Gibbula varia* (Linnaeus, 1758)  
*Hexaplex trunculus* (Linnaeus, 1758)  
*Littorina neritoides* (Linnaeus, 1758)  
*Monodonta articulata* Lamarck, 1822  
*Monodonta mutabilis* (Philippi, 1846)  
*Monodonta turbinata* (Born, 1778)  
*Nassarius incrassatus* (Strom, 1768)  
*Odostomia scalaris* MacGillivray, 1843  
*Ovatella myosotis* (Draparnaud, 1801)  
*Patella caerulea* s. lat.  
*Runcina* sp. 1 cf. *adriatica* (Thompson, 1981)  
*Runcina* sp. 2  
*Vermetus triqueter* Bivona, 1832  
*Anomia ephippium* (Linnaeus, 1758)  
*Arca noae* Linnaeus, 1758  
*Cardita calyculata* (Linnaeus, 1758)  
*Chama gryphoides* Linnaeus, 1758  
*Gastrochaena dubia* (Pennant, 1777)  
*Hiatella arctica* (Linnaeus, 1767)  
*Hiatella rugosa* (Pennant, 1767)  
*Irus irus* (Linnaeus, 1758)  
*Lasaea rubra* (Montagu, 1808)  
*Modiolus barbatus* (Linnaeus, 1758)  
*Musculus costulatus* (Risso, 1826)  
*Mytilaster minimus* (Poli, 1795)  
*Ostrea edulis* Linnaeus, 1758  
*Ostreola parenzani* Settepasi, 1978  
*Petricola substriatula* (Montagu, 1808)  
*Petricola* sp.  
*Ruditapes decussatus* (Linnaeus, 1758)

**ANNELIDA**

- Amphitrides gracilis* (Grube, 1860)  
*Ceratonereis costae* (Grube, 1860)  
*Cirriiformia tentaculata* (Montagu, 1865)  
*Fabricia sabella adriatica* Banse, 1956

- Lepidonotus clava* (Montagu, 1808)  
*Lumbrineris funchalensis* (Kinberg, 1865)  
*Lumbrineris impatiens* (Claparede, 1868)  
*Lysidice ninetta* Audouin & Milne-Edwards, 1833  
*Nereis zonata* Malmgren, 1867  
*Nereis* sp.  
*Notophyllum foliosum* (Sars, 1835)  
*Mystides limbata* Saint-Joseph, 1888  
*Perinereis cultrifera* (Grube, 1840)  
*Phyllodoce maculata* (Linnaeus, 1767)  
*Serpula* sp.  
*Spirorbis* sp.  
*Syllis gracilis* Grube, 1840  
*Terebella lapidaria* Linnaeus, 1767  
*Typosyllis krohnii* (Ehlers, 1864)  
*Vermiliopsis infundibulum* (Philippi, 1844)

**ARTHROPODA**

- Balanus amphitrite* Darwin, 1854  
*Balanus eburneus* Gould, 1841  
*Balanus perforatus* Bruguiere, 1789  
*Balanus trigonus* Darwin, 1854  
*Chthamalus stellatus* (Poli, 1791)  
*Pachygrapsus marmoratus* (Fabricius, 1787)  
*Pinnotheres pinnotheres* (Linnaeus, 1758)  
*Pinnotheres pisum* (Linnaeus, 1767)  
*Porcellana plathycheles* (Pennant, 1777)  
*Ligia italica* Fabricius, 1837  
Amphipoda indet.  
Isopoda indet.

**BRYOZOA**

- Bryozoa indet.

**ECHINODERMATA**

- Coscinasterias tenuispina* (Lamarck, 1816)  
*Amphipholis squamata* (Delle Chiaje, 1828)  
*Ophiothrix fragilis* (Abildgaard, 1789)  
*Paracentrotus lividus* (Lamarck, 1816)

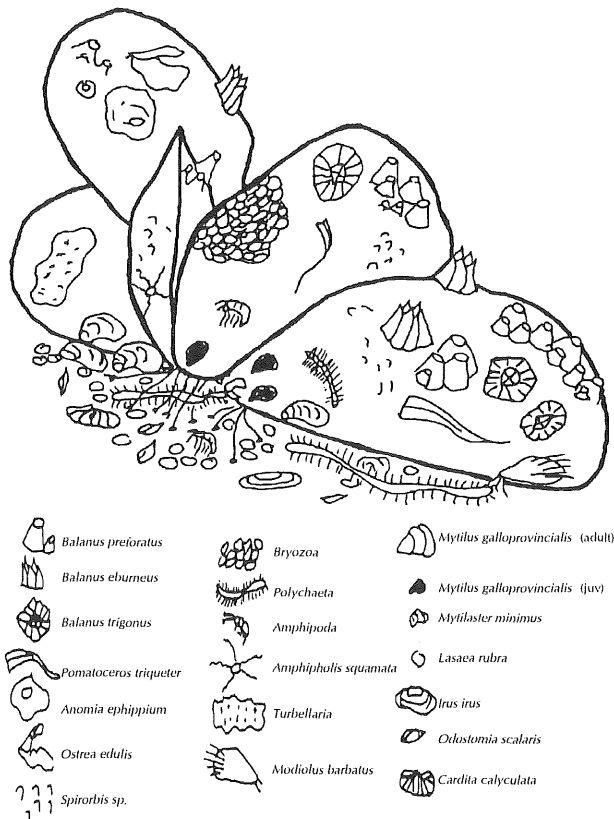
**TUNICATA**

- Botryllus schlosseri* Pallas, 1774  
*Styela plicata* (Leseueur, 1823)  
Tunicata indet. 1  
Tunicata indet. 2

**Table 2: List of species recorded from the *M. galloprovincialis* community in the Lim Channel in April and October 1994.**

**Tabela 2: Seznam vrst, ugotovljenih v združbi z *M. galloprovincialis* v Linskem kanalu aprila in oktobra 1994.**

Before any further analysis it should be underlined that a number of species reported in Table 2 normally occupy the supralitoral, midlitoral and/or infralitoral fringe, e.g. crustaceans *Ligia italica* and *Pachygrapsus marmoratus* and gastropods *Patella* spp. and that they are not dependent upon mussel community. However, juvenile specimens of topshells (*Monodonta* spp., *Gibbula* spp.), limpets (*Patella* spp.) and also sea-anemones (*Actinia equina*) may find protection from desiccation and overheating within mussel clumps (Poropat, 1979; pers. observ.).



**Figure 2: Structure of the mussel community.**  
**Slika 2: Sestava združbe z užitno klapavico.**

Some species which occurred only once or were represented only by a few specimens can be regarded as accidental or transient members of the mussel community. According to Zavodnik (1970), the so-called "strange elements" can enter the community **passively** carried by currents and waves during larval stage and **actively** searching for food or adequate reproduction ground. In our research a few specimens of *Ruditapes decussatus* were found buried in mud and shell debris trapped by byssal threads. It is obvious that the larva somehow managed to survive in this habitat, rocky intertidal transformed through development of the mussel bed. On the other hand, reported whelk *Hexaplex trunculus* and sea-star *Coscinasterias tenuispina* prey on mussels and during high tide thus deliberately move along the mussel bed.

Rare pea-crabs *Pinnotheres pinnotheres* and *P. pisum* are comensal species, and normally live inside alive mussels (Seed, 1971) and their occurrence, although rare, is thus not unexpected.

**Epibionts** - Barnacles (*Balanus* spp., *Ch. stellatus*), oysters (*O. edulis*) and polychaetes with calcareous tube (*Spirorbis* sp.) settle on the mussel shells and thus colonize available "secondary space" (Dayton, 1971). Some species demonstrate gregariousness by settling

closely to or directly on adults of same and/or related species. This is characteristic of barnacles and oysters (Igić, 1975). Epibiotic complex on mussels was dominated (in terms of numbers) by *B. perforatus*, especially in October, due to intensive reproduction and settling at higher temperatures. This cirriped formed colonies numbered as many as 40-60 individuals. *B. eburneus* was only sporadically observed in October, because it reproduces only in summer (Igić, 1975). Despite their dense settlement, most juvenile barnacles (base diameter to 2 mm) were dead. Igić (1975) also reported high mortality, up to 85% during the first month. It should be mentioned that the reported barnacle species (with the exception of *Ch. stellatus*) are usually not intertidal, though Barnes & Crisp (1956) reported intertidal *B. perforatus* (England), attached directly to primary substrate, rarely on mussels.

Fast-growing epibionts, e.g. ascidian *Botryllus schlosseri*, can within month completely overgrow the host-shell and impede the opening of valves, thus causing death of mussel or oyster (Igić, 1975). As far as our research of the mussel bed is concerned, the accidental ascidians succumbed to desiccation due to the periodic emersion of the infralittoral fringe.

**Mobile fauna** - Small gastropods find protection from external perturbations and infralittoral micro-habitat within mussel matrix. According to Jaklin (1988), the forementioned species (Table 2) e.g. *Bittium reticulatum*, *Alvania cimex*, carnivorous *Nassarius (=Hinia) incrasata*, are typical representatives of the soft-bottom infralittoral belt. Small crustaceans (amphipods, isopods) were numerous in mussel community at the mouth of the channel, exposed to waves.

**Infaunal taxa** - In the bottom layer of the accumulated sediment several species of polychaetes were quite frequent if not numerous, e.g. *Perinereis cultrifera*, *Syllis gracilis*, *Nereis zonata*, *Cirriformia tentaculata*. Bellan-Santini (1969) also reported forementioned species in intertidal populations of *M. galloprovincialis* in the harbour of Marseille. Giangrande (1988) reported *S. gracilis*, *N. zonata* and *Ceratonereis costae* just below the sea surface under the cover of photophilic alga. Tsuchiya & Nishihira (1986) pointed that the occurrence and the numbers of *C. tentaculata*, a detritofagous, infralittoral species, increase with the accumulation of sediment and organic debris.

**Bivalves within mussel byssal threads** - large *M. galloprovincialis* (30-60 mm) completely covered the substrate and dominated the community in terms of biomass. It should be mentioned, however, that smaller mytilid species *Mytilaster minimus* (10-15 mm) outnumbered mussel several times and in most mussel beds *Mytilaster* formed dense and thick bottom layer.

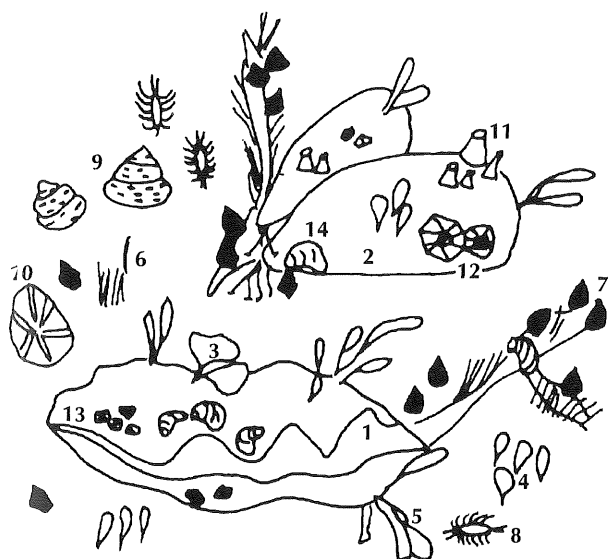


Figure 3: Intertidal community at the head of the Lim Channel.

Slika 3: Združba v bibavičnem pasu ob vhodu v Limski kanal.

1- *Ostreola perezani*, 2- *Mytilus galloprovincialis*, 3- *Ulva rigida*, 4- *Valonia utricularis*, 5- *Enteromorpha intestinalis*, 6- *Catenella opuntia*, 7- *Littorina neritoides*, 8- *Ligia italica*, 9- *Monodonta turbinata*, 10- *Patella caerulea*, 11- *Balanus perforatus*, 12- *B. trigonus*, 13- *Chthamalus stellatus*, 14- *Mytilaster minimus*

*Mytilaster* (= *Brachidontes*) *minimus* usually occupies rocky intertidal belt, preferably on wave-exposed shores, and forms autonomous beds (Bouchet, 1961). Bellan-Santini (1969) reported, however, that in calm bays and harbours (slightly polluted ones) *Mytilaster* finds protection from desiccation within clumps of larger *M. galloprovincialis*. In the Lim Channel *Mytilaster* is also incorporated into mussel bed on wave-sheltered rocks (Zahtila, 1987). Although the reduced free-water supply for incorporated bivalves may cause reduction in growth the group living offers, at the same time, protection from

desiccation, that is - survival in the intertidal fringe (Okamura, 1986).

Apart from *M. minimus*, the most abundant member of the associated fauna was the small (up to 3-4 mm) bivalve *Lasaea rubra* Montagu, accounting from 18 to 80% of total number of specimens. Although brooding *L. rubra* is well adapted to intertidal life, it needs certain protection from desiccation. Its presence within mussel clumps has been previously reported (Bouchet, 1961; Bellan-Santini, 1969; Lintas & Seed, 1994). Poropat (1979) reported *L. rubra* as a regular intertidal inhabitant in the Lim Channel, often among mussels. During our research somewhat uneven and patchy distribution of *L. rubra* was reported, from a few specimens to a few hundreds of specimens per sample unit. This is explained by brooding, viviparous reproduction: adult releases several already formed though smaller young directly into established population and they attach themselves within the "family" group (Morton et al., 1957).

At the head of the Lim Channel fresh-water springs cause periodical decrease of surface salinity and fine mud particles settle on the rocks. Figure 3 shows detail of intertidal community with a few mussels and oysters. Tender thalli of Ulvales (*Ulva rigida*, *Valonia utricularis*, *Enteromorpha intestinalis*) also indicate lower salinity (Munda, 1977).

#### ACKNOWLEDGEMENTS

This article forms a part of the thesis submitted for a M.Sc. degree at the University of Zagreb. This study was conducted at the Laboratory for Ecology and Systematics, Center for Marine Research, Rovinj under supervision of Prof. D. Zavodnik. I wish to express my thank for assistance in species determination: Dr. D. Zavodnik (Sipuncula, Echinodermata), Dr. M. Hrs-Brenko (Bivalvia), A. Jaklin, M.Sc. (Gastropoda), Dr. E. Zahtila (Polychaeta), Dr. Z. Štević (Brachyura), Dr. Lj. Igić (Cirripedia).

#### POVZETEK

Avtorica obravnava nevretenčarsko makrofavno v povezavi z užitno klapavico *Mytilus galloprovincialis* Lmk. v bibavičnem pasu skalnega obrežja v Limskem kanalu. V obdobju od aprila do oktobra 1994 je bilo med vzorčenjem ugotovljenih 92 vrst iz 11 debel. Po bogatosti vrst so prevladovali mehkužci (42 vrst), mnogoščetinci (21 vrst) in členonožci (12 vrst) ali 81,4% celotne združene favne. Po številčnosti so na školjčnih lupinah prevladovali vitičnjaki *Balanus perforatus* Bruguiere, med bisusnimi nitkami pa školjkice *Lasaea rubra*.

## LITERATURE

- Barnes, H., Crisp, D.J. 1956.** Evidence of self-fertilization in certain species of barnacles. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 35.:631-639.
- Bellan-Santini, D. 1969.** Contribution a l'etude des peuplements infralitoraux sur substrat rocheux (Etude qualitative et quantitative de la frange superieure) *Rec. Trav. Stn. mar. End., Marseille*, 63(47):5-294.
- Bouchet, J.M. 1961.** Contribution a l'ecologie et la biologie de *Brachydontes minimus* (P.) *Rec. Trav. Stn. mar. End., Marseille*, 34(21):65-96.
- Dayton, P.K. 1971.** Competition, disturbance and community organization: the provision and subsequent utilization of space in a rocky intertidal community. *Ecol. Monogr.*, 41:351-389.
- Giangrande, A. 1988.** Polychaete zonation and its relation to algal distribution down a vertical cliff in western Mediterranean (Italy): structural analysis. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 120:263-276.
- Harger, J.R. 1972.** Variation in relative "niche" size in the sea mussel *Mytilus edulis* in association with *Mytilus californianus*. *Veliger*, 14:275-282.
- Igić, Lj. 1975.** Dinamika obraštajnih zajednica na kamenicama (*Ostrea edulis* L.) i dagnjama (*Mytilus galloprovincialis* Lmk.). Disertacija. Sveučilište u Zagrebu. PMF, 670 pp.
- Jaklin, A. 1988.** Gastropoda hridinastog litorala poluotoka Istre. Magistarski rad. Sveučilište u Zagrebu. PMF.
- Lintas, C., Seed, R. 1994.** Spatial variation in the fauna associated with *Mytilus edulis* L. on wave-exposed rocky shore. *J. Moll. Stud.*, 60:165-174.
- Marinković-Roje, M. 1958.** Oceanografska istraživanja u području Rovinja i Limskom kanalu. Hidrografski godišnjak, 1958. pp. 103-124.
- Morton, J.E., Boney, A.D., Corner, E.D.S. 1957.** The adaptation of *Lasaea rubra* (Montagu), a small intertidal lamellibranch. *J. mar. biol. Ass. U. K.*, 36:383-405.
- Munda, I.M. 1977.** The benthic vegetation of the head of the Lim fjord (Limski kanal), Northern Adriatic, *Rapp. Comm. int. Mer. Medit.* 24 (4):173-174.
- Okamura, B. 1986.** Group living and effects of spatial position in aggregations of *Mytilus edulis*. *Oecologia* 69:341-347.
- Ong-Che, R.G., Morton, B. 1992.** Structure and seasonal variation in abundance of the macro-invertebrate community associated with *Septifer virgatus* (Bivalvia:Mytilidae) at Cape d'Aguilar, Hong Kong. *Asian mar. biol.*, 9:217-233.
- Poropat, V. 1979.** Neke litoralne biocenoze područja Rovinja. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, PMF, 59 str.
- Seed, R. 1971.** A physiological and biochemical approach to the taxonomy of *Mytilus edulis* L. and *M. galloprovincialis* Lmk. from SW England, *Cah. biol. mar.*, 12:291-332.
- Suchanek, T.H. 1985.** Mussels and their role in structuring rocky shore community. *In: The ecology of rocky coasts* (P.G. Moore & R. Seeds, eds.), Hodder and Stoughton, Sevenoaks, pp. 70-96.
- Tsuchiya, M., Nishihira, M. 1986.** Island of *Mytilus edulis* as habitat for small intertidal animals: effects of *Mytilus* age structure on the species composition of the associated fauna. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 31:171-178.
- Zahtila, E. 1987.** Prirodne populacije školjkaša u nekim uvalama poluotoka Istre. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, PMF, 52 str.
- Zavodnik, D. 1970.** Strange elements in algal settlements. *Thalassia Jugosl.*, 6a:189-194.

## DECAPOD CRUSTACEANS AND ECHINODERMS IN INSULAR DETRITIC ENVIRONMENTS: TUSCAN ARCHIPELAGO AND PONTIAN ISLANDS

Paola RINELLI

B.Sc., marine biologist, Istituto Sperimentale Talassografico - CNR, IT-98122 Messina, Spianata S. Raineri 86  
dipl. biol., Istituto Sperimentale Talassografico - CNR, IT-98122 Messina, Spianata S. Raineri 86

Nunziacarla SPANÒ

Ph.D., marine biologist, Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, University of Messina, IT-98166 S. Agata, Salita Sperone 31  
dr. biol. znanosti, Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, University of Messina, IT-98166 S. Agata, Salita Sperone 31

## ABSTRACT

*Benthic macrofauna results obtained from soft bottom samplings carried out in the Tuscan Archipelago and at the Pontian Islands, Mediterranean Sea, during 1988-1991 are reported. A total of 506 detritic stations were sampled. In this paper are reported only the data related to 197 stations, characterized by the presence of decapod crustaceans and echinoderms. 64 are located in the Tuscan Archipelago yielding 20 species of decapod crustaceans and 21 of echinoderms, and 133 in the Pontian, where 32 species for each taxa were collected. The obtained data highlighted, for both faunistic groups, differences in the specific composition of the two archipelagoes.*

**Key words:** detritic environment, decapod crustaceans, Decapoda, echinoderms, Echinodermata

**Ključne besede:** detritno okolje, raki deseteronožci, Decapoda, iglokožci, Echinodermata

## INTRODUCTION

We report on the results obtained from benthic macrofauna, collected in the Tuscan Archipelago and at the Pontian Islands, in the years 1988-1991, under the MURST 40% TSM national project: Taphonomy and Sedimentary Processes on the Mediterranean Continental Shelf. The aim of the project is to study the relationships between biocoenoses and thanatocoenoses in biotopes of soft substrata, examined in detail also from the chemical, physical and sedimentological point of view (Basso *et al.*, 1990; Corselli & Giacobbe, 1992; Corselli *et al.*, 1994, 1995; Rinelli & Spanò, 1996).

The study concerns in particular the detritic biocoenoses of the circalittoral zone and the transition areas with adjacent biocoenoses. Given the need to limit as much as possible the number of variables to be considered, these insular environments have been chosen: they are affected by any substantial terrigenous inputs and are characterized by a high hydrodynamism level.

This contribution deals only with data relative to decapod crustaceans and echinoderms: these are generally rarely considered on a bionomic level, but they have already shown to be effective environmental descriptors in previous studies (Giacobbe *et al.*, 1996).

## MATERIALS AND METHODS

Samples of sediment were taken, from on board R/V "Minerva", with a modified Van Veen grab having a sampling capacity of 70 dm<sup>3</sup> volume and 0.25 m<sup>2</sup> surface area.

A total of 506 detritic stations, located between the depths of 50 m and 150 m, were sampled during eight oceanographic cruises in June and November 1988 and December 1990 in the Tuscan Archipelago (236 stations); June and November 1989, April and November 1991 at the Pontian Islands (270 stations). The sampling areas are shown in figure 1.

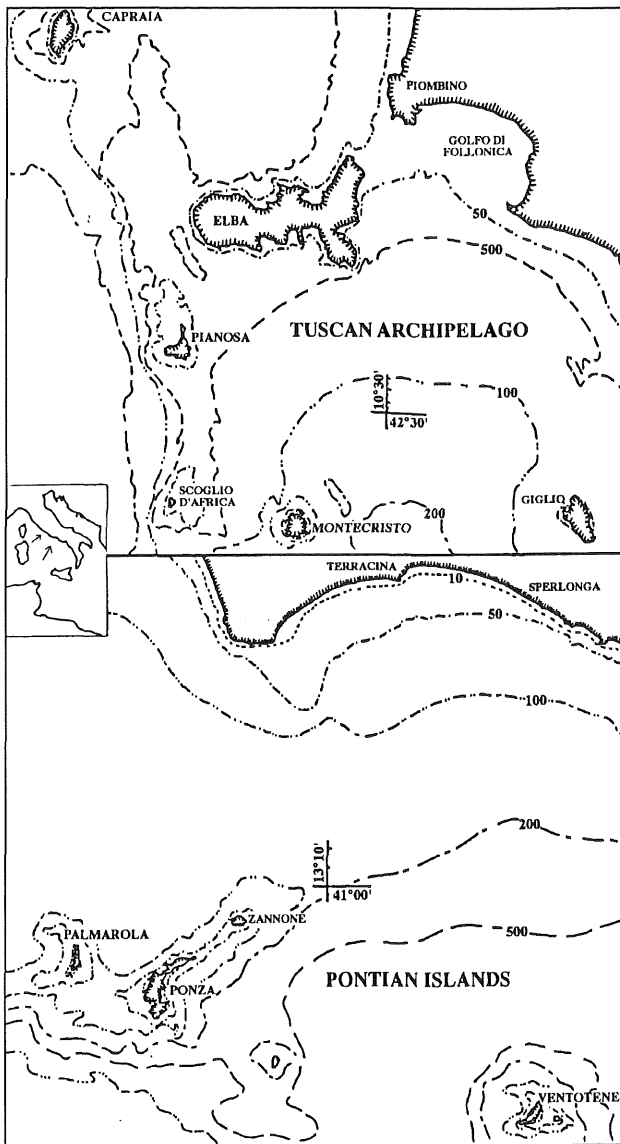


Figure 1: Location of sampling areas.  
Sl.1: Lokacije vzorčenja.

From living macrofauna, obtained by sieving the sediment through a 1 mm mesh screen, the decapod crustaceans (excluding Natantia) and echinoderms were extracted and determined to specific level.

**RESULTS AND DISCUSSION**

The results outlined refer altogether to 197 stations. 64 are located in the Tuscan and 133 in the Pontian Archipelago, the only ones characterized by the presence of the two taxa.

With regard to the Tuscan Archipelago (Tab. 1,) 20 species of decapod crustaceans (11 Brachiura, 8 Anomura, 1 Macrura) and 21 of echinoderms (1 Crinoi-

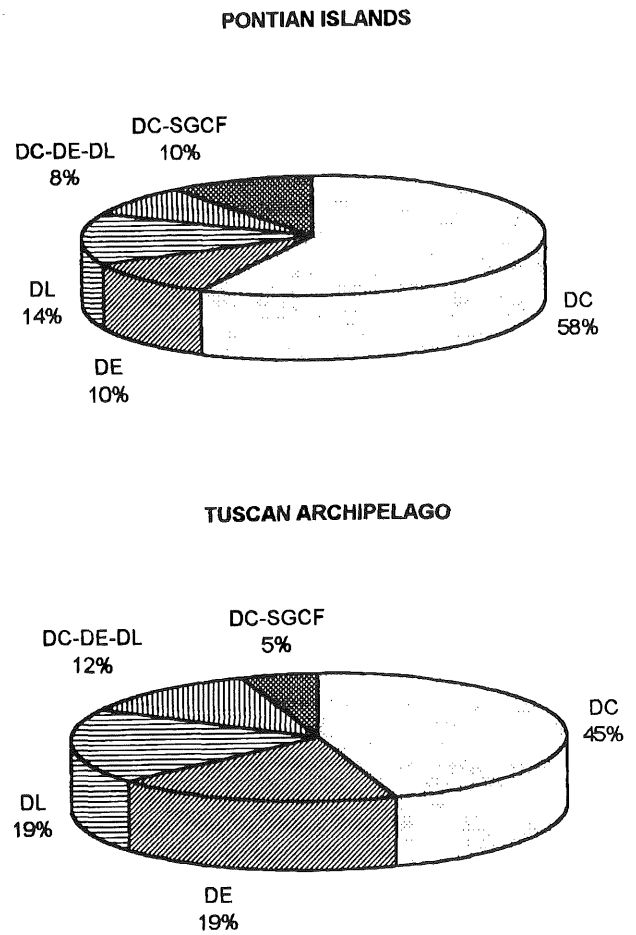


Figure 2: Percent contribution of the main biocoenotic stocks (DC: Coastal Detritic; DL: Shelf-edge Detritic; DE: Muddy Detritic Bottoms; DC-DL-DE: Mixed biodetritric bottoms; DC-SGCF: Coastal Detritic-Coarse Sand and Fine Gravel under Bottom Currents transition).

Sl. 2: Odstotkovni prispevek glavnih biocenotskih podlag (DC: obalno peščena; DL: prodnato grebenasta, DE: blatno-peščeno dno; DC-DL-DE: mešano biodetritno dno; DC-SGCF: obalno peščeno-grob pesek in fin prod na prehodu pod pridnenimi tokovi).

dea, 2 Holothuroidea, 9 Ophiuroidea, 9 Echinoidea) were found. In the Pontian Archipelago (Tab. 2), the number of species was higher: 32 decapod crustaceans (17 Brachiura, 12 Anomura, 3 Macrura) and 32 echinoderms (1 Crinoidea, 2 Holothuroidea, 3 Asteroidea, 12 Ophiuroidea, 14 Echinoidea).

The obtained data highlighted, for both faunistic groups, differences in the specific composition of the two archipelagoes.

As regards the carcinofauna, the species found in both archipelagoes are only twelve. In particular, 3 species of *Ebalia* genus (*E. cranchi*, *E. granulosa* and *E.*



TUSCAN ARCHIPELAGO	DC	DE	DL	DC-DE-DL	DC-SGCF
<b>CRUSTACEANS</b>					
<i>Axius stihyncus</i> LEACH					
<i>Dardanus arrosor</i> (HERBST)					
<i>Anapagurus laevis</i> (BELL)					
<i>Pagurus prideaux</i> LEACH					
<i>Pagurus anachoretus</i> RISSO					
<i>Pagurus sculptimanus</i> LUCAS					
<i>Galathea strigosa</i> (L.)					
<i>Galathea squamifera</i> LEACH					
<i>Galathea intermedia</i> LILLJEBORG					
<i>Ethusa mascarone</i> (HERBST)					
<i>Ebalia tuberosa</i> (PENNANT)					
<i>Homota barbata</i> (FABRICIUS)					
<i>Liocarcinus zariquiey</i> (GORDON)					
<i>Xantho pilipes</i> A. MILNE EDWARDS					
<i>Xantho incisus</i> (LEACH)					
<i>Monodaeus couchi</i> (COUCH)					
<i>Goneplax rhomboides</i> (L.)					
<i>Parthenope massena</i> (ROUX)					
<i>Eurynome aspera</i> (PENNANT)					
<i>Lissa chiragra</i> (FABRICIUS)					
<b>ECHINODERMS</b>					
<i>Leptometra phalangium</i> (J. MULLER)					
<i>Molpadia musculus</i> RISSO					
<i>Trachythone tergestina</i> DUBEN KOREN					
<i>Ophiomyxa pentagona</i> (LAMARCK)					
<i>Amphiura chiajei</i> FORBES					
<i>Amphiura filiformis</i> (O. F. MULLER)					
<i>Amphipholis squamata</i> (DEILE CHIAJE)					
<i>Acrocndia brachiata</i> MONTAGU					
<i>Ophiotrix fragilis</i> (ABIDGAARD)					
<i>Ophiopsila aranea</i> FORBES					
<i>Ophioconis forbesi</i> (HELLER)					
<i>Ophiura albida</i> FORBES					
<i>Cidaris cidaris</i> (L.)					
<i>Genocidaris maculata</i> A. AGASSIZ					
<i>Echinocyamus pusillus</i> (O. F. MULLER)					
<i>Spatangus purpureus</i> (O. F. MULLER)					
<i>Spatangus inermis</i> MORTENSEN					
<i>Echinocardium cordatum</i> (PENNANT)					
<i>Echinocardium mortenseni</i> THIERY					
<i>Schizaster canaliferus</i> (LAMARCK)					
<i>Brissopsis lyrifera</i> (FORBES)					

PONTIAN ISLANDS	DC	DE	DL	DC-DE-DL	DC-SGCF
<b>CRUSTACEANS</b>					
<i>Axius stihyncus</i> LEACH					
<b><i>Callianassa subterranea</i> (MONTAGU)</b>					
<b><i>Upogebia pusilla</i> (PETAGNA)</b>					
<i>Paguristes eremita</i> (L.)					
<i>Clibanarius erythropus</i> (LATREILLE) <i>Dardanus arrosor</i> (HERBST)					
<b><i>Anapagurus petiti</i> DECHANCE' E FOREST</b>					
<i>Anapagurus laevis</i> (BELL)					
<b><i>Pagurus alatus</i> FABRICIUS</b>					
<i>Pagurus prideaux</i> LEACH					
<b><i>Pagurus bernhardus</i> (L.)</b>					
<i>Pagurus anachoretus</i>					
<b>RISSO <i>Pagurus cuanensis</i> BELL</b>					
<b><i>Galathea bolivari</i> ZARIOUIEY ALVAREZ</b>					
<i>Galathea intermedia</i> LILLJEBORG					
<i>Ebalia tuberosa</i> (PENNANT)					
<b><i>Ebalia cranchi</i> LEACH</b>					
<b><i>Ebalia granulosa</i> A. MILNE EDWARDS</b>					
<b><i>Ebalia edwardsi</i> COSTA</b>					
<b><i>Thia scutellata</i> (FABRICIUS)</b>					
<b><i>Bathynectes longipes</i> (RISSO)</b>					
<i>Liocarcinus zariquieyi</i> GORDON					
<b><i>Liocarcinus pusillus</i> (LEACH)</b>					
<b><i>Liocarcinus corrugatus</i> (PENNANT)</b>					
<i>Xantho pilipes</i> A. MILNE EDWARDS					
<b><i>Xantho porea</i> (OLIVI)</b>					
<i>Xantho incisus</i> (LEACH)					
<i>Parthenope massena</i> (ROUX)					
<i>Eurynome aspera</i> (PENNANT)					
<b><i>Pisa nodipes</i> (LEACH)</b>					
<b><i>Inachus dorsettensis</i> (PENNANT)</b>					
<b><i>Inachus thoracicus</i> (ROUX)</b>					
<b>ECHINODERMS</b>					
<i>Leptometra phalangium</i> (J. MULLER)					
<b><i>Holothuria tubulosa</i> GELIN</b>					
<b><i>Labidoplax digitata</i> (MONTAGU)</b>					
<i>Astropecten aranciatus</i> (L.)					
<b><i>Luidia sarsi</i> DUBEN-KOREN</b>					
<b><i>Echinaster sepositus</i> (RETZIUS)</b>					
<i>Ophiomyxa pentagona</i> (LAMARCK)					
<i>Amphiura chiajei</i> FORBES					
<b><i>Amphiura mediterranea</i> LYMAN</b>					
<b><i>Amphiura apicula</i> CHERBONNIER</b>					
<b><i>Amphiura aeurigera</i> (DUBEN KOREN)</b>					
<i>Amphiura filiformis</i> (O. F. MULLER)					
<i>Ophiotrix fragilis</i> (ABIDGAARD)					
<i>Ophiopsila aranea</i> FORBES					
<b><i>Ophiopsila annulosa</i> (M. SARIS)</b>					
<b><i>Ophioderma longicaudum</i> (RETZIUS)</b>					
<i>Ophioconis forbesi</i> (HELLER)					
<i>Ophiura albida</i> FORBES					
<i>Cidaris cidaris</i> (L.)					
<i>Genocidaris maculata</i> A. AGASSIZ					
<b><i>Sphaerechinus granularis</i> (LAMARCK)</b>					
<b><i>Echinus acutus</i> LAMARCK</b>					
<b><i>Psammechinus microtuberculatus</i> BLAINVILLE</b>					
<i>Echinocyamus pusillus</i> (O. F. MULLER)					
<i>Spatangus purpureus</i> (O. F. MULLER)					
<i>Spatangus inermis</i> MORTENSEN					
<i>Echinocardium cordatum</i> (PENNANT)					
<b><i>Echinocardium mediterraneum</i> (FORBES)</b>					
<i>Echinocardium mortenseni</i> THIERY					
<i>Schizaster canaliferus</i> (LAMARCK)					
<b><i>Brissopsis atlantica mediterranea</i> MORTENSEN</b>					
<b><i>Brissopsis unicolor</i> (LESKE)</b>					

Table 1: Faunistic list of collected species: those found only in the Tuscan (not in the Pontian) Archipelago are emphasized in boldface.

Tabela 1: Favnistični seznam zbranih vrst: tiste, ki so bile najdene samo v Toskanskem otočju, so označene z debelimi črkami.

Table 2: Faunistic list of collected species: those found only in the Pontian (not in the Tuscan) are emphasized in boldface.

Tabela 2: Favnistični seznam zbranih vrst: tiste, ki so bile najdene samo v Pontskem otočju, so označene z mastnimi črkami.

*edwardsi*) were collected only at the Pontian Islands. On the other hand, in the Tuscan Archipelago various findings of *Galathea strigosa* and *G. squamifera* in the mixed bottoms DC-DE-DL were made.

In the decapod crustaceans we can clearly show the presence of a group of species which includes *Ethusa mascarone*, *Xantho pilipes*, *X. poressa* and *Parthenope massena*: they are linked to coarse substrata closely enough to be considered coarse sediment-loving species (Spanò, 1992). Particularly important in this respect is the presence of *Ebalia* species, whose preferred habitat consists of detritic bottoms that show in effect a generic affinity to coarse substrata and require a considerable hydrodynamism level. Also interesting is *Axius stirhynchus* collected many times in both archipelagoes. The few data available in the literature note this species in a very particular environment, such as Offshore Mud (VL, Gamulin-Brida, 1974) of the Adriatic Sea, while our large findings only on detritic bottoms seem to be in complete disagreement. On the other hand, the VL biocoenosis constitutes quite a limited and very characteristic environment, for which it may not be possible to hypothesize a range for the species extending into shallower biocoenoses. It is more likely that the species tolerates sandy substrates and high hydrodynamism level.

*Dardanus arrosor* is a circabathyal species, fine sediment-loving, considered by Pérès & Picard (1964) as a companion species of the Biocoenoses of the Bathyal Mud (VP, Pérès & Picard, 1964). Apart from the bionomic definition, this species is quite often found in a wide range of detritic biocoenoses (Jacquotte 1963; Falconetti, 1980); a different bathymetric and bionomic location in respect to age and reproduction period can be hypothesized, as for many other species of *Diogenidae*.

Finally the findings, on detritic bottoms, of *Eurynome aspera* are characteristic: to date this species has been considered as having a wide ecological distribution (Ire, Picard, 1965), but in our opinion it is strictly linked instead to the detritic substrate complex (DC-DE-DL, Spanò, 1994).

Also as regards the echinofauna, most of the species found in both studied areas are characteristic of biode-tritic bottoms with a rather coarse texture. Differences in the faunistic composition of the two archipelagoes pertain principally to the classes Asteroidea, Ophiuroidea and Echinoidea. In particular, sea stars were found only in the Pontian Archipelago, where three species were collected: *Astropecten avrantiacus*, coarse sediment-loving found quite often in the Biocoenosis of Coarse Sand and Fine Gravel under Bottom Currents (SGCF, Pérès & Picard, 1964), but also abundant in North Adriatic mud bottoms, *Luidia sarsi*, sandy sediment-loving and characteristic species of the Biocoenosis of Shelf-edge Detritic (DL, Pérès & Picard, 1964) and finally *Echinaster sepositus*, which has a wide ecological

distribution (Ire), but in any case with affinity to biode-tritic substrates. Among the regular sea urchins, *Sphaerechinus granularis* and *Psammechinus microtuberculatus* were collected only at the Pontian Islands. The former is coarse sediment-loving and linked to the SGCF biocoenosis, while the latter is characteristic exclusively of the Biocoenosis of Coastal Detritic (DC, Pérès & Picard, 1964). Amongst the brittle stars, two species are worth mentioning: *Amphiura securigera*, noted only three times in the Mediterranean Sea (Guille, 1972; Zavodnik, 1973; Albertelli & Cattaneo, 1980) and by at a depth of 70 m at Ventotene and *Ophioconis forbesi*, present in both archipelagoes, little noted in the Mediterranean and exclusively characteristic of the DC biocoenosis.

From a comparison of the detritic biocoenotic stocks of the bottoms examined in the two different archipelagoes (Fig. 2) it is evident that in both cases the highest percentage is made up of DC biocoenosis (45% in the Tuscan and 58% in the Pontian Archipelago). A significant difference is noted between the two areas studied with regard to biocoenoses of coarser granulometry, principally represented in the Pontian Islands. In particular the DC-SGCF transition shows frequency values of 5% in the Tuscan and of 10% in the Pontian Archipelago. On the other hand, biocoenoses characterized by finer texture sediments, Biocoenosis of Shelf-edge Detritic and of the Muddy Detritic Bottoms (DE, Pérès & Picard, 1964) are more widespread in the Tuscan Archipelago. Specifically the DE biocoenosis in this area shows percentual values equal to about double those that characterize the Pontian Islands. The DL biocoenosis is present in the Tuscan Archipelago with values (19%) which diverge little from those of the Pontian (14%). The percentual incidence of mixed stock DC-DE-DL is comparable in the two archipelagoes.

## CONCLUSION

The bionomic analysis of the collected species revealed that most of them are consistent with the detritic environments studied, especially with regard to substratum affinity.

Ultimately the echinoderms, which are less vagile than decapods, assume a clearer role in terms of bionomic description. In contrast, species from the carcinofauna supply more detailed information on edaphic factors which characterize various biotopes locally.

Based on the critical examination of the collected data, it is worth underlining the necessity to revise some bionomic definitions which to date have been attributed to the echinofauna or carcinofauna. In particular, the rigorous definition of biocoenoses is restricted by inadequacy of sampling and disperse data. General conclusions have often been wrongly drawn from a few local studies.

## POVZETEK

Avtorici poročata o rezultatih vzorčenja bentoške favne na mehkem dnu v Toskanskem in Pontskem otočju v Sredozemskem morju med letoma 1988 in 1991. Vzorčenje je bilo opravljeno na 506 detritnih postajah, v tem delu avtorici navajata podatke le s 197 postaj, značilnih po deseteronožcih in iglokožcih, ki tam živijo. 64 od teh je bilo v Toskanskem območju, kjer je bilo zabeleženih 20 vrst deseteronožcev in 21 vrst iglokožcev, 133 pa v Pontskem otočju, kjer je bilo zbranih po 32 vrst za oba taksona. Zbrani podatki za favnistični skupini kažejo na razlike v specifični sestavi dveh otočij. Kar zadeva rake, je bilo v obeh otočjih najdenih samo 12 vrst. Tri vrste iz rodu *Ebalia* (*E. cranchi*, *E. granulosa* in *E. edwardsi*), značilne za peščeno dno, so bile najdene samo v Pontskem otočju, medtem ko je bilo na mešanem dnu DC-DE-DL v Toskanskem otočju najdenih več primerkov vrst *Galathea strigosa* in *G. squamifera*. Kar zadeva iglokožce, je večina vrst, najdenih v obeh preučevanih območjih, značilna za bolj grobo biodetritično dno. Razlike v favnistični sestavi dveh otočij gredo v glavnem na račun razredov Asteroidea, Ophiuroidea in Echinoidea.

Ob primerjavi biodetritnih biocenoznih podlag na dnu dveh različnih raziskanih otočjih je jasno, da največji odstotek v obeh primerih sestavljata biocenozi DC. Ob kritičnem pregledu zbranih podatkov avtorici poudarjata, da bi bilo treba na novo pregledati bionomske definicije, ki so bile do danes pripisane favni iglokožcev in deseteronožcev.

## REFERENCES

- Albertelli G. & Cattaneo M., (1983):** Contributi agli studi della piattaforma continentale del Mar Ligure ed Alto tirreno. 3. Analisi faunistico bionomica del macrobenthos in 4 zone campionate. *Atti IV Congresso A.I.O.L., Chiavari, 1-3/17/80, (14): 1-12.*
- Basso D., Corselli C. & Giacobbe S., (1990):** Processi Tafonomici e sedimentari sulla piattaforma continentale del Mediterraneo. Arcipelago Toscano: *Rapporto sui risultati delle crociere oceanografiche della N/O MINERVA, Giugno-luglio, 1988; dicembre, 1988. "Rapporti 4" Dip. Biol. Animal. Ecol. Mar.: 40pp.*
- Corselli C. & Giacobbe S., (1992):** Il progetto TSM nel Tirreno Settentrionale: dati preliminari. *Atti del 9° Congresso AIOL, S. Margherita Ligure, 20-23 Novembre 1990: 167-178.*
- Corselli C., Giacobbe S., Leonardi M. & Basso D., (1994):** Biotopi e biocenosi della dorsale sottomarina Pianosa-Scoglio d'Africa (Arcipelago Toscano). *Atti del 10° Congresso AIOL, Alassio, 4-6 Novembre 1992: 221-232.*
- Corselli C., Giacobbe S., Leonardi M., Basso D., Rinelli P., Spanò N. & Jerace S. (1995):** Taphonomy and sedimentology of the Pontian Archipelago: results of R/V "Minerva" cruises: July 1989, october-november 1989. *Archivi del Museo di Storia Naturale di Torino, in press.*
- Falconetti C., (1980):** Bionomie benthique des fonds situées à la limite du plateau continental du Banc Magaud (Iles d'Hyères et de la région de Calvi-Corse). Thèse de Doctorat, Université de Nice.
- Gamulin-Brida, H. (1974):** Biocoenoses benthique de la Mer Adriatique. *Acta adriatica, vol. XV, n°9: 1-102*
- Giacobbe S., Rinelli P. & Spanò N. (1996):** Echinodermi e crostacei decapodi in fondi mobili litorali del versante calabro dello Stretto di Messina. *Biol. Mar. Medit., 3(1): 400-406.*
- Guille A. (1972):** Ophiures nouvelles ou inconnues de Méditerranée: *Amphiura cherbonnieri* sp.nov. et *Amphiura securigera* (Duben-Koren). *Bull. Mus. Hist. nat., Paris, 3 sér., n° 81, Zoologie 60: 925-933.*
- Jacquotte R., (1963):** Signification biocenotique des fonds a *Peyssonnelia polymorpha* (Zan.) Schimdt des cotes de Provence. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume, bull. 29, fasc. 44: 27-41.*
- Pérès J.M., Picard J. (1964):** Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume, 31: 137pp.*
- Picard J., (1965):** Recherches qualitatives sur le biocoenoses marines des substrats meubles dragables de la région marseillaise. *Rec. Trav. St. Mar. Endoume, 36, fasc. 52:1-60.*
- Rinelli P., Spanò N., (1996):** Distribuzione di crostacei decapodi ed echinodermi di ambienti detritici insulari. *Biol. Mar. Medit, in press.*

**Spanò N., (1992):** Contributo alla conoscenza della bionomia bentonica dei crostacei decapodi della piattaforma continentale in Mediterraneo. *Tesi Dottorato di Ricerca in Scienze Ambientali: Ambiente marino e risorse, IV ciclo.* 1-500 pp.

**Spanò N., (1994):** Dati preliminari sulla fauna carcinologica di ambienti detritici insulari: Arcipelago Toscano ed Isole Pontine. *Biol. Mar. Medit.* 1(1): 357-358.

**Zavodnik D. (1973):** Sur la présence d'*Amphiura (Ophiopeltis) securigera* (Dub. Kor.) (Echinodermata Ophiuroidea) dans l'Adriatique du Nord. *Rapp. Comm. int. Mer. Medit.*, 21, 9: 595-596, 1 fig.

## MESEČNO NASELJEVANJE BENTOŠKE FAVNE NA PREDHODNO ZAMRZNJENIH MORSKIH SEDIMENTIH - PRELIMINARNO POROČILO

*Vesna FLANDER*

dipl. biolog, Morska biološka postaja, SI-6330 Piran, Fornace 41  
B.Sc., biologist, Marine Biological Station, SI-6330 Piran, Fornace 41

*Borut VRIŠER*

dr. biol. znan., Inštitut za biologijo, Morska biološka postaja, SI-6330 Piran, Fornace 41  
Ph.D., Institute of Biology, Marine Biological Station, SI-6330 Piran, Fornace 41

*Aleksander VUKOVIČ*

dr. biol. znan., Inštitut za biologijo, Morska biološka postaja, SI-6330 Piran, Fornace 41  
Ph.D., Institute of Biology, Marine Biological Station, SI-6330 Piran, Fornace 41

### IZVLEČEK

V članku obravnavamo naseljevanje predhodno zamrznjenega in na globino 24 m postavljenega morskega sedimenta. Rezultati enoletnega poskusa so pokazali zaporedje naseljevanja bentoških živali na območju Tržaškega zaliva. Številčno najbolj pogosta skupina organizmov so bili mnogoščetinci (*Polychaeta*), ki so sestavljali več kot 60% vseh ugotovljenih osebkov. Sledili so raki (*Crustacea*) s 30,4%, školjke (*Bivalvia*) s 4,7%, kačjerepi (*Ophiuroidea*) z 2,2% in polži (*Gastropoda*) z 0,7% vseh osebkov. Mesečna naselitev sedimenta na osnovi celotne opazovane abundance vseh opazovanih vrst je bila veliko hitrejša spomladi in poleti proti koncu poskusa kot jeseni in pozimi na začetku poskusa. Zelo očiten višek mesečne naselitve, predvsem različnih vrst mnogoščetincev, je bil julija 1994.

**Ključne besede:** morski sediment, Tržaški zaliv, naseljevanje, makrozoobentos

**Key words:** marine sediment, Gulf of Trieste, succession, macrozoobenthos

### UVOD

Severni Jadran je označen kot občutljiv ekosistem. Kot najsevernejši del Sredozemskega morja je izpostavljen visokim letnim nihanjem fizikalnih dejavnikov, kot sta temperatura in slanost. Njegova izrazita plitkost (< 30 m), močna plastovitost, velik vpliv deloma onesnaženih rečnih pritokov skupaj z vplivom turizma in komercialnega ribolova prispevajo k temu, da je klasični primer ogroženega morskega ekosistema. Severni Jadran

je tudi občutljiv za dejavnike, kot so pomanjkanje kisika in produkcija morskega snega, ki so se v zadnjih letih pojavljali v dramatičnem obsegu (Stachowitsch & Fuchs, 1995).

Kljub zgoraj navedenim nestabilnostim ima sublitoralno mehko dno Severnega Jadrana dobro razvite bentoške združbe. Na tem območju so bentoške združbe že skoraj stoletje razlog za raziskave. Teh združb ne sestavlja le dobro razvita infavna, marveč tudi značilna makroepifavna (Orel & Mennea, 1969). V makroben-

toški favni dobršnega dela Tržaškega zaliva je še v prvi polovici sedemdesetih let prevladovala združba *Ophiolithrix-Reniera-Microcosmus* (O-R-M), poimenovana po treh dominantnih rodovih, kačjerepu *Ophiolithrix*, spužvi *Reniera* in kozolnjaku *Microcosmus* (Fedra et al., 1976). Ta združba je sestavljena predvsem iz mobilnih in sesilnih filtratorjev ali suspenzofagov, ki so agregirani v tako imenovane multispecifične agregate (Stachowitsch & Fuchs, 1995). Med ekološkimi raziskavami v sedemdesetih so ugotovili, da združba O-R-M ohranja stabilno biomaso in strukturo. Združba igra pomembno vlogo pri stabiliziranju celotnega ekosistema s tem, ko odstranjuje suspendiran material iz vodnega stolpca in ga skladišči v obliki bentoške biomase (Ott & Fedra, 1977; Ott, 1981).

Vrsta novejših motenj, ki vključujejo tudi pomanjkanje kisika in masiven razvoj morskoga snega, je prekoračila funkcijo stabiliziranja in vodi k propadu bentosa (Stachowitsch, 1984). Ta proces je v vedno večji povezavi z evτροφikacijo (Rosenberg, 1985; UNESCO, 1988).

Medtem ko so take motnje vidne v pelaškem sistemu v obliki zmanjšane prozornosti, spremembi barve vode, površinskih slojev mukusa in drugih kratkoročnih dogajanj, pa so posledice na bentosu veliko bolj daljnosežne. Dolgoročne študije so potrebne za ugotavljanje posledic takih motenj v bentosu in določanje, kako različne kratkoročne motnje vplivajo na celotni sistem (Stachowitsch & Fuchs, 1995).

Povprečna biomasa makrobentoške favne v sedemdesetih je bila na globinah okoli 20 m 370 ( $\pm 73$ ) g/m<sup>2</sup> mokre teže (Fedra et al., 1976). Toda že tedaj so raziskovalci MBP Piran na nekaterih predelih, predvsem v globljih kotanjah osrednjega dela zaliva, naleteli na območja, ki so bila bistveno redkeje naseljena (biomasa pod 10 g/m<sup>2</sup>) in leta 1974 zasledili tudi manjšo lokalno anoksijo s poginom makrofavne kot njeno skrajno posledico (Avčin et al., 1979).

Hipoksije ( $O_2 < 2$  mg/l) in anoksije ( $O_2 < 0,2$  mg/l) so zmanjšane količine kisika v vodi. V Tržaškem zalivu so v zadnjih dvajsetih letih po podatkih MBP skoraj vsakoleten pojav. V tem obdobju je bilo nesporno ugotovljeno najmanj pet hipoksij večjega ali manjšega obsega, in sicer v letih 1974, 1980, 1983, 1987 in 1990. Posebno dve (leta 1983 in 1990) pa sta bili usodni za preživetje bentoške favne v Tržaškem zalivu, ko je zaradi pomanjkanja kisika v globini pod izobato 20 m poginila praktično vsa makrofavna razen nekaj redkih, mobilnejših oz. hitro gibljivih vrst, ki se jim je še uspelo pravočasno umakniti iz ogroženega območja v plitvejšo vodo bliže obali. Močno prizadeta je bila tudi meiofavna, ki se je v primeru iz leta 1983 za kratek čas številčno prepopolnila (Stachowitsch, 1984; Vuković et al., 1984; Faganeli et al., 1985).

Opazovano zaporedje sprememb v vedenju v razmerah evτροφikacije dovoljuje razporeditev favne, ki jo preučujemo, v občutljive in odporne vrste. Te spre-

membe v vedenju so lahko tudi pomemben kazalec trajanja in obsega procesov pomanjkanja kisika v morju (anoksije in hipoksije). Postmortalna odsotnost občutljivih vrst označuje milejše razmere, umrljivost odpornejših vrst pa kaže na ostrejša razmera. Obnavljanje take združbe poteka zelo počasi (Stachowitsch, 1992).

Bentoške združbe imajo torej pomembno vlogo pri evτροφizaciji. Po eni strani blažijo posledice kopičenja nutrientov ("naravna kontrola evτροφizacije") s tem, da filtrirajo plankton iz vode (Officier et al., 1984), po drugi strani pa spremembe lastnosti teh stabilnih združb lahko zagotovijo zaznavo motnje še po dolgem času, kar je merilo za stopnjo obalne evτροφizacije (Stachowitsch, 1992).

Hipoksije oz. anoksije se vedno pojavijo pozno poleti oz. zgodaj jeseni. S tem je povezan začetek poskusa v septembru.

Občasno pomanjkanje kisika v obalnih morjih, ponavadi v sloju tik nad dnom, je pojav, o katerem vse pogosteje poročajo iz najrazličnejših predelov sveta (Thomas & White, 1969; Forster, 1979; Zarkanelas, 1979; Stefanon & Boldrin, 1982; Rachor & Albrecht, 1983; Tyson & Pearson, 1991; Orel et al., 1993). Večina avtorjev opozarja na tesno povezavo med evτροφizacijo obalnih voda ter nastankom, trajanjem in pogostostjo pojavljanja anoksij. Vsi tudi opozarjajo na pomen in vlogo, ki jo ima pri tem povečana primarna produkcija organske snovi v pelaškem sistemu, ki se med drugim kaže v obliki vse dalj časa trajajočih in vse pogostejših fitoplanktonskih "cvetenj".

Eksperimentalno delo smo opravili v okolju, za katero so značilne občasne anoksije. Naš cilj je bil preučiti osnovne faze ponovne naselitve bentoške favne iz pelaškega sistema z uporabo izpostavljenih vzorcev predhodno zamrznjenega sedimenta.

Osnovni cilj raziskave je bil posvečen nekaterim vprašanjem procesa obnavljanja (ponovne naselitve) združb sedimentnega dna.

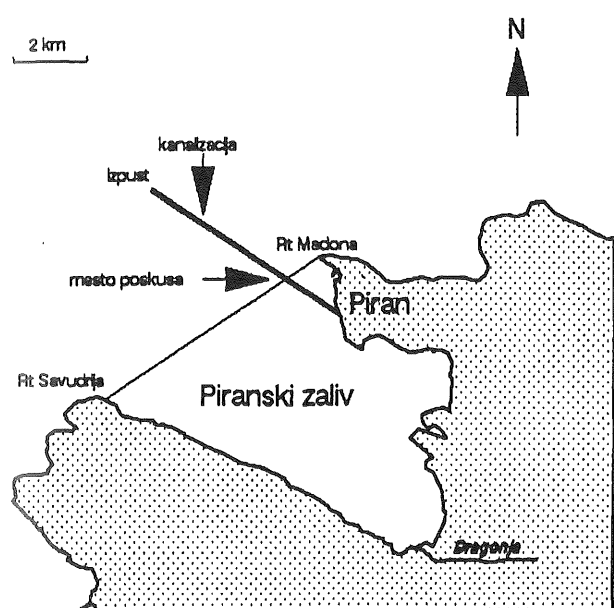
Predpostavili smo, da se sedanja združba sicer obnavlja tudi z usedanjem larvalnih stadijev vrst iz pelagiala ter številnih drugih vrst, vendar te zaradi novonastalih razmer ne morejo odrasti, torej preživeti kritične postlarvalne in juvenilne faze, ter da je dotok vrst, ki naseljujejo izpraznjeni substrat, močno odvisen od sezonskih nihanj.

V tem članku so predstavljeni preliminarni rezultati mesečnega naseljevanja predhodno zamrznjenih morskih sedimentov.

## OPIS RAZISKOVALNEGA OBMOČJA

Območje poskusa leži na jugovzhodnem obrobju Tržaškega zaliva. Geografske koordinate mesta poskusa so 45° 31,8' in 13° 33,2', globina morja na tem mestu pa je okoli 24 m.





Sl. 1: Prikaz raziskovalnega območja z označenim mestom poskusa.

Fig. 1: Study area with the experiment site.

Tržaški zaliv ima površino približno 500 km<sup>2</sup>, približno petina je plitvejša od 10 m, tako da je njegova prostornina le okoli 9,5 km<sup>3</sup>. Zaradi plitvosti, majhne vodne mase in izoliranosti obalnega morja ima klima izdaten in hiter vpliv na toplotne razmere. Močno ohlajanje pozimi in ogrevanje poleti doseže tudi plitvo dno.

V toplu delu leta ločimo značilno obdobje termične plastovitosti (april - september), v katerem je temperatura nad termoklino 18-26 °C, v pridnenih slojih pa se vzdržuje temperatura 12-17 °C.

Razpon toplotnih pogojev za bentoške združbe Piranskega zaliva je v povprečnem letnem ciklusu 6-20 °C, kar zahteva veliko ekološko toleranco združb in njihovih elementov.

Temperatura poleg drugih biokemičnih procesov odločilno vpliva na zalogo raztopljenega kisika v vodnem stolpcu. V poznojesenskem obdobju lahko pride do pomanjkanja kisika v pridnenem sloju v globinah okoli 24 m deloma tudi zaradi visokih temperatur vodnega stolpca, ki zmanjšajo topnost kisika.

Mesto poskusa je bilo na prehodu glinasto-muljastega dna v školjčno-detritično dno. V združbi glinasto-muljastega dna alg tako rekoč ni, prevladujejo pa mehkužci (značilen predstavnik je polž *Aporrhais pespelecani*), brizgači (*Holothuria tubulosa*) in mnogoščetinci, predvsem *Maldane glebifex* (Ogorelec et al., 1988). Značilna je tudi popolna odsotnost spužev in plaščarjev, ki nikdar ne naseljujejo tega tipa dna (Avčič et al., 1973). Ta združba prehaja v združbo školjčno-detritičnega dna, sestavljenega iz pretežno filtratorskih

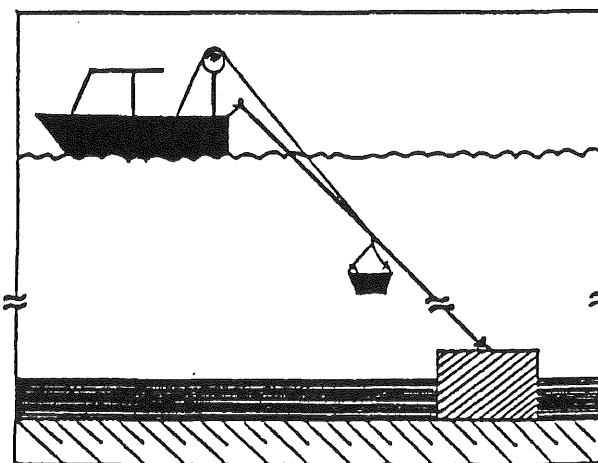
vrst organizmov. Pred pomorom leta 1983 je bila to združba O-R-M, v kateri so prevladovala vrsta kačjerepov *Ophiothrix quinque maculata*, spužva *Reniera* sp. in kozolnjaki iz rodu *Microcosmus* (Avčič & Vrišer, 1983). Združba O-R-M se po anoksiji leta 1983, ko je bila uničena, ni več obnovila. Vzpostavlja se le osiromašena različica nekdanje združbe.

Mesto poskusa je ležalo na točki, kjer spojnica dveh rtov (Rt Madona in Rt Savudrija) seka cevovod čistilne naprave piransko-portoroških odplak (slika 1). To lokacijo smo izbrali iz več razlogov: zaradi lažje orientacije in iskanja mesta poskusa ter predvsem zato, da nam ne bi poskusa uničili ribiči med kočarjenjem.

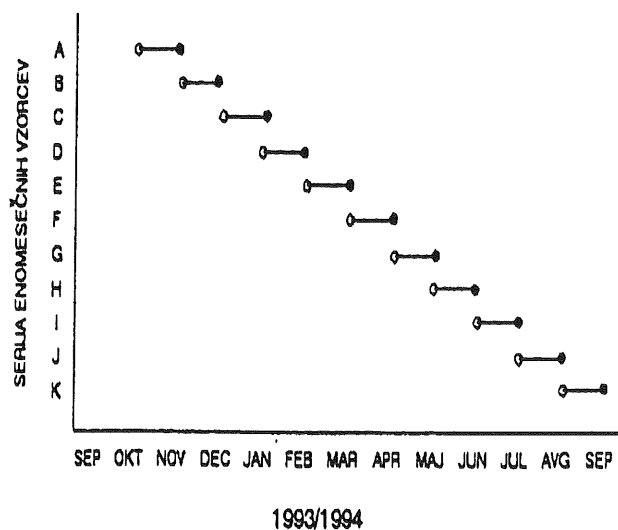
## MATERIAL IN METODE

Sediment, ki je rabil kot substrat za naseljevanje, smo odvzeli na isti lokaciji, kjer je kasneje potekal poskus. S tem sedimentom smo napolnili eksperimentalne posode do približno 4 cm pod robom. Tako pripravljen substrat v posodah smo nato zamrznili pri temperaturi -30 °C. Substrat je bil zamrznjen najmanj en teden (pa do uporabe vsak mesec). Še zamrznjenega smo položili v morje.

Z zamrzovanjem smo uničili osebke makrobentoških in drugih organizmov, ker smo želeli spremljati naseljevanje sedimenta brez živih organizmov. Eksperimentalne posode iz plastike so bile okrogle, visoke 20 cm, s premerom 36 cm in z odprtino površine 1018 cm<sup>2</sup>. Eksperimentalne posode s sedimentom smo v morje spuščali in dvigovali ročno z "žičnico", to je vrvjo, ki smo jo na enem koncu pripeli na čoln in na drugem na betonski blok kanalizacijske cevi na morskem dnu (slika 2). Po vrvi smo nato previdno spustili eksperimentalno posodo na dno in potapljač jo je odnesel na vnaprej določeno mesto, kjer je ostala en mesec.



Sl. 2: Način postavljanja eksperimentalnih posod.  
Fig. 2: Placing of experimental containers pattern.



Sl. 3: Vzorčevalni protokol.  
Fig. 3: Sampling protocol.

Konec septembra 1993 smo namestili prvo od dvanajstih eksperimentalnih posod, nato pa še vsak naslednji mesec po eno. Časovno zaporedje postavljanja vzorcev v morje je prikazano na sliki 3 (o - vzorec položen v morje, ● - vzorec odvzet iz morja, A-K - vzorci). Žal smo prvi vzorec (oktober 1993) izgubili, tako da serija enomesečnih vzorcev ni popolna.

Vzorce smo dvigovali iz morja po "žičnici" s škripcem. Preden smo posodo začeli dvigovati, smo jo pokrili z zaščitnim pokrovom. Posode smo pokrivali zato, da se substrat med dvigovanjem ni izpral zaradi turbulence, ki je pri tem nastajala.

Iz vsake eksperimentalne posode smo z lopatko odvzeli 10 cm debel zgornji sloj sedimenta in ga fiksirali s formaldehidom. Fiksirani sediment smo z vodnim curkom sejali skozi siti z odprtini 1 mm in 0,5 mm. Organizme, ki so ostali na sitih, smo pobrali in taksonomsko določili do vrst, rodov ali višjih sistematskih skupin. Organizme smo določevali z uporabo dostopnih taksonomskih ključev in primerkov iz referenčne zbirke MBP. Določevanje je bilo zvečinoma težavno, predvsem zaradi mladostnosti in pretežne poškodovanosti osebkov. Zaradi izjemne zahtevnosti določevanja mnogoščetincev, ki bi zahtevala sodelovanje specialista, le-teh nismo natančneje taksonomsko obdelali.

Taksonomsko obdelani material smo prešteli, razen skupin Hydrozoa (Thecophora, Athecata), Bryozoa in Ascidiacea, pri katerih smo označili le njihovo pojavljanje s št. os. = 1.

Na podlagi Jacquardovega (JC) indeksa podobnosti, ki temelji na številu skupnih vrst, smo analizirali podobnost med eksperimentalnimi posodami (med vzorci). Ker vsi osebki niso bili določeni do ravni vrste, smo namesto števila skupnih vrst vzeli skupno število vseh

živalskih skupin (do katerih smo jih določili). Primerjali smo po dva in dva vzorca. Na podlagi dobljenih vrednosti JC indeksa smo naredili trellis diagram, ki nam grafično podaja podobnost med posameznimi vzorci.

$$JC = \left( \frac{c}{a + b + c} \right) * 100$$

- a - število vrst, ki so samo v vzorcu a
- b - število vrst, ki so samo v vzorcu b
- c - število skupnih vrst v vzorcu a in b

## REZULTATI

Zaradi mladostnih in poškodovanih organizmov ter zaradi tega nastalih težav pri določevanju so bile taksonomske determinacije zbranih živali neizogibno nepopolne. Rezultati o številčnosti posameznih skupin niso zajeli podatkov o skupinah, katerih pojavljanje smo označevali s št. os. = 1. Iz enomesečnih vzorcev je razvidno, kateri organizmi so se naseljevali v posameznih obdobjih leta in v katerih obdobjih oz. mesecih je bila gostota naseljevanja največja. Enomesečni vzorci torej kažejo intenziteto in čas, v katerem so prehajale določene skupine živali iz pelaškega v bentoški sistem, oziroma nam podajajo naselitvena obdobja določenih skupin.

V tabeli 1 je seznam vseh določenih skupin ter njihovo pojavljanje v posameznih vzorcih serije enomesečnih vzorcev. Določili smo 12 različnih živalskih redov (PLATYHELMINTHES - Turbellaria; CNIDARIA - Hydrozoa; ASCHELMINTHES - Nematoda; NEMERTINA; MOLLUSCA - Gastropoda, Bivalvia; ANNELIDA - Polychaeta; ARTHROPODA - Crustacea; TENTACULATA - Bryozoa; CHAETOGNATHA; ECHINODERMATA - Ophiuroidea, Echinoidea; TUNICATA - Ascidiacea; VERTEBRATA - Pisces).

Številčno najbolj pogosta skupina so bili mnogoščetinci (2295 osebkov), ki so sestavljali 60,2% vseh prešteti osebkov serije enomesečnih vzorcev. Sledili so raki s 30,4%, školjke s 4,7%, kačjerepi z 2,2% in polži z 0,7% vseh osebkov. Med raki so bili najpogostejši predstavniki družine Gammaridae s 13,3% vseh osebkov. Najštevilčnejši rod med delno določenimi organizmi je bil rod *Ampelisca* (Gammaridae) z 227 osebki.

Organizmi različnih skupin imajo naselitvena obdobja v različnih obdobjih leta, zato smo vsak mesec dobili drugačno vrstno sestavo.

Iz rezultatov vidimo, da so se nekatere skupine živali pojavljale v vzorcih skozi vse leto, druge le sezonsko v posameznem obdobju leta, nekaj pa smo jih našli posamično.

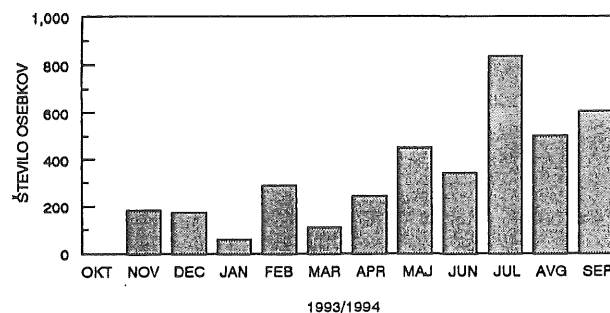
SKUPINA	A nov	B dec	C jan	D feb	E mar	F apr	G maj	H jun	I jul	J avg	K sep	skup. št.os.
PLATYHELMINTHES												
TURBELLARIA											2	2
CNIDARIA												
CNIDARIA juv.											2	2
HYDROZOA												
Thecaphora		1	1	1	1	1			1	1		1
Athecata											1	1
ASCHELMINTHES												
NEMATODA			1	1	10	9					2	23
NEMERTINA	8			4	3				2	1		18
MOLLUSCA												
GASTROPODA												
GASTROPODA juv.						1		5	3	3	4	16
Trunculariopsis trunculus							1		1			2
Rissoidae sp. A									1	4		5
Rissoidae sp. B										1		1
Opisthobranchia									1			1
BIVALVIA												
BIVALVIA juv.				1		5	1	66	29	18	40	160
Pectiniidae									5		6	11
Pinna nobilis				1								1
Ostrea sp.											1	1
Solenidae		1									6	7
ANNELIDA												
POLYCHAETA	161	136	22	176	36	192	392	192	554	206	228	2295
ARTHROPODA												
CRUSTACEA												
Ostracoda	1	6	23	60	23	17	18	1	7	8	9	173
Copepoda-Harpacticoida				2	13	6	8	2	9	39	2	81
Malacostraca juv.									4			4
Nebalia bipes		4	2	20	1							27
Decapoda juv.		1										1
Anomura juv.									1			1
Paguridea											1	1
Pisidia longimana							1					1
Brachyura juv.								2			4	6
Macrura juv.								3	10	7	8	28
Processa sp.	1											1
Mysidacea			1	1				7	36	10	9	64
Cumacea juv.		3	1					2		12	13	31
Cumella sp.										2	3	5
Cumella limicola		1	2	2								5
Diastylis sp.		3			2	1	6	1	32	15	11	71
Diastylis rugosa				2								2
Bodotria sp.					1				2	6	11	20
Iphinoe sp.	1	6		3	10	1	2	1	12	7	9	52
Leucon sp.						1						1
Anisopoda			1	1				2	3	19	29	55
Isopoda juv.								1		1	1	3
Cirolana borealis						1				1		2
Sphaeroma serratum		1										1
Gnathia sp.								1	2		3	6
Caprellidae				1	1			1	3		1	7
Gammaridae juv.	1	5	7	4	5	1	2	9	28	42	34	138
Ampelisca sp.	13	11		7	2	11	8	22	38	45	70	227
Leucothoe sp.				3					4	1	4	12
Oediceroidae					2		6	14	24	28	13	87
Gammaridae sp. A							6	2		12	24	44
TENTACULATA												
BRYOZOA											1	1
CHAETOGNATHA			1		3			6	9	2	2	23
ECHINODERMATA												
OPHIUROIDEA juv.				1	1			2	15	12	53	84
ECHINOIDEA juv.								2				2
TUNICATA												
ASCIDIACEA								1				1
VERTEBRATA												
PISCES												
Pleuronectiformes juv.									1			1
VSOTA OSEBKOV	186	179	62	291	114	247	453	345	837	503	607	3816*
ŠT. RAZLIČNIH SKUPIN	7	13	11	19	16	12	13	23	28	26	33	54

\* Vrednost, ko nismo upoštevali skupin, katerih pojavljanje je bilo označeno s št. os. = 1 (take so bile Hydrozoa - Thecaphora in Athecata, Bryozoa ter Ascidiacea).

Tabela 1: Seznam vseh določenih skupin, rodov in vrst ter njihovo pojavljanje v seriji enomesečnih vzorcev (št. os. je podano na površino odprtine eksperimentalne posode 1018 cm<sup>2</sup>).

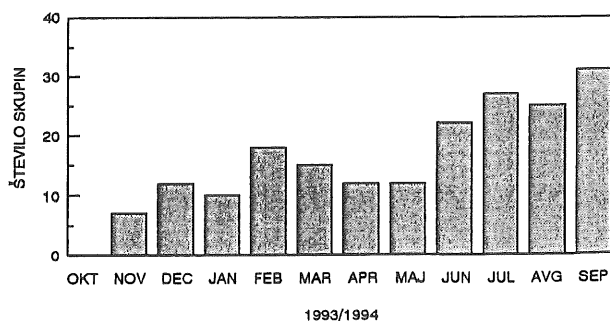
Table 1: List of all the observed taxa, genera and species, as well as their occurrence in a monthly sample series (No. of individuals per 1018 cm<sup>2</sup>, the surface area of the mouth of experimental container).

Pojavljanje večjega števila osebkov istih skupin skozi vse leto oz. pojavljanje določenih skupin v posameznih sezonah je odvisno od njihove ekološke in fiziološke evrivalentnosti oz. stenovalentnosti. Število osebkov, ki so se naselili v posameznem mesecu, se je med letom spreminjalo. Iz tega lahko razberemo, kdaj v letu so bila glavna naselitvena obdobja.



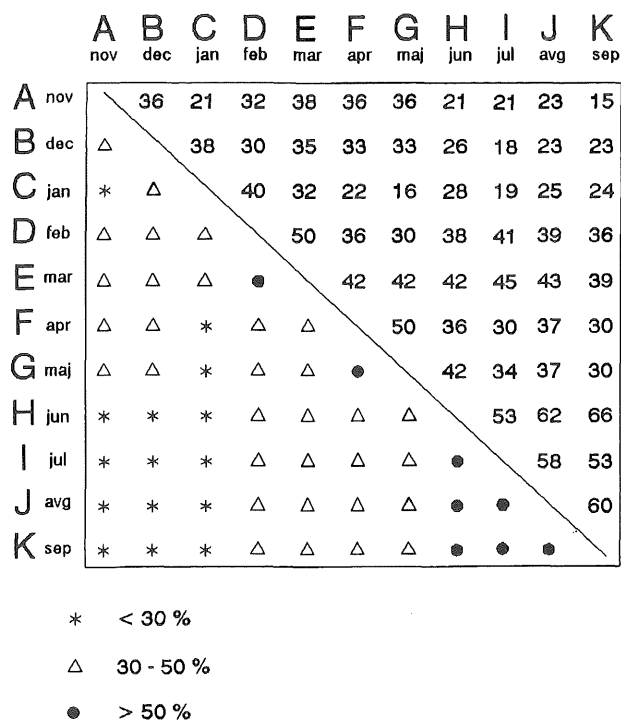
Sl. 4: Dinamika celokupne abundance v 12-mesečnem obdobju.

Fig. 4: Total abundance dynamic in 12-monthly period.



Sl. 5: Dinamika števila različnih skupin živali v 12-mesečnem obdobju.

Fig. 5: Variation in the number of different animal taxa in 12-monthly period.



Sl. 6: Grafični prikaz podobnosti med posameznimi vzorci na osnovi Jacquardovega indeksa podobnosti.  
 Fig. 6: Graphical presentation of similarity according to Jacquard index.

Najmanjše število osebkov smo našli januarja (62). Od januarja do februarja je število nekoliko naraslo (291), vendar je marca ponovno upadlo (114). Od marca do maja je število osebkov naraščalo, junija je sledil rahel padec, julija pa je bilo doseženo največje število osebkov (837). Število osebkov je nato upadalo proti zimskim mesecem (slika 4).

Dinamiko števila osebkov med letom so motile skupine, ki niso bile štete, tako da smo njihovo pojavljanje označili le s št. os. = 1. Take so bile Hydrozoa (Thecaphora, Athecata), Bryozoa in Ascidiacea.

Nizko število različnih živalskih skupin je lahko kazalec stresnih razmer oz. nasprotno, klimaks stanja, če je vrstna pestrost relativno visoka.

V naših vzorcih smo ugotovili največ različnih skupin živali septembra (33). Manjši vrh je bil tudi februarja (19). Najmanjše število različnih skupin pa je bilo novembra (7) (slika 5).

S trellis diagramom smo grafično prikazali podobnost (na osnovi Jacquardovega indeksa podobnosti) med posameznimi eksperimentalnimi posodami - vzorci (slika 6).

Največjo podobnost smo opazili med vzorci, ki so bili izpostavljeni v poletnih mesecih, najmanjšo pa med vzorci poletnih mesecev H, I, J in K v primerjavi z vzorci zimskih mesecev A, B in C, kar je razumljivo, saj se pozimi naseljujejo druge vrste kot poleti.

## RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI

Bentoške združbe Tržaškega zaliva, različne asociacije spužev, mehkužcev, kačjerepov in plaščarjev, so bile po prvem množičnem poginu bentoških organizmov leta 1983 še večkrat prizadete zaradi anoksij.

Za preučevanje možnosti ponovne naselitve izpraznjenega biotopa, tipičnega sedimentnega biotopa, prizadetega z anoksijo, smo večje posode, napolnjene s sedimentnim materialom, ki smo ga pred poskusom globoko zamrznili, izpostavili naseljevanju larv, rib in plezajočih organizmov.

Eksperimentalne posode so bile v združbi mehkega dna tuj element in kot take so pomenile "sekundarno trdo dno", zato so se nanje naseljevali povsem drugi organizmi. To so bile razne alge, od živali pa so bili zelo pogosti mnogoščetinci *Pomatoceros triqueter*, različni mahovnjaki in živali, ki plezajo po posodah. Živali, ki so priplezale v posode iz okolice, so motile rezultate. Tak primer je bil majski enomesečni vzorec, v katerem smo našli odraslega polža *Trunculariopsis trunculus*, za katerega smo prepričani, da ni zrasel do take velikosti v enem mesecu. Efektu "sekundarnega trdega dna" bi se izognili, če bi eksperimentalne posode vkopali ali pa bi jih nekoliko dvignili z dna. S slednjim bi preprečili plezanje po posodah oz. naseljevanje odraslih živali z dna, ki bi motile rezultate, v določenih primerih pa bi lahko pomenile plenilca ali tekmeča organizmom, ki bi se naseljevali v eksperimentalne posode iz pelaškega sistema. Z vkopavanjem posod pa bi se izognili le zaraščanju posod.

Poseben problem so bili glavači (*Gobius*). Poskus so motili tako, da so iz eksperimentalnih posod dobesedno izvrgli del substrata, da so v njih naredili "gnezdno", in se nato naselili v njem. S tem ko so izvrgli del substrata, so izvrgli tudi vse tiste organizme, ki so se naselili v tistem delu substrata. Zaradi tega so bili nekateri vzorci nepopolni. Ribe iz rodu *Gobius* so se pojavljale meseca maja, junija in julija 1994.

Negativnemu delovanju teh rib na naše vzorce bi se lahko izognili, če bi na eksperimentalne posode pritrdili zaščitno mrežo z dovolj majhnimi odprtini, da ribe ne bi mogle skozi, vendar z dovolj velikimi, da bi se lahko nemoteno naseljevali organizmi iz pelaškega sistema. S pritrditvijo zaščitne mreže z odprtini primerne velikosti bi preprečili tudi naseljevanje odraslih živali z morskega dna. Vendar bi mreža pomenila tudi past za različne snovi in bi preprečevala normalno cirkulacijo vode in snovi v njej.

Interpretacijo vseh rezultatov, kjer smo uporabili število vseh osebkov, so motile skupine, katerih pojavljanje je bilo označeno s št. os. = 1, ne glede na dejansko število pojavljajočih se osebkov. Take skupine so bile Hydrozoa (Thecaphora, Athecata), Bryozoa in Ascidiacea.

V seriji enomesečnih vzorcev so po številu osebkov

prevladovali mnogoščetinci, sledili so jim raki, školjke, kačjerepi in polži. Med raki so bile najpogostejše postranice (Gammaridea, Amphipoda). Upošteva je nepopolne determinacije je bil najbolj številčen rod prav gotovo rod *Ampelisca* (Gammaridae).

Za skupine živali, ki so se pojavljale vse leto (v vseh vzorcih), lahko rečemo, da so zelo prilagodljive, saj jim spreminjanje raznih dejavnikov okolja med letom očitno ne preprečuje, da bi se uspešno razmnoževale ali naseljevale vse leto. Take so bile: Thecaphora, Polychaeta, Ostracoda, Copepoda-Harpacticoidea, *Iphinoe sp.*, Gammaridae juv. in *Ampelisca sp.*

Nasprotno pa so nekatere skupine živali izkoristile ugodne razmere, ki so bile na voljo v posameznih obdobjih in so se pojavljale v večjem številu le v določenem obdobju leta. Take so bile: Nematoda, Nemeritina, Gastropoda juv., Bivalvia juv., Pectinidae, Solenidae, *Nebalia bipes*, Macrura juv., Mysidacea, Cumacea juv., *Diastylis sp.*, *Bodotria sp.*, Anisopoda, *Leucothoe sp.*, Oediceroidae, Gammaridae sp. A, Chaetognatha in Ophiuroidea juv.

Zaradi mladostnosti in poškodovanosti organizmov, torej zaradi izjemne težavnosti določevanja takih organizmov, so bile naše določitve nepopolne in organizmov nismo določili do enakega taksonomskega nivoja. To je vplivalo na dinamiko abundance različnih skupin živali in na rezultate Jacquardovega indeksa podobnosti, ki praviloma temelji na številu vrst, vendar smo namesto števila vrst uporabljali število skupin. Največjo podobnost med enomesečnimi vzorci smo iz

vrednosti Jacquardovih indeksov podobnosti ugotovili v obdobju največje naselitve (poletni meseci).

Pojavljanje različnih skupin živali v vzorcih nam da podatke o dinamiki naseljevanja določene skupine oz. o času in intenziteti naseljevanja neke skupine iz pelagialnega v bentoški sistem. Larve bentoških organizmov so se naseljevale predvsem od maja do septembra 1994. Izrazito zimsko naselitveno obdobje smo opazili le pri skupini Ostracoda ter vrstah *Nebalia bipes* in *Cumella limicola*.

Mesečna naselitev sedimenta, na osnovi celotne opazovane številčnosti vseh opazovanih vrst, je bila veliko hitrejša spomladi in poleti proti koncu poskusa kot jeseni in pozimi na začetku poskusa. Zelo očiten višek mesečne naselitve, predvsem različnih vrst mnogoščetincev, je bil julija 1994.

Primerjava dela in rezultatov tega poskusa z diplomsko nalogo Sonje Camlek, ki je imela podobno tematiko (Camlak, 1977), nam pokaže, da je tako v njenih kot v naših vzorcih prevladovala skupina mnogoščetincev, nekatere skupine so se pojavljale v vzorcih vse leto, druge le sezonsko, nekatere pa samo posamično. Tudi viški naselitvenih obdobj so bili v istem obdobju leta.

V vseh vzorcih je bilo veliko juvenilnih osebkov, kar nakazuje nenehno obnavljanje združbe z usedanjem larvalnih stadijev iz pelagiala in njihov nadaljni razvoj.

Dotok skupin, ki so poselile izpraznjen substrat, je bil odvisen od sezonskih nihanj. V različnih obdobjih leta so se naseljevale različne skupine živali, zato smo vsak mesec dobili drugačno vrstno sestavo.

## SUMMARY

*Benthic communities in the Gulf of Trieste, diverse associations of sponges, mollusks, brittle stars and ascidians, suffered from anoxia several times after the first massive mortality of benthic organisms in 1983.*

*To investigate the repopulation potential of an empty biotope, a typical sediment biotope depopulated during anoxia, large containers of temporarily frozen sediment material before the experiment were exposed to settling larvae, fishes and climbing organisms. The containers were placed on the sediment bottom at the depth of 24 m.*

*The long-term experiments began in September 1993; the monthly experiments were carried out each month from September 1993 to October 1994.*

*Different containers were exposed for 1 month, when the containers were collected and organism separated from the sediment material with 1 and 0.5 mm sieves.*

*The monthly repopulation of the sediment, based on the observation of total abundance for all the observed species, was much faster in spring and in summer towards the end of experiment than in fall and in winter at the beginning of the experiment. A very prominent peak of monthly repopulation mostly due to different Polychaete species occurred in July 1994.*

*Since the monthly experiments for repopulation indicated the fastest repopulation in spring and summer we conclude that the majority of the settlements of the larvae of benthic animals occurred in May to September 1994.*

## LITERATURA

- Avčin, A., Keržan, I., Kubik, L., Meith-Avčin, N., Štirn, J., Tušnik, P., Valentincič, T., Vrišer, B. & Vukovič, A. (1973).** Akvatični sistemi v Strunjanskem zalivu I. Mar. Sci. Contr., No. 5: 168-216.
- Avčin, A., Vrišer, B. & Vukovič, A. (1979).** Ekosistemske spremembe na območju podmorskega izpusta mestnih odpadkov - piranskega omrežja. Slovensko morje in zaledje, 2-3: 281-299.
- Avčin, A. & Vrišer, B. (1983).** Značilnosti združb sedimentnega dna obalnega morja Slovenske Istre na primeru Piranskega zaliva. Biol. vestn., 31 (1): 129-160.
- Camlek, S. (1977).** Eksperimentalni prispevki k poznavanju strukture bentoških združb Strunjanskega zaliva. Diplomsko naloga, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 37 s.
- Faganeli, J., Avčin, A., Fanuko, N., Malej, A., Turk, V., Tušnik, P., Vrišer, B. & Vukovič, A. (1985).** Bottom layer anoxia in the central part of the Gulf of Trieste in the late summer of 1983. Mar. Pollut. Bull., 16: 75-77.
- Fedra, K., Ölscher, E.M., Scherübel, C., Stachowitsch, M. & Wurzian, R.S. (1976).** On the ecology of a North Adriatic benthic community: distribution, standing crop and the composition of the macrobenthos. Mar. Biol., 38: 129-145.
- Forster, G.R. (1979).** Mortality of the bottom fauna and fish in St. Austell Bay and neighbouring areas. J. Mar. Biol. Ass. U. K., 59: 517-520.
- Officier, C.B., Briggs, R.B., Taft, J.L., Cronin, L.E., Tyler, M.A. & Boynton, W.R. (1984).** Chesapeake Bay anoxia: Origin, development and significance. Science, 223: 22-27.
- Ogorelec, B., Mišič, M., Faganeli, J., Stegnar, P., Vrišer, B. & Vukovič, A. (1988).** Recentni sediment Koprškega zaliva. Geologija, 30: 87-121.
- Orel, G. & Mennea, B. (1969).** I popolamenti bentonici di alcuni tipi di fondo mobile del Golfo di Trieste. Pubbl. Staz. Zool. Napoli, 37 (2 suppl.): 261-276.
- Orel, G., Fonda Umani, S. & Aleffi, F. (Eds.). (1993).** Ipossie e anossie di fondali marini L'Alto Adriatico e il Golfo di Trieste. Regione autonoma Friuli-Venezia-Giulia, Trst, 104 pp.
- Ott, J.A. & Fedra, K. (1977).** Stabilizing properties of a high-biomass benthic community in a fluctuating ecosystem. Helgoländer wiss. Meeresunters., 30: 485-494.
- Ott, J.A. (1981).** Adaptive strategies at the ecosystem level: examples from two benthic marine systems. P.S.Z.N.I., Mar. Ecol., 2: 113-158.
- Rachor, E. & Albrecht, H. (1983).** Sauerstoff-Mangel in Bodenwasser der Deutschen Bucht. Weröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh., 19: 209-227.
- Rosenberg, R. (1985).** Eutrophication - the future marine coastal nuisance? Mar. Poll. Bull., 16 (6): 227-231.
- Stachowitsch, M. (1984).** Mass mortality in the Gulf of Trieste: The course of community destruction. P.S.Z.N.I., Mar. Ecol., 5: 243-246.
- Stachowitsch, M. (1992).** Benthic communities: eutrophication's "memory mode". Science of the Total Environment. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam: 1017-1027.
- Stachowitsch, M. & Fuchs, A. (1995).** Long-term changes in the benthos of the northern Adriatic Sea. Annales 7:7-16.
- Stefanon, A. & Boldrin, A. (1982).** The oxygen crisis of the northern Adriatic Sea waters in late fall 1977 and its effects on benthic communities. In: J. Blanchard, J. Mair and I. Morrison (Eds.), Proceedings of the 6th Symposium of Confederation Mondiale des Activites sub-aquatique, Natural Environmental Research Council: 167-175.
- Thomas, M.L.H. & White, G.N. (1969).** Mass mortality of estuarine fauna at Bideford, P.E.I., associated with abnormally low salinities. J. Fish. Res. Bd. Canada, 24: 701-704.
- Tyson, R.V. & Pearson, T.H. (Eds.). (1991).** Modern and Ancient Continental Shelf Anoxia. Geol. Soc. Special Publ., 380 s.
- UNESCO. (1988).** Eutrophication in the Mediterranean Sea: receiving capacity and monitoring of long-term effects. UNESCO reports in marine science, 49: 195 s.
- Vukovič, A., Avčin, A., Faunuko, N., Malej, A., Stachowitsch, M., Turk, V., Tušnik, P. & Vrišer, B. (1984).** Pogin bentoške favne v Tržaškem zalivu septembra 1983. III. kongres ekologov Jugoslavije, Sarajevo, Knjiga I: 477-479.
- Zarkanelas, A.J. (1979).** The effects of pollution-induced oxygen deficiency on the benthos in Elefsis Bay, Greece, Marine Environ. Res., 2(3): 191-207.

**KRASOSLOVJE**

**CARSOLOGIA**

**KARSTOLOGY**





## VPLIV LEZIK NA SPELEOGENETSKI RAZVOJ VHODNEGA DELA ŠKOCJANSKIH JAM

Martin KNEZ

dr., dipl. ing. geol., Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, SI-6230 Postojna, Titov trg 2  
Ph.D., in geology, Karst Research Institute, Scientific Research Centre of the Slovene Academy of Sciences and Arts,  
SI-6230 Postojna, Titov trg 2

### IZVLEČEK

*Avtor podaja rezultate raziskav lezik iz ene največjih udornih dolin, Velike doline, iz sistema Škocjanskih jam. Poznavanje odnosov med tvorbo jamskih rogov in tektonskimi pojavi je danes znatno večje od poznavanja vplivov litopetroloških in stratigrafskih lastnosti karbonatne kamnine na podzemeljsko zakrasevanje.*

*Inicialni podzemni kanali so se v Veliki dolini oblikovali ob samo treh t.i. nosilnih lezikah in ta skladnost ni samo navidezna.*

**Ključne besede:** krasoslovje, geologija, speleogeneza, lezika, medplastni zdrs, freatični kanal, Kras, Škocjanske jame  
**Key words:** karstology, geology, speleogenesis, bedding-plane, interbedded slide, phreatic channel, Kras, Škocjan Caves

### UVOD

V preteklih desetih letih so v okviru Inštituta za raziskovanje krasa ZRC SAZU stekle obsežne raziskave v Škocjanskih jamah in njihovi okolici tako na površju kot v podzemlju. Posebej odmevni so bili izidi geodetskega merjenja in novi popravljeni načrt Škocjanskih jam, kjer se je polovica Hankejevega kanala po novem "obrnila" za več 10° proti zahodu, kot tudi udornih dolin pred ponorom reke Reke (Kranjc, 1992; Morel, 1992; Sancin, 1992), študij prenikanja mezeče vode v nekaterih dvoranah Škocjanskih jam (Kogovšek, 1984, 1992, 1994), ugotavljanje vplivov na podzemsko okolje med graditvijo avtoceste v neposredni bližini (Slabe, 1996), stratigrafske, litološke in tektonske raziskave kamnine na površju in v podzemlju in drugo (Gospodarič, 1983, 1984, 1986; Knez, 1991, 1994a, 1994b; Kranjc A., 1983, 1984, 1989; Kranjc M., 1996; Mihevc, 1993; Šebela, 1994).

S področja speleogeneze so Škocjanske jame preučevali marsikateri avtorji (med njimi npr. Gospodarič, 1983; Slabe, 1995 in drugi). Nihče se ni osredotočil na litološke, petrološke in stratigrafske lastnosti kamnine in z njimi tesno povezane speleogenetske zakonitosti. Ena

obsežnejših raziskav v zadnjem času je bila usmerjena v podrobne mikroskopske raziskave karbonatne kamnine v tistih odsekih geološkega stolpca, ki meji na "jamosne" lezike; točneje tiste, v katerih so se oblikovale prve, inicialne podzemeljske vodne poti (Knez, 1996). Tematika, ki poleg tektonskega znanja upošteva tudi vpliv litoloških, petroloških in stratigrafskih lastnosti kamnine, je v nekaterih geoloških in krasoslovnih krogih odprla deloma nov, deloma kompleksnejši in s tem bogatejši in kakovostnejši vpogled v oblikovanje primarnih freatičnih kanalov. Nekatera nova pa tudi stara stališča glede pomembnosti lezik oz. stratigrafski položaj posameznih plasti kot tudi vpliv litoloških in petroloških lastnosti na začetno speleogenezo so dobila nov krog raziskovalcev (Šušteršič, 1994). Prav tako bi rad tudi poudaril v zadnjem času pomembne raziskave o možnosti raztapljanja kamnine z uporabo močnih kislin (Worthington & Ford, 1995), speleogenetski pomen t.i. trans-bedding kontrasta (Lowe, 1992) in drugo.

### PROBLEMATIKA

Kljub temu da so krasoslovci že od začetkov speleološke vede poskušali razvozlati odnose med geo-

loškimi lastnostmi kamnine in oblikovanjem rogov, raziskovalci slovenskega kraškega podzemlja beležijo na načrte jam predvsem tektonske elemente. Preučevanju tvorbe rogov v kraškem podzemlju z vidika litopetrologije in stratigrafije je bilo v preteklosti premalo izpostavljeno. Posamezni parametri so bili nakazani le delno, večina pa je bila slutenih.

S svojimi raziskavami sem skušal problem s podrobnimi meritvami in na praktičen način osvetliti na primeru začetnih kanalov, vidnih v Veliki dolini v Škocjanskih jamah.

Jamski rovi, njihovi fragmenti in drugi sledovi podzemnega zakrasevanja v udornici Veliki dolini se namreč ne pojavljajo poljubno razmetani v stenah, ampak so zbrani vzdolž majhnega števila lezik (slika 1).

Ideja za temeljno vprašanje

- ali je takšna "obogatitev" morda navezana na lastnosti kamnine / lezik oziroma ali je selektivno zakrasevanje popojeno v kamnini?

je torej izhajala iz jasne koincidence (navezanosti) med kamnino in lezikami oziroma kamnino in ostanki jamskih freatičnih kanalov.

Škocjanske jame so eden središčnih kraških objektov na krasu, klasičnem Krasu ter Krasu in končno tudi v kamninah, ki so za Kras najbolj značilne oziroma razširjene. Zato bi mogle ali pa celo morale biti merilo ali morda vzorčni model tudi za speleološke objekte zunaj Slovenije. Poudariti želim, da zelo pogosto iščemo in v krasoslovnih literaturi marsikdaj tudi najdemo primere, ki so nastali v popolnoma drugačnih sedimentacijskih razmerah (npr. paleozoik) in okoljih ter tektonskih razmerah z drugimi značilnostmi (npr. vodoravne plasti), kot so na območju klasičnega Krasa. Zato mu velja toliko večja pozornost.



Slika 1: Nosilna lezika 500 in ponor Reke v Veliki dolini (desni bok udornice)(Foto: M. Knez).

Fig. 1: Bedding-plane 500 and swallow-hole in Velika dolina (the right flank of collapse doline)(Photo: M. Knez).

## DOSEDANJA LITERATURA

Poudariti moram, da pomeni plastnatost, kot element nezveznosti oziroma kot mesto "oslabelosti" in manjše odpornosti kamnine za korozijske vplive vode v zgodnji fazi razvoja, predvsem v angloameriški literaturi enega pomembnejših faktorjev.

Kljub temu da je znaten odstotek jam po svetu oblikovanih v celoti ali vsaj večinoma v lezikah ali stratigrafsko in litološko določenih horizontih, je izbor literature s področja ožje problematike razmeroma skromen.

Na področje raziskav lezik kot mediju inicialnih kanalov začetja posega le okrog pet enot: Davies (1960), Ewers (1966), Rauch & White (1970), Ford & Ewers (1978).

Raziskovalci kot Dreybrodt (1988), White (1988), Ford & Williams (1989), Palmer (1991), Worthington (1991), Lowe (1992) prej navedene avtorje obsežno citirajo in delajo predvsem teoretske zaključke.

## NOSILNE LEZIKE V VELIKI DOLINI

Lezike, ob katerih so se izoblikovali kanali in kasneje rovi, so tri (3). Imenujem jih nosilne lezike (slika 2). Dosti številnejše druge lezike (59) nimajo speleogenetskega pomena. "Jamonosnih" lezik je torej le 4,8%!

"Nosilno leziko" imenujem leziko, ob kateri se je razvilo začetje (Šušteršič, 1994). To pomeni, da je bila na določenem območju in v določenem času odločujoča za pretok tistih in hkrati bistvenih količin vode, da je tok prekoračil prag turbulence. Zato so ob tej leziki zbrani prvotni jamski kanali.

speleogenetska faza	dolžina trajanja
<b>RAZVOJ</b>	
1.-začetje (inception)	100.000-1.000.000 let
2.-oblikovanje (gestation) z laminarnim tokom	10.000-100.000 let
3.-preboj (breakthrough)	trenutek
4.-rast s turbulentnim tokom (+ možna abrazija)	čas je odvisen od fizikalno-kemičnih lastnosti vode, minimum 10.000 let (W. Dreybrodt, 1988)
<b>RAVNOTEŽJE</b>	
5.-prevajanje	na paragenetskem pragu, lahko več milijonov let
<b>RAZPADANJE</b>	
6.-fosilizacija	lahko več deset milijonov let
7.-sesedanje	

Preglednica 1: Tri predlagane speleogenetske faze (po: Knez, 1996).

Table 1: Three suggested speleogenetical phases (after: Knez, 1996).

Steinke (1971) je definiral jamo kot "tridimenzionalni nič". Lezika je posledično "dvodimenzionalni nič". Lezika je pravzaprav dvakrat "meja med maso in ničem". Zato je morda zanimivejša "rešitev" definicije s to terminologijo, da je lezika "nič med maso in maso".

### MIKROSKOPSKE RAZISKAVE

Poudariti moram, da je bilo iz Velike doline mikroskopsko pregledanih več kot 250 zbruskov in ob upoštevanju okrog 40 parametrov opravljenih prek 10.000 meritev. Po teh podatkih so bili izrisani podrobni geološki stolpci kamnine, ki meji na "jamonosne" kot tudi "nejamonosne" lezike.

Z mikroskopskimi preiskavami nisem ugotovil korelacije med sedimentološkimi lastnostmi kamnine in oblikovanjem rogov. Zato sem se usmeril še v druge raziskave in posvetil precej časa raziskavam kalcitnih žil.

Ugotovil sem, da so kalcitne žile bistveno številnejše v neposredni bližini nosilnih lezik kot v območjih med njimi (slika 3). Tik pod nosilnimi lezikami je v kamnini bistveno manj kalcitnih žil kot tik nad nosilno leziko. Kalcitne žile so bistveno debelejšje v neposredni bližini nosilnih lezik kot dlje od njih in drugo.

### KALCIJEV KARBONAT ( $\text{CaCO}_3$ )

Vrednosti kalcijevega karbonata ( $\text{CaCO}_3$ ) so v celotnem geološkem stolpcu v rangu od 98,18% do 99,82%. Razlika med obema vrednostima je tako dober odstotek in pol.

Čeprav minimalna, je zelo jasna razlika med vrednostmi skupnega karbonata v neposredni bližini nosilnih lezik, ki je za 0,33% večja od tiste med nosilnimi lezikami.

Omenil bi še razliko med povprečno vrednostjo vzorcev nad nosilnimi lezikami, ki je za 0,13% večja od povprečne vrednosti vzorcev pod nosilnimi lezikami.

### GEODETSKE MERITVE LEZIK, NEKATERIH OHRANJENIH KANALOV IN ROGOV

Na raziskanem področju Velike doline sem skušal ugotoviti dolžino, volumen in potek kanalov, ki so bili oblikovani v kamnini pred udorom. Ker o poteku kanalov skozi material, ki ga je Reka že izprala skozi Škocjanske jame proti Jadranskemu morju, lahko samo sklepamo, so takšni izračuni le približni. Zato sem od tega odstopil.

Odnešena gmeta kamnine med boki je bila pred udorom verjetno prevotljena kot mravljišče. Videti je, da je bil pretok vode še v obdobju laminarnega toka bolj ali manj neoviran po večji površini lezike (slika 4).



**Slika 2: Nosilna lezika 600 (Foto: M. Knez).**

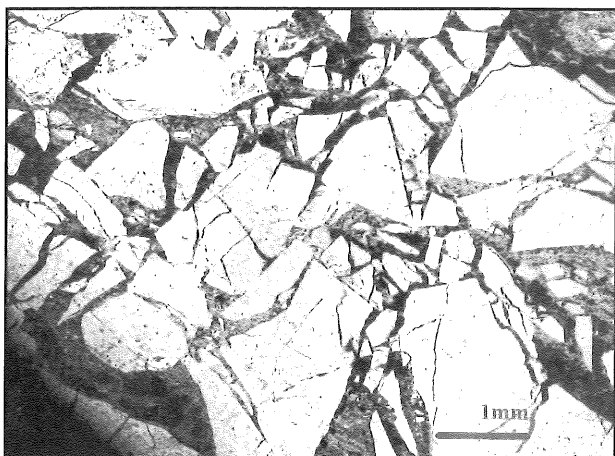
**Fig. 2: Formative bedding-plane 600 (Photo: M. Knez).**

### SINTEZA MERSKIH PODATKOV IN PODATKOV, PRIDOBLENIH S TERENSKIM OPAZOVANJEM

Vsakokratno manjšanje debeline plasti nad nosilno leziko daje vtis, da imamo opraviti s ciklično sedimentacijo. Čeprav se na oko ciklično pričnejo oz. končajo z nosilnimi lezikami in so plasti v spodnjih delih posameznih ciklov bistveno debelejšje kot v zgornjem delu, mikroskopske preiskave niso pokazale očitnejših razlik pri sedimentaciji.

Povečano število kalcitnih žilic, vidnih v mikroskopskih preparatih iz apnenca iz neposredne bližine nosilnih lezik, je prepričljiv znak, da je ob "jamonosnih" lezikah prišlo do medplastnih zdrsov.

Pred mikroskopiranjem medplastnih zdrsov na terenu makroskopsko nisem opazil in sem jih dokazal šele v zbruskih. Ker sem vzorčeval neprekinjeno, se je jasno pokazalo, da so plasti poškodovane oz. zdrobljene le v velikostnem redu nekaj milimetrov.



**Slika 3: Zelo zdrobljena kamnina ob nosilnih lezikah.**  
**Fig. 3: Extremely tectonically crushed rock along formative bedding-planes.**

Kratko lahko odgovorimo na osnovni vprašanji:

1. Prvotni kanali so dejansko močno skoncentrirani ob samo treh "nosilnih" lezikah med 62 opazovanimi in ta skladnost nikakor ne more biti navidezna.
2. Nosilne lezike se od drugih ločijo vsaj v naslednjih lastnostih:
  - a. kamnina ob teh lezikah je značilno poškodovana;
  - b. vsebnost kalcita je tu za spoznanje večja kot dlje od njih;
  - c. kalcitne žilice so vzdolž njih številnejše kot dlje od njih;
  - d. nosilne lezike so ločnice med posameznimi cikli.

### SKLEP

Samoumevna se zdi misel, da je vendar že davno dokazano, da se jame razvijajo tako po tektonskih deformacijah kot tudi po lezikah in da je vsaka nadaljnja razprava odveč. Takšno mnenje povzema neko neopredeljeno, navidezno predznanje in je verjetno prav zato dolgo odvrčalo pozornost speleologov od nekaterih postavk. Šele nadrobne raziskave postrežejo z na prvi pogled malenkostnimi ugotovitvami, ki pa vendarle prinašajo natančnejše in predvsem konkretnije odgovore.

Šele v najnovšem času se pogledi usmerjajo k samemu nastanku kamnine in posledično lezikam. Kljub temu da sem potrdil skoraj popolno navezanost jamskih rogov na zelo majhno število lezik, sem ugotovil, da v konkretnem primeru Velike doline teoretične predpostavke povsem ne odgovarjajo dejanskemu stanju.

Obravnavani primer je drastično pokazal, da imajo matična kamnina oz. lezike pri začetni speleogenezi zelo verjetno povsem samostojne in neodvisne vloge:

- da lezika ni samo presledek med dvema kamninskima paketoma, in
- da plast ni samo gmota kamnine, omejena s parom lezik (ali bolje, pollezik).

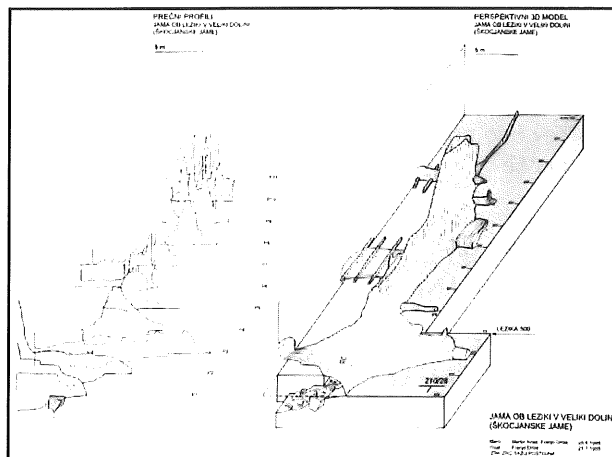
Obe entiteti je očitno treba obravnavati samostojno in šele potem skupno.

Ta moment je bil v speleologiji doslej, kolikor lahko presodim iz razpoložljive literature, neznan.

Pričakovali smo, da se bo pokazalo, kako zgolj potek sedimentacije vpliva na oblikovanje kraških kanalov. Izkazalo pa se je, da so neposredne povezave na nivoju medplastnih zdrsov ali vsaj strižnih napetosti.

Raziskava je izluščila moment, ki je bil doslej v nekaterih primerih sluten, večkrat popolnoma neopažen, na mikroskopskem nivoju nikoli dokazan.

Jasno se je pokazala tudi okoliščina, o kateri doslej ni bilo govora. Osnovni parametri speleogeneze niso samoumevno zapisani na makroskopski ravni. Razvidni postanejo šele pri podrobnejših raziskavah. Kljub sorazmerno velikim dimenzijam kraških jam začetni procesi potekajo na mikroskopski ravni, takšnih izmer pa so tudi geološki parametri, ki jih porajajo. Vsekakor bo v prihodnje treba makrotektonsko in mikrogeološko znanje v istih regionalnih okvirih sestavljati, združevati in dopolnjevati.



**Slika 4: Jama ob leziki v Veliki dolini (Foto: M. Knez).**  
**Fig. 4: The cave along the bedding-plane in Velika dolina (Photo: M. Knez).**

## SUMMARY

*The author presents the results of his research into bedding-planes in one of the largest collapse doline, the so-called Velika dolina in the Škocjan Caves system. The knowledge of relations between the formation of cave passages and tectonic phenomena is today much greater in comparison with the knowledge of the impacts of lithopetrologic and stratigraphic properties of carbonate rock on subterranean karstification. In Velika dolina, the initial subterranean channels formed only along the three so-called formative bedding planes, and this uniformity is not merely fictitious.*

## LITERATURA

- DAVIES, W. E., 1960.** Origin of Caves in Folded Limestone.- Bulletin of National Speleological Society, Vol 22, Part 1, 5-22, Alexandria, Virg.
- DREYBRODT, W. 1988.** Processes in Karst Systems. Physics, Chemistry, and Geology.- Springer-Verlag, XII+288 str., Berlin, Heidelberg.
- EWERS, R. O. 1966.** Bedding-plane Anastomoses and Their Relation to Cavern Passages.- Bull. Nat. Spel. Soc., 28, 3, 133-140, Arlington.
- FORD, D. C. & EWERS, R. O. 1978.** The development of limestone cave systems in the dimensions of length and depth.- Canadian Journal of Earth Sciences, 15, 11, 1783-1798.
- FORD, D. & WILLIAMS P. 1989.** Karst Geomorphology and Hydrology.- XV + 601 p., Unwin Hyman, London.
- GOSPODARIČ, R. 1983.** O geologiji in speleogenezi Škocjanskih jam.- Geol. zbor., UEK, FNT, Montanistika, 4, 163-172, Ljubljana.
- GOSPODARIČ, R. 1984.** Jamski sedimenti in speleogeneza Škocjanskih jam.- Acta carsologica SAZU, 12, 27-48, Ljubljana.
- GOSPODARIČ, R. 1986.** O geološkem razvoju klasičnega kraska.- Acta carsologica, 14/15, 19-29, Ljubljana.
- KNEZ, M. 1991.** Sedimentological and Stratigraphical Properties of Limestones from the Škocjanske jame area (Outer Dinarids).- The Second International Symposium on the Adriatic Carbonate Platform, 105, Zagreb.
- KNEZ, M. 1994a.** Phreatic Channels in Velika dolina, Škocjanske jame (Škocjanske jame Caves, Slovenia).- Acta carsologica, 23, 63-72, Ljubljana.
- KNEZ, M. 1994b.** Paleoekološke značilnosti vremskih plasti v okolici Škocjanskih jam.- Acta carsologica, 23, 303-347, Ljubljana.
- KNEZ, M. 1996.** Vpliv lezik na razvoj kraških jam.- Zbirka ZRC, 14, 186 str., Ljubljana.
- KOGOVIŠEK, J. 1984.** Vertikalno prenikanje v Škocjanskih jamah in Dimnicah.- Acta carsologica, 12, 49-65, Ljubljana.
- KOGOVIŠEK, J. 1992.** Flowstone Deposition in the Slovenian Caves.- Acta carsologica, 21, 167-173, Ljubljana.
- KOGOVIŠEK, J. 1994.** Impact of Human Activity on Škocjanske jame.- Acta carsologica, 23, 74-80, Ljubljana.
- KRANJC, A. 1983.** Recentni fluvialni sedimenti v Škocjanskih jamah.- Medn. simp. "Zaščita Kraska ob 160-letnici turističnega razvoja Škocjanskih jam (Lipica 1982)", 27-31, Sežana.
- KRANJC, A. 1986.** Transport rečnih sedimentov skozi kraško podzemlje na primeru Škocjanskih jam.- Acta carsologica, 14/15, 109-116, Ljubljana.
- KRANJC, A. 1989.** Recent Fluvial Cave Sediments, Their Origin and Role in Speleogenesis.- Dela SAZU, Razred za naravoslovne vede, Dela 27, 167 p., Ljubljana.
- KRANJC, A. 1992.** Zadnji "veliki problem" Škocjanskih jam po sto letih rešen!- Naše jame, 34, 149-151, Ljubljana.
- KRANJC, M. 1996.** Škocjanske jame. A contribution to bibliography.- 52 p., Inštitut za raziskovanje kraska ZRC SAZU in Slovenska komisija za UNESCO, Postojna.
- LOWE, D. J. 1992.** The origin of limestone caverns: an inception horizon hypothesis.- XIX+512 str., Manchester Polytechnic, Manchester (doktorska disertacija).
- MIHEVC, A. 1993.** Contact Karst of Brkini Hills on the Southern Side of the Classical Karst area in Slovenia.- Proceedings of the XI. International Congress of Speleology, 5-7, Beijing.
- MOREL, S. 1992.** Za mrtvim jezerom.- Naše jame, 34, 152-155, Ljubljana.

- PALMER, A. N. 1991.** Origin and morphology of limestone caves.- Bulletin of American Geological Society, 103, 1-21.
- RAUCH, H. W. & WHITE, W. B. 1970.** Lithologic Controls on the Development of Solution Porosity in Carbonate Aquifers. -Water Resources Research, 6 (4), 1175-1192, Pennsylvania State University, Pennsylvania.
- SANCIN, S. 1992.** Nova odkritja v Škocjanskih jamah.- Naše jame, 34, 156-162, Ljubljana.
- SLABE, T. 1995.** Cave Rocky Relief and its Speleogenetical Significance.- Zbirka ZRC, 10, 128 p., Ljubljana.
- SLABE, T. 1996.** Karst features in the motorway sections between Čebulovica and Dane.- Acta carsologica, 25, Ljubljana.
- STEINKE, T. R. 1971.** A Vertical Contour Method of Cave Presentation.- NSS Bulletin, 33, 4, 127-134.
- ŠEBELA, S. 1994.** Določitev geološke zgradbe ozemlja nad Škocjanskimi jamami s pomočjo letalskih posnetkov.- Annales, 4, 183-186, Koper.
- ŠUŠTERŠIČ, F. 1994.** Jama Kloka in začetje - Naše jame, 36, 9-30, Ljubljana.
- WHITE, W. B. 1988.** Geomorphology and hidrology of karst terrains.- 464 p, Oxford University Press.- New York.
- WORTHINGTON, S. R. H. 1991.** Karst hydrogeology of Canadian Rocky Mountains.- Doktorska disertacija, XVII + 227 str., McMaster University Hamilton, Hamilton.
- WORTHINGTON, S. R. H. & FORD, D. C. 1995.** High Sulfate Concentrations in Limestone Springs: An Important Factor in Conduit Initiation.- Environmental Geology, 25, 9-15, Berlin.



## SKALNI RELIEF IZBRANIH JAM NA ROBU PIVŠKE KOTLINE

Tadej SLABE

dr., dipl. geogr. in sociolog, Inštitut za raziskovanje kraša ZRC SAZU, SI-6230 Postojna, Titov Trg 2  
 Ph.D. in geography and sociology, Karst Research Institute, Scientific Research Centre of the Slovene Academy of Sciences and Arts,  
 SI-63200 Postojna, Titov trg 2

## IZVLEČEK

*Skalni relief značilnih jam na robu Pivške kotline nam razkrije način oblikovanja posameznih jamskih rogov in najbolj izrazita obdobja razvoja jam. V ponornih jamah lahko ugotovljamo spremenjene hidrološke razmere njihovega oblikovanja, njihovo občasno zapolnitev z naplavinami in današnje sledi hitrejših vodnih tokov. Samosvoj je tudi skalni relief estavele Matijeve jame.*

**Ključne besede:** skalni relief, jame, kras, Pivška kotlina, Slovenija

**Key words:** rocky relief, caves, karst, Pivka basin, Slovenia

## UVOD

Pri preučevanju nastanka in razvoja jamskih skalnih oblik sem ugotavljal, da je jamski skalni relief pomembna sled razvoja jam. Primerjal sem tudi skalni relief izbranih jam na robu Pivške kotline (sl. 1). To so ponorne jame: Postojnske jame, Predjama in Markov spodmol, pretočni jami Vodna jama v Lozi na Slavenskem ravniku in Beloglavka na robu flišnega Studenskega zatoka ter estavela Matijeve jama pod Javorniki. Še bolj nazorno kot v posameznih rovih pride do izraza speleogenetski pomen skalnega reliefa v razvojno povezanih jamskih sistemih. V njihovem skalnem reliefu se kažejo spremembe hidroloških razmer oblikovanja posameznih delov jame, občasne zapolnitve z drobnozrnato naplavinno in pretakanje vode nad njo ter seveda mlajši dejavniki, ki so deloma preoblikovali starejše rove. Razvojno nadstropnost jamskih rogov lahko večinoma razbiramo le iz oblike in sledi v ponornih jamskih sistemih (Habič, 1984; Šušteršič 1991). V pretočnih vodonosnikih je nadstropnost rogov največkrat del svežnja votlin (Šušteršič, 1994). Se pa razvojna obdobja skalnega reliefa praviloma ohranjajo v nadstropjih. To je posledica nižanja gladine podzemeljske vode. Učinkoviti morebitni mlajši dejavniki namreč preoblikujejo starejši skalni relief.

Gams (1974, 214) imenuje Pivško kotlino Postojnsko

kraško polje. V njem v celoti vlada kraški odtok. Vode s flišnega povirja se stekajo na več strani. Pivka na V ponika v Postojnski kras. Vanj tečejo tudi vode s SZ, iz doline pri Studenem. S severnega roba kotline se vode stekajo v Podgoro, ki leži ob vznožju Nanosa, in Lokev je pritok Vipave. Na J vode ponikajo v slepih dolinah na robu Slavenskega krasa in odtekajo proti Reki. Na vznožju Javornikov so tudi kraški izviri. Višje na robu kotline so pogoste suhe in z naplavinami zapolnjene votline.

Brodar (1952, 71, 72) je razbral štiri obdobja razvoja površja kotline in jam na njenem obrobju. Glavna erozijska faza naj bi se bila pričela v mlajšem pliocenu in naj bi bila trajala do konca pliocena ali pa še v začetku pleistocena. Prva izrazita akumulacijska faza je bila v starem pleistocenu. Mlajšo erozijsko fazo je pripisal koncu starega, delno že mlajšemu pleistocenu. V zadnjem akumulacijskem obdobju so vode v jame prinesle rdeče ilovice in jih odložile tudi v višje ležečih rovih. Gams (1965) je ponore in jame med Postojno in Belskim povezal z ostanki slepih dolin na meji fliša in apnenca. Gospodarič & Habič (1966, 28) sta za glavno akumulacijsko teraso, ki je po mnenju Brodarja (1952) in Rakovca (1954) iz medledene dobe pred rissom, ugotovila, da je riška. Gospodarič (1989) je strnil dognanja o hidrografskih pojavih in hidrogeoloških značilnostih kamnin v zahodnem delu Pivške kotline. Mi-

hevc (1991, 162) je opisal oblike kontaktnega krasa Pivške kotline, njeno geološko zgradbo in hidrološke značilnosti. Šebela (1991, 1994) je predstavila vlogo tektonike pri nastajanju rovov in površinskih oblik.

### SKALNI RELIEF POSTOJNSKIH JAM

Postojnski, najdaljši (19.555 m) slovenski jamski sistem sestavljajo jame s samostojnimi vhodi: Podzemeljska Pivka, Lekinka in Pivka jama z vodnimi rovi, Črna jama z občasnim vodnim tokom in Magdalena, Otoška ter Postojnska jama s suhimi rovi.

Rakovec (1951) je opisal klimo pred würmskim viškom. Brodar (1952, 44) prvotni tok Pivke v jami postavlja na nadmorsko višino 538 m. Kasneje je (Brodar, 1966) razčlenil že opisana razvojna obdobja jame. Gams (1965) je po razsežnosti in nagnjenosti rovov spoznal poglobitveni razvojni obdobji Postojnskih jam. V prvo sodijo rovi na nadmorski višini 537 m in v drugo rovi na 520 m. Gospodarič & Habič (1966) sta opisala odtok iz pivškega bazena v kvartarju na podlagi morfoloških sledi v okolici Postojne. Glavni rovi Postojnske jame naj bi se bili oblikovali na koncu spodnjega pleistocena. Oblikovanje danes suhih rovov Postojnske in Otoške jame postavljata pred mindelriško medledeno dobo (1966, 28). Gospodarič (1969, 43) je razdelil oblikovanje jame na osem obdobji: izvotljevanje vodoravnega skalnega rova, naplavljanje proda pred riškowürmskim interglacialom, odlaganje sige, erozija proda, zopet odlaganje sige, poplava do 536 m nadmorske višine in izpiranje naplavine ter odlaganje sige kot najmlajše obdobje. Gospodarič (1976) je predstavil naplavine in sige v jami ter njihov speleogenetski pomen. Prod pisanega roženca uvršča v srednji kvartar, prod belega roženca v riss, rdečo ilovico v riškowürmski interglacial, poplavno ilovico pa v zgornji in spodnji würm. Šebela (1994) je opisala odvisnost nastajanja in oblike rovov od tektonskih in litoloških strukturnih značilnosti.

Našteta spoznanja sem skušal dopolniti s preučevanjem jamskega skalnega reliefa. Ta nam daje le delen vpogled v jamski razvoj. Prvotni obod danes suhih rovov je namreč dokaj preoblikovan zaradi razpadanja, prekrit je s sigo in naplavinami. Pestro menjavanje obdobji jamskega razvoja v razvejenem spletu rovov je povzročilo, da so mlajše skalne oblike prekriale starejše. Kratkotrajna razvojna obdobja pa se v skalnem reliefu ne kažejo.

Skalni relief v jamah lahko razdelimo na štiri razvojne enote (sl. 2). Na stropu in na zgornjih delih sten Rova brez imena so na 540-545 m nadmorske višine velike fasete in kotlice. Verjetno v obdobje njihovega oblikovanja sodijo tudi stropne kotlice med Veliko goro in Koncertno dvorano (530 m nadm. višine) in velike fasete ter stropne kotlice v Dvorani s palmo v Pivki jami, ki je na 500 m nadmorske višine. Podobne sledi, ki jih je zapustil počasen vodni tok v freatični coni, so še v

majhnem rovu, ki se na 520 metrih priključi Malim jamam, in v majhnih rovih pod stropom (530 m) Spodnjega Tartarja. Omenjene sledi kažejo na zgodnja obdobja izvotljevanja. Našteti rovi so bili po mnenju Gospodariča (1976, 85) oblikovani pred srednje kvartarnimi naplavinami s peskom in prodom pisanega roženca, po katerih je sklepal na starejši razvoj Otoške jame in Zgornjega Tartarja. Freatične razmere oblikovanja rovov so seveda drugačne od tistih, v katerih se je odlagal prod. Starost erodirane sige v Pisanem rovu (Zupan 1991, 193), na nadmorski višini 530 m, je datirana v začetek mindla.

Relief, ki je značilen za epifreatične rove, skozi katere teče srednje hiter vodni tok, je na spodnjem delu oboda Rova brez imena, v Pisanem rovu in Stari jami. Srednje velike fasete in stropne kotlice dokazujejo pretakanje vode s hitrostjo 0,25 do 0,35 m/s. Te oblike so na višini 520 do 530 m.

Še mlajše so sledi hitrejšega epifreatičnega vodnega toka na 510 do 520 m nadmorske višine. Voda se je pretakala iz smeri Podzemeljske Pivke skozi oba Tartarja in skozi začetno zanko v Malih jamah proti Lepim jamam. Na stenah je zapustila majhne fasete. Oblikovanje rovov v tej višini Gospodarič (1976, tabela 2) pripisuje obdobju spodnjega in srednjega würma.

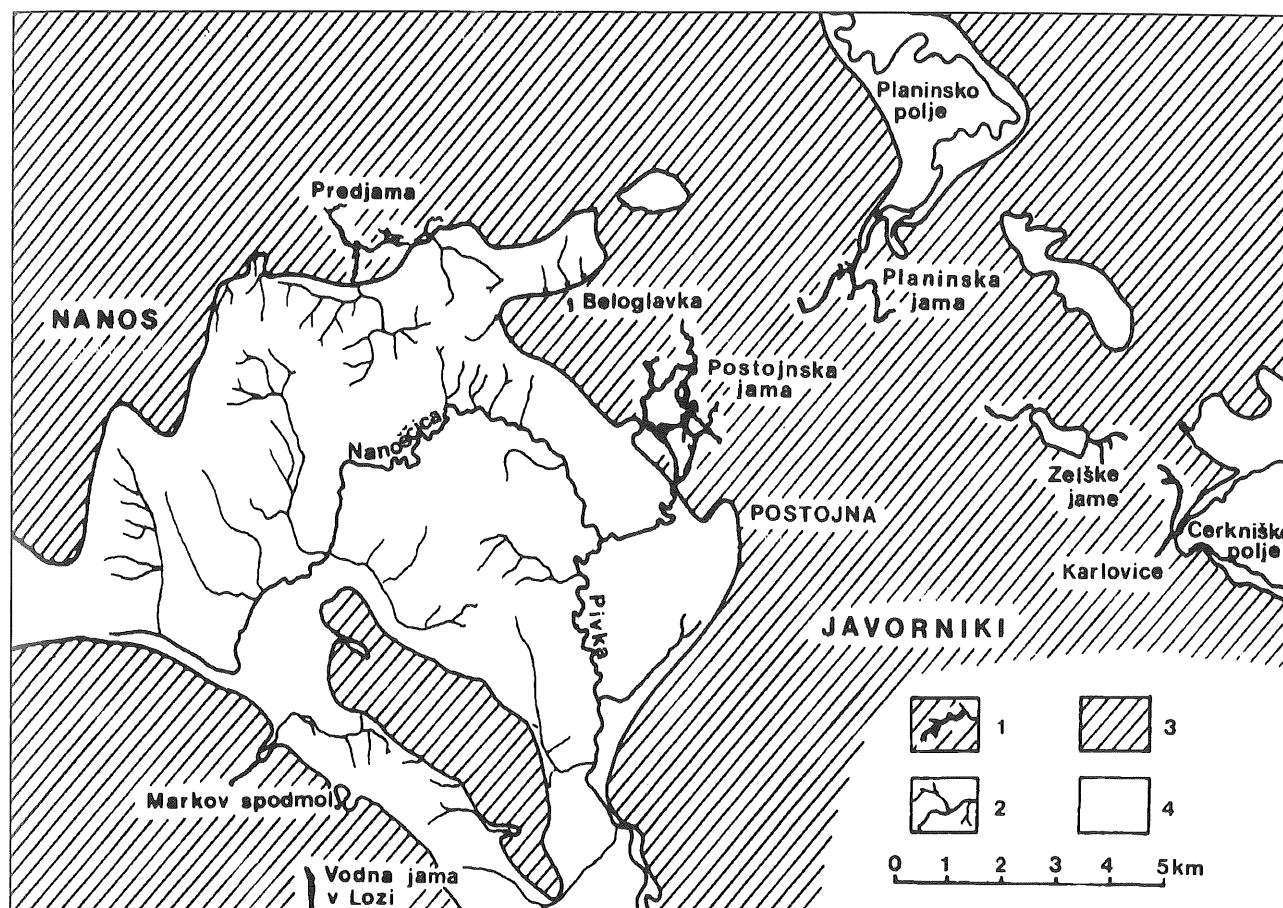
Po skalnem reliefu lahko sledimo še enemu, mlajšemu obdobju jamskega razvoja. Redke nadnaplavinske skalne oblike nam dokazujejo, da so mlajše ponornice občasno poplavlale tudi zgornje rove do 530 m nadmorske višine. Anastomoze so na robu Koncertne dvorane, v Rovu koalicije in v Matjaževem rovu ter prekrivajo starejše sledi vodnih tokov. Jama je bila torej pretežno zapolnjena z drobnozrnato naplavino. Poplavno ilovico Gospodarič (1976, tabela 2) uvršča v obdobja würma.

Relief struge (manjše fasete, stropne kotlice, noži) Podzemeljske Pivke oblikujejo današnje srednje hitre vode v zalitih odsekih in hiter vodni tok s prosto gladino v prostornejših delih jame (majhne fasete).

Če strnem: najstarejši, v skalnem reliefu berljivi vodni tokovi so se v freatični coni pretakali iz JV proti S in SZ in tudi skozi predhodnico Pivke jame. V tem času, ali nekoliko kasneje, se je voda pretakala tudi iz Otoške jame proti V in SV. Ponorov je bilo verjetno več. Mlajši, epifreatični vodni tokovi, ki so se pretakali od J proti S, so oblikovali Staro jamo. Zgornji Tartar se je reaktiviral, ko se je voda od JZ, verjetno iz predhodnice rovov današnje Podzemeljske Pivke, hitro pretakala proti S.

### SKALNI RELIEF PREDJAME

O ponorni Predjami in gradu nad njo je napisana vrsta člankov. Najbolj natančno pa jo je predstavil in opisal njen razvoj Habe (1970). Predstavil jo je tudi Gams (1974, 219). Šebela (1991) je preučila površinske geološke strukture in njihov vpliv na oblikovanje jame.



Sl. 1: Pivška kotlina z izbranimi jamami:

1. jame
2. površinski vodni tokovi
3. apnenec
4. fliš in naplavine.

Fig. 1: The Pivka basin and a part with selected caves:

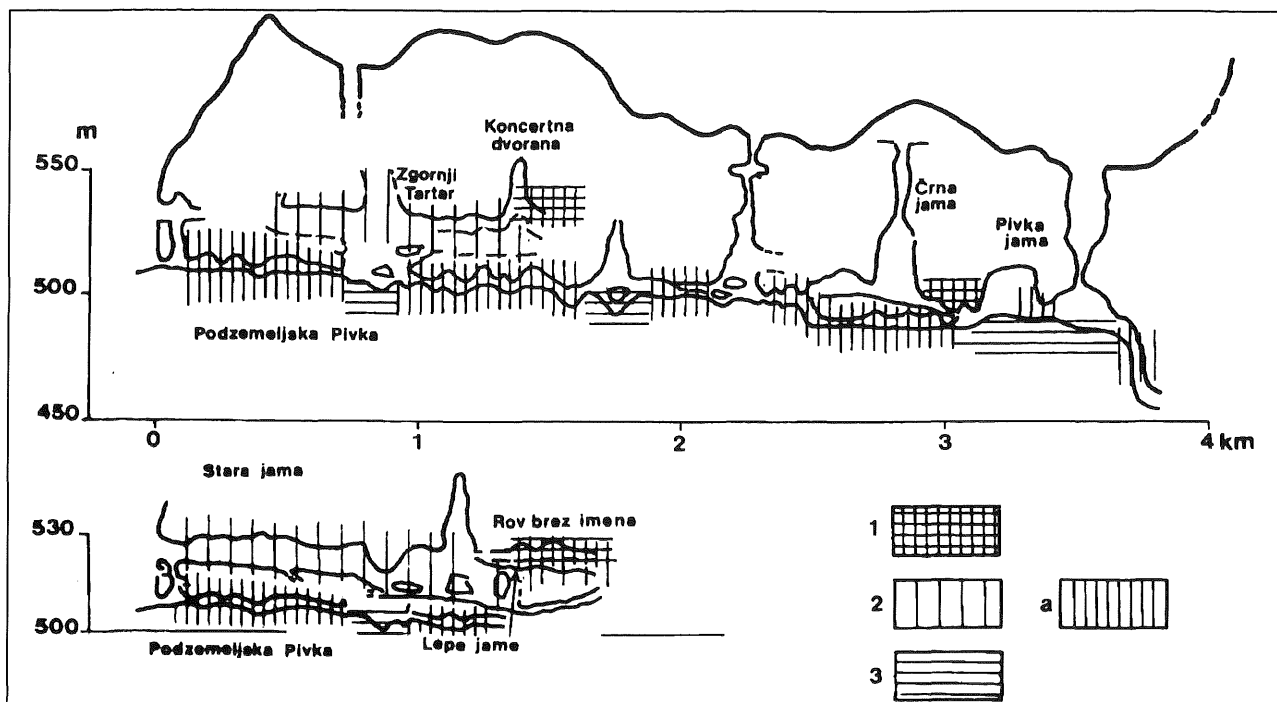
1. caves
2. superficial water courses
3. limestone
4. impermeable soil: flysch and alluvium.

Habe (1970, 53, 73) sklepa, da so v Fiženco in Erazmov rov na koncu pliocena in v začetku pleistocena tekle vode iz sedanjih dolin Belščice in Osojščice, Šmihelskih in Stranskih ponikev in dela Nanoščice. Skozi Vzhodni rov je tekel močan Belški potok, ko sta se osušila Stara jama in Zahodni rov. Pritok se je jami pridružil zaradi hitrega poglobljanja rovov. Ob prestavitvi vodnega toka v nižje ležeče rove sta se začela oblikovati samostojna potoka Ribnika in Mrzleka in se pridružila Belščici (Habe, 1970; 76).

Po skalnem reliefu rovov (sl. 3) lahko sklepamo na več obdobij razvoja jame. Počasni vodni tok je v freatični coni oblikoval Fiženco in Erazmov rov. Zgornji del Fižence sestavlja več manjših, vijugastih rovov. To kaže tudi prečni prerez sklepnege dela rova. Nekoliko hitrejši vodni tok je nato obilval vhodni del jame od Konjskega hleva do Stare jame. Večje fasete in stropne kotlice pričajo o srednje hitrem pretakanju vode skozi zalit rov v jamsko notranjost. Vode so postopoma obli-

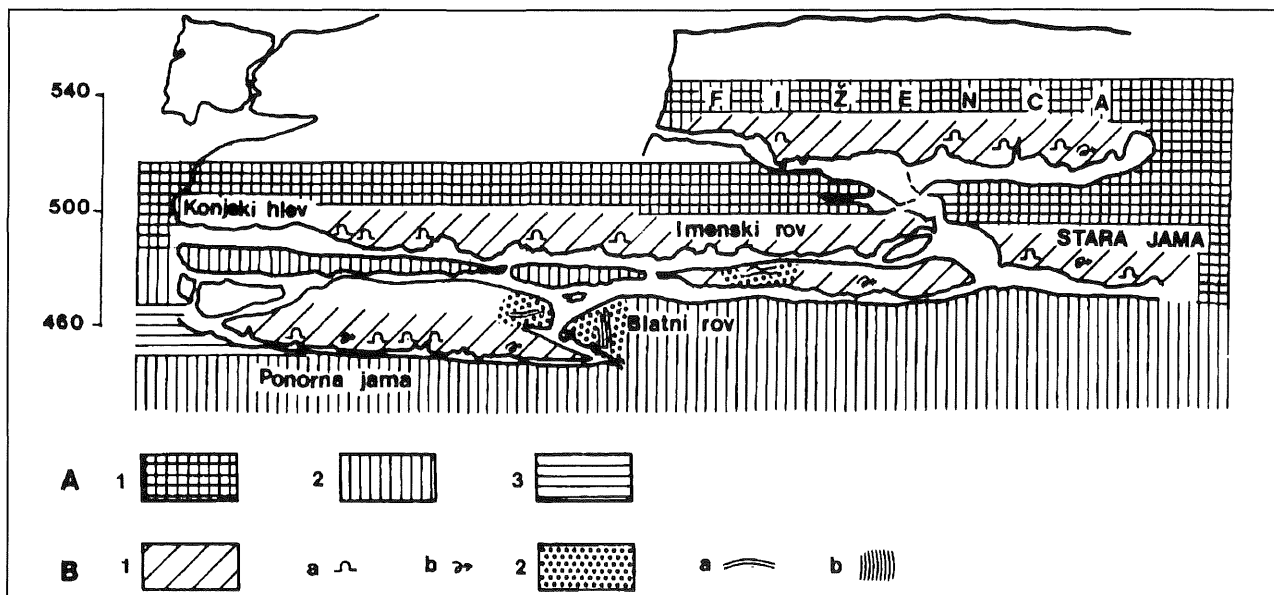
kovale rove na nižjih nadmorskih višinah. Najstarejše sledi pretakanja vode v Vzhodnem rovu so srednje velike fasete na zgornjih delih sten in kotlice na stropu. Podorne zapore v Polževi in Črni dvorani in občasne visoke vode so povzročale, da je bil današnji vhodni del jame večkrat poplavljen. Pretok vode po Blatnem rovu navzgor je zapustil večje fasete na stropu rova vse do Črne dvorane. O pogostejših, izdatnih poplavalah, ko je že bilo oblikovano današnje dno jame, pričajo nad-naplavinske oblike. Jama je bila z naplavinami zapolnjena vse do Imenskega rova, torej ves Blatni rov, rov ki veže Severjevo dvorano z Vzhodnim rovom, in stari rovi srednjega dela jame. Sedanje vode se pretakajo po spodnjem rovu in ob povodnjih deloma zalijejo Blatni rov, kjer odlagajo drobnozrnato naplavino. Nastajajo podnaplavinski žlebiči.

Skalni relief Vzhodnega rova kaže, da je pri današnjem oblikovanju rova najbolj učinkovit višji in srednje hiter vodni tok, ki manjše dele rova preplavi.



Sl. 2: Hidrološke cone oblikovanja Postojnske jame, 1. freatična cona, 2. epifreatična cona s počasnejšim vodnim tokom, a. epifreatična cona s hitrejšim vodnim tokom (sedanje oblikovanje), 3. vadozna cona.

Fig. 2: Hydrological zones shaping Postojnska Jama, 1. phreatic zone, 2. epiphreatic zone with slow water flow, a. epiphreatic zone with more rapid water flow (present-day formation), 3. vadose zone.



Sl. 3: Skalni relief in hidrološke cone oblikovanja Predjame:

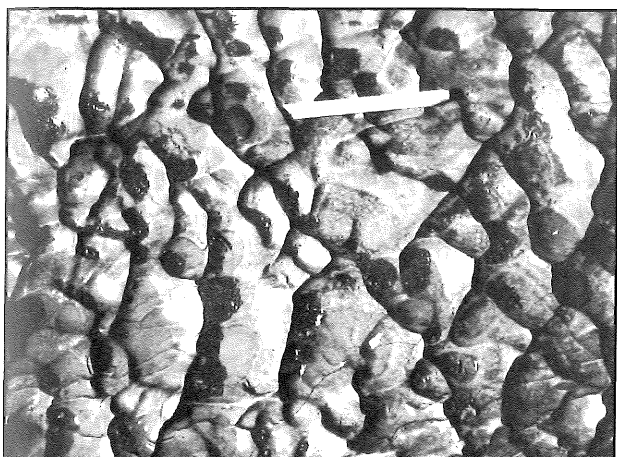
A - 1. freatična cona, 2. epifreatična cona, 3. vadozna cona,

B - 1. skalni relief, oblikovan z vodnim tokom, a. stropna kotlica, b. fasete, 2. obnaplavinski skalni relief, a. nadnaplavinski žleb, b. podnaplavinski žlebiči.

Fig. 3: Rocky relief and hydrological zones shaping Predjama:

A - 1. phreatic zone, 2. epiphreatic zone, 3. vadose zone,

B - 1. rocky relief shaped by water flow, a. ceiling pockets, b. scallops, 2. along-sediment rocky relief, a. above-sediment channel, b. below-sediment channel.



**Sl. 4:** Fasete, ki jih je mehansko poglobil vodni tok s peskom v Vzhodnem rovu Predjame (merilo=15 cm) (Foto: T. Slabe).

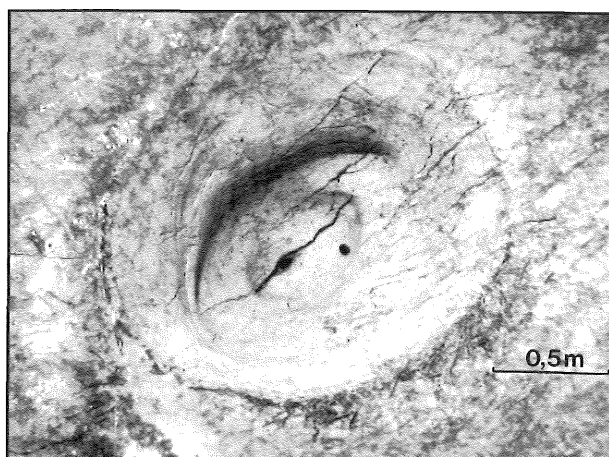
**Fig. 4:** Scallops that were mechanically deepened in Vzhodni rov, Predjama (scale=15cm)(Photo: T. Slabe).

Vrezuje fasete (sl. 4), manjše draslje in čeri ter pogloblja strugo. V Ponorni jami Lokve je skalni relief (fasete, stropne kotlice (sl. 5)) oblikovan s hitrejšim tokom, ki občasno zalije ves rov. Le v vhodnem delu rova so tla struge oblikovana (majhne fasete) s hitrim vodnim tokom.

#### SKALNI RELIEF BELOGLAVKE

Jamo na robu flišnega Studenskega zatoka je opisal Habe (1976). Skalni relief kaže, da se je skozi zgornje rove (Podorna dvorana, Blatni rov in Kapniška dvorana), ki imajo precejšen strmec, pretakal vodni tok, ko je bila jama zalita. V prostornejših rovih so večje fasete, v ožinah med njimi pa manjše. Za jame v Bezgovcu na 550-560 metrih nadmorske višine je značilno, da imajo strme padce ob prehodu v notranjost, v apnenec s fliša, ki ga prekriva. Ponori so se z odnašanjem flišnega pokrova predstavljali proti severu. Sčasoma se je oblikovalo nadstropje Blatnega rova, skozi katerega se je vodni tok pretakal navzgor proti Kapniški dvorani. Bil je hitrejši kot tisti v zgornjih delih jame. Različne višine vodnega toka so vidne v stenskih zajedah. Verjetno gre za nadnaplavinsko povišanje rova. Habe (1976, 205) je menil, da se je voda po Blatnem rovu pretakala navzdol in da je ta rov del začetne ponorne jame. Spodnji rovi so bili v času izdatnejših poplav kratek čas zapolnjeni z drobnozrnato naplavinno. Na stropu je nadnaplavinski žleb.

Spodnji, danes ob višjih vodah poplavljeni rovi so majhni. Na obodu, ki je polkrožne oblike, so manjše fasete in stropne kotlice. Srednje visoke vode se pretakajo hitreje po dnu rova. Skozi nekdanje ponore se je pretakalo veliko več vode. Današnje vode še niso dosegle njihovega skalnega dna.



**Sl. 5:** Stropna kotlica v Ponorni jami Lokve v Predjami (Foto: T. Slabe).

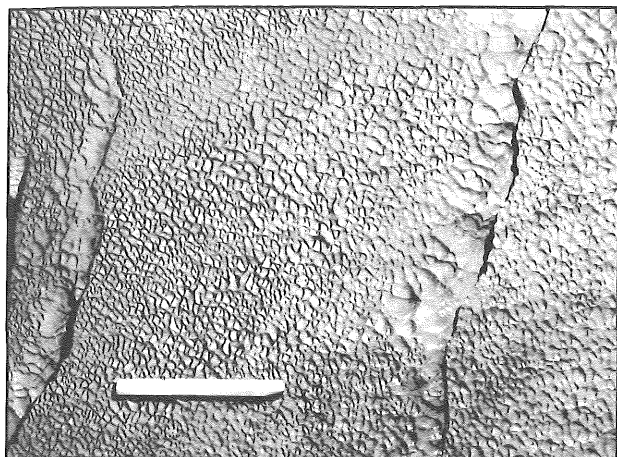
**Fig. 5:** Celiling pocket, Lokva swallow-hole, Predjama (Photo: T. Slabe).

#### SKALNI RELIEF V MARKOVEM SPODMOLU IN VODNI JAMI V LOZI

S severnega flišnega zaledja Sajevškega polja se stekajo vode potoka Sajevščice in Rakuljščice. Po sovodnji, južno od Sajevč, potoka tečeta proti jugu v Globoko slepo dolino, ki je nastala v zgornjekrednih apnencih. Na jugu in jugozahodu polja je več ponorov. Nizke vode ponikajo že v Ponikvah pri Sajevčah, kadar pa voda naraste, teče njen del v Požiralnik pred Markovim spodmolom. To je deloma tudi posledica umetne struge, ki vodi do ponikev blizu Županovega spodmola. Naredili so jo pred 2. svetovno vojno. V Markovem spodmolu so tudi nižje ležeči rovi s stalno vodo, ki so na več mestih povezani z zgornjim rovom, zato ga visoke vode deloma poplavijo. Vode izpod Markovega spodmola tečejo skozi Vodno jamo v Lozi (Habe & Hribar, 1965; 24). V njej je flišni prod in pesek. Tudi v tej jami so stalno poplavljeni nižje ležeči rovi. Voda teče nato skozi estavelo Gabranco v dolini Sušice pri Neverkah, nizka voda pa odteka proti Reki. Reko naj bi sajevške vode dosegle na območju Škocjanskih jam (Šušteršič 1972/73, 287).

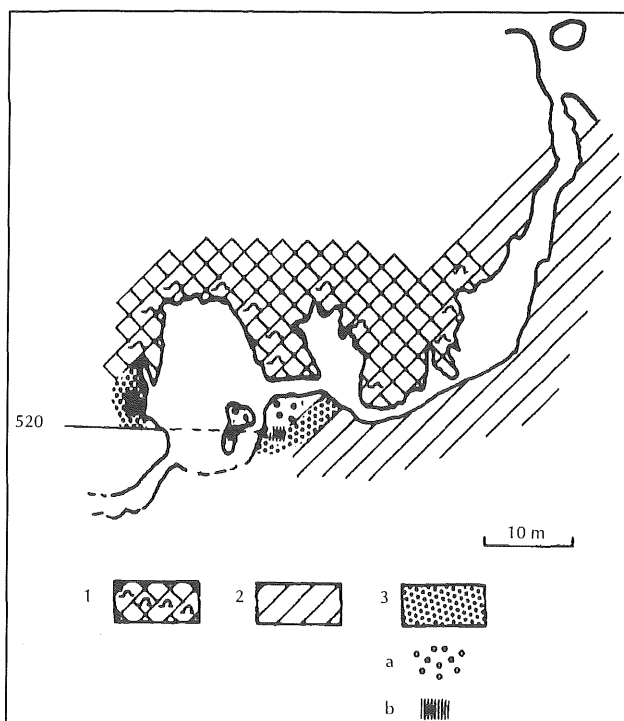
Najstarejše sledi odtekanja vode proti predhodnici današnje Reke na jugu naj bi bile pliocenske struge na Slavenskem ravniku. Pred tem naj bi bilo področje Sajevškega polja del povirja Pivške kotline. Habe in Hribar (1965) tudi predpostavljata, da so se jame, ki so prevzele vlogo površinskih odvodnikov proti jugu, oblikovale že v zgornjem pliocenu ali v začetku pleistocena.

Velike fasete in stropne kotlice v zgornjem rovu Vodne jame v Lozi so nastale, ko je bila jama del globlje poplavljenega krasa. Skozi jamo se je pretakal počasen vodni tok. Sledilo je hitro nižanje vodne gladine in stare skalne oblike so se zato ohranile. Zniževanje vodne gladine je bilo postopno, kar pričajo tudi



**Sl. 6:** Majhne fasete v Markovem spodmolu (merilo=15 cm)(Foto: T. Slabe).

**Fig. 6:** Small scallops in Markov spodmol (scale=15 cm)(Photo: T. Slabe).



**Sl. 7:** Skalni relief Matijeve jame:

1. stropne kotlice, ki jih oblikuje vodni tok,
2. erozijsko zglajen obod rovov,
3. podnaplavinski skalni relief;
  - a. podnaplavinske vdolbinice,
  - b. podnaplavinski žlebiči.

**Fig. 7:** Rocky relief, Matijeve jame:

1. ceiling pockets due to water flow,
2. erosionally polished passage perimeter,
3. below-sediment rocky relief;
  - a. below-sediment pits,
  - b. below-sediment channels.

fasete v Ključavnici v Vodni jami v Lozi. Fasete so manjše in so značilna sled hitrejšega vodnega toka, ki rov občasno poplavi. Najstarejše oblike v Markovem spodmolu niso več ohranjene. Na stropu in na zgornjih delih sten osrednjega rova so srednje velike fasete, ki so nastale, ko se je skozi jamo pretakal že hitrejši vodni tok (Slabe, 1993; 166). So značilna sled srednje hitrega vodnega toka, ki jamo občasno zalije.

Markov spodmol je bil kasneje v celoti zapolnjen z drobnozrnato naplavino, kar kažejo nadnaplavinske anastomoze (Slabe, 1992).

Današnji vodni tok se večinoma pretaka v spodnjih, pretežno zalitih rovih. Spodnji del oboda zgornjega rova v Markovem spodmolu je s fasetami (sl. 6) izrazito preoblikoval hiter vodni tok s prosto gladino. Na skalnih tleh so tudi žlebovi, sledi pretakanja manjših količin vode iz jezerc v nižje dele jame. Visoke vode pa se v skalnem reliefu Vodne jame v Lozi kažejo predvsem kot poplavlne. Jamo dokaj enakomerno zalijejo in za seboj puščajo le podnaplavinske skalne oblike. V suhih obdobjih se po rovih pretaka potoček, ki teče po stari naplavini.

#### SKALNI RELIEF MATIJEVE JAME

Svojevrstni skalni relief lahko prisodimo tudi estavelam (sl. 7). Matijeve jame je estavela na robu Palškega jezera. Je le eden kontaktnih izvirov na robu kraških jezer, ki se vrstijo ob južnem vznožju Javornikov, nizke vode pa se pretakajo podzemno mimo Postojne proti Malnom (Habič, 1968; 49). Na dnu vhodnega, 30 metrov globokega, brezna je prostornejša dvorana z jezerom. Jezero je ob suši globoko 3 m, nadaljuje pa se s podvodnim rovom. Najvišja gladina jezera je na nadmorski višini 556 m, najnižja gladina vode v jami pa na 518 m (Habič, 1968; 49). Ob dežju bruha iz jame nad 6 m<sup>3</sup> vode v sekundi, ob upadanju vode pa teče vanjo močan vodni tok.

Na stropu spodnjega dela jame so manjše polkroglaste kotlice. Površina kotlic je zaradi nehomogene kamnine drobno hrapava. Tla in položne stene spodnjih delov jame prekrivajo podnaplavinske vdolbinice. Obod vhodnih rovov je mehansko zglajen. Spodnji del jame je občasno poplavljen. Visoke vode pa se prelivajo po jami navzgor in vrtinčijo prod in pesek. Skalni relief torej odseva menjavanje pogostega manjšega nihanja vodne gladine v njenem spodnjem delu in občasnih izbruhov vode iz jame.

#### SKLEP

Sklepanje o skupnem ali podobnem razvoju različnih jam na robu Pivške kotline je na podlagi izbranih speleogenetskih kazalcev vprašljivo. V veliki kotlini se je oblikovalo tudi več samostojnih povirij. Ponuja pa se nekaj zaključkov, ki sledijo spremenjenim hidrološkim razmeram v obrobni krasu. Po nadmorskih višinah in



skalnem reliefu lahko rove v ponornih jamah razdelimo na tri skupine. Najvišje ohranjeni rovi so nad 530 m nadmorske višine le v Vodni jami v Lozi (520 m) in v Pivki jami (500 m), v Postojnskih jamah so nižje. Te rove družijo podoben skalni relief, ki izpričuje počasno pretakanje vode v globlje zalitih rovih. Gospodarič (1976, tabela 2) je njihov nastanek v Postojnskih jamah uvrstil v obdobja pred srednjim kvartarjem. So starejši? Stare vodoravne jame pod vrhom tektonsko razmeroma hitro dvigajočega se Nanosa so že na nadmorski višini več kot 1000 m. Habe (1970, 53, 73) postavlja najvišje ležeče rove Predjame v prehod med pliocenom in pleistocenom. V istem obdobju naj bi nastale prve votline v Slavenskem krasu. Vodni tok se je skozi zalite rove pretakal počasi. Nekoliko hitrejši je bil pretok vode skozi občasno poplavljen rove na nadmorski višini 520 do 530 m. Izjemi sta Predjama, kjer so takšni rovi na višini 490 m, in Markov spodmol z rovom na 550 m

nadmorske višine. Sklepam, da se je v tem obdobju oblikovalo samostojno povirje voda, ki se stekajo v Predjamo. Hitreje se je odpiral flišni jezik v Vipavski dolini. V Markovem spodmolu lahko po sestavljenem skalnem reliefu sledimo več obdobjem razvoja v istem rovu. Hitrejši padec vodne gladine, ki je povzročil oblikovanje globljih rovov v Markovem spodmolu (500 m) in v Vodni jami v Lozi (480 m), je verjetno povezan s hitrim poglabljanjem Reke v Škocjanskih jamah, katerih pritok so vode iz južne Pivške kotline. Najmlajši nivo rovov je na okoli 500 m nadmorske višine, v notranjosti pa se tako v Vodni jami v Lozi kot v Pivki jami spusti na 480 m. Najnižje pa so današnje vode v Predjami, kjer je ponor Lokve na 462 m, sifon na 427 m in ponor v Vzhodnem rovu na 432 m nadmorske višine. Višinska razlika med zgornjimi in spodnjimi rovi v Predjami je 120 m, v Postojnskih jamah pa 50.

## SUMMARY

*While studying the origin and development of rock formations in our caves, a conclusion was reached that the rocky relief of a cave can also be an important vestige of its development. The rocky reliefs of the selected caves on the edge of the Pivka basin were compared. These swallow-holes are: Postojna, Predjama and Markov spodmol (rock shelter), discharge caves Vodna jama at Loza in the Slavenski Plain and Beloglavka on the edge of the flysch Studenski zatok, as well as the estevelle Matijeva jama under the Javorniki mountains. The speleogenetic significance of the rocky relief is evident, even more than in separate passages, in the interlinked cave systems. Well seen in their rocky relief are the changes in hydrological conditions during the formation of separate parts of a cave, as well as how they were periodically filled up with finely grained alluvium, how water flew above it and, of course, how the earlier passages were partially transformed by some later factors.*

*Gams (1974, p. 214) referred to the Pivka basin as to the Postojna karst polje (depression) with its utterly predominant karst outflow. The waters from the flysch upper reaches of the Basin flow in a number of directions. There are also karst springs at the foot of the Javorniki mountains. In the east, the Pivka river sinks into the Karst of Postojna. Also flowing into it are the waters from the northeast, from the valley of Studeno. Those from the northern edge of the basin flow to Podgora at the foot of Mt. Nanos, and the Lokev is a tributary of the Vipava river. Higher up on the edge of the basin a number of dry or with alluvia filled up hollows are situated. In the south, the waters disappear in the blind valleys on the edge of the Slavenski Karst and flow towards Rijeka.*

*Inference about a uniform or similar development of various caves on the edge of the Pivka basin is on the basis of the selected speleogenetic indicators more or less doubtful. A couple of conclusions can be made, however, by which the changed hydrological conditions on the edge of the Karst are followed. According to the altitudes and the rocky reliefs, the passages in the swallow-holes can be separated into three groups. The highest surviving passages are situated at altitudes above 530 m; at lower altitudes only those in Vodna jama at Loza (520 m) and Pivka jama (500 m) in the Postojna caves are known. These passages have very similar rocky reliefs, which speak of a slow flow of water in the deeper flooded passages. Gospodarič (1976, Table 2) dated their origin in the Postojna caves to the periods prior to the Middle Quaternary. Are they perhaps older than that? The old horizontal caves below the top of the tectonically relatively fast rising Mt. Nanos are situated at more than 1000 metres. Habe (1970, p. 53, 73) ascribed the highest lying passages of Predjama to the transitional period between the Pliocene and Pleistocene. In the same period the first hollows in the Slavenski Karst were presumably formed. Water flew slowly through the filled up passages. Somewhat faster was the flow of water through the periodically flooded passages at 520 to 530 m*



*a.s.l.* The only exceptions are Predjama, where such passages are situated at an altitude of 490 m, and Markov spodmol with its passage at 550 m. Thus it can be inferred that an independent upper part of the waters flowing to Predjama was formed at that time. The flysch dam in the Vipava valley opened up somewhat quicker. At Markov spodmol we can follow, through the combined rocky relief, a number of periods of development in the same passage. The faster drop of the water level, due to which the deeper passages were formed at Markov spodmol (500 m) and Vodna jama at Loza (400 m), is probably in connection with the fast deepening of the Reka at the Caves of Škocjan, the tributaries of which are the waters from the southern Pivka basin. The latest level of passages is at some 500 m a.s.l., while in the interior it drops, in Vodna jama as well as in Pivka jama, to 400 m. The present-day waters are the lowest in Predjama, where the Lokva swallow-hole is situated at an altitude of 462 m, the siphon at 427 m and the swallow-hole in the Eastern Passage at 432 m. The vertical drop between the upper and the lower passages in Predjama is 120 m, while that in the Postojna caves is estimated at 50 m.

## LITERATURA

- Brodar, S., 1952.** Prispevek k stratigrafiji kraških jam Pivške kotline, posebej Parske golobine.- Geografski vestnik 24, 43-77, Ljubljana.
- Brodar, S., 1966.** Pleistocenski sedimenti in paleolitska najdišča v Postojnski jami.- Acta carsologica 4, 54-138, Ljubljana.
- Gams, I., 1965.** H kvartarni geomorfogenezi ozemlja med Postojnskim, Planinskim in Cerkniškim poljem.- Geografski vestnik 37, 60-101, Ljubljana.
- Gams, I., 1974.** Kras.- Slovenska matica, p. 360, Ljubljana.
- Gospodarič, R., P. Habič, 1966.** Črni potok in Lekinka v sistemu podzemeljskega odtoka iz Pivške kotline.- Naše jame 8, 12-32, Ljubljana.
- Gospodarič, R., 1969.** Speleološki procesi v Postojnski jami iz mlajšega pleistocena.- Naše jame 10 (1968), 37-46, Ljubljana.
- Gospodarič, R., 1976.** Razvoj jam med Pivško kotlino in Planinskim poljem v kvartarju.- Acta carsologica 7, 5-139, Ljubljana.
- Gospodarič, R., 1989.** Prispevek k vodnogospodarskim osnovam Pivke.- Acta carsologica 18, 21-38, Ljubljana.
- Habe, F., F. Hribar, 1965.** Saješko polje.- Geografski vestnik 36, 1964, 13-44, Ljubljana.
- Habe, F., 1970.** Predjamski podzemeljski svet.- Acta carsologica 5, 5-94, Ljubljana.
- Habe, F., 1976.** Morfološki, hidrografski in speleološki razvoj v studenskem flišnem zatoku.- Acta carsologica 7, 144-215, Ljubljana.
- Habič, P., 1968.** Javorniški podzemeljski tok in oskrba Postojne z vodo.- Naše jame 10, 47-54, Ljubljana.
- Habič, P., 1984.** Jamska nadstropja v NW delu Dinarskega Krasa.- Deveti jugoslovenski speleološki kongres, Zbornik predavanj, Karlovac, 17.-20. oktober, 231-236, Zagreb.
- Mihevc, A., 1991.** Morfološke značilnosti ponornega kontaktnega krasa.- Magistrska naloga, p. 206, Univerza v Ljubljani.
- Rakovec, I., 1951.** Jamski lev iz Postojnske jame.- Razprave 1 SAZU, 127-172, Ljubljana.
- Rakovec, I., 1954.** Povodni konj iz Pivške kotline.- Razprave 2 SAZU, 297-317, Ljubljana.
- Slabe, T., 1992.** Naravni in poskusni obnoplavinski jamski skalni relief.- Acta carsologica 21, 7-34, Ljubljana.
- Slabe, T., 1993.** Fasete, pomebna sled oblikovanja in razvoja kraških votlin.- Acta carsologica 22, 139-177, Ljubljana.
- Šebela, S., 1991.** Površinske geološke strukture in njihov vpliv na oblikovanje Predjame.- Magistrska naloga, p. 115+16 anex., Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, VTOZD Montanistika, Ljubljana.
- Šebela, S., 1994.** Vloga tektonskih struktur pri nastajanju jamskih rogov in kraških površinskih oblik.- Doktorska disertacija, p. 129, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, Oddelek za montanistiko, Odsek za geologijo, Ljubljana.
- Šušteršič, F., 1972/73.** Med Škocjanom in Labodnico.- Proteus 35, 320-322, Ljubljana.
- Šušteršič, F., 1991.** S čim naj se ukvarja speleologija.- Naše jame 33, 73-85, Ljubljana.
- Šušteršič, F., 1994.** Jama Kloka in začetje.- Naše jame 36, 9-30, Ljubljana.
- Zupan, N., 1991.** Flowstone datation in Slovenia.- Acta carsologica 20, 187-204, Ljubljana.

## PREDHODNE KRASOSLOVNE RAZISKAVE TRASE AVTOCESTE DIVAČA-KOZINA

Stanka ŠEBELA

dr., dipl. ing. geolog., Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, SI-6230 Postojna, Titov trg 2  
D.Sc., geologist, Karst Research Institute, Scientific Research Centre of the Slovene Academy of Sciences and Arts,  
SI-6320 Postojna, Titov trg 2

### IZVLEČEK

*Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU že več let sodeluje pri projektu graditve avtocest v Sloveniji. Velik delež bodočih avtocest poteka prek kraških terenov, kjer gradbeniki med graditvijo naletijo na številne neznane kraške jame. Le-te se odpirajo tudi ob utrjevanju cestišča kot tudi kasneje, ko je avtocesta že odprta. Vse to zahteva temeljite predhodne in spremljajoče geološko-krasoslovne raziskave ob graditvi avtocest.*

**Ključne besede:** krasoslovje, graditev avtocest čez kras, kraške jame, avtocesta Divača-Kozina

**Key words:** karstology, construction of motorways accross the Karst, karst caves, Divača-Kozina motorway

### UVOD

Z natančnimi speleološko-geološkimi raziskavami v merilu 1:1000 smo v marcu in aprilu 1996 pregledali 6,7 km dolg odsek bodoče avtoceste Divača-Kozina (slika 2).

Na trasi bodoče avtoceste in v njeni neposredni bližini je po Katastru jam znanih 6 kraških jam, med katerimi prevladujejo brezna. Zelo pogoste so tudi površinske kraške oblike kot vrtače, udornice, škraplje, žlebiči, škavnice, z jamskimi sedimenti ali terra rosso zapolnjene vrtače ter "jame brez stropa". Slednje smo lahko natančno spoznali ob graditvi avtoceste Divača-Fernetiči (Šebela & Mihevc, 1995).

S terenskimi raziskavami smo ponovno izmerili vse znane jame na trasi oziroma v njeni neposredni bližini. Preiskali smo vse vrtače in udornice v trasi, pri čemer smo sklepali tudi na zapolnitve s kraško ilovico.

### GEOLOŠKE RAZMERE NA TRASI BODOČE AVTOCESTE

Na trasi avtoceste smo z geološkim kartiranjem ločili 3 formacije:

- lipiška formacija (zg. K, svetel apnenec z rudisti),

- liburnijska formacija (K-Pc; Pc<sub>1</sub>; Pc<sub>2</sub>),

- formacija alveolinsko-numulitnega apnenca (E).

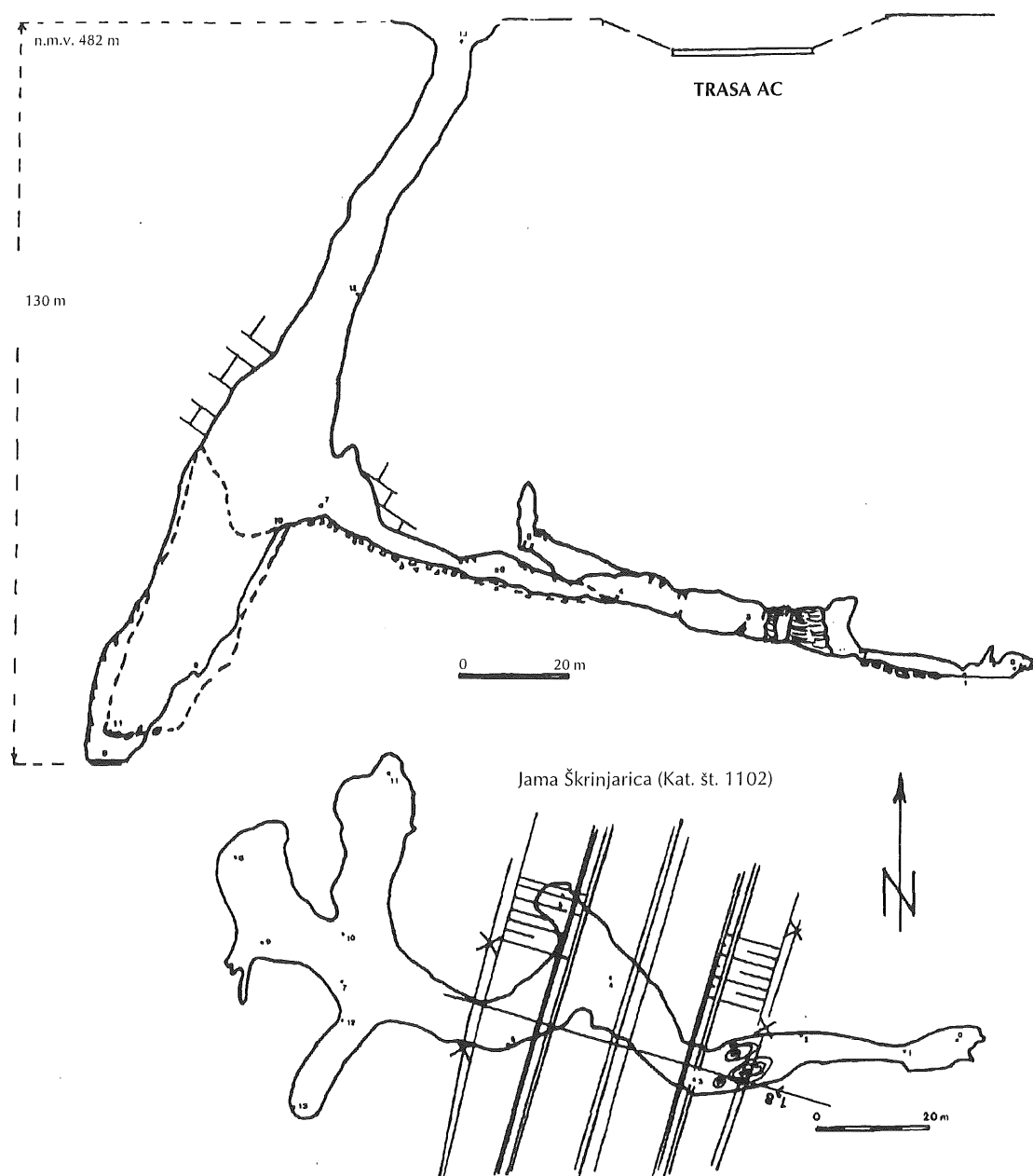
Po podatkih geološke karte list Trst (Pleničar, *et. al.*, 1973) na omenjeni trasi ni regionalno pomembnejših dinarsko usmerjenih (SZ-JV) prelomnih con. Zato pa čez celotno traso zasledimo starejše deformacije gubanja. Iz flišnega bazena pri Rodiku se sinklinala nadaljuje tudi v paleocenske apnenca. Severno od Kozine pa so kredne in paleocenske plasti nagubane v antiklinalo. Na trasi bodoče avtoceste lahko zasledimo vse te deformacije.

S podrobnim geološkim kartiranjem smo določili več zdrobljenih con, sicer pa prevladujejo porušene in razpoklinske tektonsko pretrte cone, kot jih je na kraških terenih klasificiral Čar (1982).

V severnem delu prevladujejo tektonsko pretrte cone v prečnodinarski smeri (SV-JZ), v južnem delu, severno od Kozine, pa so pogostejše dinarsko (SZ-JV) usmerjene tektonske cone.

Glavna smer podzemeljskih tokov je v izviru Timave. Obstaja pa tudi velika verjetnost smeri proti izvirov Rižane oziroma širšemu zaledju Rižane.

Bodoča avtocesta bo onesnaževala podzemeljsko vodo z odtekanjem onesnažene vode s cestišča in nadnadmimi izlivi iz prevoznih sredstev zaradi nesreč, zato je potrebno lovljenje in čiščenje odpadnih voda.



**Slika 1: Jama nad Škrinjarico in njen položaj glede na traso avtoceste (Izmera jame: F. Gabrovšek in B. Otoničar, IZRK ZRC SAZU 1996).**

**Fig. 1: The cave situated above Škrinjarica and its position in view of the course of the planned motorway. (Measurements of the cave made by F. Gabrovšek and B. Otoničar, Karst Research Institute).**

#### JAME NA TRASI BODOČE AVTOCESTE DIVAČA-KOZINA

V bližnji okolici 6,7 km dolge trase avtoceste si od severa proti jugu sledijo:

**1. Jama v Šebrjanki** (kat. št. 1097), vhod v jamo je okrog 150 m vzhodno od trase, na 1,0 km. Dolžina jame je 55 m in globina 24 m. To je plitvo brezno, sprva

3 m globoko, potem pa sledi nasip približno 20 m daleč. Jama je razvita v apnencih liburnijske formacije.

**2. Jama nad Škrinjarico** (kat. št. 1102), vhod je 35 m zahodno od trase, na 1,8-1,84 km. Dolžina jame je 270 m in globina 130 m, debelina stropa je 95 m. Jama je razvita v apnencih liburnijske formacije. Nadmorska višina vhoda je 482 m. V seznamu naravne dediščine je označena kot naravni spomenik (NS 882). V vodo-

ravnem rovu v jami je obširno bogastvo kapnikov, na stenah pa so stari italijanski podpisi. Načrt jame je bil objavljen že v knjigi "Il Timavo" (Boegan, 1938).

Trasa bodoče avtoceste poteka nad vodoravnim rovom, vzhodno od vhodnega brezna (slika 1).

Vodoravni rov Jame nad Škrinjarico poteka prav pod bodočo avtocesto. Razdalja do rova je 95 m, če pa upoštevamo še vsek, je razdalja 85 m. Jama je z naravoslovno-krasoslovnega vidika zelo pomembna in jo je treba ohraniti. Paziti je treba tudi na možna onesnaženja z izcednimi vodami in motornimi olji med graditvijo avtoceste in kasneje, ko bo promet že stekel.

Ker poteka trasa avtoceste direktno nad vodoravnim rovom te jame, je treba najprej zagotoviti trdnost (nosilnost) avtoceste nad praznim prostorom ter kasneje večkrat preverjati možno spreminjanje stanja v jami (npr. podori zaradi obremenitev terena med graditvijo avtoceste). Obvezno je ujetje vseh odpadnih voda kot tudi motornih olj tako med graditvijo avtoceste kot kasneje, ko bo promet po njej že stekel.

**3. Brezno v profilu 206 pri Kačičah** (kat. št. 1830) leži na 3,48 km. Globina brezna je 5 m. Brezno se je odprlo med graditvijo magistralne ceste Divača-Koper in je danes sanirano. Leži v apnencih liburnijske formacije.

**4. Jama Podstupec** (kat. št. 1106) je 90 m vzhodno od deviacije 1-4b, na 3,52 km. Dolžina brezna je 15 m in globina 120 m. Gre za brezno v liburnijski formaciji. Brezno so zadnji izmerili italijanski jamarji in jamarji JDDK. Širina vhodnega brezna je 10x25 m. Brezno je v tlorisu podolgovate oblike in je potegnjeno v smeri SZ-JV. Na dnu se smer brezna spremeni v smeri S-J. Na dnu je širina brezna 4,5x15 m.

**5. Iželetova jama** (kat. št. 1113) je 30 m vzhodno od trase, na 5,24 km. Globina brezna je 25 m. Jama je razvita v liburnijski formaciji. Vhod je velik 4x1,5 m, vendar sloni prek njega večja skala, tako da ga razpolavlja. Od zgornjega večjega prehoda do dna je 20 m. Pristanemo na grušču, ki se strmo spušča v 1m široki in 7 m visoki razpoki proti JZ v drugi prostor, ki je visok približno 15 m in dolg 4 m. V jami je precej smeti.

**6. Jama Majekavc** (kat. št. 1114), vhod je 45 m zahodno od trase, na 5,52-5,56 km. Dolžina brezna je 20 m in globina 61 m. Razvita je v liburnijski formaciji. Vhod je obsežna udorna odprtina. Tik pred dnom je naravni most. V jami je veliko smeti.

Poleg šestih znanih jam iz Katastra jam smo s terenskimi raziskavami odkrili še 9 novih jam. Gre za manjša brezna in spodmole, ki so mnogo krajša od že prej znanih jam. Povprečna gostota jamskih objektov je torej 2,238 jam/1 km.

Na celotni 6,7 km dolgi trasi in v njeni bližnji okolici smo registrirali 15 jam. Na trasi bodoče avtoceste oziroma v njeni neposredni bližini tako zasledimo globlja brezna (globine do 130 m) in krajše vodoravne jame (najdaljši vodoravni rov je v Jami nad Škrinjarico in znaša 190 m).



*Slika 2: Značilna kraška pokrajina, skozi katero bo potekala avtocesta Divača-Kozina. Levo Vremščica, v ozadju Snežnik (Foto: S. Šebela)*

*Fig. 2: Characteristic karst landscape, across which the Divača - Kozina motorway is to run in the near future, with Mt. Vremščica on the left and Mt. Snežnik in the background (Photo: S. Šebela).*

#### POVRŠINSKI KRAŠKI POJAVI NA TRASI BODOČE AVTOCESTE

Površinske kraške pojave lahko ločimo na: vrtače, doline (zelo velike vrtače), udornice, jame brez stropa, škraplje, žlebiče, škvavnice ali kamenice in griže.

**1. Vrtače**, ki so na trasi bodoče avtoceste, so v dnu večinoma zapolnjene s kraško ilovico. Nekaj pa je tudi primerov bolj divjih vrtač, kjer so na dnu podorni bloki in revnejša kraška ilovica. Na debelejšo kraško ilovico v vrtačah lahko sklepamo, ker so bile vrtače pred več 10 leti kultivirane, na kar nas še danes opozarjajo kamniti zidovi.

Med Divačo in Kozino poteka trasa avtoceste prek številnih manjših ali večjih, globljih ali plitvih vrtač. Med graditvijo avtoceste bo treba upoštevati, da je v dnu vrtač sediment, ki ga bo treba odstraniti oziroma vrtačo sanirati.

**2. Doline** sestavljajo večje vrtače oziroma udornice. Tak primer sta dolini Petrovec in Lešnjak SV od Kozine. Premer zgornjega roba doline je lahko tudi 170 m, dna pa do 90 m. Dno obeh dolin je prekrito s kraško ilovico.

Trasa avtoceste bo tik pred Kozino potekala po sedlu med dolinama Petrovec in Lešnjak. Prostorninsko sta to največji negativni anomaliji v trasi avtoceste, tako da je potrebna temeljita sanacija.

Predvsem na zahodnem robu doline Lešnjak opazujemo do 70 m široko razpoklinsko cono, ki je dobro prevotljena.

**3. Udornice** so površinska kraška oblika, ki dovolj

zanesljivo nakazuje na hiter odnos površinskega materiala v podzemlje, od tod pa nadaljnji podzemeljski transport z vodnim tokom. V Sloveniji poznamo številne podobne primere.

V profilu št. 142 (od 5,6-5,68 km) je povsem na trasi avtoceste udornica. Premer zgornjega roba je 55x60 m, premer dna pa 30x20 m. Od strmih sten so se krusili bloki apnenca, tako da na dnu udornice prevladujejo podorne skale, deloma pa tudi ilovica. Ker je udornica prav na trasi avtoceste, je potrebna njena temeljita sanacija.

Udornica je v severnem delu oblikovana ob zdobljeni coni 60-700, v južnem delu pa ob prelomni ploskvi 30/80, ob kateri se je oblikovala tudi manjša vodoravna jama (na 5,64 km) dolžine 1,5 m in višine 3 dm.

**4. Jame brez stropa** so stari, povečini vodoravni rovi, ki po zadnji zapolnitvi s flišnimi ali drugimi sedimenti niso več prevajali vodnega toka. Procesi dviganja in spuščanja terena ter predvsem procesi erozije in raztapljanja kraških terenov so povzročili, da te jame danes nimajo več stropa. Morfološko so jame brez stropa lahko podobne vrtačam, zapolnjenim s kraško ilovico, in prav tako kot slednje zahtevajo temeljito sanacijo.

Na celotni trasi oziroma ob njeni neposredni bližini sta 2 večji jami brez stropa. Prva je vzhodno od trase med profiloma 16 in 17 in se verjetno nadaljuje proti zahodu kot s sedimenti zapolnjena jama, ki ima strop tudi pod traso avtoceste, druga pa je zahodno od trase na 5,36-5,44 km.

Najdemo tudi 2 manjši jami brez stropa. Na 2,86 km je 40 m dolg rov, ki se nadaljuje v vrtačo vzhodno od tra-

se. Na 5,86-5,88 km je 20 m dolg rov jame brez stropa.

Na trasi avtoceste smo odkrili vsaj 4 jame brez stropa. Ko se bodo začela gradbena dela, pa bomo prav gotovo odkrili številne nove jame kot tudi jame brez stropa.

**5. Škraplje, žlebiči, škavnice in griže** so značilni površinski kraški pojavi, ki so na trasi avtoceste Divača-Kozina zelo pogosti.

Vsi kažejo na dobro raztapljanje apnenca, škraplje in griže pa tudi na dobro prevotljenost, ki je ugodna za vertikalno prenikanje vode. Ob številnih tudi do 2 m globokih škrapljah, ki so razvite v razpoklinsko-porušenih conah, lahko med graditvijo pričakujemo tudi vertikalna brezna oziroma korozijsko razširjene razpoke.

## SKLEP

Speleološko-krasoslovne raziskave trase avtoceste Divača-Kozina so poleg znanih kraških pojavov odkrile številne nove. Med graditvijo avtoceste pa bomo odkrili še mnoge druge, za zdaj še neznane kraške pojave. Na to nas opozarjajo dosedanje izkušnje, ki smo si jih pridobili s krasoslovnim nadzorom med graditvijo avtocest (Slabe *et al.*, 1995).

Predvsem razpoklinske in porušene cone so dobro prepustne za vertikalno prenikanje vode, kar pomeni, da so te cone tudi ugodne za zakrasevanje, tako v horizontalni kot vertikalni smeri. Ob teh conah je povečana prevotljenost, tako da v njih lahko pričakujemo predvsem brezna.

## SUMMARY

*The Karst Research Institute which works within the framework of the Scientific Research Centre of the Slovene Academy of Sciences and Arts has for a number of years participated in the Slovene motorway construction project. A large proportion of the future motorways runs across karst terrain, where building contractors often hit upon numerous unknown karst caves. These are also encountered when roadways are paved, and later when motorways are already open to traffic. All of this of course calls for a thorough preliminary geological - karstological research when roads are under construction as well as when actually used.*

## LITERATURA

**Boegan, E., 1938:** Il Timavo.- Studio sull'idrografia carsica subaerea e sotterranea.- Memorie dell'Istituto Italiano di Speleologia, II, 1-251, Trieste.

**Čar, J., 1982:** Geološka zgradba požiralnega obrobja Planinskega polja.- Acta carsologica 10, (1981), 75-105, Ljubljana.

**Kataster jam IZRK ZRC SAZU**

**Slabe, T., Šebela, S., Mihevc, A., Knez, M., Otoničar, B., Kranjc, A. & Kogovšek, J., 1995:** Krasoslovni nadzor

gradnje avtoceste Divača-Dane in Čebulovica- Divača.- 30 str. elaborat.

**Pleničar, M., Polšak, A. & Šikić, D., 1973:** Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.00. List Trst L 33-88, Zvezni geološki zavod, Beograd.

**Šebela, S. & Mihevc, A. 1995:** The problems of constructions on karst - The examples from Slovenia.- Karst Geohazards, Proceedings of the Fifth Multi-disciplinary conference on Sinkholes and the Engineering and Environmental Impacts of Karst, Gatlinburg/Tennessee/2-5 April 1995, 475-479, A. A. BALKEMA, Rotterdam.

## PRIMER UPORABE GEOSTATISTIČNE ANALIZE ZA IZRIS KARTE DEBELIN NAPLAVINE NA PLANINSKEM POLJU

Metka PETRIČ

mag., dipl. inž. geol., Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, SI-6230 Postojna, Titov trg 2  
M.Sc., geologist, Karst Research Institute, Scientific Research Centre of the Slovene Academy of Sciences and Arts,  
SI-6230 Postojna, Titov trg 2

### IZVLEČEK

*Uporaba statističnih metod pri interpretaciji terenskih geoloških podatkov se tudi pri nas vedno bolj uveljavlja. V članku je predstavljen primer izdelave konturnih kart debeline naplavine na Planinskem polju, ki so bile izrisane z uporabo geostatističnega računalniškega programa GEO-EAS (Geostatistical Environmental Assessment Software). Prostorska slika je rezultat numerične obdelave točkovnih podatkov o debelini naplavine v 82 vrtinah. Ustreznost izbranega modela je testirana na osnovi relacije med ocenjenimi in izmerjenimi vrednostmi v teh točkah, zanimiva pa je tudi primerjava z rezultati geofizikalnih raziskav.*

**Ključne besede:** debelina naplavine, geostatistika, Planinsko polje, Slovenija  
**Key words:** alluvium thickness, geostatistics, Planinsko polje, Slovenia

### UVOD

Pri geoloških raziskavah na terenu običajno dobimo točkovne podatke, saj vrednosti preučevanega parametra določamo na posameznih značilnih lokacijah. Šele z ustrezno interpretacijo pa lahko tako dobljeno informacijo postavimo v prostor. Interpretacija, ki jo na osnovi podatkov postavi raziskovalec sam, je rezultat njegovega znanja ter izkušenj in je zato v precejšnji meri subjektivna. V sodobni znanosti se temu skušamo izogniti z uporabo različnih matematično-statističnih metod, pri katerih dano bazo terenskih podatkov analiziramo z izbranimi numeričnimi orodji. Z izboljšanjem računalniške opremljenosti in hitrim razvojem ustrezne programske opreme so ti postopki postali dostopni širokemu krogu strokovnjakov. Tudi v slovenskem prostoru se njihova uporaba pri reševanju geoloških problemov vse bolj uveljavlja. Članek predstavlja poizkus obdelave terenskih podatkov z geostatističnim programom GEO-EAS: Geostatistical Environmental Assessment Software (Englund & Sparks, 1988).

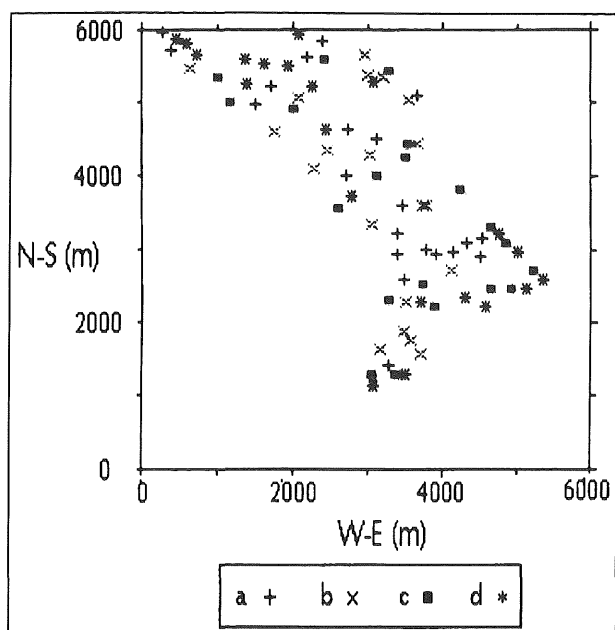
Za študijski poligon je bilo izbrano Planinsko polje, na katerem so že pred leti v okviru raziskav za graditev hidroelektrarne izvrtali številne vrtine (Elektroprojekt, 1953). Izmerjene debeline naplavine na teh lokacijah dajo točkovno mrežo podatkov, ne pa tudi jasne pro-

storske slike. Problem smo skušali rešiti z uporabo geostatističnih metod, ki omogočajo izdelavo ustreznih konturnih diagramov debeline naplavine pa tudi oceno njihove statistične zanesljivosti.

### OPIS POLIGONA

Planinsko polje se razteza v dinarski smeri med Grčarevcem in Planino v dolžini okrog 4,5 km. Na jugovzhodnem robu je široko 3,5 km, v osrednjem delu 2 km, proti severozahodu pa se najprej zoži na 1 km in se nato v ozkem jeziku izklinja pri Grčarevcu. Kota dna je okrog 447 m.

V strukturnem pogledu sta skoraj celotno območje polja in njegova širša okolica uvrščena k tektonski enoti Hrušiškega pokrova. Le neznatni del polja tik pod Planino pripada Snežniški narivni grudi. Ozemlje je razsekano s številnimi prelomi različnih smeri in starosti. Najpomembnejša je prelomna cona Idrijskega preloma, ki poteka čez osrednji del Planinskega polja (Čar, 1982). Kamninsko podlago gradijo karbonatni skladi od zgornjetriasne do zornjekredne starosti, ki so prekrite s kvartarno naplavino. V glavnem je to glina, le na nekaterih mestih najdemo tanjšo plast peščenih glin z lokalno povečano vsebnostjo dolomitnih drobcev (Breznik, 1961).



**Slika 1: Točkovni podatki o debelini naplavine  $D$  na Planinskem polju a:  $0,0 \leq D \leq 0,8$ , b:  $0,8 < D \leq 2,5$ , c:  $2,5 < D \leq 4,7$ , d:  $4,7 < D \leq 24,0$ .**

**Fig. 1: Point data on alluvium thickness  $D$  at Planinsko polje a:  $0.0 \leq D \leq 0.8$ , b:  $0.8 < D \leq 2.5$ , c:  $2.5 < D \leq 4.7$ , d:  $4.7 < D \leq 24.0$ .**

Zanimive so hidrološke razmere na polju, saj je občasno zalito z vodo. Glavni dotok je reka Unica, ki priteče iz Planinske jame na južnem obrobju. Voda odteka v podzemlje skozi številne požiralnike, ki so se izoblikovali predvsem na severozahodnem in severnem robu polja.

## KARTA DEBELINE NAPLAVINE NA PLANINSKEM POLJU

### Teoretične osnove geostatistike

Metode geostatistike se uporabljajo pri analizi spremenljivk, ki opisujejo zvezne površine v prostoru. Ker je debelina naplavine v vsaki točki obravnavanega območja v določeni korelaciji z vrednostmi v neposredni okolici, glede na bolj oddaljene točke pa je statistično neodvisna, jo prav tako lahko uvrstimo v to skupino spremenljivk. Z linearno kombinacijo opazovanj v sosednjih točkah lahko ocenimo vrednost določenega parametra v poljubno izbrani točki prostora in tako izdelamo oceno prostorsko razporejenih vrednosti iz točkovnih podatkov. Statistična metoda, ki to omogoča, se imenuje krigiranje (Swan & Sandilands, 1995).

Na trgu se pojavljajo številni računalniški programi, ki omogočajo uporabo metode krigiranja. Eden izmed teh je tudi GEO-EAS: Geostatistical Environmental

Assessment Software (Englund & Sparks, 1988), ki smo ga uporabili na primeru Planinskega polja. Ta program obsega skupino orodij za opravljanje dvodimenzionalnih geostatističnih analiz prostorsko razporejenih podatkov.

### Osnovna statistična analiza podatkov

Pri statistični obdelavi podatkov o debelini naplavine na Planinskem polju so bili uporabljeni rezultati analize 82 raziskovalnih vrtin, ki so zbrani v idejnem projektu za hidroelektrarno Planina - Verd (Elektroprojekt, 1953). Izmerjene debeline se gibljejo med 0 m na golicah in 24,4 m na območju zaplavljenega vrtače. Razporeditev točk vzorčenja in izmerjenih vrednosti je prikazana na sliki 1. Podatki so glede na frekvenčno porazdelitev razvrščeni v 4 skupine z neenakomernimi intervali.

Osnovna statistična analiza celotne baze podatkov je dala srednjo vrednost debeline 4,1 m, varianco 13,48 in standardni odklon 3,67. Minimalna izmerjena debelina je 0,4 m, pri 25% frekvenčne porazdelitve je vrednost 2,0 m, mediana je 3,25 m, 75% vzorčenih debelin je manjših od 5,05 m, maksimalna vrednost pa je 24,4 m. Za testiranje normalnosti sem uporabila podatke o asimetričnosti  $A$  in sploščenosti  $E$ . Izračunani vrednosti  $A=3,4$  in  $E=17,6$  se močno oddaljujeta od standardov ( $A=0$ ,  $E=3$ ), pa tudi obliki histograma in verjetnostne krivulje izključujeta hipotezo o normalnosti porazdelitve vzorca. Zato sem test ponovila še za logaritemske vrednosti debeline. Za asimetričnost  $A=-0,05$  in sploščenost  $E=3,75$  lahko sprejmemo hipotezo o normalnosti na ravni tveganja 5% in 1%. Tudi histogram kaže značilno Gaussovo porazdelitev, verjetnostna krivulja pa je premica.

### IZDELAVA KONTURNE KARTE DEBELINE NAPLAVINE

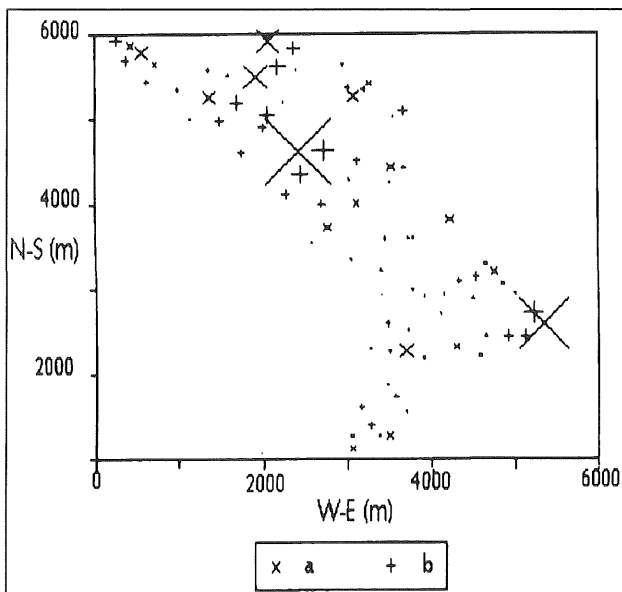
Z uporabo metode krigiranja je bila na osnovi točkovnih podatkov izdelana prostorska slika. V programu GEO-EAS je postopek razdeljen na 6 korakov. Najprej je treba v podatkovni bazi zbrati in ustrezno oblikovati terensko izmerjene podatke. Vsaka vrtina je predstavljena s koordinatama in debelino naplavine. V drugi fazi program za vse možne pare podatkov izračuna medsebojne razdalje in orientacije. Naslednji korak je izdelava semivariograma, ki prikazuje varianco med pari izmerjenih vrednosti kot funkcijo razdalje med točkami vzorčenja. Na osnovi tako dobljene slike določimo korelacijo med vzorčenimi vrednostmi v določeni smeri. Ker je bila normalnost porazdelitve dokazana za logaritemske vrednosti, so bili tudi pri izračunu semivariograma upoštevani logaritmi debelin. Primer sicer ni idealen, saj so odmik od značilne oblike semivariograma kar precejšnja, vendar je kljub temu zadostno pogojem za uporabo metode navadnega krigiranja. Eksperimentalnemu semivariogramu moramo naj-



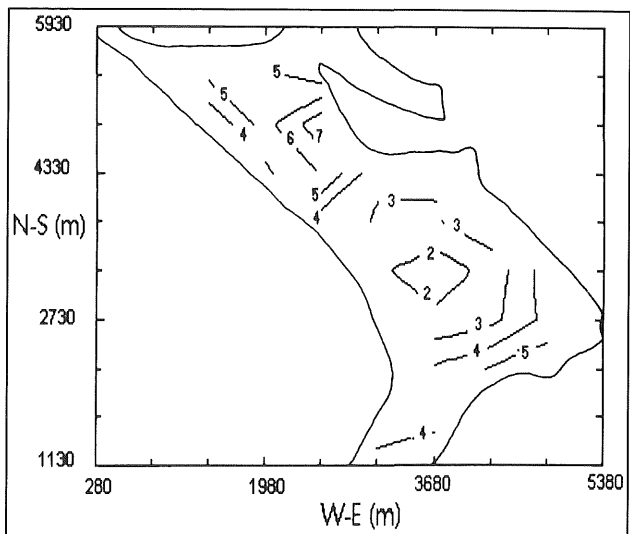
prej prirediti teoretični model z vizualnim prilagajanjem krivulje izračunanim točkam, izbrane značilne karakteristike semivarioograma pa v naslednjem koraku uporabimo pri krigranju.

Program GEO-EAS omogoča tudi testiranje veljavnosti. Za kontrolo v vsaki točki vzorčevanja krigriramo vrednost spremenljivke na osnovi debelin, izmerjenih v sosednjih točkah, in značilnosti teoretičnega semivarioograma. Dobljene ocene primerjamo z izmerjenimi vrednostmi v istih točkah. Primerjava dveh skupin podatkov, ki jih sestavljajo izmerjene in ocenjene vrednosti, poteka na različnih ravneh. Po osnovni statistični analizi se za Planinsko polje srednji vrednosti dobro ujemata (za merjene vrednosti 4,07, za ocenjene pa 4,05), večja razlika pa se pokaže v standardnih odklonih (za merjene vrednosti 3,67, za ocenjene pa 1,71), saj pri ocenjenih debelinah ni izrazitih ekstremov in so dosti manj raztresene okrog povprečja. Pri izmerjenih vrednostih se ti ekstremi pojavljajo zaradi nepravilnosti v kamninski podlagi, kjer so vrtime presecale kraške depresije, zapolnjene z naplavinno. Ker nepravilnosti ponazarjajo nezvezne odseke regionalizirane spremenljivke, je korelacija s sosednjimi točkami zelo slaba. Posledica so odmiki pri krigranju.

Drugo orodje primerjave je diagram napak (slika 2), na katerem so prikazane razlike med ocenjeno in dejansko debelino. Precenjena vrednost je označena z znakom +, podcenjena pa z znakom x. Velikost simbola



**Slika 2: Grafični prikaz napake ocene debeline naplavine a: podcenjena vrednost, b: precenjena vrednost.**  
**Fig. 2: Diagrammatic presentation of the error in the alluvium thickness estimate a: underestimated value, b: overestimated value.**



**Slika 3: Karta debeline naplavine na Planinskem polju.**  
**Fig. 3: Alluvium thickness chart of Planinsko polje.**

ponazarja velikost napake (čim večji je simbol, tem večji je odklik med ocenjeno in izmerjeno debelino). Pri analizi podatkov s Planinskega polja je ujemanje dokaj dobro. Večji odklik opazimo samo na posameznih izoliranih lokacijah in jih prav tako lahko razložimo z nepravilnostmi v podlagi. Še posebej očitno je to pri največjih izmerjenih debelinah (24,4 m, 21,7 m, 12 m in 11 m). Regresijska krivulja med opazovanimi in ocenjenimi vrednostmi ima naklon 45°, kar po teoriji izključuje sistematsko napako. Na osnovi opravljenih statističnih testov veljavnosti lahko torej zaključimo, da privzet teoretični model semivarioograma omogoča dokaj zanesljivo krigranje v večjem delu polja. Seveda pa se nekaterim napakam, ki so posledica nepravilnosti v podlagi, ni mogoče izogniti.

Za zbrano bazo podatkov smo tako definirali prostorsko odvisnost, na osnovi katere lahko v naslednjem koraku z uporabo metode krigranja postavimo dvodimenzionalno mrežo debelin naplavine na območju polja. S koordinatami nekaterih mejnih točk je bil določen zunanji rob polja, rezultat krigranja pa so vrednosti debelin v pravilni mreži točk znotraj tega območja. V zadnjem koraku program omogoča izris konturnega diagrama, ki s konturnimi linijami prikazuje s krigranjem ocenjene debeline naplavine na območju Planinskega polja (slika 3).

#### SKLEP

Poizkus uporabe metod geostatistike in računalniškega programa GEO-EAS za oceno debeline na Planinskem polju je dal zadovoljive rezultate. Na osnovi analize zbranih podatkov je bila izrisana konturna karta

ocenjenih vrednosti in testirana napaka te ocene. Pokazalo se je, da večji odmiki na posameznih lokacijah niso posledica napak v analitičnem postopku, ampak se pojavljajo predvsem zaradi neenakomerno razporejenih nepravilnosti v strukturi kamninske podlage.

Zanimiva je tudi primerjava konturnih diagramov s karto globin do kamninske podlage, ki je bila izdelana na osnovi geofizikalnih meritev (Ravnik, 1976). Pri tej raziskavi je bilo opravljenih kar 44000 geoelektričnih meritev, kar pomeni večjo občutljivost za manjše lo-

kalne spremembe in bolj detajlni prikaz razmer na polju. Kljub temu so napake zaradi lokalnih anomalij v skalni podlagi ostale. Primerjava je pokazala, da se v grobem konturne oblike obeh kart dokaj dobro ujemajo. Čeprav je bila v članku predstavljena geostatistična analiza izdelana samo na osnovi 82 podatkov, lahko torej njene rezultate ocenimo kot dovolj reprezentativne v okviru dane natančnosti in potrdimo primernost njene uporabe za reševanje podobnih problemov.

### SUMMARY

*The application of statistical methods for the interpretation of field geological data is gaining more and more recognition in our country as well. The article describes how contour charts of the alluvium thicknesses at Planinsko polje were made by means of the Geostatistical Environmental Assessment Software. The spatial outline of this area is the result of numerical processing of point data on the alluvium thickness in 82 bores. Adequateness of the selected model was tested on the basis of the relations between the estimated and measured values in these points. The comparison with the results of geophysical research is also interesting.*

### LITERATURA

- Breznik, M., 1961.** Akumulacija na Cerkniskem in Planinskem polju.- Geologija 7, 119-149, Ljubljana.
- Čar, J., 1982.** Geološka zgradba požiralnega obrobja Planinskega polja.- Acta carsologica 10, 75-105, Ljubljana.
- Elektroprojekt, 1953.** Hidroelektrarna Planina - Verd. Idejni projekt. Podatki o predhodnih delih.- Elektroprojekt, Ljubljana.
- Englund, E. & Sparks, A., 1988.** GEO-EAS (Geostatistical Environmental Assessment Software) User's Guide.- Kansas Geological Survey & Geo-und Umweltinformatik, 199 p., Las Vegas, Nevada.
- Ravnik, D., 1976.** Kamninska podlaga Planinskega polja.- Geologija 19, 291-315, Ljubljana.
- Swan, A.R.H. & Sandilands, M., 1995.** Introduction to Geological Data Analysis.- Blackwell Science, 446 p., Oxford.

## KAKO SMETIŠČA OGROŽAJO KAKOVOST KRAŠKE VODE

Janja KOGOVŠEK

mag., dipl. ing. kem. tehnol., Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, SI-6230 Postojna, Titov trg 2  
M.Sc., chem. tech., Karst Research Institute, Scientific Research Centre of the Slovene Academy of Sciences and Arts,  
SI-6230 Postojna, Titov trg 2

### IZVLEČEK

Analize izcednih voda sežanskega smetišča so pokazale visoko organsko onesnaženje ( $KPK = 2000 \text{ mg O}_2 \text{ dm}^{-3}$ ), od katerega je tretjina lahko razgradljivega ( $BPK_5 = 700 \text{ mg O}_2 \text{ dm}^{-3}$ ). Če je tako smetišče na kraškem svetu in ni poskrbljeno za njegovo tesnenje in zbiranje izcednih voda, le-te prodirajo globlje v kras. To pa pomeni neposreden izpust odpadnih voda v kras. Za izpuste voda iz čistilnih naprav je predpisana zakonska vrednost za  $KPK 160$ , za  $BPK_5$  pa  $30 \text{ mg O}_2 \text{ dm}^{-3}$ . Ob razgraditvi lahko razgradljivih organskih snovi nastajajo večje količine kloridov, nitratov, fosfatov in drugih sestavin, ki vplivajo na kakovost kraške vode.

**Ključne besede:** krasoslovje, kraška voda, človekov vpliv, smetišče, Slovenija, primorski kras  
**Key words:** karstology, karst waters, human impact, waste disposal site, Slovenia, primorski kras

### UVOD

Prebivalec v Sloveniji letno "proizvede" povprečno 400 kg odpadkov, kar je več od evropskega povprečja. Večina odlagališč komunalnih odpadkov bo zapolnjena prej kot v petih letih, le 12 jih bo zadoščalo za 10 let in več. V Sloveniji imamo 53 odlagališč, vendar je kar 37 takih, ki niso sodobno zgrajena, nimajo lokacijskih ali gradbenih dovoljenj, in ker ni poskrbljeno za zbiranje in čiščenje izcednih voda, onesnažujejo okolje (Vilfan, 1996). Seveda sem niso všteta številna "črna" odlagališča. Da na tem območju še vedno nismo veliko naredili, nas vedno znova opominjajo težave. Smetišče pri Postojni leži v vrtači, kjer izcedne vode odtekajo neposredno v kras. Po sanacijskem načrtu, izdelanem leta 1990, je bila od predlaganega tesnenja tal, zaje-manja izcednih voda, odplinjevanja, ograditve in izboljšane tehnologije odlaganja odpadkov uresničena le ograditev (Anon. 1996b). Podobno je s smetiščem na Rakeku, ki ni niti varovano, tako da "kdorkoli kadarkoli lahko nanj pripelje karkoli" (Anon. 1996a).

Na naših smetiščih so tudi organski razgradljivi odpadki, ki postopno razpadajo. Padavine spirajo topne sestavine, ki se tako pojavljajo v izcednih vodah odlagališč. Na neprepustnem svetu se zadržijo na površju, na prepustnem kraškem pa neposredno prenikajo v kraško notranjost. Torej jih lahko pričakujemo globlje v

krasu, torej tam, kjer so zaloge pitne vode. Za ocenjevanje ogroženosti kraške vode zaradi smetišč je zelo pomembno, kakšna je sestava izcednih voda in koliko je teh voda. Vsekakor pa je smiselno tudi spremljanje vpliva smetišč na kraško vodo. V Nemčiji je raziskava vpliva odlagališč na bližnje izvire na Bauschotter Platte pokazala povečanje mineralizacije, predvsem pa povečanja koncentracij kloridov, nitratov in sulfatov (Hötzl, 1995). Ker je bil delež smeti na teh odlagališčih, kjer so odlagali predvsem gradbeni material, majhen, povečana mineralizacija ni preseгла norm za pitno vodo.

Tako kot sta pomembna vrsta in obseg onesnaženja, je pomemben tudi način prenikanja onesnaženih voda globlje v kras, saj ob dovolj počasnem pretakanju v oksidacijskih razmerah lahko poteka do določene mere tudi samočiščenje (Kogovšek, 1987).

Spomladi 1996 smo podrobneje analizirali izcedne vode smetišča Sežana. Sestava odpadkov na naših komunalnih odlagališčih je zelo podobna, tako da nam je ta analiza pokazala ogroženost kraške vode zaradi smetišč na krasu.

### SEŽANSKO SMETIŠČE

Sežansko smetišče leži na prepustnih karbonatnih kamninah Krasa, kjer v globini kakih 200 m teče podzemna Reka. Ta ponovno priteče na dan SZ v izviri Ti-



**Slika 1: Sežansko smetišĚe, kjer smo zajeli vzorce izcedne vode (Foto: J. Kogovšek).**

**Fig. 1: Sežana rubbish dump, where samples of discharge water were taken (Photo: J. Kogovšek).**

mava na italijanski strani. Vodo imajo zajeto za vodno oskrbo prebivalstva. Nekoliko severneje pri Brestovici pa so vrtine Kraškega vodovoda, ki s pitno vodo oskrbuje našo stran. Njeno kakovost ogroŹajo vse vrste onesnaŹevanja površja Krasa, saj padavinska voda spira razpoloŹljivo onesnaŹenje globlje v kras, kamor odteka tudi odpadne vode, ki jih v većini primerov še ne čistijo.

Ĉeprav smetišĚe leŹi na kraškem svetu, so se na njegovem nižjem robu tla toliko zamuljila s finim organskim blatom, da zadrŹujejo del izcednih voda. Izcedna voda priteka predvsem po cevi, ki je bila verjetno vgrajena v ta namen. Zajeli smo tri vzorce vode v razlićnih razmerah.

#### VZORĈEVANJE IZCEDNE VODE

Prvi vzorec smo zajeli 14. marca 1996 ob 11.00. Po cevi ni pritekala sveŹa voda, saj nekaj dni prej ni bilo padavin. Zajeti vzorec je bila izcedna voda, ki se je Źe nekaj ćasa zadrŹevala v kotanji.

Drugi vzorec smo zajeli po izdatnejšem deŹju 4. aprila 1996. V kotanji z vodo je bilo opazno već vode, saj se je prelivala in ponikala med travno rušo. SveŹo izcedno vodo, ki je dotekala po cevi, smo zajeli za analizo. Zaznali smo vonj po gnitju, voda pa je imela tudi višjo temperaturo, kar nas je opozorilo na to, da potekajo Źe na samem odlagališću razgraditveni procesi s sprošćanjem energije.

Tretji vzorec smo zajeli 25. aprila 1996, ko je Źe drugi dan poćasi deŹevalo in smo prićakovali, da bomo zajeli sveŹo in zaradi skromnih padavin še nerazredćeno izcedno vodo, torej tisto najbolj onesnaŹeno. Vendar pa nismo zabeleŹili sveŹega dotoka iz cevi, tako da je bil zajeti vzorec izcedne vode v kotanji stara

izcedna voda. Oćitno višja temperatura v odlagališću povzroća većje izhlapevanje.

#### REZULTATI ANALIZ

Analiza sveŹe izcedne vode 4.4.1996 je pokazala veliko organsko onesnaŹenje. Kemijska potreba po kisiku (KPK) je bila  $2000 \text{ mgO}_2 \text{ dm}^{-3}$ , biokemijska (BPK<sub>5</sub>) pa  $700 \text{ mgO}_2 \text{ dm}^{-3}$ . Razmerje KPK/BPK<sub>5</sub> je bilo 2,9, kar kaŹe na većji deleŹ teŹe razgradljivega organskega onesnaŹenja v primerjavi z lahko razgradljivim. Dobra tretjina organskega onesnaŹenja je torej biološko razgradljivega in se ob oksidacijski razgraditvi pojavlja v povećanih kloridih, nitratih, sulfatih in ogljikovem dioksidu. Te snovi pa so zelo pomembne pri raztapljanju karbonatnih kamnin. V vzorcu smo ugotovili većjo vsebnost kloridov ter vzporedno visoko specifićno elektrićno prevodnost (SEP), ki pa je posledica predvsem visokih kloridov, saj so nitrati in fosfati dosegali razmeroma nizke vrednosti. Ugotovili smo tudi  $9,7 \text{ mg dm}^{-3}$  Źeleza ter niŹje vsebnosti cinka in bakra (tabela 1).

T	Razt. kisik	SEP	kloridi	nitrati	fosfati	KPK	BPK	Fe	Zn	Cu
18	0	6000	445	3.6	3.8	2000	700	9.7	0.36	11.8

**Tabela 1: Sestava sveŹe izcedne vode smetišća SeŹana dne 4.4.1996.**

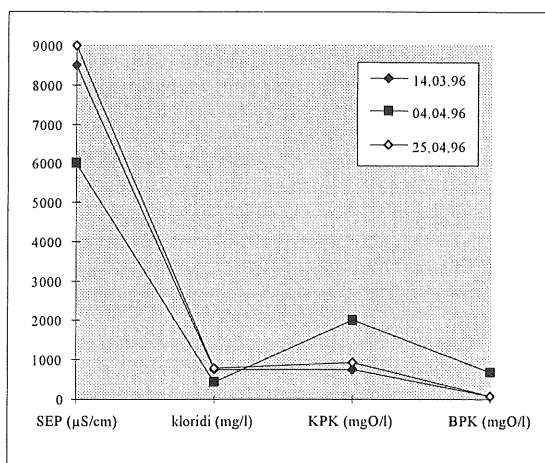
T je temperatura, merjena v  $^{\circ}\text{C}$ ; raztopljeni kisik, KPK in BPK<sub>5</sub> so merjeni v  $\text{mgO}_2 \text{ dm}^{-3}$ ; SEP v  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ; kloridi, nitrati, fosfati, Fe in Zn v  $\text{mg dm}^{-3}$  ter Cu v  $\mu\text{g dm}^{-3}$ .

**Table 1: Structure of fresh discharge water at the SeŹana rubbish dump, April 4th, 1996.**

T-temperature, measured in  $^{\circ}\text{C}$ ; dissolved oxygen, COD and BOD<sub>5</sub> were measured in  $\text{mgO}_2 \text{ dm}^{-3}$ ; SEC in  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ; chlorides, nitrates, phosphates, Fe and Zn in  $\text{mg dm}^{-3}$  and Cu were measured in  $\mu\text{g dm}^{-3}$ .

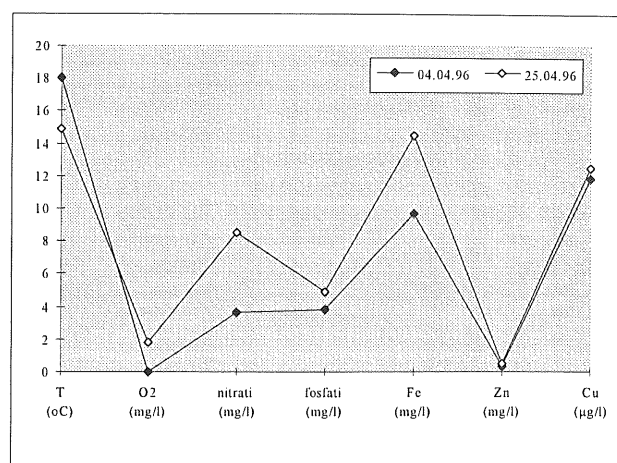
Vzorca, ki smo ju zajeli marca in konec aprila, sta bila "stara" izcedna voda, ki je dalj ćasa stala v kotanji, kjer so v oksidacijskih razmerah Źe lahko potekli doloćeni oksidacijski razgraditveni procesi. Tako smo izmerili višje vrednosti SEP kot v sveŹi izcedni vodi, pa tudi višje koncentracije kloridov in nitratov. V manjših koncentracijah pa je bilo zaznati tudi kisik (do  $3.8 \text{ mgO}_2 \text{ dm}^{-3}$ ). V vodi smo opazili lićinke. Soćasno smo ugotovili niŹje vrednosti KPK ( $760$  in  $800 \text{ mgO}_2 \text{ dm}^{-3}$ ) in BPK<sub>5</sub> ( $70$  in  $80 \text{ mgO}_2 \text{ dm}^{-3}$ ). Kar trikrat niŹje vrednosti KPK in 10-krat niŹje vrednosti BPK<sub>5</sub> so posledice redćenja s padavinsko vodo in razgraditve lahko razgradljivega dela organskega onesnaŹenja (sliki 2 in 3).

Ĉe dalj ćasa ni padavin, se zaćne delno razkrajati organski del odloŹenih smeti Źe na samem odlagališću. Ko pade deŹ, se topne sestavine pa tudi fino organsko onesnaŹenje spirajo globlje v kras. Najintenzivnejše spiranje onesnaŹenja v kras nastopa ob prvih intenzivnih in izdatnih padavinah po daljših sušnih obdobjih. Proces razgraditve pa se lahko nadaljuje tudi v oksidacijskem okolju v dobro zakraseli kamnini, vendar pa je pri tem zelo pomemben naćin pretakanja. Ocenjujem, da je



**Slika 2:** Specifična električna prevodnost (SEP), vsebnost kloridov, kemijska (KPK) in biokemijska (BPK<sub>5</sub>) potreba po kisiku v sveži izcedni vodi (4.4.1996) in v izcedni vodi, ki je dalj časa stala v kotanji na robu smetišča (14.3. in 25.4.1996).

**Fig. 2:** Specific electric conductivity (SEC), containment of chlorides, chemical (COD) and biochemical (BOD<sub>5</sub>) oxygen requirement in fresh discharge waters (April 4th, 1996) and in discharge waters that had been standing for some time in a hollow on the edge of the dump (March 14th and April 25th, 1996).



**Slika 3:** Temperatura (T), vsebnost raztopljenega kisika (O<sub>2</sub>), nitratov, fosfatov, železa (Fe), cinka (Zn) in bakra (Cu) v sveži izcedni vodi (4.4.1996) in v izcedni vodi, ki je dalj časa satala v kotanji na robu smetišča (25.4.1996).

**Fig. 3:** Temperature (T), containment of dissolved oxygen (O<sub>2</sub>), nitrates, phosphates, iron (Fe), zinc (Zn) and copper (Cu) in fresh discharge water (April 4th, 1996) and in discharge water that had been standing for some time in a hollow on the edge of the dump (April 25th, 1996).

samočiščenje pri prenikanju skozi kraške kamnine razmeroma slabo oziroma da lahko poteka le do določene mere, odvisno od hitrosti pretakanja in razmer v karbonatnem masivu.

Za postojnski kras smo ugotavljali, da odvaja z določenega omejenega površja večje količine vode prepustnejši prevodnik, medtem ko se manjše količine pretakajo po vzporednem spletu manj prepustnih prevodnikov (Kogovišek & Habič, 1981). V preučevanih primerih, ko smo na površju koncentrirano vliвали večje količine vode (5 do 7 m<sup>3</sup> v 0,5 ure), je voda prešla 100 m debele kamnine že v 1 do 2 urah, medtem ko je bilo pretakanje po manj prepustnih prevodnikih znatno počasnejše. V primeru padavin nimamo tako intenzivnega vtoka, zato so časi prodiranja v takih primerih nekajkrat daljši. Pri tem ima predvsem pomembno vlogo zgradba karbonatnega masiva. Odpadne vode lahko glede na svojo sestavo tudi raztapljajo karbonatne kamnine in tako večajo prepustnost prevodnikov, kar pomeni vse hitrejše prodiranje onesnaženih voda v kras.

Seveda pa prihaja globlje v krasu tudi do razredčevanja, ki sicer onesnaženja ne zmanjšuje, verjetno pa v primeru večjega onesnaženja omogoča potek nadaljnega samočiščenja.

Analizirali smo tudi izcedno vodo logaškega smetišča. Analiza je pokazala podobno onesnaženje, visoke vrednosti KPK in BPK<sub>5</sub>, nizke vsebnosti kloridov, nitratov in fosfatov, vsebnost železa je bila 18 mg dm<sup>-3</sup> in

cinka 0.2 mg dm<sup>-3</sup>.

V primeru postojnskega smetišča smo podrobno spremljali kvaliteto bližnjega občasnega izvira Fužina (Knez *et al.*, 1995). Maja 1991 je obilen dež povzročil dotekanje vode v Fužino. Pretok je močno narasel, nato pa počasi upadal. Sestavo njegove vode smo spremljali 20 dni. Opazno je bilo predvsem večje zmanjšanje nitratov in sulfatov ob koncu iztekanja v primerjavi z začetnimi vrednostmi. To si razlagamo z intenzivnejšim začetnim spiranjem onesnaženja. Upad nitratov s 5,2 na 4 mg dm<sup>-3</sup> in sulfatov s 14 na 3 mg dm<sup>-3</sup> pomeni možen vpliv bližnjega smetišča, še posebno če upoštevamo, da je začetne vrednosti zmanjševal opazno večji pretok.

Smetišče leži na robu masiva Javornikov, 7 km JZ od izvira Malnov, zajetja pitne vode za postojnsko občino. Gladina kraške vode je v Javornikih verjetno napeta v osrednjem delu in se znižuje proti Pivki in proti Cerkniškemu jezeru. Ni še jasno, ali Malne napajata dva tokova s postojnske in cerkniške strani ali pa celoten tok pod Javorniki. Možno je tudi prelivanje ob visokih vodah proti Pivki in ob nizkih vodah proti Cerknici (Habič, 1985).

## ZAKLJUČKI

Smetišča komunalnih odpadkov na krasu ogrožajo kraško vodo. Padavine spirajo s smetišč topne komponente, odnašajo pa tudi drobno netopno organsko one-

snaženje. Izcedne vode so onesnažene z organskim onesnaženjem (KPK dosega vrednosti 2000 in več  $\text{mgO}_2 \text{dm}^{-3}$ ), od česar je tretjina biološko razgradljiva. Na samem smetišču že lahko potekajo določeni razgraditveni oksidacijski procesi, ki pomenijo nastanek kloridov, nitratov, sulfatov, fosfatov, ogljikovega dioksida in drugih snovi, ki s padavinsko vodo prodirajo globlje v kras, kjer so zaloge kraške vode. Ti procesi lahko do določene mere potekajo tudi v karbonatnem masivu, kar pa je odvisno od njegove zgradbe in razmer v njem. Nastale sestavine pa so pomembne pri raztapljanju karbonatnih kamnin in povzročajo večanje prepustnosti vodnih poti s površja globlje v kras, kar pomeni vse hitreje pretakanje onesnažene vode in vse manjše samočiščenje. Onesna-

ženje se tako lahko pokaže globoko v krasu v povečani mineralizaciji in povečani vsebnosti omenjenih ionov. Zato je na krasu nujna graditev vodotesnih odlagališč ter zbiranje izcednih voda smetišč in njihovo čiščenje, če že ni mogoče izbrati primernejše lokacije na neprepustnem svetu. Zakonske vrednosti KPK za izpuste voda iz čistilnih naprav v vodotoke je  $160 \text{ mgO}_2 \text{dm}^{-3}$ , za BPK<sub>5</sub> pa  $30 \text{ mgO}_2 \text{dm}^{-3}$ . Zavedati se moramo, da imamo v primeru smetišč in raznih drugih odlagališč na krasu, ki niso ustrezno zgrajena, opraviti z neposrednim odtokom onesnaženih izcednih voda v kras brez predhodnega razredčevanja, pa čeprav teh voda ne vidimo, saj je naš kras dobro razvit in omogoča hiter odtok tako padavinske vode kot onesnaženih voda s površja v svojo notranjost.

### SUMMARY

*Every inhabitant of Slovenia "produces" 400 kg of waste per year, which is above the European average. Waste is deposited at 53 refuse dumps, 37 of which, however, have not been constructed according to modern standards. Furthermore, no location and building permits have been obtained for them, and as nothing has been done to collect and treat discharge waters, they pollute the environment (Vilfan, 1996). The majority of refuse dumps will be filled in less than five years, and only twelve will suffice for a decade or more. This problem is particularly urgent in the permeable karst country. The Postojna dump, for example, is located in a sinkhole, where discharge waters trickle directly into the karst. Something similar can be said of the dump at Rakek and many other landfills in the karst country of Slovenia. The precipitation, which falls on the dumps located in the karst, washes away solvent components and carries them, together with fine nonsolvent organic pollutants, deeper into the karst, where supplies of karst water are situated. Discharge waters at refuse dumps are organically polluted (COD reaching the values of 2000 and several  $\text{mgO}_2 \text{dm}^{-3}$ ): one third of organic pollutants are biologically decomposable. Certain decomposing oxidizing processes can take place in the dumps themselves, due to which chlorides, nitrates, sulphates, phosphates, carbon dioxide and other substances are created. To a certain degree, these processes can also take place in a carbonate massif, but this depends on its structure which stipulates the manner of flow and conditions in it. The resulting substances are significant for the dissolution of carbonate rock and cause greater permeability of water passages leading from the surface deeper into the karst, which means increasingly faster flow of polluted water and increasingly lesser self-purification. Pollution can thus be manifested deep in the karst in increased mineralization and in increased containment of the stated ions. This is why the construction of water-tight landfills as well as the collection and treatment of discharge waters are absolutely requisite in the karst, if a suitable location outside the karst cannot be found. The values stipulated by law for discharge waters from water treatment plants into water courses are  $160 \text{ mgO}_2 \text{dm}^{-3}$  for COD and  $30 \text{ mgO}_2 \text{dm}^{-3}$  for BOD<sub>5</sub>. We should be aware that as far as rubbish dumps and various other improperly constructed landfills in the karst are concerned, we are dealing with a direct outflow of polluted discharge waters into the karst with preliminary dilution, even though these waters are not seen, as our karst is well-developed and enables a quick flow of atmospheric as well as polluted waters into its interior.*

### LITERATURA

- Anon. 1996a:** Cerkniško jezero - obogateno s pločevinkami. Dnevnik - turizem, 8.8.1996.
- Anon. 1996b:** Smetišče za tri ali deset let? Različna mnenja ob načrtu sanacije postojnske deponije. Dnevnik, 9.8.1996.
- Habič, P., 1985:** Vodna gladina v notranjskem in primorskem krasu. Acta carsologica, 13, 37-77, Ljubljana.
- Hötzl, H., 1995:** Projekt Area II: Bauschotter Limestone Platform. Hydrogeological aspects of groundwater protection in karstic areas. Final report. 124-131, Brussels.
- Knez, M., Kogovšek, J., Kranjc, A., Mihevc, A., Šebela, S. & Zupan-Hajna, N., 1995:** National Report for Slovenia. Hydrogeological aspects of groundwater protection in karstic areas. Final report. 247-260, Brussels.
- Kogovšek, J., 1987:** Naravno čiščenje sanitarnih odpadkov pri vertikalnem prenikanju v Pivki jami.- Acta carsologica, 16, 123-139, Ljubljana.
- Kogovšek, J., & Habič, P., 1981:** Preučevanje vertikalnega prenikanja vode na primerih Planinske in Postojnske jame.- Acta carsologica, 9 (1980), 129-148, Ljubljana.
- Vilfan, A., 1996:** Več energije, več odpadkov... Dnevnik, 3.2.1996.

## OCENJEVANJE STRUPENOSTI ODPADNE VODE S TESTNIMI ORGANIZMI - VODNIMI BOLHAMI *DAPHNIA MAGNA*

Tanja ČELHAR

dipl. biologinja, Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU, SI-6230 Postojna, Titov trg 2  
B.Sc. in biology, Karst Research Institute, Scientific Research Centre of the Slovene Academy of Sciences and Arts,  
SI-6230 Postojna, Titov trg 2

### IZVLEČEK

Napravljen je bil test strupenosti za oceno zaviralnih vplivov odpadnih vod, ki tečejo v odvodnik oz. kanalizacijo na območju Postojne. Uporabljene so bile različne koncentracije odpadne vode. Ugotovljen je bil odstotek prizadetosti osebkov *Daphnia magna* Straus. Test je mogoče uporabljati kot izločilni test in kot osnovo za kemično in biološko analiziranje.

**Ključne besede:** test strupenosti, vodne bolhe (*D. magna*), odpadne vode, biološke čistilne naprave  
**Key words:** toxicity test, water fleas (*D. magna*), effluent, discharges, biological waste water treatment plants

### TESTI STRUPENOSTI

Zaradi vse večje industrializacije in gostejše naseljenosti so površinske in talne vode vse bolj onesnažene. Posebno nevarnost pomenijo strupene snovi. Zaradi prepustnosti tal, še posebno na kraškem svetu, strupene odpadne vode ogrožajo podtalnico, ki je glavni vir pitne vode. Padavine lahko spirajo topne komponente skozi prepustne karbonatne kamnine globlje v kras, vanj pa ponikajo tudi reke ponikalnice, ki na svojem površinskem toku sprejmejo odpadne vode naselij, ki v večini primerov še nimajo čistilnih naprav, kot tudi odpadne industrijske vode. Vodni organizmi z razgrajevanjem organskih odpadnih snovi vplivajo na kvaliteto voda. Če je odpadna voda strupena, poškoduje ali uniči življenjsko združbo vodotokov. Strupene snovi, ki pritekajo z odpadnimi vodami v biološke čistilne naprave, zavirajo oziroma uničijo delovanje mikroorganizmov in s tem zmanjšajo učinek čiščenja, to pa posredno obremenjuje vodotok. Nekateri mikroorganizmi v bioloških čistilnih napravah se lahko prilagodijo precej visokim koncentracijam strupenih snovi, ki pa v vodotokih poškodujejo občutljivejše organizme.

Obstoj življenjske združbe je pogoj za samoočišče-

nje vode, zato se z zastrupitvijo vodne flore in favne bistveno zmanjša ali celo prekine samočistilna moč vodotoka. Zastrupitve oz. prekinitve samočistilnih procesov so izredno nevarne, saj sta istočasno prizadeti biološka razgradnja organskih snovi in asimilacija zelenih rastlin, pri kateri nastaja tudi kisik, ki je potreben za zaključek samoočiščevalnih procesov.

Pojem strupenosti se nanaša tako na koncentracijo strupenih snovi kot na čas, v katerem strupene snovi delujejo na organizme. Za ovrednotenje škodljivosti odpadnih vod opravljamo v laboratoriju specifične kemijske analize in fiziološke poskuse s testnimi organizmi. Noben organizem, ki ga uporabimo v testu, ni idealen, zato strupenost ugotavljamo na različnih organizmih. Vedno poskušamo poiskati najboljčutljijsko vrsto.

Kemijski dejavniki, ki vplivajo na strupenost, so pH in trdota vode, temperatura in raztopljeni kisik ter biološki dejavniki. Sprememba pH deluje na vodne organizme posredno in neposredno, pri čemer je posreden vpliv spremembe pH bolj pomemben, ker povzroči znatne spremembe v kemizmu vode. Pri tem se spremeni tudi strupenost mnogih snovi. Vsak organizem ima tolerančno območje temperature, ki je odvisno od



njegove razvojne stopnje, genetskih in ekoloških vplivov. Temperatura zunaj tega območja povzroči smrt organizma. Vzrok smrti pri neprimerni temperaturi je izguba ozmoregulacije, spremembe v celičnih encimih, lipidnih membranah in obarjanje proteinov. Višje temperature vplivajo na koncentracijo raztopljenega kisika na dva načina: znižajo topnost kisika v vodi in koncentracijo raztopljenega kisika zaradi povečane biokemijske razgradnje organskih snovi. Zato vodni organizmi bolj intenzivno sprejemajo vodo skozi škrge in celične membrane, skupaj z njo pa tudi strupene snovi. Toksičnost kovine ob prisotnosti organskih snovi se malo zmanjša zaradi tvorbe organokovinskih kompleksov. Kovine se adsorbirajo tudi na koloidne in suspendirane snovi. Ker se koncentracija organskih snovi v vodi stalno spreminja, ne poznamo koncentracije, niti vsebnosti organskih snovi. Na strupenost vplivajo tudi biološki dejavniki, ki so določeni z občutljivostjo vrst in osebkov znotraj ene vrste. Občutljivost različnih vrst je povzročena z načinom življenja, prehranjevanja, razmnoževanja, metabolizma in drugo. Razlike v občutljivosti med osebki iste vrste določajo fiziološko stanje, dedni faktor, dnevna in sezonska nihanja, starost organizmov, razvojna stopnja in velikost. Pomembna je tudi prilagoditev na določene razmere v okolju.

Razdelitev testov strupenosti po različnih avtorjih ni enotna. V ameriških standardnih metodah so razdeljeni glede na trajanje poskusa, dodajanje odpadne vode in namen. Glede na trajanje poskusa poznamo kratke (akutne), srednje dolge in dolge (kronične) teste. Akutni testi trajajo od nekaj ur pri nižjih organizmih, do nekaj dni pri ribah. Z njimi ugotavljamo smrtno koncentracije, kjer pogine 50% organizmov (LC<sub>50</sub>), oz. efektivne koncentracije, kjer je prizadetih 50% organizmov (EC<sub>50</sub>) in sicer v primerih, kjer je smrt organizmov težko določiti (npr. *Daphnia*). Rezultati akutnih testov nam dajo hitro oceno o strupenosti, lahko primerjamo relativne ocene različnih strupov na isti testni organizem, ugotavljamo relativno občutljivost različnih testnih organizmov na isto strupeno snov ali določamo vpliv pH, temperature itd. na strupenost. S testi strupenosti, ki jih uvrščamo med fiziološke metode, pri dogovorjenih in standardiziranih pogojih v laboratoriju ugotavljamo vpliv odpadne vode na testne organizme pri različnih koncentracijah in dobimo kvantitativne odzive o strupenosti (odstotek poškodovanih, mrtvih živali oz. odstotek zmanjšanja njihovega delovanja). Ugotoviti moramo tisto koncentracijo odpadne vode, ki nima več vpliva na najobčutljivejši testni organizem. S testi strupenosti lahko ugotavljamo tudi vpliv pripravljene strupene snovi na testne organizme. Izbira testnih organizmov je precej težka. Pri izbiri testnih organizmov so med pomembnejšimi pogoji splošna razširjenost, enostavna laboratorijska gojitev, primernost za laboratorijsko testiranje, občutljivost organizmov. Pomembno vlogo imata tudi ekonomski dejavnik in izbira testnega postopka.

Strupenost odpadne vode najprej ugotavljamo z izločilnim testom z vodnimi bolhami *Daphnia magna*, da ugotovimo, ali je odpadna voda sploh strupena. Kriterij odgovora, ki se izvaja v primerjavi s kontrolo, je normalno gibanje vodnih bolh. V primeru, da je odpadna voda strupena, napravimo še teste z organizmi, ki jih izberemo tako, da imamo predstavnike iz skupine razgrajevalcev, proizvajalcev in potrošnikov. Predstavniki razgrajevalcev so bakterije, ki mineralizirajo organsko snov, proizvajalci so alge in makrofiti, ki iz anorganske snovi delajo organsko snov, potrošniki pa so npr. raki in ribe. Za izvedbo testov je pomembna razredčevalna voda, ki jo uporabljamo za razredčevanje čistih raztopin strupenih snovi oz. odpadnih vod in za kontrolo (kontrolno pomeni razredčevalna voda, brez dodatnih strupenih snovi oz. odpadne vode). Za razredčevanje lahko uporabljamo vodo iz neonesnaženega vodotoka, neklorirano vodovodno vodo ali pripravljeno razredčevalno vodo (destilirana voda z dodatki soli). Z opravljenim testom ne moremo identificirati materiala, ki se bioakumulira, biopovečuje ali pa je prisoten v okolju. Direktna ekstrapolacija na druge živali ni možna, lahko pa nam rabi kot izločilni test. Pozitivna stran testov strupenosti je, da so ponovljivi, negativna pa, da pomenijo drugačne odgovore organizmov, kot so v naravi. Populacije organizmov v laboratoriju so gojene v bolj ali manj konstantnih razmerah, so vzgojene in niso naravne.

Med biološkimi metodami je prva metoda, ki so jo prevzeli v ISO standardih za določanje kvalitete vode, test z vodnimi bolhami (*Daphnia pulex* ali *Daphnia magna*). Pri tem testu, ki je akuten, kemičnih učinkov ne opazujemo. *Daphnia* je primerna za kratkotrajajoče, akutne, statične teste, pri katerih ugotavljamo negibnost živali. S temi testi določamo EC<sub>50</sub> po 24 ali 48 urah. Po podatkih iz literature sta tako *Daphnia magna* kot *Daphnia pulex* razen v nekaterih izjemah približno enako občutljivi na strupene snovi. Osebki vrste *Daphnia magna* se več uporabljajo iz preprostega razloga, da so njene telesne dimenzije večje, čeprav to ni avtohtona vrsta v Sloveniji. *Daphnia magna* pa ima še druge določene prednosti pred drugimi organizmi (npr. ribami): gojenje v manjših akvarijih zahteva manjšo ceno in prostor, zaradi hitrega razmnoževanja imamo vedno na voljo dovolj testnih živali, krajša življenjska doba vodnih bolh (60 dni) pripomore k temu, da test traja znaten del življenjskega cikla, živali, ki jih uporabljamo v poskusu, so genetsko enotne. Po podatkih iz literature sta vodna bolha *Daphnia* in šarenka *Salmo gairdneri*, ki se navadno uporabljata v ribjih testih, približno enako občutljivi na strupe (tab. 1).

Rod *Daphnia* spada med rake veslonožce, osebki so veliki 1-5 mm. Partenogenetske samice živijo pri 20°C do štiri mesece. V laboratoriju jih gojimo v vodi iz narave ali v neklorirani vodovodni vodi. Hranimo jih z bakterijami, algami, kvasom, skupaj z ekstrakti soli in

organskih snovi. *Daphnia* je najobčutljivejša v času do prve levitve. Ker imamo zaradi hitrega razmnoževanja na voljo različno stare živali, uporabljamo za testiranje vedno mlade živali.

STRUP	DAPHNIA EC <sub>50</sub> (24 ur v mg/l)	ŠARENKA EC <sub>50</sub> (24 ur v mg/l)
NH <sub>3</sub>	0.8	0.5
Cl (prost)	0.15	0.02
CIANID	1.9	0.08
FENOL	12.5	11.0
Cu	0.02	0.10
Ni	13.0	30.0
Pb	2.5	1.5
Zn	14.0	2.0
Cr	1.4	70.0
Ag	0.013	0.75
Cd	0.35	3.8
2.4D	100.0	250.0
DALAPON	16.0	252.0

**Tabela 1: Primerjava občutljivosti med šarenko in vodno bolho.**

**Table 1: Collation of sensitiveness between rainbow trout and water flea.**

#### MATERIAL IN METODE

Zanimala nas je primerjava kvalitete vode in zavrnlne vplivi odpadne vode na območju Postojne. Proučevana voda iz čistilne naprave Postojna odteka v postojnsko jamski kraški sistem, iz čistilne naprave klavnice Kal pa se zbira voda v kraškem vodonosniku, od koder po podzemlju doseže tržaški Kras. Uporabili smo testne organizme *Daphnia magna* Straus in napravili teste strupenosti.

Kot razredčevalno vodo smo uporabili prezračeno vodovodno vodo, z dodanim 1 ml fosfatnega pufra, 1 ml MgSO<sub>4</sub>, 1 ml CaCl<sub>2</sub>, 1 ml FeCl<sub>3</sub> na en liter prezračene vode (vodo prezračujemo 24 ur, da ven izženemo oz. oksidiramo rezidualni klor). Za izvedbo testov strupenosti moramo poznati nekatere osnovne podatke o odpadni vodi: pH, KPKd, BPK<sub>5</sub> smo določali po metodah iz Standard Methods, izmerili smo vsebnost organskih snovi in neraztopljenih snovi. Za testiranje smo uporabili neobdelano odpadno vodo, odvzeto na dotoku čistilne naprave Postojna in čistilne naprave Klavnica Kal in enako na iztoku obeh čistilnih naprav. Vodne bolhe so bile gojene v manjših čašah v termostatanem prostoru s temperaturo 20±2°C. Trikrat tedensko so bile hranjene z raztopino kvasa. Za teste smo uporabili 24-

48 ur stare bolhe. Poskusi so bili izvedeni v petrijevkah. Nalili smo 30 ml vzorca z ustrežno koncentracijo odpadne vode ali 30 ml razredčevalne vode (kontrola), dodali 10 mladih vodnih bolh in petrijevke postavili v termostat (20°C). Vse poskuse smo delali v dveh paralelkah. Po 24-ih urah smo prešteli negibne živali. Za negibne živali imamo tiste, ki po 15 sekundah ne reagirajo na nežni dotik s palčko ali pipeto. Izračunali smo odstotek negibnih živali glede na kontrolo. Na splošno velja, da rezultate poskusa upoštevamo, če je v kontroli manj kot 10% negibnih osebkov.

#### REZULTATI

Razlaga: - 30 ml odpadne vode pomeni, da je bilo v petrijevki 30 ml vode iz dotoka oz. iztoka in nič prezračene - 20 ml odpadne vode pomeni, da smo imeli v petrijevki 20 ml vode iz dotoka oz. iztoka in 10 ml prezračene vode - 0 ml odpadne vode pomeni, da smo imeli v petrijevki 30 ml prezračene vode, kar je pomenilo kontrolo.

	dotok ČN Postojna	iztok ČN Postojna
KPKd	407 mg/l	75 mg/l
BPK <sub>5</sub>	197 mg/l	16 mg/l
organske snovi	270 mg/l	83 mg/l
neraztopljene snovi	88 mg/l	17 mg/l
pH	7.57	7.92

**Tabela 2: Osnovni fizikalni in kemični podatki o odpadni vodi na dotoku in iztoku ČN Postojna, dne 10.02.1993.**

**Table 2: Basic physical and chemical data on effluent discharges at the inlet and outlet of the Postojna waste water treatment plant (WWTP), February 10th 1993.**

	dotok ČN Klavnica Kal	iztok ČN Klavnica Kal
KPKd	8467 mg/l	172 mg/l
BPK <sub>5</sub>	5600 mg/l	59 mg/l
neraztopljene snovi	3860 mg/l	20 mg/l
pH	6.85	7.30

**Tabela 3: Osnovni fizikalni in kemični podatki o odpadni vodi na dotoku in iztoku ČN Klavnica Kal, dne 17.02.1993.**

**Table 3: Basic physical and chemical data on effluent discharges at the inlet and outlet of the Kal Slaughterhouse WWTP, February 17th 1993.**

DOTOK NA ČN POSTOJNA				IZTOK IZ ČN POSTOJNA			
konc. odpadne vode v ml		% negibnih osebkov (24 ur)		konc. odpadne vode v ml		% negibnih osebkov (24 ur)	
ponovitve v paralelkah							
30	30	0	0	30	30	0	0
20	20	0	0	20	20	0	0
10	10	0	0	10	10	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

**Tabela 4: Odstotek negibnih osebkov po 24 urah, glede na koncentracijo odpadne vode iz ČN Postojna.**

**Table 4: Percentage of motionless individuals after 24 hours, subject to the concentration of effluent discharges from the Postojna WWTP.**

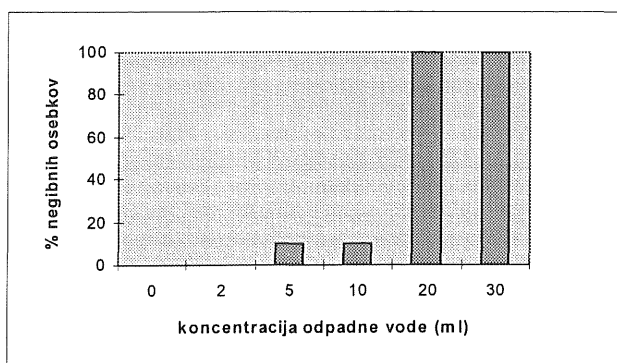
DOTOK NA ČN KLAVNICA KAL				IZTOK IZ ČN KLAVNICA KAL			
konc. odpadne vode v ml		% negibnih osebkov (24 ur)		konc. odpadne vode v ml		% negibnih osebkov (24 ur)	
ponovitve v paralelkah							
30	30	100	100	30	20		
20	20	100	100	20	10		
10	10	10	10	10	0		
5		10		0	0		
2		0					
0		0					

**Tabela 5: Odstotek negibnih osebkov po 24 urah, glede na koncentracijo odpadne vode iz ČN Klavnica Kal.**

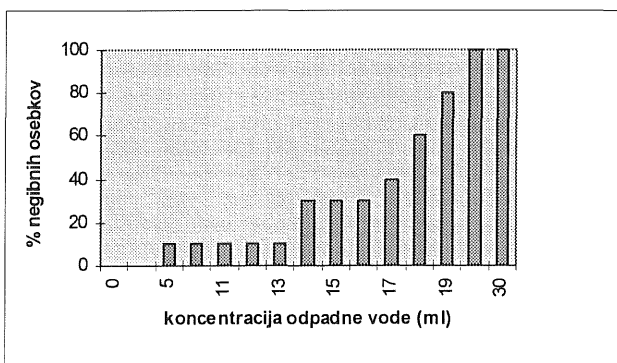
**Table 5: Percentage of motionless individuals after 24 hours, subject to the concentration of effluent discharges from the Kal Slaughterhouse WWTP.**

Ker je razlika v odstotku negibnih osebkov med 10 in 20 ml odpadne vode velika, sklepamo, da je do preskoka prišlo nekje med obema koncentracijama. Za ugotovitev tiste koncentracije odpadne vode, ki nima več vpliva na naš testni organizem, smo zato naredili dodatne analize s postopnim dodajanjem mililitra odpadne vode:

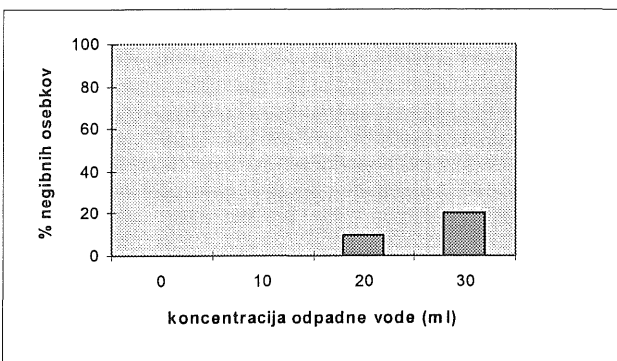
- D<sub>11</sub> (11 ml odpadne vode iz dotoka ČN Klavnica Kal + 19 ml prezračene vode) 10% negibnih osebkov (1 = negiben)
- D<sub>12</sub> 10% negibnih osebkov
- D<sub>13</sub> 10% negibnih osebkov
- D<sub>14</sub> 30% negibnih osebkov
- D<sub>15</sub> 30% negibnih osebkov
- D<sub>16</sub> 30% negibnih osebkov
- D<sub>17</sub> 40% negibnih osebkov
- D<sub>18</sub> 60% negibnih osebkov
- D<sub>19</sub> 80% negibnih osebkov



**Graf 1a**



**Graf 1b**



**Graf 1c**

**Graf 1a, b, c: Odstotek negibnih osebkov po 24 urah, v odvisnosti od koncentracije odpadne vode.**

**a: dotok na ČN Klavnica Kal**

**b: dotok na ČN Klavnica Kal**

**c: iztok iz ČN Klavnica Kal**

**Graph 1a, b, c: Percentage of motionless individuals after 24 hours, subject to the concentration of effluent discharges:**

**a) inlet at the Kal Slaughterhouse WWTP**

**b) inlet at the Kal Slaughterhouse WWTP**

**c) outlet at the Kal Slaughterhouse WWTP**

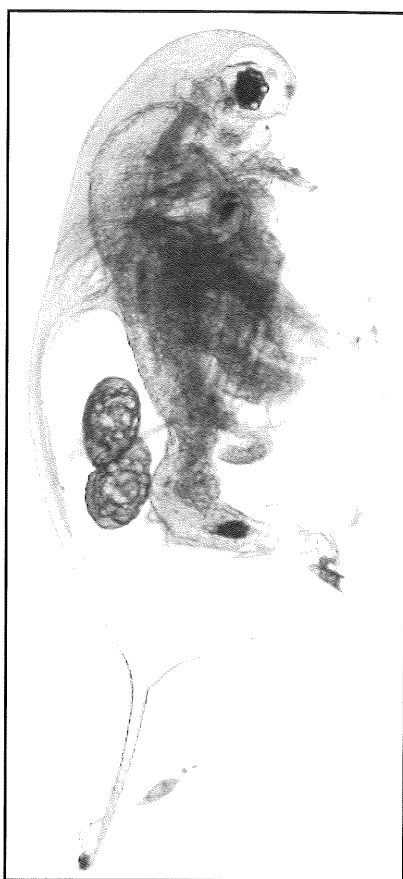
### RAZPRAVA IN SKLEPI

Za ocenitev strupenosti odpadne vode iz čistilne naprave Postojna in čistilne naprave Klavnice Kal smo uporabili akutni test z vodnimi bolhami. Čeprav voda iz čistilne naprave Postojna na organizme ni delovala toksično (niti v primeru, ko so bili pod vplivom 100% koncentracije neobdelane odpadne vode), pa to ne pomeni, da nima toksičnega vpliva na okolje. To nam pokažejo drugi osnovni kemijski podatki, kot so pH, KPKd, BPK<sub>5</sub>, koncentracija organskih in neraztopljenih snovi. Te vrednosti so bile na določenih mestih precej visoke in so se zmanjšale po delovanju čistilne naprave na bolj ali manj normalne vrednosti (določene po standardnih merilih).

Odpadna voda iz čistilne naprave Klavnica Kal je na organizme delovala toksično. Vzrok temu nam ni znan,

tako da nam test omogoča in dovoljuje le izločitev vode iz uporabe. Izmerjeni fizikalni in kemijski parametri v odpadni vodi ČN Klavnica Kal so bili visoko nad dovoljenimi vrednostmi. Potrebna bi bila še druga testiranja, zlasti z bakterijami, algami *Scenedesmus quadricauda* in ribami *Salmo gairdneri*, da bi ugotovili vrsto in koncentracijo strupa, ki je prizadel teste organizme.

Zavedati se moramo, da je potreben nenehen razvoj testnih metod, izbira primernejših testnih organizmov in prilagajanje tujih izsledkov našim razmeram. Tako bomo poleg že uveljavljenih akutnih testov strupenosti izvajali kronične teste, s katerimi bi ugotovili maksimalne dovoljene koncentracije (MDK) strupenih snovi oziroma vpliv odpadnih vod, ki dalj časa pritekajo v vodotok.



*Daphnia magna* (samica z jajci) je najpogostejša vrsta iz rodu *Daphnia* v Sloveniji (Foto: A. Brancelj).

*Daphnia magna* (female with eggs) is one of the most common species of the genus *Daphnia* in Slovenia (Photo: A. Brancelj).

## SUMMARY

A toxicity test was carried out to assess the restraining influence of the effluent discharges flowing into the Postojna drainage and sewage system. Different concentrations of waste water were used to establish the percentage of the affected individuals of *Daphnia magna* Straus. The test may be used as an eliminating test and as a basis for chemical and biological analyses.

## LITERATURA

- Čelhar, T. 1995.** Nastajanje obrambnih trnov pri vodnih bolhah *Daphnia hyalina* v stiku z ličinkami *Chaoborus flavicans*. Diplomski naloga. Ljubljana, BF, Oddelek za biologijo.
- Hren, M. 1988.** Prispevek k metodologiji vrednotenja škodljivosti odpadnih vod. Diplomski naloga. Ljubljana, Kemija in kemijska tehnologija.
- Kogovšek, J. 1994.** Impact of human activity on Škocjanske jame (Človekov vpliv na Škocjanske jame). Acta carsologica, Ljubljana, 23, 73-80.
- Kogovšek, J. 1995.** Some Examples of the Karst Water Pollution on the Slovene Karst (Primeri onesnaževanja kraških voda na slovenskem krasu). Acta carsologica, Ljubljana, 24, 304-312.
- Moris, G. M., Tech, B., Biol, B., Buckley, F. T. 1984.** The Role of the *Daphnia* Bioassay in the Assessment of the Quality of Effluent Discharges. Water Pollution Control, 83, 539-546.
- Perrin, N., Bradley, M. C. & Calow, P. 1990.** Plasticity of storage allocation in *Daphnia magna*. Oikos, 59, 70-74.
- Standard Methods** for the Examination of Water and Waste Water, 16th Edition, Washington, 1985.
- Tišler, T. 1987.** Prispevek k metodologiji ocenjevanja strupenosti odpadnih vod s testnimi organizmi. Magistrski naloga. Ljubljana, BF, Oddelek za biologijo.

**ČLANKI IN RAZPRAVE**

**ARTICOLI E SAGGI**

**ARTICLES AND PAPERS**





## STRATIGRAPHY AND SEDIMENTOLOGY OF THE PIRAN FLYSCH AREA (SLOVENIA)

*Jernej PAVŠIČ*

Ph.D., geologist, Department of geology and paleontology, University of Ljubljana, SI-1000 Ljubljana, Aškerčeva 2  
dr. geol. znan., Katedra za geologijo in paleontologijo, Univerza v Ljubljani, SI-1000 Ljubljana, Aškerčeva 2

*Jörn PECKMANN*

M.Sc. in geology, Institut für Geologie und Paläontologie, Georg-August Universität, Goldschmidtstraße 3, DE-37077 Göttingen  
e-mail: jpeckma@gwdg.de  
mag. geologije, Institut für Geologie und Paläontologie, Georg-August Universität, Goldschmidtstraße 3, DE-37077 Göttingen  
e-mail: jpeckma@gwdg.de

### ABSTRACT

*Eocene deep-sea sediments cover an area of about 400 km<sup>2</sup> in the Flysch Area of Piran in Istria. Marlstones with Globigerina are followed by a flysch series of more than 500 m in thickness. The flysch is divided into four units based on the occurrence of intercalated limestone turbidites. Globigerinal marlstone belongs to the combined Nannoplankton Zone NP 15/16, Flysch Units 1 to 4 to NP 16, of the Paleogene.*

*Basin plain turbidites and trace fossils of the Paleodictyon subfacies (Seilacher, 1977) indicate deposition in a deep-sea environment. Individual turbidites can be traced over several kilometres. The flysch comprises marlstone beds, siliciclastic, pure carbonate, and sandy carbonate turbidites.*

*Turbidity currents that delivered siliciclastic turbidites moved parallel to the WNW-ESE striking axis of the basin, whereas carbonate turbidites were delivered from a carbonate platform in SSW.*

**Key words:** stratigraphy, sedimentology, Flysch, Piran, Slovenia  
**Ključne besede:** stratigrafija, sedimentologija, fliš, Piran, Slovenija

### INTRODUCTION

The Flysch Area of Piran borders on the Čičarija-Plateau in the east, the Buje-Anticline in the south and its the Adriatic Sea in the northwest. At its eastern margin, Paleocene and Eocene limestones of the Čičarija-Plateau are thrust southwest onto Eocene flysch. The contact of the flysch to the Paleogene and Cretaceous limestones of the Buje-Anticline is flexural due to the uplift of the anticline (Pleničar *et al.*, 1969).

The oldest sediments in the flysch basin are limestones with *Nummulites* and *Alveolina* in Izola. They are of Middle to Upper Cuisian to Lower Lutetian age (Pavlovec, 1985). These shallow water limestones are overlain by marly, glauconite bearing limestones which grade into globigerinal marlstones and flysch, thus indi-

cating the deepening of the basin. In this text the deep-sea sediments are emphasized.

The biostratigraphy of the Flysch area of Piran was investigated by Piccoli & Proto-Decima (1969) and Pavšič (1981), who examined the planktonic foraminifers and calcareous nannoplankton respectively. In the autumn of 1994 we took samples of the flysch, which was previously mapped and investigated sedimentologically (Peckmann, 1995).

Samples ST 1 to ST 15 were taken of the globigerinal marlstone to the 4th. Flysch unit (Fig. 2). We sampled freshly broken marlstones. Over 35 species of calcareous nannoplakton were determined. The frequency of the poorly preserved fossils is low. In all examined samples both *in situ* and reworked fossils occur. Reworked nanofossils originate from the Cretaceous, Pa-

leocene and Lower Eocene strata. Especially, nannoliths of the genus *Discoaster* are poorly preserved, partly dissolved and overgrown.

All samples were examined and photographed with a Leitz Photo Microscope. They are not suitable for detailed studies under the SEM.

Most of the field work was carried out in the mapping area (see Fig. 1). Thickness of the described Flysch Units varies significantly. The column shown in Fig. 2 is located in the central part of the mapping area. The Lower and the Middle Limestone Turbidite can be traced throughout most of the flysch basin.

### THE GLOBIGERINAL MARLSTONE

The globigerinal marlstone crops out in a quarry east of Izola and in coastal cliffs west of Izola. The grey coloured marlstone shows no bedding and breaks into polygonal pieces. In places where globigerinal marlstones are replaced by flysch, some thin siltstone beds occur.

In the quarry of the old brickwork east of Izola we took the sample ST 10, southwest of Izola we sampled ST 9. In these samples we determined 24 species of calcareous nannoplankton (Fig. 4). Among these, only the following species are important for stratigraphy:

*Nannotetrina cristata* (Martini)

*Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler et Wade)

*Reticulofenestra dictyoda* (Deflandre)

*Discoaster nodifer* (Bramlette et Riedel)

*Discoaster saipanensis* Bramlette et Riedel

These species, to the exclusion of *Discoaster nodifer*, have already been reported in Pavšič (1981). This nanofossil is very rare and poorly preserved. *Reticulofenestra dictyoda* is common. Because of its poor preservation, it is hardly possible to discriminate it from *Reticulofenestra placomorpha*.

According to the determined species we conclude that the globigerinal marlstone belongs to the combined biozone NP15/16.

Stratigraphical distribution of *Discoaster nodifer* ranges from NP 15 to NP 17, with its first permanent occurrence in biozone NP 17 (Perch-Nielsen, 1985). Proto-Decima *et al.* (1975) state that *D. nodifer* appeared at the end of biozone NP 15.

### THE FLYSCH UNITS

#### Common features of the Flysch Units

All Flysch Units consist of interbedded sandstones and marlstones. The ratio of marlstone to sandstone bed thickness changes as does the average thickness of the beds, whereas lithology and sedimentary structures do not change significantly throughout the sediment column. The sandstone beds are siliciclastic turbidites. Most marlstone beds were partly deposited by turbidity

currents, but most of their material was deposited by background sedimentation in a hemipelagic setting. Individual beds can be traced over great distances.

Detrital components of the sandstones are quartz and carbonate at about equal frequency, with slight variations. Glauconite grains are frequent and are smaller on the average than quartz grains. Felspars and micas are rare. The most common heavy minerals are pyrite and garnets. The matrix of the well sorted sandstones is carbonatic. No visible porosity has been preserved. Occasional joints are filled with coarse carbonate cements. The unweathered sandstone is grey, weathered brownish, indicating the oxidation of the originally reduced iron.

The siliciclastic turbidite beds are usually graded, with sharp bases and occasional flute casts. Amalgamation can be found, cross bedding and other sedimentary structures are rare. Only beds that are some decimetres thick show cross bedding and lamination. Dewatering structures are common in thicker beds. Convolute bedding is often asymmetrical, indicating a depositional slope (see Discussion). Dish structures are rare.

A lineation parallel to the axis of the basin due to compressional stress is developed on the lower bedding planes of many sandstone beds.

Plant debris are frequent especially in the lower part of the 1st. Flysch Unit (Plate 1, Fig. 1). Some siliciclastic turbidites have layers of plant debris at the bases and at the tops. These layers are continuous in outcrop. The plant debris, which contain many wood fragments, are terrigenous.

Most common trace fossil is *Taphrehelminthopsis* of the *Scolicia* Typ. These fossils are preserved on the lower bedding plane of siliciclastic turbidites and in marlstone beds. The winding burrows with two parallel sediment strings are about 4 cm in diameter. The *Scolicia* Typ was attributed to gastropods (Seilacher, 1962) and to echinoids (Smith & Crimes, 1983). The *Taphrehelminthopsis* burrows are preserved as postdepositional and predepositional traces (in sense of Seilacher, 1962). Postdepositional traces are exposed on lower bedding planes of siliciclastic turbidites and in marlstones. They are preserved in three-dimensional shape in cross section. Below thin and thick bedded sandstones trace fossils occur as casts of preexisting burrows filled by the sediment of the turbidity current (positive hypo-relief in sense of Seilacher, 1964). In cross section only the lower side of the burrow has been preserved. The predepositional trace fossils *Taphrehelminthopsis* are much more common than postdepositional traces.

The regular nets of *Paleodictyon* are made of hexagonal meshes and vertical outlets. Preferentially, the net is preserved (Uchman, 1995). *Paleodictyon* is exposed on the lower bedding planes of sandstone beds. The diameter of a single hexagon varies between 0,2 and 7 cm (Pavlovec, 1980). In the Flysch Basin of Piran the hexa-

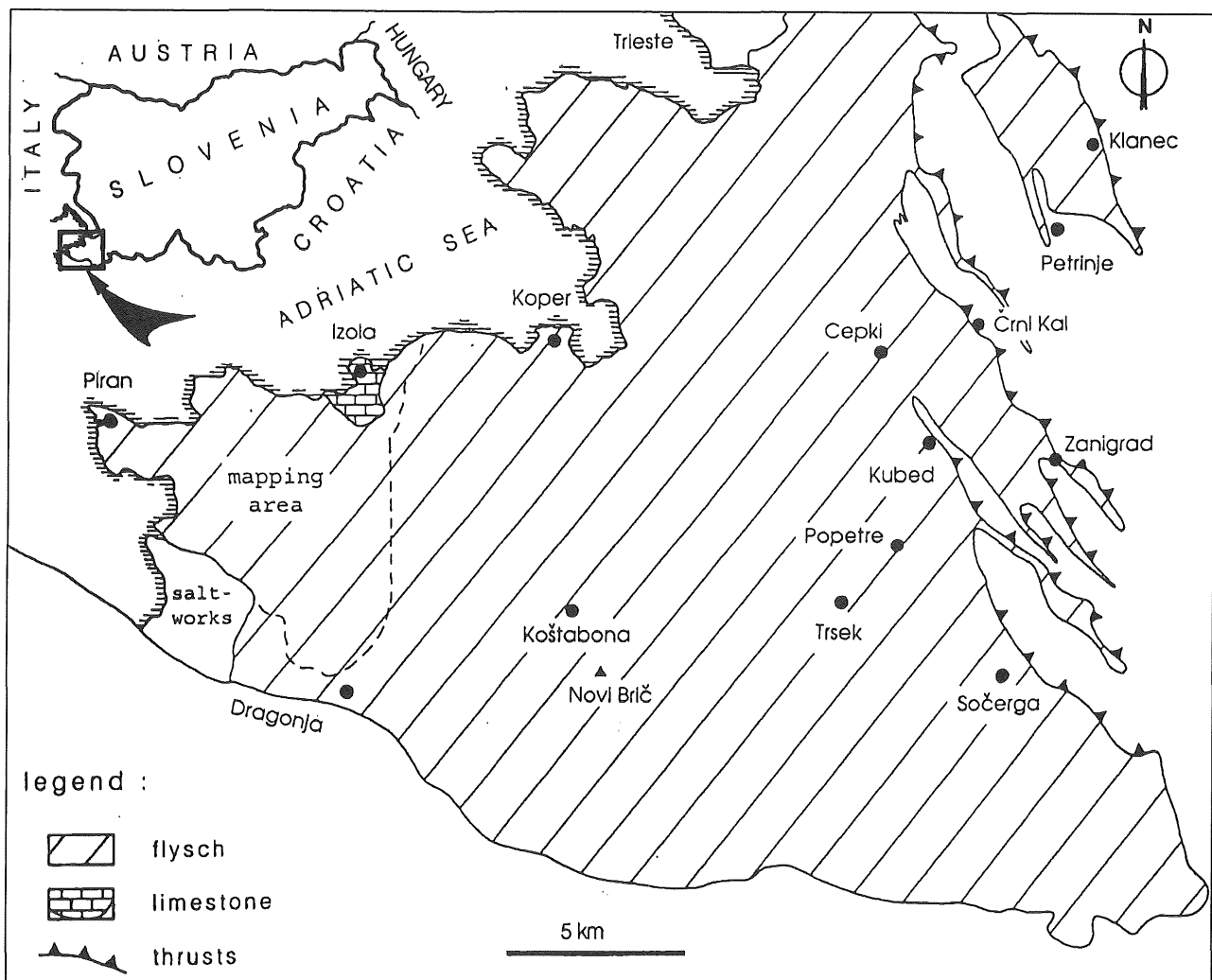


Fig. 1: Flysch Area of Piran; geological margins after Pleničar et al. (1969).  
 Sl. 1: Piransko flišno območje; geološke meje po Pleničarju in sodelavcih (1969).

gons are elongated parallel to the axis of the basin (see Discussion). *Paleodictyon* is exclusively predepositional.

The sharply bounded burrows of *Granularia* are intersecting flute casts, providing clear evidence for the postdepositional nature of *Granularia*.

In the 1st Flysch Unit a single specimen of *Glockeria alata* (Seilacher, 1977) was found. The trace has a diameter of 40 cm. Several burrows, 1 cm in diameter, are directed from one centre to the periphery. *Zoophycos* was found as a single specimen in the 2nd Flysch Unit. It is a three-dimensional spreite structure with helicoidal elements (Ekdale, 1977; Uchman, 1995).

### The 1<sup>st</sup> Flysch Unit

The 1st Flysch Unit is 175 m thick. It consists of marlstone and sandstone beds and some intercalated sandy

carbonate turbidites. In the basal part of the 1st Flysch Unit the ratio of marlstone to sandstone bed thickness is much higher east rather than west of Izola (Fig. 3, Sections a and b). East of Izola most marlstone beds range in thickness from 16 to 64 cm, while west of Izola most marlstone beds range from 4 to 32 cm. In the intermediate part of the Unit sandstone beds are reduced in bed thickness (Fig. 3, Section c). There the ratio of marlstone to sandstone of 6:1 is higher than anywhere else in the flysch.

Samples ST 5, ST 6, ST 8 and ST 11 come from the lower part of the 1st Flysch Unit. We found 27 species of calcareous nannoplankton including the following species, significant for biostratigraphy:

- Discoaster nodifer* (Bramlette et Riedel)
- Discoaster saipanensis* (Bramlette et Riedel)
- Reticulofenestra umbilica* (Levin)
- Cribrocentrum coenurum* (Reinhardt)
- Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler et Wade)

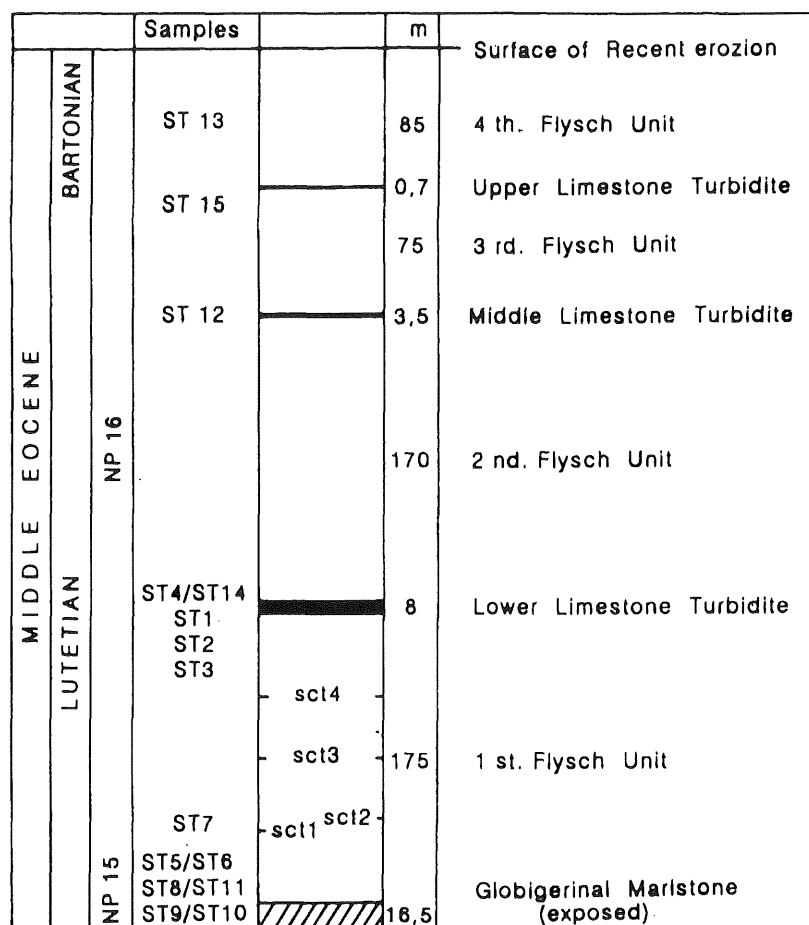


Fig. 2: Stratigraphic column of the flysch in the central part of the mapping area including the sandy carbonate turbidites sct 1 to sct 4.

Sl. 2: Stratigrafski stolpec fliša v osrednjem delu kartiranega območja, vključno s karbonatnim turbiditom (profil 1 do profil 4).

With the beginning of flysch sedimentation *Reticulofenestra umbilica*, *Reticulofenestra dictyoda* and *Cribrrocentrum coenurum* appear. *R. umbilica* and *C. coenurum* have a similar stratigraphical range from NP 16 to NP 23 (Perch-Nielsen, 1985). Because of their poor state, it is very difficult to distinguish these two species.

The first occurrence of *Dictyococcites bisectus* is controversial. According to Perch-Nielsen (1985) *D. bisectus* appears at the base of NP 17 (p. 504) or at the biozone NP 16 (p. 431). Proto-Decima *et al.* (1975) state that it first occurred in biozone NP 16.

In the samples of the younger marlstones of the 1st Flysch Unit ST 7, ST 3, ST 2 and ST 1 we found 21 species of calcareous nannoplankton (Fig. 4). All these nannofossils are characteristic of biozone NP 16.

### The 2nd Flysch Unit

The 2nd Flysch Unit is 170 m thick in the centre of the

mapping area and slightly less in the southeast. Marlstone beds are reduced in thickness in comparison to the 1st Flysch Unit (Fig. 10, Section d). The 1.3:1 ratio between marlstone and sandstone is at its lowest value in the whole flysch succession. Amalgamated sandstone beds are frequent. Assuming a constant sedimentation rate for the hemipelagic marls, siliciclastic turbidites are more frequent in time compared with the 1st Flysch Unit (see Discussion).

### The 3rd Flysch Unit

The thickness of the 3rd Flysch Unit is reduced from 90 m near Piran to 50 m in the southeast of the mapping area. The Unit has a similar ratio of marlstone to sandstone bed thickness as the 2nd Flysch Unit.

Sample ST 12 is of the marlstone cap of the Middle Limestone Turbidite. In sample ST 15 we determined 14 species of calcareous nannoplankton, including the following species:

*Criboecentrum reticulatum* (Gartner et Smith)  
*Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler et Wade)  
*Reticulofenestra umbilica* (Levin)  
*Discoaster saipanensis* Bramlette et Riedel  
*Discoaster nodifer* (Bramlette et Riedel)

According to the frequent occurrence of *Criboecentrum reticulatum*, this unit belongs to the upper part of biozone NP 16 or to biozone NP 17. Clear evidence of the affiliation to NP 17 is missing.

#### The 4th Flysch Unit

The 4th Flysch Unit forms the tops of the highest hills in the mapping area. Younger sediments are eroded. Today 85 m of the 4th. Flysch Unit are exposed. In the western part of the Flysch Area there is only one small outcrop in this Unit (Fig. 3, Section e). The ratio of marlstone to sandstone is 2:1.

Sample ST 13 contains the same stratigraphically relevant nannofossils as the 3rd Flysch Unit:

*Criboecentrum reticulatum* (Gartner et Smith)  
*Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler et Wade)  
*Reticulofenestra umbilica* (Levin)  
*Discoaster saipanensis* Bramlette et Riedel  
*Discoaster nodifer* (Bramlette et Riedel)

We assigned it to the upper part of biozone NP 16.

#### SANDY CARBONATE TURBIDITES

Sandy carbonate turbidites differ from siliciclastic and pure limestone turbidites. This type of turbidite occurs in the 1st. Flysch Unit, but it is missing in the other Units. The four sandy carbonate turbidites (sct1-sct4) are prominent beds, which are more resistant to weathering than siliciclastic turbidites.

The bed sct1 consists of carbonate detritus and a minor portion of quartz detritus. It is 33 cm thick. Components are not rounded and very well sorted. sct1 has no marlstone cap in contrast to sct3 and sct4. From base to top a graded zone is followed by lamination, cross bedding and finally by a structureless zone.

Bed sct2 is 50 cm thick. It is one bed deposited by three turbidity currents. This is documented by thin marlstone interbeds. The quartz content is higher compared to sct1.

The layer sct3 has a 81 cm thick sandy limestone bed and a marlstone cap of 34 cm. The hemipelagic marlstones differ from the marlstones sedimentated by a turbidity current of the sandy carbonate type. The turbidite marlstones are much harder, brighter and have a higher carbonate content. They break into polygonal pieces and show no bedding planes. The sandy limestone bed is 81 cm thick. It is divided vertically in three zones: laminated base, cross bedded center and laminated top.

The 12 cm thick limestone bed of sct4 is capped by 40 cm marlstone (Plate 2, Fig 3). The limestone bed consists mainly of detrital carbonate. Quartz grains are enriched in layers. Glauconite grains are frequent. Components are not rounded. Sorting is good, no porosity is visible.

#### LIMESTONE TURBIDITES

Limestone Turbidites are most spectacular beds in the Flysch Basin of Piran. In coastal cliffs, the Lower and the Middle Limestone Turbidite are well detectable from great distance.

#### The Lower Limestone Turbidite

The Lower Limestone Turbidite consists of a limestone bed and a marlstone cap. Its maximal thickness is exposed in coastal cliffs, where the limestone bed is 3.58 to 3.75 m and the marlstone cap 4.05 m thick. South of the mapping area the thickness of the limestone bed is reduced to 1.7 m.

Limestone is made of various biogenic detritus. Foraminifera of the genera *Nummulites* and *Discocyclina* and the coralline red algae *Lithothamnium* are the most frequent components. *Nummulites* refer to the species *Nummulites millecaput* after Pavlovec (1963). In Limestone Turbidites the microspheric forms dominate. Foraminifera of the genus *Gypsina*, cheilostomate bryozoans, the red algae *Mesophyllum*, fragments of brachiopod shells and echinoids and small snail conchs were found in Limestone Turbidites, too. Clasts make about 10% of the rock volume. Partly they show a high diagenetic grade. The upper part of the limestone bed, where miliolid foraminifera dominate, contains small fragments of *Nummulites* and *Discocyclina*.

The Lower Limestone Turbidite has no matrix and no visible porosity. Pressure solution is very intense. Stylolites are "circumidonic" and their form is "peaked low amplitude" to "irregular" (after Logan & Semeniuk, 1976). The intensity of pressure solution increases with grain size. Cements are developed in proloculi and partly in the median chambers layer of *Nummulites*. The cavities are filled with blocky spar and partly with ferroan calcite. Fringing cements are rare. In proloculi geopetal cements and micrites can be found. The geopetals show different orientations and indicate a filling of the cavities before resedimentation. Most of the limestone bed of the Lower Limestone Turbidite is rudstone, while its uppermost part is grainstone. Sorting in horizontal section is good and increases upwards. The components consist of calcite. Glauconite grains are quite frequent, too. Marlstone chips, eroded hemipelagic marls, can be found in the lower part of the bed.

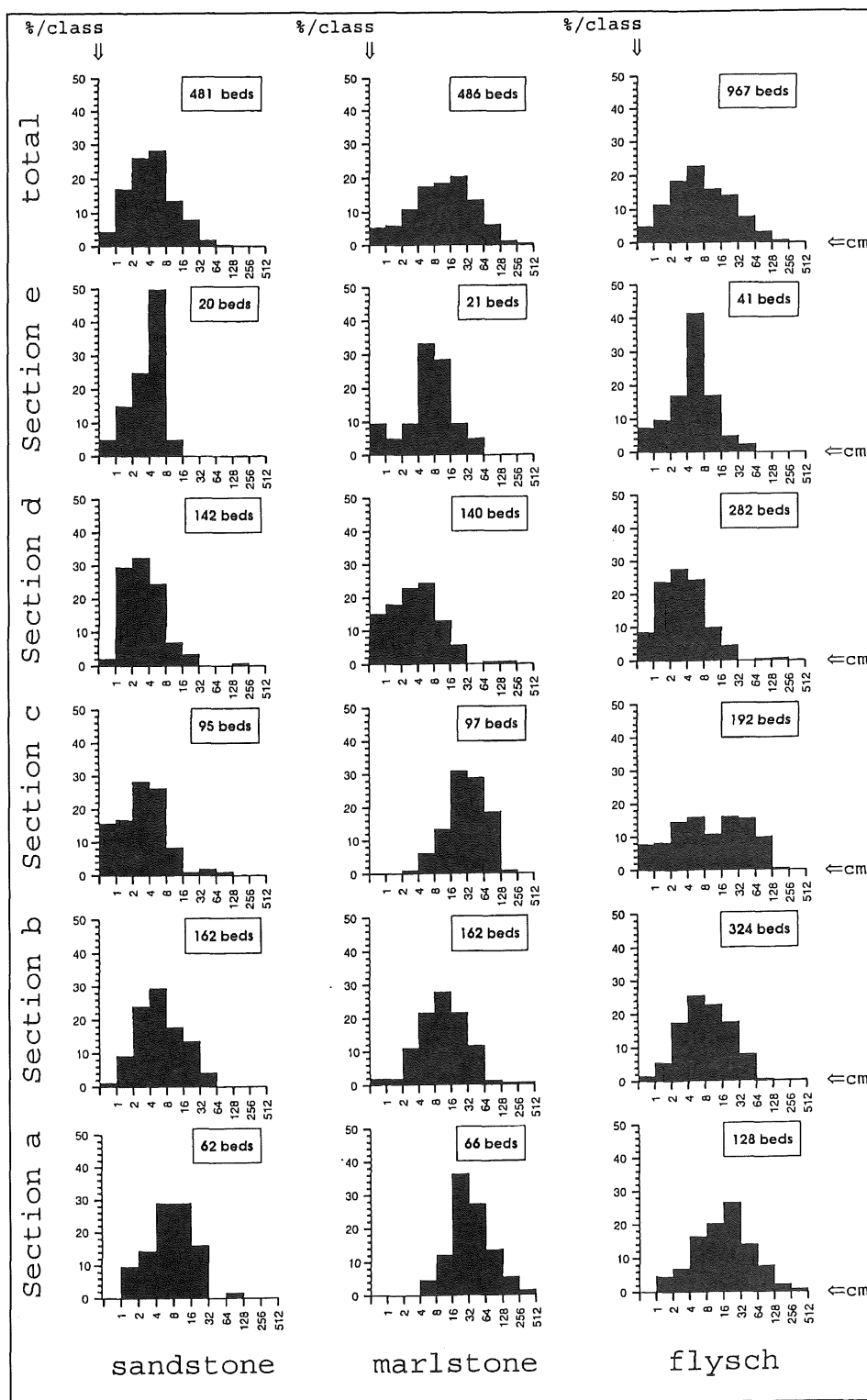


Fig. 3: Frequency distribution of bed thickness; Section a: 1st Flysch Unit (basal) east of Izola, Section b: 1st Flysch Unit (basal) west of Izola, Section c: 1st Flysch Unit (intermediate), Section d: 2nd Flysch Unit, Section c: 4th Flysch Unit.

Sl. 3: Frekvenčna porazdelitev debeline plasti; profil a: prva flišna enota (bazalni del) vzhodno od Izole, profil b: prva flišna enota (bazalni del) zahodno od Izole, profil c: prva flišna enota (vmesni del), sekcija d: druga flišna enota, profil c: četrta flišna enota.

Species / Samples → ST/	9	10	11	8	5	6	7	3	2	1	4	14	12	15	13
Coccolithus pelagicus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cyclicargolithus floridanus	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Discoaster bisectus	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fasciculithus tympaniformis	+	+	+	+				+		+		+	+	+	+
Ericsonia formosa	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Braarudosphaera bigelowi					+	+		+	+		+	+	+	+	+
Chiasmolithus grandis	+	+	+	+	+	+	+		+			+			
Discoaster barbadiensis	+				+	+		+	+	+	+		+		
Ericsonia cava	+	+	+		+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
Discoaster lodoensis									+				+		
Discoaster deflandrei		+	+		+	+	+		+				+		
Discoaster binodosus	+	+	+		+	+		+	+		+		+		
Coccolithus eopelagicus	+	+	+		+	+			+					+	
Thoracosphaera sp.									+			+			
Transversopontis pulcheroides													+	+	
Pontosphaera plana	+	+	+		+		+	+	+		+				+
Helicosphaera seminulum						+		+	+		+				
Lanternithus minutus		+	+	+	+	+	+	+	+		+		+		
Sphenolithus radians	+	+	+	+	+		+						+		+
Sphenolithus obtusus						+									+
Cribocentrum coenurum		+	+		+	+	+		+						
Prinsius bisulcus	+			+		+							+		
Pemma rotundum													+		
Cribocentrum reticulatum												+	+	+	+
Transversopontis obliquipos													+		
Zygrhablithus bijugatus	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	
Nannotetrina cristata			+		+	+									
Discoaster germanicus													+		
Heliolithus kleinpellii							+								
Reticulofenestra umbilica			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Reticulofenestra dictyoda	+	+		+	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
Dictyococcites scrippsae													+	+	+
Discoaster distinctus	+	+		+		+									
Discoaster nodifer	+		+	+		+							+	+	+
Discoaster saipanensis	+			+		+	+						+	+	+
Micrantholithus sp.												+			
Toweius eminens			+												
Discoaster elegans							+						+		
Discoaster keupperi							+								
Discoaster aster									+						
Discoaster diastypus						+									
Reticulofenestra hampdenensis														+	
Toweius callosus															+
Helicosphaera lophota													+		
Neococcolithes dubius													+		

Fig. 4: Distribution of calcareous nannoplankton in the samples of Piran Flysch Area.  
Sl. 4: Razporeditev kalcitnega nanoplanktona v vzorcih piranskega flišnega območja.



Inverse grading of the basal part changes into normal grading. Foraminifera and other planar elements are imbricated. Near the top of the bed a zone of basal inverse grading overlies a laminated zone. The amalgamated limestone bed was deposited by two turbidity currents. The second current followed directly after the first one.

The marlstone cap was deposited from the tails of the turbidity currents. It is harder and brighter than the hemipelagic marlstones, shows no bedding and breaks into polygonal pieces.

Samples ST 4 and ST 14 are of the marlstone cap of the Lower Limestone Turbidite. They contain the following relevant nannoflora:

*Discoaster nodifer* (Bramlette et Riedel)

*Discoaster saipanensis* Bramlette et Riedel

*Reticulofenestra umbilica* (Levin)

*Cribocentrum coenurum* (Reinhardt)

*Cribocentrum reticulatum* (Gartner et Smith)

Of special interest is *Cribocentrum reticulatum*. Perch-Nielsen (1985) attributes its first occurrence to the upper part of biozone NP 16 before the first constant occurrence of *Discoaster nodifer* and also before the occurrence of *Reticulofenestra umbilica*. We assigned the Lower Limestone Turbidite to the upper part of biozone NP 16.

## PLATES - TABLE

### Plate 1 - Tabla 1

**Fig. 1: Plant debris on the lower bedding plane of a thick bedded siliciclastic turbidite, 1st Flysch Unit.**

**Fig. 2: Taphrehelminthopsis on the lower bedding plane of a siliciclastic turbidite.**

**Sl. 1: Ostanke rastlin na spodnji strani plasti debelo plastnatega silikoklastičnega turbidita. Prva flišna enota.**

**Sl. 2: Taphrehelminthopsis na spodnji strani plasti kresilikoklastičnega turbiditnega peščenjaka.**

### Plate 2 - Tabla 2

**Fig. 1: Middle Limestone Turbidite separating 2nd and 3rd Flysch Units.**

**Fig. 2: 1st. Flysch Unit, interbedding of sandstones and marlstones.**

**Fig. 3: Sandy carbonate turbidite sct 4.**

**Sl. 1: Apnenčev turbidit, ki loči drugo in tretjo flišno enoto.**

**Sl. 2: Prva flišna enota; menjavanje peščenjaka in laporja.**

**Sl. 3: Peščen karbonatni turbidit, profil 4.**

### Plate 3 - Tabla 3

**Fig. (Sl.)**

1, 2 *Discoaster nodifer* (Bramlette et Riedel), ST/6

3 *D. nodifer* (Bramlette et Riedel), ST/12

4 *D. nodifer* (Bramlette et Riedel), ST/13

5 *Discoaster keupperi* Stradner, ST/7

6, 7 *Discoaster saipanensis* Bramlette et Riedel, ST/12

8 *Discoaster germanicus* Martini, ST/12

9 *Discoaster aster* Bramlette et Riedel, ST/2

10, 12 *Discoaster binodosus*, Martini ST/6

13 *Discoaster diastypus* Bramlette et Sullivan, ST/6

14 *Discoaster elegans* Bramlette et Sullivan, ST/12

15, 16 *Heliolithus kleinpellii* Sullivan, ST/7

All under ordinary light. All 2000 X enlarged.

Vse pod presevno svetlobo, 2000-kratna povečava.

### Plate 4 - Tabla 4

**Fig. (Sl.)**

1-6 *Reticulofenestra umbilica* (Levin), 1, 3, 4, 5 ST/2, 2 ST/7, 6 ST/17

7-9 *Dictyococcites bisectus* (Hay, Mohler et Wade), 7,8 ST/13, 9 ST/17

10 *Reticulofenestra hampdenensis* Edwards, ST/13

11 *Toweius callosus* Perch-Nielsen, ST/13

12 *Cyclicargolithus floridanus* (Roth et Hay), ST/6

13 *Sphenolithus radians* Deflandre, ST/11

14 *Ericsonia formosa* (Kamptner), ST/2

15 *Helicosphaera lophota* Bramlette et Sullivan, ST/12

Fig. 4. under ordinary light. All others between crossed nicols. All 2000 X enlarged.

Sl. 4. pod presevno svetlobo. Druge pod navzkrižnimi nikoli, vse 2000-kratna povečava.

### Plate 5 - Tabla 5

**Fig. (Sl.)**

1-3 *Chiasmolithus grandis* (Bramlette et Riedel), 1,3 ST/11, 2 ST/6

4, 7, 8 *Coccolithus pelagicus* (Wallich), 4 ST/12, 7 ST/3, 8 ST/11

5, 6 *Cribocentrum reticulatum* (Gartner et Smith), 5 ST/14, 6 ST/12

9 *Braarudosphaera bigelowi* (Gran et Braarud), ST/15

10, 11 *Pontosphaera plana* (Bramlette et Sullivan) 10 ST/11, 11 ST/9

12 *Neococcolithes dubius* (Deflandre), ST/12

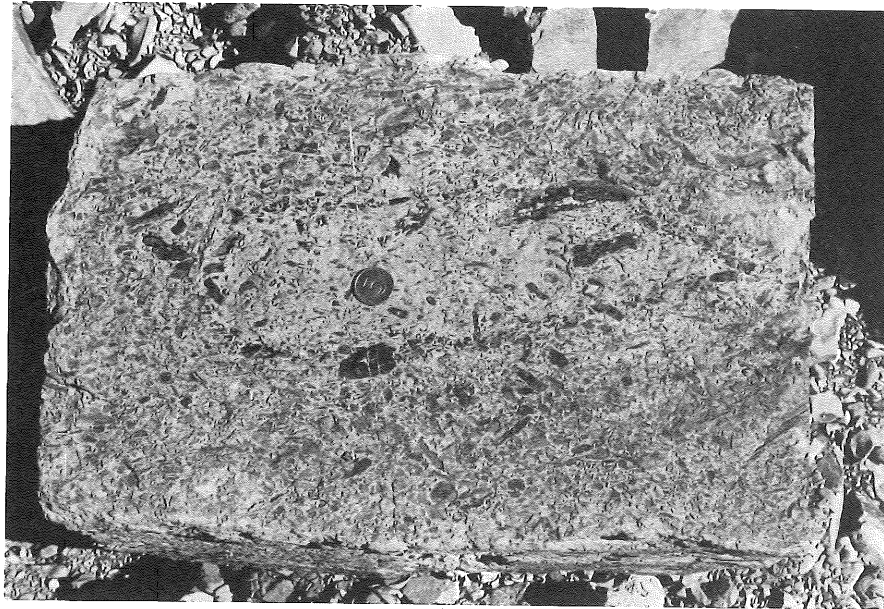
13, 14 *Neotetrina* sp., ST/6

15 *Zygrhablithus bijugatus* (Deflandre), ST/9

16 *Lanternithus minutus* Stradner, ST/2

Fig. 3, 8, 11, 12, 13 under ordinary light. All others between crossed nicols. All 2000 enlarged.

Slike 3, 8, 11, 12 in 13 pod presevno svetlobo, druge pod navzkrižnimi nikoli. Vse 2000-krat povečano.

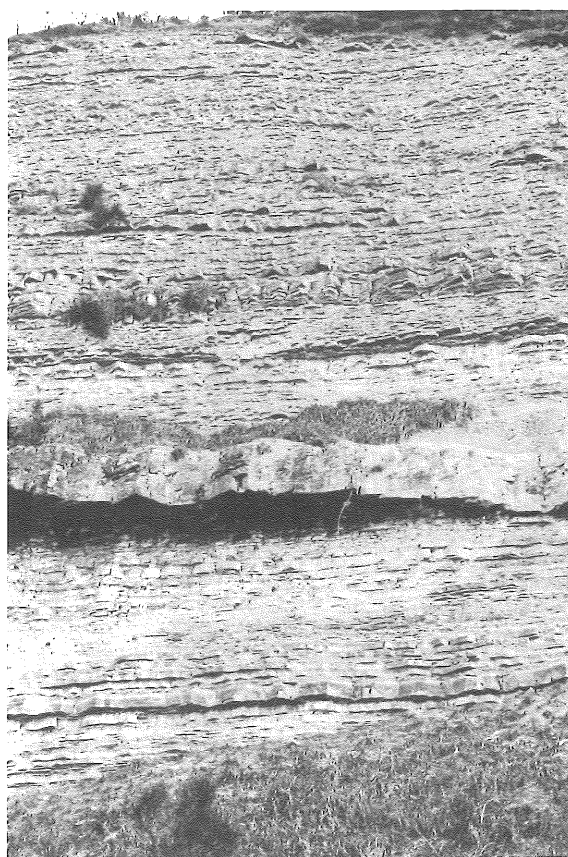


1

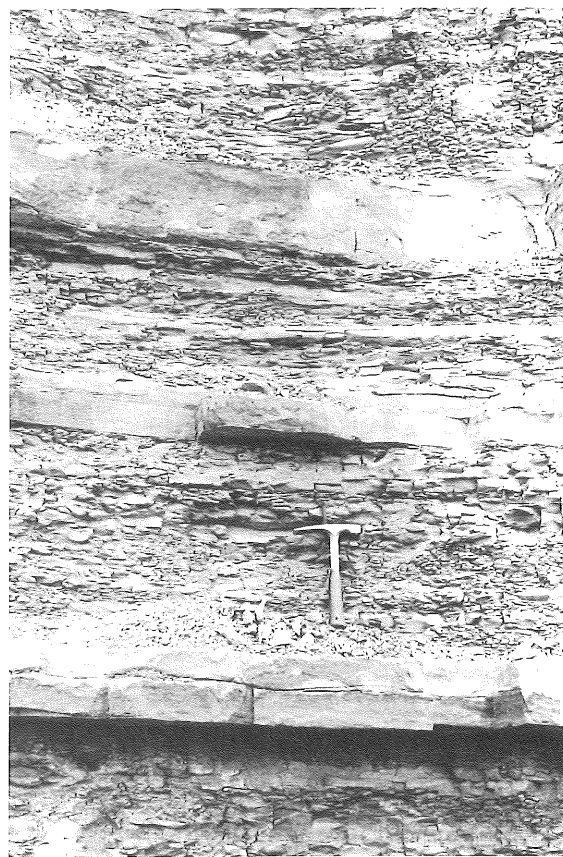


2

*Plate 1 - Tabla 1*



1



2



3

Plate 2 - Tabla 2

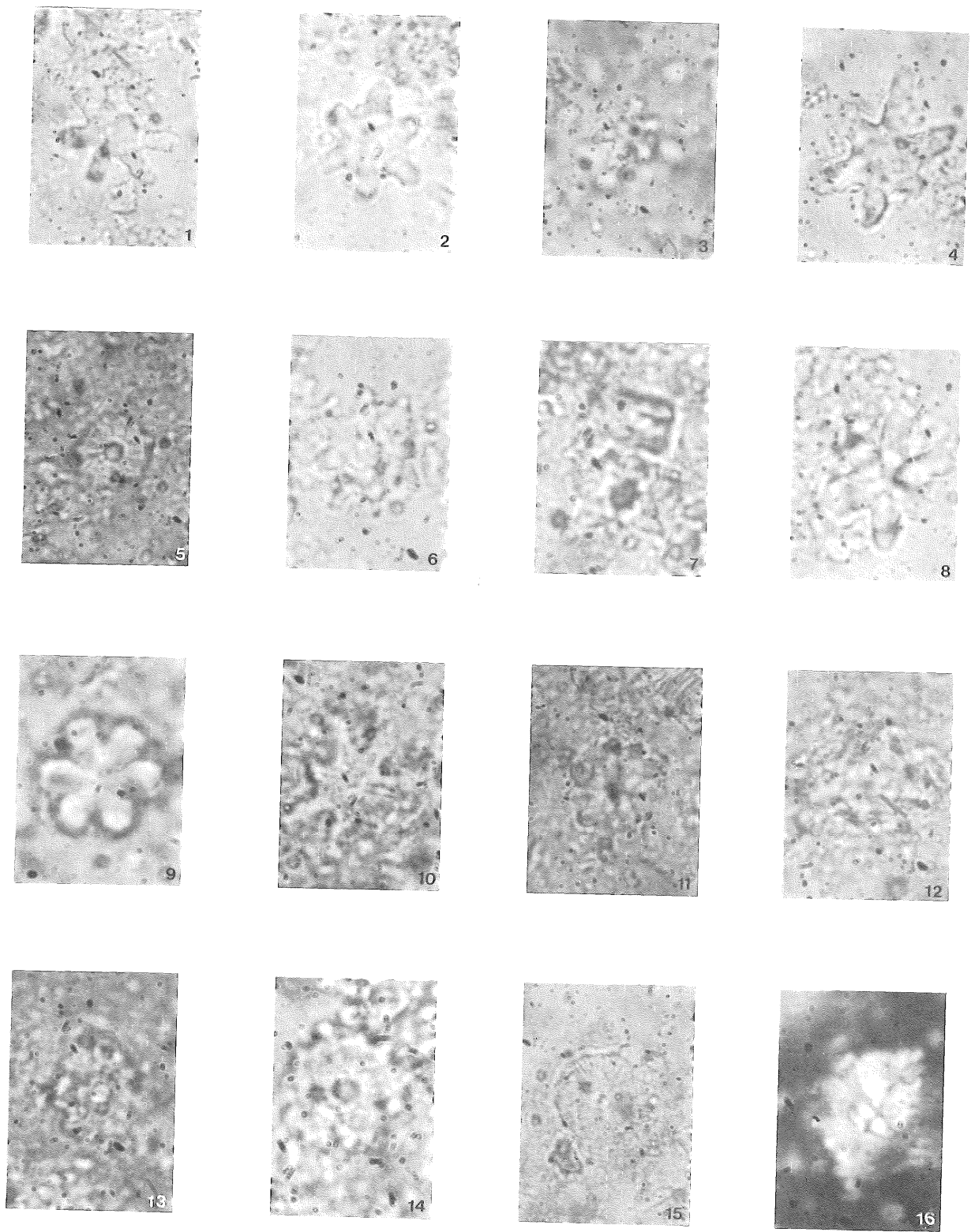


Plate 3 - Tabla 3



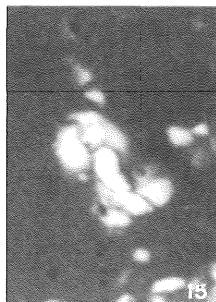
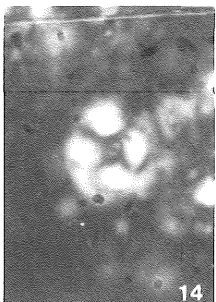
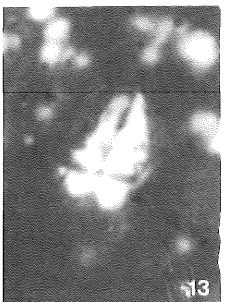
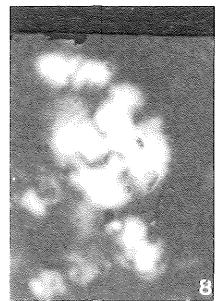
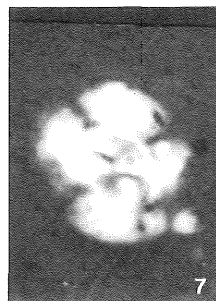
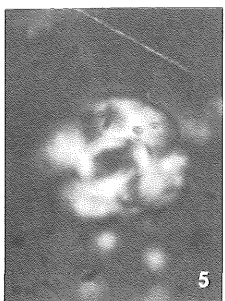
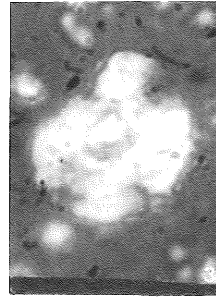
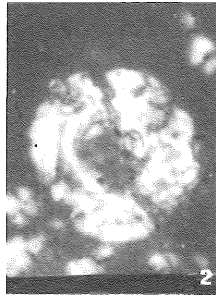


Plate 4 - Tabla 4

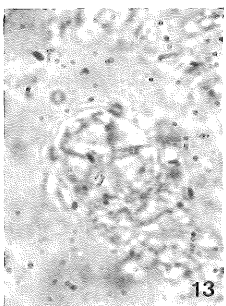
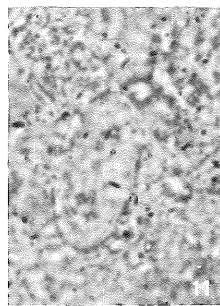
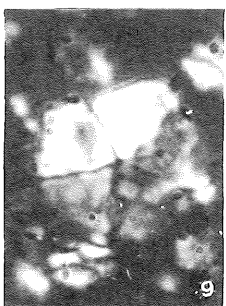
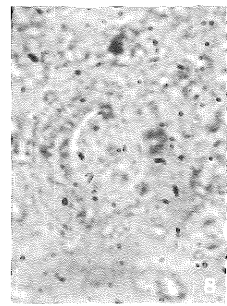
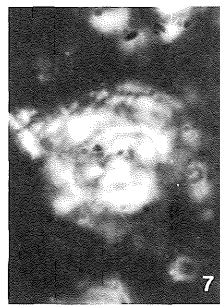
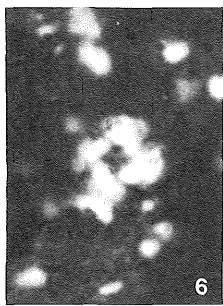
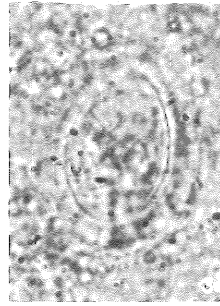


Plate 5 - Tabla 5

### The Middle Limestone Turbidite

The Middle Limestone Turbidite is similar to the Lower Limestone Turbidite. It is made of the same components, shows the same sedimentological features and is amalgamated, too. The maximal thickness is 1.65 m for the limestone bed and 2.03 m for the marlstone cap. The Middle Limestone Turbidite is well exposed in most parts of the basin. We estimate its rock volume at about 1 km<sup>3</sup>.

Sample ST 12 was taken of the marlstone cap of the Middle Limestone Turbidite. According to the frequent occurrence of *Cribocentrum reticulatum*, we believe that this layer belongs to the upper part of biozone NP 16.

### The Upper Limestone Turbidite

The Upper Limestone Turbidite has no marlstone cap. Its thickness decreases from 1.3 m in the south to 0.4 m in the north of the mapping area. It consists of the same components as the other Limestone Turbidites, though clasts are less frequent. Pressure solution is equally intense (see Discussion). Grading is less obvious because of good sorting throughout the bed. The grain size is smaller in comparison to the older Limestone Turbidites. A rudstone at the basis grades into a grainstone. As a consequence of its narrow grain size spectrum, the Upper Limestone Turbidite shows intense cross bedding, which is missing in other Limestone Turbidites (cf. Engel, 1974).

## DISCUSSION

Turbidites in association with trace fossils clearly indicate the deep-sea environment during flysch sedimentation. The trace fossils belong to the *Paleodictyon* subfacies of the *Nereites* facies in sense of Seilacher (1977) or to the *Zoophycos-Nereites*-association in sense of Collinson & Thompson (1989). During flysch sedimentation the water depth ranged of some hundred metres. Gohrbandt *et al.* (1960) suggested 700-1200 m based on the association of foraminifera and a depth of several hundred metres based on the association of ostracods.

Assuming a water-depth of several hundred metres, a strong subsidence in the basin is needed to explain a succession of several hundred metres of flysch. Today more than 500 m of deep-sea sediments are exposed in vertical succession. The intense pressure solution in the Upper Lime Turbidite indicates that it was covered by a much thicker sediment-column than the 85 m that are preserved of the 4th Flysch Unit.

The axis of the Eocene basin extended in WNW-ESE direction. This can be seen from the lineation on lower bedding planes of sandstone beds, from the inclination of originally vertical elements caused by sedimentary creep, from the orientation of the long axis of elongated *Paleodictyon* hexagons and from the asymmetry of convolute bedding.

Turbidity currents of the siliciclastic turbidites moved parallel to the axis of the basin, in the 1st. Flysch Unit from ESE to WNW. In the uppermost part of this Unit the direction was reversed, and from then on remained from WNW to ESE. With this change in current directions the ratio of marlstone to sandstone bed thicknesses decreased. Turbidity currents of the Limestone Turbidites were directed to NNE, which is evident from the dipping of the imbrication of foraminifera and other planar elements. Their source area was the rim of a carbonate platform in the SSW.

## CONCLUSIONS

### Sedimentology

The Piran Flysch shows the characteristics of basin plain sediments in sense of Ricci Lucchi & Valmori (1980). It is a regular, repetitive interbedding of hemipelagites with turbidites. The ratio of marlstone to sandstone bed thickness changes irregularly from one section to another (see Fig. 3). Obvious trends like thickening- or coarsening-upward sequences are missing. Beds do not wedge out and can be traced over long distances. The turbidity currents moved parallel to the axis of the basin. They experienced a reversal in current direction.

The Piran Flysch corresponds to Type I System in sense of Mutti (1985), which develops in the proximity of an uplifting orogen at times of low sealevel. The Eocene was a period of global sealevel lowstand (Heller & Dickinson, 1985). The turbidites were deposited by highly efficient turbidity currents carrying their load far into the Basin (cf. Mutti, 1985).

### Biostratigraphy

Biostratigraphers began to investigate the flysch between Trieste and Piran by microfossils in 1969. The work of Piccoli & Proto-Decima (1969) deals with planktonic foraminifera in the area of Slovensko Primorje. The main purpose of their paper was to determine the age of flysch sediments. In the area between Trieste and Piran they reported four plankton biozones: the oldest biozone, *Globorotalia aragonensis* (now *Morozovella aragonensis*, P8), containing planktonic foraminifers near Trieste, biozone *Hantkenina aragonensis* (now *Hantkenina nuttalli*, P10) in Milje peninsula, biozone *Globigerapis kugleri* (now *Globigerinatheka s. subconglobata*, P11) between Črni Kal, Rižana and Dekani, and biozones P11 and *Globorotalia lehneri* (now *Morozovella lehneri*, P12) between Koper and Piran.

Pavšič (1981) studied nannofossils of different strata in Slovensko Primorje. He reported biozone *Discoaster lodoensis* (NP 13) at Ankaran, biozone *Discoaster sublodoensis* from the surroundings of Dekani and bio-



zone *Nanotetrina fulgens*, which corresponds to the long ranging biozone NP15 - NP16, form the globigerinal marlstone in the quarry of the old brickwork at Izola. According to Pavšič (1981) the flysch sequence between Izola and Piran is equivalent to biozone NP 16. Comparing plankton and nannoplankton biozones P11, corresponds to NP15 and P12 to NP16.

The limestone with nummulitins and alveolinas at Izola grades into marly limestones with glauconite, which are overlain by the globigerinal marlstone. Pavlovec (1985) divided the limestone at Izola in four parts: a transition from Middle to Upper Cuisian, Upper Cuisian, Uppermost Cuisian and Lower Lutetian, corresponding to the biozone *Nummulites gallensis*. Biozone *N. gallensis* corresponds to the standard nannoplankton biozone *Discoaster subloadoensis* (NP 14) (Kapellos &

Schaub, 1973; Serra-Kiel & Hottinger, 1995).

The globigerinal marlstone belongs to the combined biozone NP 15/16. The Flysch Units 1 to 4 are assigned to NP 16 on the basis of the following species: *Discoaster saipanensis*, *Reticulofenestra umbilica* and *Cribocentrum reticulatum*. *Cribocentrum reticulatum* is characteristic for the upper part of NP16. In the southern parts of the Piran Flysch Basin even younger sediments crop out (Pleničar *et al.*, 1969). So the existence of younger flysch, belonging to NP17, could be expected.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

Jörn Peckmann benefited from the advice and helpful criticism of the manuscript by Prof. Dieter Meischner, Göttingen.

#### POVZETEK

*Eocenski globokomorski sedimenti piranskega flišnega območja se razprostirajo na površini okrog 400 km<sup>2</sup>. Globigerinskemu laporju, ki leži nad alveolinsko-numulitnim apnencem pri Izoli, sledi flišno zaporedje, debelo več kot 500 metrov. Fliš je bil razdeljen na štiri enote glede na število vmesnih apnenčevih turbiditov. Globigerinski lapor pripada meji nanoplanktonskih biocon NP 15/16, vse druge flišne enote pa nanoplanktonski paleogenski bioconi NP 16.*

*Bazenski turbiditi in fosilni sledovi Paleodictyon podfaciesa (Seilacher, 1977) kažejo na globokomorsko okolje. Posamezni turbiditi si lahko sledijo na več kilometrov. Fliš sestoji iz laporjev, silikoklastitov, čistih karbonatov in peščenih karbonatnih turbiditov.*

*Turbiditni tokovi, ki so prinašali silikoklastične turbidite, so tekli v smeri ZSZ-VJV, medtem ko so karbonatni turbiditi dobivali material iz karbonatne platforme iz smeri JJZ.*

#### REFERENCES

- COLLINSON, J.D. & THOMPSON, D.B. (1989):** Sedimentary structures.- Chapman and Hall, 207 p., London.
- ENGEL, W. (1974):** Sedimentologische Untersuchungen im Flysch des Beckens von Ajdovščina (Slowenien).- Göttinger Arb. Geol. Paläont. 16, 71 p., Göttingen.
- EKDALE, A.A. (1977):** Abyssal trace fossils in worldwide Deep Sea Drilling Project cores.- in: CRIMES, T.P. & HARPER, J.C. (Eds.): Trace fossils 2.- Seel House Press, 163-182, Liverpool.
- GOHRBANDT, K., KOLLMANN, K., KÜPPER, H., PAPP, A., PREY, S., WIESENER, H., WOLETZ, G. (1960):** Beobachtungen im Flysch von Triest.- Verh. Geol. Bundesanst., 162-196, Wien.
- HELLER, P.L. & DICKINSON, W.R. (1985):** Submarine ramp facies model for delta fed, sand rich turbidite systems.- Bull. Am. Assoc. Petrol. Geol. 69, 960-976, Tulsa.
- KAPellos, C. & SCHAUB, H. (1973):** Zur Korrelation von Biozonierung mit Grossforaminiferen und Nannoplankton im Paläogen der Pyrenäen.- Eclogae geol. Helv. 66, 687-737, Basel.
- LOGAN, B.W. & SEMENIUK, V. (1976):** Dynamic metamorphism; processes and products in Devonian carbonate rocks, Canning Basin, Western Australia.- Spec. Publ. Geol. Soc. Australia 16, 1-138, Carlton.
- MUTTI, E. (1985):** Turbidite systems and their relations to depositional sequences.- in: ZUFFA, G.G.: Provenance of arenites.- NATO Advanced Science Institute, 65-93, Dordrecht.

- PAVLOVEC, R. (1963):** Stratigrafski razvoj starejšega paleogena v južno-zahodni Sloveniji.- Razprave 4. razreda SAZU, 7, 421-556, Ljubljana.
- PAVLOVEC, R. (1980):** Izredno velik *Palaeodyction* iz fliša pri Strunjanu.- Proteus 42, 191-192, Ljubljana
- PAVLOVEC, R. (1985):** Numulitine iz apnencev pri Izoli (SW Slovenija).- Razprave 4. razreda SAZU, 219-230, Ljubljana.
- PAVŠIČ, J. (1981):** Nanoplankton fliša slovenskog primorja.- Zbornik radova, Znan. savjet za naftu JAZU, A.8, 257-266, Zagreb.
- PECKMANN, J. (1995):** Das Flysch-Becken von Piran in Istrien- mit geologischer Kartierung 1: 25000.- Diplomarbeit, Inst. Geol. Paläont. Georg-August Univ. Göttingen., 1-70, Anlage 1-2, Göttingen.
- PICCOLI, G. & PROTO-DECIMA, F. (1969):** Ricerche biostratigrafiche sui depositi flyschoidi della regione Adriatica settentrionale e orientale.- Mem. Geol. Min. Univ. Padova, 27, 1-21, Padova.
- PLENIČAR, M., POLŠAK, A., ŠIKIĆ, D. (1969):** Osnovna geološka karta 1:100000 list Trst in Tolmač za list Trst, Zvezni geološki zavod, 68 str., Beograd.
- PROTO-DECIMA, F., ROTH, H. P. & TODESCO, L. (1975):** Nannoplankton Calcareo del Paleocene e dell'Eocene della Sezione di Possagno.- Schw. Paläont. Abh. 97, 35-55, Pl. 1-6, Basel.
- RICCI LUCCHI, F. & VALMORI, E. (1980):** Basin wide turbidites in a Miocene, over-supplied deep-sea plain: a geometrical analysis.- Sedimentology 29, 37-51, Amsterdam.
- SEILACHER, A. (1962):** Paleontological studies on turbidite sedimentation and erosion.- Journ. Geol., 70, 2, 227-234, Chicago.
- SEILACHER, A. (1964):** Biogenic sedimentary structures.- in: IMBRIE, J. & NEWELL, N. (Eds.): Approaches to paleoecology, John Wiley & Sons, Inc., 296-334, New York.
- SEILACHER, A. (1974):** Flysch trace fossils: Evolution of behavioural diversity in the deep-sea.- Neues Jb. Geol. Paläont. Mh 4, 233-314, Stuttgart.
- SEILACHER, A. (1977):** Pattern analysis of *Paleodictyon* and related trace fossils.- in: CRIMES, T.P. & HARPER, J.C. (Eds.): Trace fossils 2.- Seel House Press, Liverpool.
- SIERRA-KIEL, J. & HOTTINGER, L. (1995):** Larger Foraminifera Biochronozones.- IGCP 286.
- SMITH, A.B. & CRIMES, T.P. (1983):** Trace fossils formed by heart urchins - a study of *Scolicia* and related trace.- Lethaia 16, 79-92, Oslo.
- UCHMAN, A. (1995):** Taxonomy and palaeoecology of flysch trace fossils. The Marnoso-areacea Formation and associated facies (Miocene, northern Apennines, Italy).- Beringeria 15, 115 p. Würzburg.

## THE EOCENE FLYSCH DEPOSITS OF THE ISTRIAN PENINSULA IN CROATIA AND SLOVENIA: REGIONAL, STRATIGRAPHIC, SEDIMENTOLOGICAL AND ICHNOLOGICAL ANALYSES

*Stanko MARINČIĆ*

Ph.D., Institut za geološka istraživanja, HR-10000 Zagreb, Sachsova 2  
dr., Institut za geološka istraživanja, HR-10000 Zagreb, Sachsova 2

*Marko ŠPARICA*

Ph.D., Institut za geološka istraživanja, HR-10000 Zagreb, Sachsova 2  
dr., Institut za geološka istraživanja, HR-10000 Zagreb, Sachsova 2

*Giorgio TUNIS*

Ph.D., Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine dell'Università di Trieste, IT-34127 Trieste, via E. Weiss, 2  
dr., Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine dell'Università di Trieste, IT-34127 Trst, via E. Weiss, 2

*Alfred UCHMAN*

Ph.D., Institute of Geological Sciences, Jagiellonian University, PL-30-063 Kraków, Oleandry 2a  
dr., Institute of Geological Sciences, Jagiellonian University, PL-30-063 Kraków, Oleandry 2a

### ABSTRACT

*The Istrian flysch deposits are connected with the Pyrenean tectonic phase. They accumulated in a narrow short-living deep-sea trough from the Lutetian in the northwest and from the Late Eocene in the southeast. This polarity is connected with feeding of the trough from the north west. The flysch deposits pass into underlying hemipelagic marls, or gravity flow deposits, which overlay a carbonate platform. Locally, they overlay discordantly the carbonate platform. The flysch deposits are about 300-350 m thick and dominated by thin- and medium-bedded turbidites in the lower and middle parts, and by medium- thick-bedded turbidites in the upper part. The thick-bedded turbidites are connected with a regressive phase. The underlying hemipelagic marls are totally bioturbated and comprise low diverse trace-fossil assemblage that resembles the Zoophycos-Cruziana transitional ichnofacies. The flysch deposits are only partially bioturbated and comprise very diverse trace-fossil assemblage with numerous K-selected pre-depositional forms, including diverse graphoglyptids. The assemblage is compared to the Nereites ichnofacies and indicates ecologically stable, well-oxygenated, moderately oligotrophic environment between turbidite deposition, typical of the Eocene flysch deposits in the Carpathians, Alps, and probably in other areas.*

**Key words:** flysch, Eocene, ichnology, Istria, Croatia, Slovenia  
**Ključne besede:** fliš, Eocen, ihnologija, Istra, Hrvatska, Slovenija

### INTRODUCTION

Numerous data concerning the flysch deposits of the Istrian Peninsula are scattered in literature. They need a

new evaluation and should be integrated with numerous new observations, which are partially provided by the present authors. The lithological and stratigraphical diversification, connected with evolution of sedimentary

environment, need a new approach. Moreover, the flysch deposits contain numerous and diverse trace fossils, which have been rarely described, mentioned or illustrated in earlier literature (Vetters, 1910; Malaroda, 1947; Magdalenic, 1972). Recently, they have been studied in western and central Istria (Tunis & Uchman, 1994a, in print).

A presentation of the selected regional, stratigraphic, sedimentological and ichnological data is the main aim of the present publication. A short systematic description of the ichnospecies was presented by Tunis & Uchman (1995).

The geological setting and the sedimentological part have been written by S. Marinčić & M. Šparica and by G. Tunis respectively. Ichnological studies have been done by A. Uchman. Indicated specimens are housed in the Institute of Paleontology of the Würzburg University, Pleicherwall 1, 97070 Würzburg, Germany.

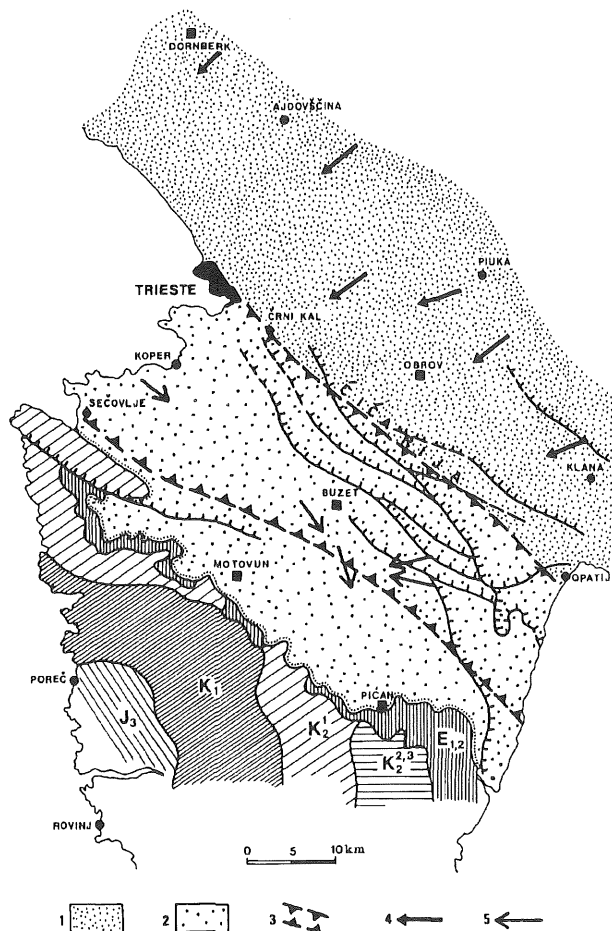
### GEOLOGICAL SETTING

Istrian flysch deposits represent an integral part of a large sedimentary system extending from Trieste through south-western Slovenia, Istria, Hrvatsko Primorje and Dalmatia to Boka Kotorska.

Flysch appeared as a consequence of fundamental geotectonic changes on the carbonate platform during the Pyrenean compressional-tangential tectonic phase (from the Eocene to the Oligocene) and, thus, represent syntectonic deposits.

The geometry and physiography of the flysch depositional area have kept the main characteristics of Pyrenean tectonics up to now: the longer axis of a sedimentary basin ("b-axis") of a NW-SE strike (normal to the main Pyrenean stress), and a general south-western vergence of depositional basin. At the more inclined NE boundaries of the basin, the flysch always overlies the same stratigraphic horizon, while at the SW boundaries it overlies gently inclined deposits of different stratigraphic age. It is important, of course, to exclude very common later deformations, in consequence of refolding during the neotectonic tangential phase (Neogene to Quaternary) with W-E strike and southern vergence of folds, as a result of N-S oriented global neotectonic stress. It could be concluded that depositional area of flysch had the shape of a trough, resembling an epicontinental suture widely connected with the Tethys ocean to the southeast.

Since detritus, derived from the emerged north-eastern areas, was transported to the shelf, then to the continental slope, and finally to the basin floor, the different flysch facies and their lateral equivalents are regularly distributed. They are zoned parallel to the longer axis of the basin, and polar from the north-east towards the south-west, i.e. from shelf sands and gravity-flow deposits of the outer shelf, to proximal slope turbidites and



**Fig. 1:** Map of the studied area. 1) proximal flysch (and molasse) facies; 2) distal flysch facies; 3) area of initial trough; 4) primary paleocurrent directions of the siliciclastic materials; 5) secondary paleocurrent directions of the siliciclastic materials. Symbols J3, K, etc. are referred to Jurassic, Cretaceous and Paleogene carbonate deposits.

**Sl. 1:** Karta obravnavanega območja. 1) proksimalni flišni facies; 2) distalni flišni facies; 3) začetna površina sedimentacijskega bazena; 4) smeri primarnih paleotokov siliciklastičnega materiala; 5) smeri sekundarnih paleotokov siliciklastičnega materiala. S simboli J3, K itd. so označene starejše karbonatne kamnine.

distal turbidites of the basin floor (fig. 1).

Polar directed sedimentation resulted in a different age of flysch deposits: flysch of the northeastern area is Lutetian in age, while in the southwestern parts it is of the Upper Eocene (or Oligocene?) age. The same sedimentary processes are represented by paleocurrent directions, indicating a flow from the north-east (fig. 1). It should be emphasized that these results are gained by measuring well-developed flute casts, which indicate the primary (syndimentary) flow directions in the

proximal zone. Namely, some authors concluded opposite directions of paleotransport (Magdalenic, 1972; Orehek, 1972), or even a 360° distribution of paleocurrent directions within a small site (Marjanac, 1988), as a consequence of taking into account not only synsedimentary but also postsedimentary structures. On the basis of such assumptions it was concluded that there were several separate flysch basins: one in central Istria, another in the Pivka Valley, and the third in the Brkini area. A different source area was proposed for each basin: from the Alps to the supposed "Old Adriatic Platform". Such ideas were supported by certain differences in rock composition, varying from greywacke sandstones to calcareous sandstones. However, such variability is a necessary consequence of a long continental transport, and accumulation and redeposition in a shelf environment. Similar results could be derived even from a completely uniform source area. Searching for source rocks according to the paleocurrent directions is a very doubtful task, considering the fact that the recent erosional base is very different from that during the deposition of flysch. Recent investigation of heavy-mineral composition trends indicates only the polar distribution, i.e. transport direction: the concentration of garnets clearly increases from the north-east towards the south-west.

Many authors have proposed that Istrian flysch was deposited in a sedimentary environment 700 to 1200 m deep. Arguments for this assumption have not been presented but were probably based on the results of the investigation of the planktonic/benthic foraminifera ratio in flysch in the vicinity of Trieste (Gohrbandt *et al.*, 1960). According to Książkiewicz (1975), the minimal depth of turbidite deposition is below the storm-weather wave base. Šikić (1965) and Pleničar (1970) estimated the thickness of Istrian flysch at approximately 600 m. Although this could be an overestimation, which will be discussed in a future text, the considerable thickness indicates that there was a long enough continental slope to allow sedimentation of a very thick deep-water turbidite succession. It is obvious that the necessary conditions could have been achieved exclusively in bathyal zone. However, this means that the probable depositional depth could be shallower than 700 m, as well as deeper than 1200 m.

There are three main types of contact between flysch and the underlying deposits in the area of Istria and its hinterland: (1) in continuous deposition on top of the carbonate platform deposits; (2) with gravity flows in the basal parts; and (3) with erosional discordance between flysch and carbonate platform deposits.

(1) The zone with continuous deposition includes the Boljun - Buzet - Sečovelje and Čičarija - Koper - Črni Kal areas. The Middle Eocene was characterized by a gradual deepening from shallow-water foraminifera limestones to deeper facies of glauconite limestones with

well-known crab and irregular echinoid fauna. A gradual increase in clay content led to the deposition of homogeneous hemipelagic marls, the so-called "globigerina marls" (Šikić, 1965; Krašeninnikov *et al.*, 1968). They are characterized by fossil assemblages typical of Lutetian zones *Acarinina rotundimarginata* SUBBOTINA and *Hantkenina alabanensis* CUSHMAN.

These important changes of environments on the carbonate platform preceded flysch deposition, and in consequence of the beginning of the Pyrenean tectonic movements. The entire hinterland emerged, and in the former carbonate platform the initial flysch trough with Dinaric strike (NW-SE) was formed. During the same contraction phase, the south-western areas of the former carbonate platform, including Upper Cretaceous and Paleocene-Eocene limestones, emerged. This was the beginning of the disintegration of the Adriatic carbonate platform.

Deposition of flysch began when all the necessary conditions were fulfilled, i.e. when a pronounced physiography of a basin, including the shelf, continental slope and basin floor, was formed. Sedimentation went on continuously on hemipelagic marls, but was characterized by completely different sedimentary processes - in the initial flysch trough deep-water basinal turbidites were deposited. They were mostly composed of Bouma-type sequences (Bouma, 1962): 1 to 3 cm thick greywacke sandstones ( $T_b$ ), 5 to 8 cm thick convolute siltstone ( $T_c$ ), 5 to 10 cm thick thin-laminated marls ( $T_d$ ), and more than 100 cm thick massive marls ( $T_e$ ). After an approximately 250 m thick succession of this type, progradation took place resulting in the appearance of microbreccia ( $T_a$ ), a general thickening of grainy intervals and decrease of marly intervals. Near Buzet (Sv. Križ) flysch deposition ended with 80 cm thick breccia and microbreccia intervals ( $T_a$ ), 60 to 100 cm thick calcarenites ( $T_b$ ), 50 cm thick calcarenites with wavy lamination ( $T_c$ ), and only 10 to 20 cm thick laminated marls ( $T_d$ ).

(2) In the hinterland of Istria (the Klana - Brkini and Pivka - Ajdovščina area) basal parts of flysch are composed of sandstones and conglomerates deposited by gravity flows. The thickest deposits of this facies were found near Ajdovščina (Dornberk), where flysch overlies 70 m thick debris flow conglomerates. They were deposited on the shelf as facies preceding flysch (Bouma, 1962, has defined it as "A-stage" preceding deposition of flysch in the area of incipient accumulation of terrigenous sediments on the shelf). The beginning of the flysch deposition is characterized by deep-water slope turbidites (proximal flysch), composed of relatively thick (10 to 20 cm) greywacke sandstone intervals, subordinated mudstones, and common channels filled with breccia and microbreccia.

(3) South-westward of the Boljun - Buzet - Sečovelje line flysch turbidites overlie discordantly different strati-

graphic horizons of platform carbonates (fig. 1): from the oldest Late Cretaceous (Cenomanian) to the Middle Eocene foraminifera limestones and glauconite limestones. Flysch transgressed a formerly emerged area, and successively overlaid older and older deposits. Of course, turbidite deposits did not "climb", nor did the sea-level rise; a more pronounced influence of Pyrenean tangential tectonics resulted in the migration of a flysch trough towards the south-west. In this way, formerly emerged areas of carbonate platform became a basin floor.

Near Pićan the flysch overlies eroded glauconite limestones after a 50 cm thick sequence of erosional conglomerates, composed of pebbles, derived from the immediate footwall. Near Motovun (Karojba) the convolute siltstone interval ( $T_C$ ) of flysch directly overlies the "washed out" paleorelief of Cenomanian limestones. Successive sedimentation is characterised by distal turbidites composed of predominant thick intervals of laminated marls ( $T_d$ ) and homogeneous marls ( $T_e$ ), while thin fine-grained greywacke sandstones and siltstones intervals ( $T_c$ ) are subordinated.

This facies commonly comprises postdepositional (secondary) paleocurrent structures as a consequence of redeposition of semilithified primary flow material. Common structures include longitudinal furrows and ridges, cabbage leaf, groove marks and current ripple marks, exhibiting a strong disparity of paleocurrent directions due to their secondary origin.

After an approximately 200 m thick succession, the beginning of the progradation is characterised by more and more frequent and thicker  $T_b$  sandstone intervals. Finally, as seen in the Pićan - Gradčiče area, deposition ended with alternation of 80 to 120 cm thick beds of breccia, microbreccia, calcarenites and calcisiltites with thin marl intercalations.

This "semiflysch" facies probably represents the vertical boundary of flysch, i.e. a regressive facies with a transition to the "molassoid" deposition towards the end of marine sedimentation in the entire area. Identical sedimentary processes were observed laterally: while in the initial trough flysch was deposited in a continuous sedimentary succession, towards the south-west it was transgressive, and in the hinterland there was a regression.

The circumstances described offer different approaches to estimating the thickness of flysch. Namely, during the regressive phase flysch deposits successively emerged, and they occupy orographically higher positions than younger regressive facies. Taking concordance and continuity of the sedimentary succession as the only criterion for estimating its thickness would lead to the inevitable mistake of adding older instead of younger deposits to the measured column. Probably this was the reason why Šikić (1965) and Pleničar (1970) estimated the thickness of flysch deposits at 600 m. Reliable estimation should be based on a homogeneous

sedimentary column: from the basal part to the advanced progradation with characteristic "semiflysch" deposits. Although in the ideal (complete) column in the area of Istria this sedimentary boundary is universal, and sedimentologically identical, it is of a different age in each of the described areas, as transgression proceeds this boundary will be successively younger.

Continuous deposition of flysch began in the initial trough on top of Lutetian "globigerina marls". According to the microfossil assemblage, and to the sedimentologically logical explanation, it may be concluded that the beginning of the flysch sedimentation in the hinterland (the Klana - Brkini and Pivka - Ajdovščina area) was also Lutetian in age. Namely, the formation of the initial trough, the continental slope and the deeper shelf was a consequence of contemporaneous geotectonic changes. Hence, they are characterized by different but mutually related contemporaneous facies. Today the widely accepted Early Eocene (Cuisian) age of flysch deposits in south-western Slovenia is based on the data of Pavlovec (1963) and De Zanche *et al.* (1967). It is important to draw attention to the origin of their material: both authors took samples of "marly sandstones" for their analyses of benthic foraminifera and nannoplankton. Marly sandstone could represent, at best, a  $T_C$  interval (Bouma, 1962), i.e. completely redeposited material, together with most of the nannoplankton assemblage.

In a more recent paper Drobne (1979), according to the findings of *Globorotalia velascoensis* (Cushman), *Glb. aequa* (Cushman and Renz) and *Glb. subbotina* Morozova assemblages, concluded that flysch deposits in the Pivka - Ajdovščina (Podnanos) area were even of the Paleocene age. It seems that the analysed assemblage was also redeposited.

These investigations were used to propose a gradual sedimentary succession, from Maastrichtian flysch of the Gorica area and Paleocene-Early Eocene flysch of the Pivka - Ajdovščina and Brkini area, to Lutetian flysch of Istria. However, this presumption meets a serious obstacle: Maastrichtian and Lutetian flysch deposits represent two "geotectonic generations", each representing large sedimentary cycle with specific conditions. Considering the fact that they are a result of two "geotectonic formations" (Maastrichtian flysch of the Laramian tangential tectonic phase, and Lutetian-Priabonian of the Pyrenean tangential tectonic phase) there is a very small, exclusively theoretical, probability of finding a gradual transition between them.

The south-western Slovenian and Istrian flysch deposits were investigated by the Institute of Geology in Zagreb in 1974 (unpublished reports). Rich planktonic foraminifera assemblages have been found in geological columns in the Pivka - Ajdovščina area (Dornberk) and Brkini area (Obrov), indicating the Upper Lutetian - Lower Bartonian age (fig. 2). They are quoted for reasons of credibility:

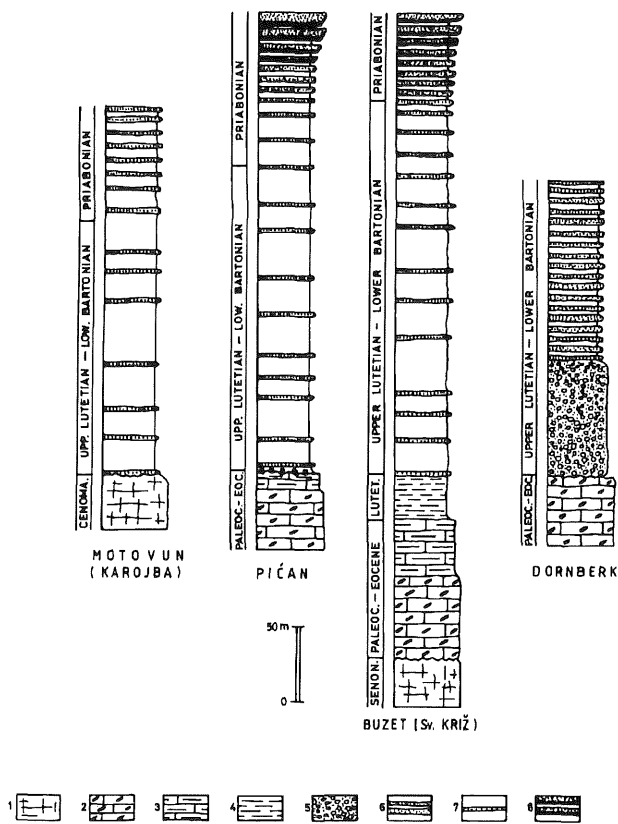


Fig. 2: Selected stratigraphic logs of flysch and underlined deposits in the studied area. 1) platform carbonates; 2) shallow-water foraminifera limestones; 3) glauconite limestones; 4) globigerina marls; 5) proximal flysch; 7) distal flysch; 8) "semiflysch" deposits.

Sl. 2: Izbrani stratigrafski profili flišnih in karbonatnih kamnin na obravnavanem območju. 1) kamnine karbonatne platforme; 2) plitvovodni apnenici s foraminiferami; 3) glavkonitni apnenici; 4) globigerinski laporji; 5) proksimalni fliš; 7) distalni fliš; 8) "semifliš".

**Column Dornberk:** *Eponides umbonatus* Reuss, *Acarina rotundimarginata* Subbotina, *Anomalina* cf. *grosserugosa* (Gumbel) and *Globigerina inaequispira* Subbotina.

**Column Obrov:** *Cibicides ungerianus* (d'Orb.), *C.* cf. *costatus* (Hantken), *Amomalina offinis* (Hantken), *A. grosserugosa* (Gumbel), *Acarina rotundimarginata* Subbotina, *Globigerina officinalis* Subbotina, *G. boweri* Bolli, *G. rubiformis* Subbotina, *G.* cf. *brevispira* Subbotina, *Heterolepa eocaenus* (Gumbel), *Osangularia mexicana* (Cole), *Cyclocyra* cf. *poligira* (Hantken), *Leticulina* cf. *rotulatus* (Lamarck), and *Cassidulina subglobosa* Brady.

Nannoplankton analyses also indicate the Lutetian age for the beginning of the flysch deposition: *Discoaster taninodifer* Bramlette and Riedel (NP 16) is very common from SW Slovenia to the lower beds of central

Istrian flysch. In parts with transgressive flysch deposits in Istria (Gračišće), Bartonian *Discoaster saipanensis* Bramlette and Riedel (NP 17) and Priabonian *Chiasmolithus oamaruensis* (Deflandere) (NP 18) have been found.

It may be concluded that deposition of flysch in SW Slovenia and Istria lasted for a geologically relatively short period: from the Upper Lutetian to the Priabonian. This means that the flysch areas of Pivka, Brkini and Istria have never existed as separated flysch basins. In the Upper Lutetian, they were still an active part of a flysch sedimentary basin, and later they finally emerged.

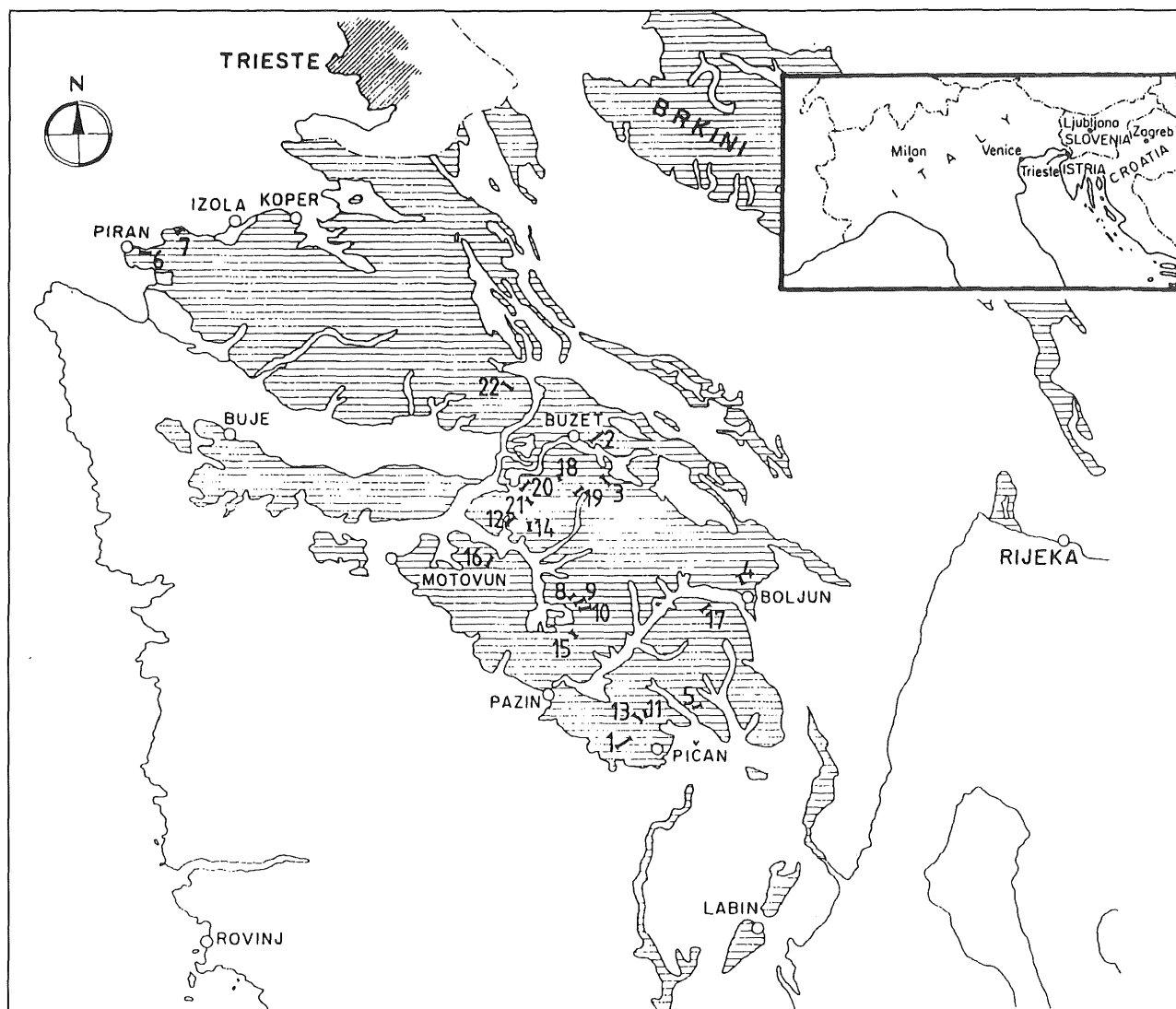
### REMARKS ON SEDIMENTOLOGY OF THE FLYSCH DEPOSITS

The ichnological study has been performed by examining some thirty sections. The location of the 22 most significant sections is reported in fig. 3. In this text, although several doubts exist about the correct stratigraphical position of some sections, the subdivision of the Istria flysch deposits as proposed by Magdalenič (1972), is followed.

The sections 1-4 pertain to the basal (lower) part of the flysch succession and, partly, to the globigerinal marl. The Žlepčari section (40 m thick) is located near to the southern margin of the Pazin syncline, the Buzet (70 m thick), Kotli (32 m thick) and Boljun (35 m thick) sections are placed on the northern one. In all these sections light grey marls and marly limestones with arenites and rare breccia intercalations represent the widespread facies which characterize the basal central Istria flysch deposits. A deep marine depositional environment is indicated by planktonic foraminifera which strongly dominate the microfauna. The limy marls and marly limestones can be considered as hemipelagic sediments deposited in a bathyal environment (see also Juračić, 1979). Thin (up to 20 cm in Buzet and Kotli sections and up to 30 cm in Boljun section) hybrid arenites are intercalated, particularly in the upper part of these successions. The analysis of occurrences of all turbidites with regard to sandstone thickness has shown that the most frequent are very thin arenites (represented by more 80%) and the most frequent sequences are Tde and Tce (represented by more 90%). Turbidite marls occur in a whole range of thicknesses, up to 4,8 m at most (Kotli section). Ratio of arenite vs marl thickness (A/M) is very low, for instance, A/M changes from 1:2.1 to 1:8.7 (Tc-e) and from 1:5.1 to 1:47 (Td-e) in the Kotli section. Sole limited, mainly grooves, are developed only on a very limited number of beds.

In the Kotli section few coarse bioclastic turbidite and two Nummulite breccia beds crop out. This traditional term (see Engel, 1974) covers carbonate sediments of varied origin which are extremely rich in large foraminifera. The majority of the Nummulite breccias





**Fig. 3:** Map of the study area with examined sections. Outcrops of flysch deposits stippled. Localities: 1-Žlepčari, 2-Buzet, 3-Kotle, 4-Boljun, 5-Silići, 6-Piran, 7-Strunjan, 8-Juradi, 9-Krpani, 10-Korelići, 11-Gologorica, 12-Senj, 13-Lukačići, 14-Marčenigla, 15-Zajerci, 16-Zamask, 17-Paz, 18-Prodani, 19-Račice, 20-Knezov Breg, 21-Dobrava, 22-Baredine.

**Sl. 3:** Karta obravnavanega območja z označenimi profili. Flišni izdanki so šrafirani. Lokacije: 1-Žlepčari, 2-Buzet, 3-Kotle, 4-Boljun, 5-Silići, 6-Piran, 7-Strunjan, 8-Juradi, 9-Krpani, 10-Korelići, 11-Gologorica, 12-Senj, 13-Lukačići, 14-Marčenigla, 15-Zajerci, 16-Zamask, 17-Paz, 18-Prodani, 19-Račice, 20-Knezov Breg, 21-Dobrava, 22-Baredine.

consists of graded limestone beds which are clearly divisible into three parts: i.e. conglomerate, arenite and marl. The clasts may have diameter up to 20-30 cm and are frequently well rounded. Nummulite breccia beds are very common in the Ajdovščina flysch, Šavrin Litoral syncline (see later) and south of Dragonja river (Mojan, Motovun, etc.).

The Korelići, Krpani, Juradi, Zajerci, Šilići, Piran and Strunjan sections can be ascribed to the lower part of

the Istrian flysch and Marčenigla, Senj, Gologorica, Lukačići, Dobrava and Račice sections pertain to the middle (lower) one. A slight increase in the thicknesses of arenites represents the transition from the basal to the lower part of the flysch in the Pazin syncline. Classical turbidites and several carbonate big beds characterize this part of the stratigraphic section. Complete beds range from 0.1 to 12 m in thickness, but beds thinner than 30 cm are represented by ca 60%. The largest tur-

biditic beds may show significant changes of their lateral thickness at short distances (Gologorica, Lukačiči, Račice). Most common beds are base missing Bouma-type turbidites which were deposited from low density turbidity currents with turbulence as the main supporting mechanisms. After deposition of sands, seldom thick marls have deposited from the turbidity current tails.

Individual turbidites sometimes start with basal breccia layers up to 1 m thick, overlain by variable thick laminated to rippled fine sandstones (Bouma Tb-Tc-Td), grey turbiditic marls (Bouma Te) or limy marlstones. Turbidites are often bioclastic, bioclasts are made predominantly of nummulites, corallineans, discocyclinids and subordinately fragments of pelagic foraminifera occur. Intrabasinal almost coeval allochems usually represent minor contributions. Mineral grains are represented by quartz, feldspar, micas of sand and silt sizes. Accessory constituents are pyrite grains, glauconite grains and abundant plant debris. Heavy minerals are represented by garnet, chromite, rutile, zircon and tourmaline (Magdalenic, 1972). CaCO<sub>3</sub> content approximatively ranges from 30% to 85% (Magdalenic, 1972). In the coarsest part of some beds (Gologorica, Lukačiči) also rudite-sized lithoclasts and, sometimes, marl chips occur. Lithoclasts originate mainly from Paleogenic limestones with benthic foraminifera, Cretaceous rudistid limestones, Tertiary glauconitic limestones, marls, calcarenites and of individual fossils. Fossil assemblage is rich in forms; corals, bryozoans and echinoderms are most abundant. Sand sized lithoclasts are represented by several other carbonate lithofacies (biopelmicrite, biomicrite, pelmicrite, oosparite, dolomite) and by chert, volcanites, quartzites and schists. Sole marks are frequently well visible and often exposed so that palaeotransport measurements can be easily made (see Magdalenic, 1972). Normal linguiform grooves are most frequent sole-marks. Babić *et al.* (1995), have recently described channelized carbonate bodies up to 2.3 m thick showing flutes up to 2 m long. The channels are usually elongated parallel to the flutes. Internal structures are infrequent in the examined sections; besides the structures typical from turbidites, internal slump folds have been observed (Zamask). Dish structures (dewatering lamination and water escape pillars) are well developed in the thickest beds.

Carbonate large beds composed of predominantly 2-10 m thick marls and 2-5 m thick bioclastic calcarenites with subordinate amount of lithical debris (if present) are quite common (Zajerci, Koreliči, Račice, Zamask, Juradi, Senj, Dobrava, Lukačiči-Ricmanjica and moreover Hum, Benčiči, Gračišće-Pičan, Ukotići, Grimalda-Podmeja-Grižani, Kaldir, etc.). Calcarenite is normally graded and has simple structure sequence of Bouma intervals (i.e. Ta-e, or Tb-e, or Tc-e). Base of large beds is often flat. Origin of megaturbidites, their transport and depositional mechanisms were discussed by numerous

authors. Their large thickness (thicker than the thickest layers in the host series) indicate deposition from flows with volumes sufficiently large to infill the depocentre of the basin, so that thick marls deposited from the ponded turbidity current tails (see Kuenen, 1968; Van Andel & Komar, 1969; and Marjanac, 1993, for the discussion). Typical thick Nummulite breccia beds are well exposed in the Piran and Strunjan sections. Debris flow deposits, sometimes rich in macrofossils, are also common in some of the fore mentioned localities. Chaotic debris flow units are set up to a few metres thick and are in general overlain by carbonate turbidites.

The carbonate gravity flow deposits usually show paleotransport directions towards NNE (Babić *et al.*, 1995). These paleotransport measurements led Babić and colleagues to hypothesize a supply of carbonate detritus from the south-southwestern side of the Istrian Basin, just opposite to the already known supply of siliclastic detritus from the NNE (i.e. from the rising Dinarides and from the Alps).

In the upper part of the Istrian flysch pockets of thin (up to 10 cm) graded hybrid sandstones intercalated within predominant grey marls alternate with pockets of turbiditic 10-40 cm thick graded hybrid sandstones. As a rule, Bouma Ta interval is scarce, pointing to a relatively distal basinal environment as far as the terrigenous input is concerned. Most frequent in the Prodani, Paz, Knezov Breg and Baredine sections are the Tc-e and Td-e turbidites.

Typical coarse grained deposits which could be termed debrites according to Lowe (1982) occur individually in the upper (uppermost) part of the clastic succession (Gračišće and south of Pičan). Provenances of these latest chaotic deposits is unknown for the present. Nummulite breccias are extremely rare in this segment of the stratigraphic succession.

## ICHOLOGY

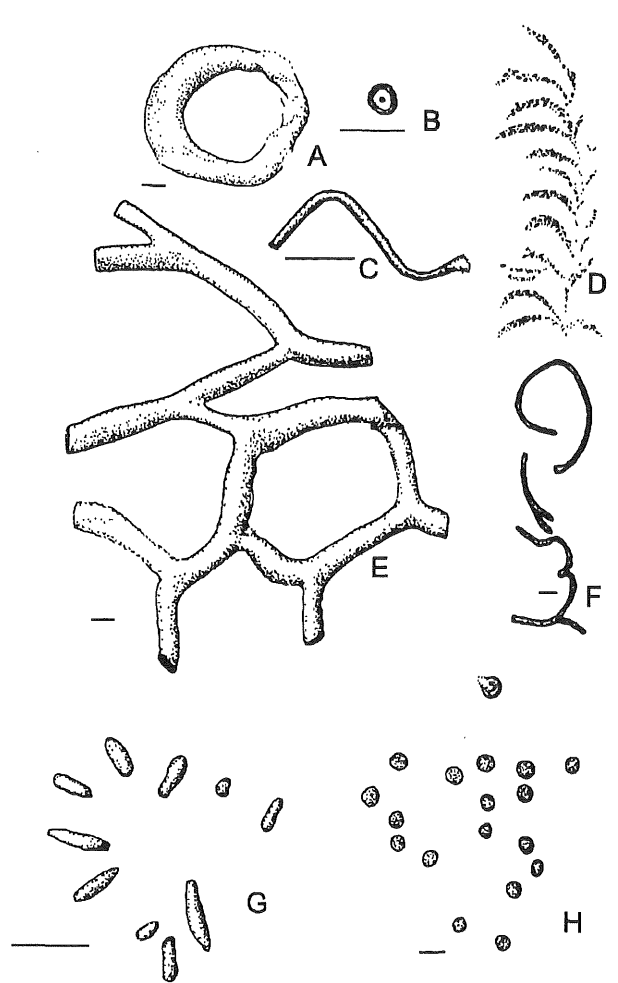
Systematic description of trace fossils from the discussed deposits is provided by Tunis & Uchman (in press). In this paper, they are illustrated in Text-figs. 4, 5 and Pls. I-IV. Their occurrences in particular sections, frequency, and toponomic, ethological, palaeoecological classification are shown in Table 1.

The flysch deposits and the globigerinal marls distinctly differ in degree of bioturbation and content of trace fossils. The globigerinal marls are totally bioturbated and display low-diverse trace fossil assemblage. The flysch deposits are only partially bioturbated. The fine-grained sediments at the top of turbidite-hemipelagite couplets are usually totally or nearly-totally bioturbated. The totally bioturbated layers are marked by lighter colour. The flysch deposits display high-diverse trace fossil assemblage.

	outcrops	frequency	toponomy/colonization/ethology			
<i>Laevicyclus mongraensis</i>	18	VR	hy	pr	sl	
<i>Circulichnis isp.</i>	13	VR	hy	pr	sl	
? <i>Skolithos isp.</i>	1-22	R-VF	hy	ps, pre	sl	
<i>Planolites isp.</i>	1-22	R-F	hy, en	ps	sl	
<i>Palaeophycus ?herberti</i>	3, 16-17	C	en	ps	sl	
<i>Alcyonidiopsis longobardiae</i>	20	R	ep, en	ps	sl	
<i>Chondrites intricatus</i>	1-22	VR-C	ep, en	ps	sl	
<i>Trichichnus linearis</i>	1, 4, 7-8, 10, 13, 16, 22	VR-C	en	ps	sl	
<i>Ophiomorpha annulata</i>	1-16, 18-22	R-VF	hy, en	ps	ml	
<i>Ophiomorpha isp.</i>	1, 6, 14, 20	R-C	en, hy, ep	ps	ml	
<i>Thalassinoides suevicus</i>	?1, 2, 6, 8, 10-11	R-C	hy	ps	ml	
<i>Halymenidium oraviense</i>	8, 17, 19-20	VR	hy	ps	ml	
<i>Lorenzinia ?nowaki</i>	17	VR	hy	pr	sl	?g
<i>Lorenzinia isp.</i>	13	VR	hy	pr	sl	?g
<i>Capodistria vettersi</i>	9-13	VR	hy	pr	sl	?g
<i>Zoophycos isp.</i>	1, ?2, 6, 7, 13, 20-22	VR-R	en	ps	ml	
<i>Phycosiphon incertum</i>	4, 6, 8-15, 18-21	R-C	ep, en	ps	sl	
? <i>Melaterichnus isp.</i>	18	VR	ep	ps	sl	
<i>Scolicia vertebralis</i>	6	C	ep	ps	sl	
<i>Scolicia strozzii</i>	4, 7, 9, 11-15, 17-22	VR-C	hy	pr	sl	
<i>Scoliciai sp.</i>	7	VR	hy	ps	sl	
? <i>Taenidium isp.</i>	7	VR				
<i>Helminthorhapha ?flexuosa</i>	7-13, 17, 21-22	VR-R				
<i>Helminthopsis isp.</i>	6, 8, ?10, 12-13, 15-16, 20	VR-R	hy	ps	sl	
? <i>Gyrochorte isp.</i>	6	VR	ep	ps	sl	
<i>Saerichnites abruptus</i>	4	VR	hy	pr	sl	
? <i>Saerichnites isp.</i>	4	VR	hy	pr	sl	
<i>Parahaentzschelinia isp.</i>	9-10, 17-18	VR	hy	pr	sl	
Undetermined form A	7	VR	hy	pr	sl	
<i>Paleomeandron meandriiformis</i>	11, 13	VR	hy	pr	sl	g
<i>Helicolithus ramosus</i>	7	VR	hy	pr	sl	g
<i>Desmograpton dertonensis</i>	13	VR	hy	pr	sl	g
<i>Desmograpton ichthyiforme</i>	13, ?14, 19	VR	hy	pr	sl	g
<i>Urohelminthoida dertonensis</i>	4, 7, 21	VR-R	hy	pr	sl	g
<i>Urohelminthoida appendiculata</i>	4, ?6, 9, 11, 14, 17, 19, 21	VR-R	hy	pr	sl	g
<i>Belorhapha zickzack</i>	13	VR	hy	pr	sl	g
<i>Protopaleodictyon incompositum</i>	6	VR	hy	pr	sl	g
<i>Protopaleodictyon submontanum</i>	4, 7, 9, ?10-14, 17-18, 20, 22	VR-R	hy	pr	sl	g
<i>Paleodictyon minimum</i>	4, 7	VR-R	hy	pr	sl	g
<i>Paleodictyon strozzii</i>	17-19	VR	hy	pr	sl	g
<i>Paleodictyon delicatulum</i>	10	VR	hy	pr	sl	g
<i>Paleodictyon majus</i>	4-6, 9, 15	VR-R	hy	pr	sl	g
<i>Paleodictyon maximum</i>	8	VR	hy	pr	sl	g
<i>Paleodictyon goetzingeri</i>	4	VR	hy	pr	sl	g
<i>Paleodictyon arvense</i>	5, 20	VR-R	hy	pr	sl	g
<i>Paleodictyon croaticum</i>	4, 6, 16	VR	hy	pr	sl	g
<i>Paleodictyon italicum</i>	5, 11	VR	hy	pr	sl	g

Tab. 1: Distribution of trace fossils in flysch deposits and in the globigerinal marls of Istria. Outcrops 1-3 are dominated by the *Globigerina* marl; for localities of the outcrops see fig. 3. Frequency: VR= very rare, R= rare, C= common, F= frequent, VF= very frequent. Toponomy/colonization/ethology: hy=hypichnion, ep = epichnion, en = endichnion, pr = predepositional, ps = postdepositional, sl = single-layer colonizer, ml = multi-layer colonizer, g = grafhoglyptid.

Tabela 1. Porazdelitev sledov lazenja organizmov v flišu in globigerinskih laporjih Istre. V izdankih 1-3 prevladujejo globigerinski laporji; izdanki so označeni na sliki 3. Pogostost: VR=zelo redek, R=redek, C=pogost, F= dokaj pogost in VF= zelo pogost. Toponomija/kolonizacija/etologija: hy=hipihnion, ep=epihnion, en=endihnion, pre=predsedimentacijski, ps=postsedimentacijski, sl= naselitev v eni plasti, ml= naselitev v več plasteh in g= grafoglyptid.



**Fig. 4:** Selected trace fossils from the flysch deposits. A) *Circulichnis* isp. Sole of turbiditic sandstone. Lukačići. Drawing based on field photograph; B) *Laevicyclus mongraensis* VERMA. Sole of turbiditic sandstone. Prođani, PIW1993X 458; C) *Helminthopsis* isp. Sole of turbiditic sandstone. Lukačići, PIW1993X 443; D) *?Melaterichnus* isp. Parting surface, turbiditic sandstone-mudstone bed. Prođani, PIW1993X 478; E) *Thalassinoides suevicus* (RIETH). Sole of turbiditic sandstone. Boljun. Drawing based on field photograph; F) Undetermined form A. Sole of turbiditic sandstone. Strunjan, drawing based on field photograph; G) *Lorenzina* isp. Sole of turbiditic sandstone bed, Lukačići, PIW1993X 383; H) *Parahaentzschelinia* isp. Sole of turbiditic sandstone. Korelići, drawing based on field photograph. All scale bars = 1 cm.

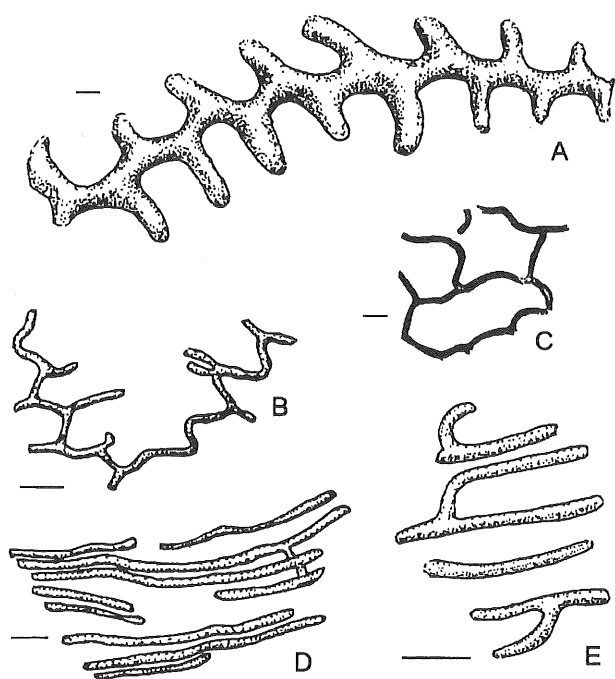
**Sl. 4:** Izbrani sledovi organizmov iz flišnih sedimentov. A) *Circulichnis* isp. Spodnja stran plasti flišnega peščenjaka. Lukačići. Skica narejena na podlagi fotografije; B) *Laevicyclus mongraensis* Verma. Spodnja stran plasti flišnega peščenjaka. Prođani, PIW1993X 458; C) Hel-

*mithopsis* isp. Spodnja stran plasti flišnega peščenjaka. Lukačići, PIW1993X 443; D) *?Melaterichnus* isp. Na meji med plastjo peščenjaka in meljevca, v flišu. Prođani, PIW1993X 478; E) *Thalassinoides suevicus* (RIETH). Spodnja stran plasti flišnega peščenjaka. Boljun. Skica narejena na podlagi fotografije; F) nedoločena oblika A. Spodnja stran plasti flišnega peščenjaka. Strunjan, skica narejena na podlagi fotografije; G) *Lorenzina* isp. Spodnja stran plasti flišnega peščenjaka. Lukačići, PIW1993X 383; H) *Parahaentzschelinia* isp. Spodnja stran plasti flišnega peščenjaka. Korelići, skica narejena na podlagi fotografije; Dolžina vseh meril = 1 cm.

The trace fossil assemblages are compared to the classical recurring ichnofacies (Seilacher, 1967, Frey et al., 1984, Bromley & Asgaard, 1991). The flysch trace-fossil assemblage displays most similarities to the *Nereites* ichnofacies, with very diverse graphoglyptids. Nevertheless, *Thalassinoides* and *Ophiomorpha*, which are typical of the *Cruziana* ichnofacies, are present in several sections of flysch deposits (Tab. 1). These ichnotaxa are common in Cenozoic well-aerated flysch deposits, not only in the proximal high energy inner fan facies but also in distal flysch deposits (Uchman, 1995, for review). In the investigated flysch deposits they occur commonly together within the same package of beds. Possible transport of their crustacean producers by turbidity currents from shallower environments (Föllmi & Grimm, 1990) was probably less common if it took place at all as it was suggested by an analysis of the *Ophiomorpha* burrow dimensions (Tunis & Uchman, in press). *Thalassinoides* and *Ophiomorpha* should be treated as normal components of deep-sea trace fossil assemblages, and their lack in "normal" Upper Cretaceous - Tertiary flysch deposits should be treated as extraordinary, not vice versa (Uchman, 1995).

Abundance of graphoglyptids is controlled by trophic level. Moderate shortcoming of food (oligotrophy) increases their diversity (Seilacher, 1977; Miller, 1991; Uchman, 1995). Generally, the flysch trace fossil assemblage is typical of soft-substrate, well-oxygenated, moderately oligotrophic environment, with high content of forms produced by K-selected tracemakers (Tunis & Uchman, in press). Systematic deposit-feeders, e.g. *Zoophycos*, *Nereites*, are very poorly represented. This also indicates the low trophic level.

The trace fossil assemblage of the globigerinal marls resembles the *Zoophycos* ichnofacies, but lacks *Zoophycos*. The most pronounced elements of the assemblage are *Chondrites*, *Planolites*, and *Palaeophycus*, and someplace *?Thalassinoides* and *Trichnichnus*. The presence of *?Thalassinoides* suggests a transition to the *Cruziana* ichnofacies. Hence, the ichnofacies of the globigerinal marls is determined as the *Zoophycos-Cruziana* ichnofacies.



**Fig. 5: Selected trace fossils from the flysch deposits. A)** *?Saerichnites* isp. Sole of isolated limestone bed in siliciclastic flysch deposits. Boljun, drawing based on field photograph; **B)** *Protopaleodictyon incompositum* KSIAŽKIEWICH. Sole of turbiditic sandstone bed. Piran, PIW1993X 427; **C)** *Protopaleodictyon submontanum* (AZPEITIA-MOROS). Sole of turbiditic sandstone bed, drawing based on field photograph, Piran; **C)** *Desmograption ichthyforme* (MACSOTAY). Sole of turbiditic sandstone bed, Račice, PIW1993X 440; **D)** *Urohelminthoidea dertonensis* (SACCO). Sole of turbiditic sandstone bed, Strunjan, PIW1993X 450. All scale bars = 1 cm.

**Sl. 5: Izbrani sledovi organizmov iz flišnih sedimentov. A)** *?Saerichnites* isp. Spodnja stran plasti apnenca, v siliciklastičnih flišnih nanosih. Boljun. Skica narejena na podlagi fotografije; **B)** *Protopaleodictyon incompositum* KSIAŽKIEWICH. Spodnja stran plasti flišnega peščenjaka, skica narejena na podlagi fotografije. Piran, PIW1993X 427; **C)** *Protopaleodictyon submontanum* (AZPEITIA-MOROS). Spodnja stran plasti flišnega peščenjaka, skica narejena na podlagi fotografije, Piran; **C)** *Desmograption ichthyforme* (MACSOTAY). Spodnja stran plasti flišnega peščenjaka, Račice, PIW1993X 440; **D)** *Urohelminthoidea dertonensis* (SACCO). Spodnja stran plasti flišnega peščenjaka, Strunjan, PIW1993X 450; Dolžina vseh meril = 1 cm.

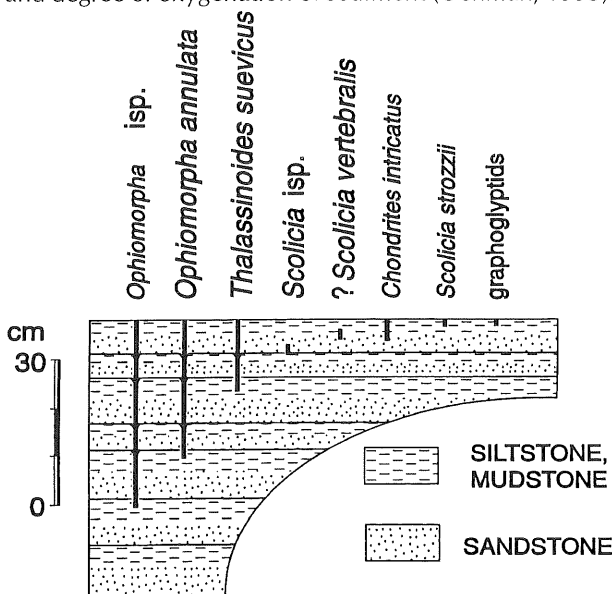
The trace fossil assemblage of the globigerinal marls is an example of ichnofacies where only deep-tier forms are recorded (cf. Bromley & Asgaard, 1991). The lower-tier forms escape obliteration in the mixed and transitional layer (Bromley, 1990). Total bioturbation of sediment, occurrence of larger forms (*?Thalassinoides*), rela-

tively light colour of sediments (light-dark grey) indicates relatively good oxygenation of sediment in the shallower tiers and abundant food (Bromley & Ekdale, 1984).

Trace fossils of the discussed sediments are distinctly tiered. Generalized tiering pattern is shown in fig. 6. The position of tiers is indicated by the relation of trace fossils to bed surfaces and by their taphonomy. In flysch deposits, the deepest tiers are occupied by multi-layer-colonizers (e.g. *Ophiomorpha*). The shallower tiers are occupied by single-layer colonizers including graphoglyptids.

Tiering pattern of burrows in the globigerinal marls can be only reconstructed for the preserved deepest tiers. The full tiering pattern was probably less complex than that of the flysch deposit owing to less diverse sediments. The deepest tiers are represented by *Planolites*, *Palaeophycus*, *Chondrites*, and someplace by *Trichichnus* and *?Thalassinoides*.

Lighter colour of sediment at the top of turbidite-pelagite sequences is probably caused by a lowered organic content. The light layers, which are from 0 to 5 cm thick, are probably the fossil mixed layers (cf. Uchman, 1995; Tunis & Uchman, in press). Organic matter is intensively consumed in the mixed layer, which is occupied by most of infauna (Bromley, 1990). Organic particles are better oxidised by intensive mixing. The differences in thickness of the light layer are probably caused by many factors. The most important ones appear to be the amount of nutrients influencing intensity and depth of reworking, time available for reworking between turbidite deposition, settling of pelagic particles, and degree of oxygenation of sediment (Uchman, 1995).



**Fig. 6: Tiering pattern in flysch deposits. Thickness of the range lines are related to abundance.**

**Sl. 6: Prikaz abundance organizmov v flišnih plasteh. Večja debelina linij pomeni večjo abundanco.**

## PLATES / TABLE

## PLATE I / TABLA I

**Fig. 1: Biogenic structures of the marly deposits.** *Ophiomorpha annulata* (KSIAŹKIEWICZ) (O), *Thalassinoides* isp. (T), and *Chondrites* isp. (C). Polished slab. Zajerci, PIW1993X 446B.

**Fig. 2: "Halymenidium" oraviense** (KSIAŹKIEWICZ). Sole of turbiditic sandstone bed. Dragučki potok, PIW1993X 456.

**Fig. 3: Trichichnus linearis** FREY. Marlstone, parting surface. Zamask, PIW1993X 465.

**Fig. 4: Alcyonidiopsis longobardiae** MASSALONGO. Endichnial form in turbiditic sandstone bed. Knezov Breg, PIW1993X 472.

**Fig. 5: Ophiomorpha annulata** (KSIAŹKIEWICZ) knobby form. Parting surface of turbiditic sandstone bed. Strunjan, field photograph.

**Fig. 6: Ophiomorpha** isp. Sole of turbiditic sandstone. Strunjan, field photograph.

**Fig. 7: "Halymenidium" oraviense** (KSIAŹKIEWICZ). Sole of turbiditic sandstone bed. Strunjan, field photograph.

**Fig. 8: Ophiomorpha annulata** (KSIAŹKIEWICZ), nearly smooth form. Sole of turbiditic sandstone bed. Lukačići, PIW1993X 452.

Scale bar = 1 cm for all the figures.

**Sl. 1: Biogene teksture v laporju.** *Ophiomorpha annulata* (KSIAŹKIEWICZ) (O), *Thalassinoides* isp. (T), in *Chondrites* isp. (C). Obrusek. Zajerci PIW1993X 446B.

**Sl. 2: "Halymenidium" oraviense** (KSIAŹKIEWICZ). Spodnja stran plasti turbiditnega peščenjaka. Dragučki Potok, PIW1993X 456.

**Sl. 3: Trichichnus linearis** FREY. Lapor na meji med plastjo turbiditnega peščenjaka in laporja. Zamask, PIW1993X 465.

**Sl. 4: Alcyonidiopsis longobardiae** MASSALONGO. Endihnialna oblika v peščenjaku. Knezov Breg, PIW1993X 465.

**Sl. 5: Ophiomorpha annulata** (KSIAŹKIEWICZ), gričaste oblike. Na prehodu iz peščenjaka v meljevec. Strunjan, posnetek s terena.

**Sl. 6: Ophiomorpha** isp. Spodnja stran plasti turbiditnega peščenjaka. Strunjan, posnetek s terena.

**Sl. 7: "Halymenidium" oraviense** (KSIAŹKIEWICZ). Spodnja stran plasti turbiditnega peščenjaka. Strunjan, posnetek s terena.

**Sl. 8: Ophiomorpha annulata** (KSIAŹKIEWICZ), zglajene oblike. Spodnja stran plasti turbiditnega peščenjaka, Lukačići, PIW1993X 452.

Dolžina meril je 1 cm.

## PLATE II / TABLA II

**Fig. 1: ?Ophiomorpha irregulare** FREY, HOWARD & PRYOR. Sole of turbiditic sandstone bed. Koreliči, field photograph.

**Fig. 2: Zoophycos** isp. with fecal pellets. Parting surface in the siltstone, upper part of turbiditic bed. Lukačići, PIW1993X 474.

**Fig. 3: Thalassinoides** isp. Top of turbiditic sandstone bed. Piran, PIW1993X 474.

**Fig. 4: Scolicia strozii** (MENEHINI). Sole of turbiditic sandstone bed. Piran, field photograph.

**Fig. 5: Capodistria vetteri** VIALOV (paratype) cross cut by *Ophiomorpha annulata* (KSIAŹKIEWICZ) (A). Sole of turbiditic sandstone bed. Koreliči, PIW1993X 482.

**Fig. 6: Lorenzinia ?nowaki** (KSIAŹKIEWICZ). Sole of turbiditic sandstone bed. Paz, PIW1993X 82.

Scale bar = 1 cm for all the figures.

**Sl. 1: ?Ophiomorpha irregulare** FREY, HOWARD AND PRYOR. Spodnja stran plasti turbiditnega peščenjaka. Koreliči, posnetek s terena.

**Sl. 2: Zoophycos** isp. s fekalnimi peleti. Mejna površina med meljevcem in peščenjakom, v zgornjem delu plasti turbiditnega peščenjaka. Lukačići, PIW1993X 474.

**Sl. 3: Thalassinoides** isp. Zgornja stran plasti turbiditnega peščenjaka. Piran, PIW1993X 474.

**Sl. 4: Scolicia strozii** (MENEHINI). Spodnja stran plasti turbiditnega peščenjaka. Piran, posnetek s terena.

**Sl. 5: Capodistria vetteri** VIALOV (paratip) prečno na *Ophiomorpha annulata* (KSIAŹKIEWICZ) (A). Spodnja stran plasti turbiditnega peščenjaka. Koreliči, PIW1993X 482.

**Sl. 6: Lorenzinia ?nowaki** (KSIAŹKIEWICZ). Spodnja stran plasti turbiditnega peščenjaka. Paz, PIW1993X 82. Dolžina meril je 1 cm.

## PLATE III / TABLA III

**Fig. 1: "Scolicia" vertebralis** KSIAŹKIEWICZ (S) and *Thalassinoides suevicus* (RIETH) (T). Epichnion, upper surface of turbiditic sandstone bed. Strunjan, field photograph.

**Fig. 2: "Scolicia" vertebralis** KSIAŹKIEWICZ (S) and *Gyrochorte* isp. (G). Epichnion, parting surface of turbiditic sandstone bed. Piran PIW1993X 481.

**Fig. 3: Upper part of turbiditic sandstone** bioturbated by "Scolicia" vertebralis KSIAŹKIEWICZ. Strunjan, field photograph.

**Fig. 4: ?Taenidium** isp. Weathered parting surface of isolated limestone bed in siliciclastic flysch deposits. Strunjan, PIW1993X 476.

**Fig. 5:** *Desmograpton dertonensis* (SACCO). Sole of turbiditic sandstone bed. Lukačiči, PIW1993X 442.

**Fig. 6:** *Helminthorhapha ?flexuosa* UCHMAN (arrowed). Sole of turbiditic sandstone. Senj, PIW1993X 451.

**Fig. 7:** *Saerichnites abruptus* BILLINGS. Sole of turbiditic sandstone. Boljun, PIW1993X 458.

Scale bar = 1 cm for Figs. 1-2 and 4-7. Scale bar in Fig. 3 = 5 cm.

**Sl. 1:** "*Scolicia*" *vertebralis* KSIAŽKIEWICZ (S) in *Thalassinoides suevicus* (RIETH) (T). Epihnion, zgornja stran plasti turbiditnega peščenjaka. Strunjan, posnetek s terena.

**Sl. 2:** "*Scolicia*" *vertebralis* KSIAŽKIEWICZ (S) in ?*Gyrochorte* isp. (G). Epihnion, mejna površina med meljevcem in peščenjakom, v zgornjem delu plasti turbiditnega peščenjaka. Piran, PIW1993X 481.

**Sl. 3:** Zgornja stran plasti turbiditnega peščenjaka bioturbirana s "*Scolicia*" *vertebralis* KSIAŽKIEWICZ. Strunjan, posnetek s terena.

**Sl. 4:** ?*Taenidium* isp. Preperela površina osamljene plasti apnenca v siliciklastičnih flišnih nanosih. Strunjan, PIW1993X 476.

**Sl. 5:** *Desmograpton dertonensis* (SACCO). Spodnja stran plasti turbiditnega peščenjaka. Lukačiči, PIW1993X 442.

**Sl. 6:** *Helminthorhapha ?flexuosa* UCHMAN (označena s strelico). Spodnja stran plasti turbiditnega peščenjaka. Senj, PIW1993X 451.

**Sl. 7:** *Saerichnites abruptus* BILLINGS. Spodnja stran plasti turbiditnega peščenjaka. Boljun, PIW1993X 458.

Na slikah 1-2 ter 4-7 je dolžina meril 1 cm, na sliki 3. je dolžina merila 5 cm.

#### PLATE IV/TABLA IV

**Fig. 1:** *Desmograpton ichthyforme* (MACSOTAY). Sole of turbiditic sandstone bed. Marčenigla, PIW1993X 441.

**Fig. 2:** "*Paleomeandron*" *meandriiformis* (PLICKA & KOLUSOVA). Sole of turbiditic sandstone bed. Gologorica, PIW1993X 485.

**Fig. 3:** *Urohelminthoida appendiculata* (HERR, 1877). Sole of turbiditic sandstone bed. Račice, PIW1993X 491.

**Fig. 4:** *Helicolithus ramosus* (VIALOV, 1971). Sole of turbiditic sandstone bed with partial cover of thin mudstone layer. Strunjan, PIW1993X 489.

**Fig. 5:** *Paleodictyon* (*Glenodictyum*) *minimum* SACCO, 1888. Sole of turbiditic sandstone bed. Boljun, PIW1993X 407.

**Fig. 6:** *Paleodictyon* (*Glenodictyum*) *arvense* BARBIER cross cut by *Ophiomorpha annulata* (KSIAŽKIEWICZ) (O). Sole of turbiditic sandstone bed. Boljun, PIW1993X 425.

**Fig. 7:** *Paleodictyon* (*Glenodictyum*) *maximum* (EICHWALD). Sole of turbiditic sandstone bed. Krpani, PIW1993X 430.

**Fig. 8:** *Paleodictyon* (*Glenodictyum*) *majus* MENEGHINI, 1851. Sole of turbiditic sandstone bed. Boljun PIW1993X 410.

**Fig. 9:** *Paleodictyon* (*Glenodictyum*) *croaticum* UCHMAN, holotype. Sole of turbiditic sandstone bed. Piran, PIW1993X 424.

Scale bar = 1 cm for all the figures.

**Sl. 1:** *Desmograpton ichthyforme* (MACSOTAY). Spodnja stran plasti turbiditnega peščenjaka. Marčenigla, PIW1993X 441.

**Sl. 2:** "*Paleomeandron*" *meandriiformis* (PLICKA in KOLUSOVA). Spodnja stran plasti turbiditnega peščenjaka. Gologorica, PIW1993X 485.

**Sl. 3:** *Urohelminthoida appendiculata* (HEER, 1877). Spodnja stran plasti turbiditnega peščenjaka. Račice, PIW1993X 491.

**Sl. 4:** *Helicolithus ramosus* (VIALOV, 1971). Spodnja stran plasti turbiditnega peščenjaka, ki navzgor prehaja v tanko plast meljevca. Strunjan, PIW1993X 489.

**Sl. 5:** *Paleodictyon* (*Glenodictyum*) *minimum* SACCO, 1888. Spodnja stran plasti turbiditnega peščenjaka. Boljun, PIW1993X 407.

**Sl. 6:** *Paleodictyon* (*Glenodictyum*) *arvense* BARBIER prečno na *Ophiomorpha annulata* (KSIAŽKIEWICZ). Spodnja stran plasti turbiditnega peščenjaka. Boljun, PIW1993X 425.

**Sl. 7:** *Paleodictyon* (*Glenodictyum*) *maximum* (EICHWALD). Spodnja stran plasti turbiditnega peščenjaka. Krpani, PIW1993X 430.

**Sl. 8:** *Paleodictyon* (*Glenodictyum*) *majus* (MENEGHINI, 1851). Spodnja stran plasti turbiditnega peščenjaka. Boljun, PIW1993X 410.

**Sl. 9:** *Paleodictyon* (*Glenodictyum*) *croaticum* UCHMAN, holotip. Spodnja stran plasti turbiditnega peščenjaka. Piran, PIW1993X 424.

Dolžina meril je 1 cm.



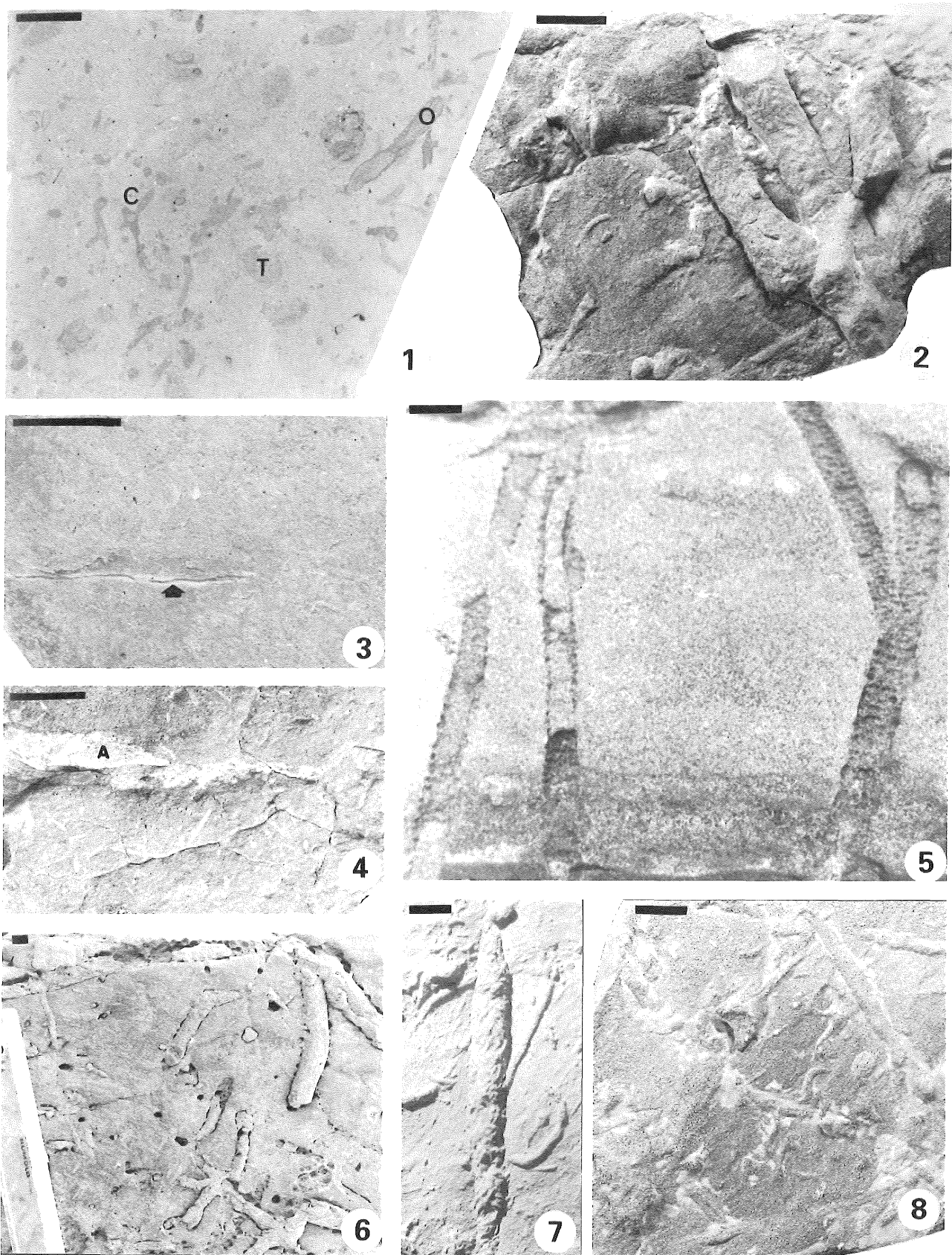


PLATE I / TABLA I

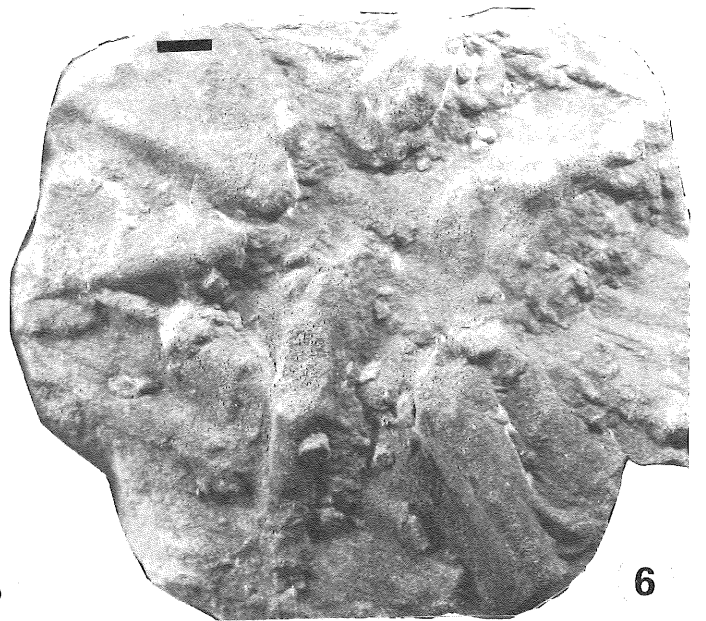
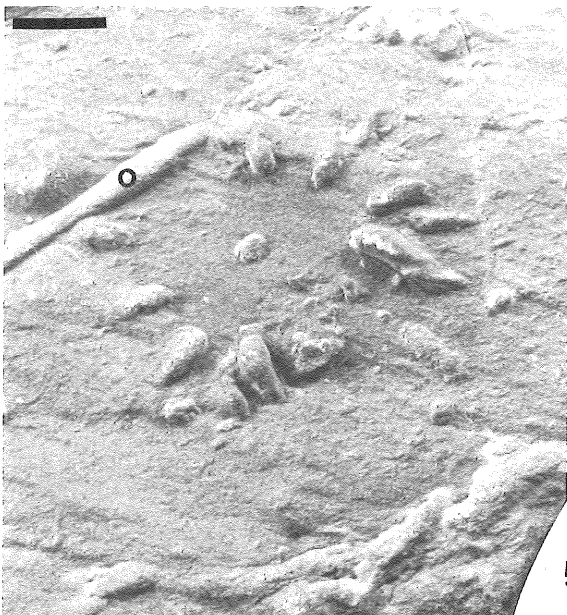
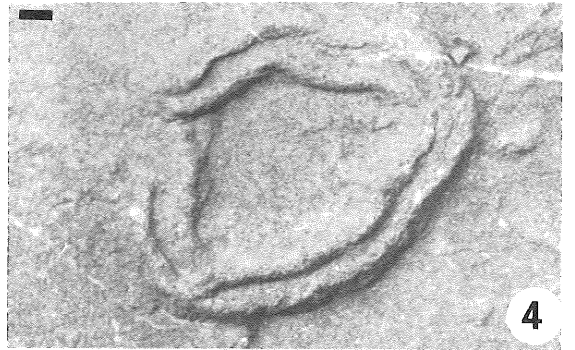
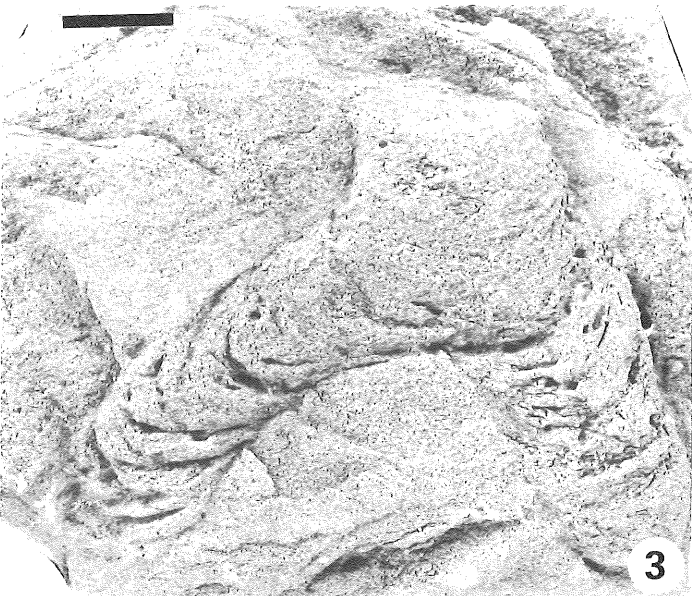


PLATE II / TABLA II



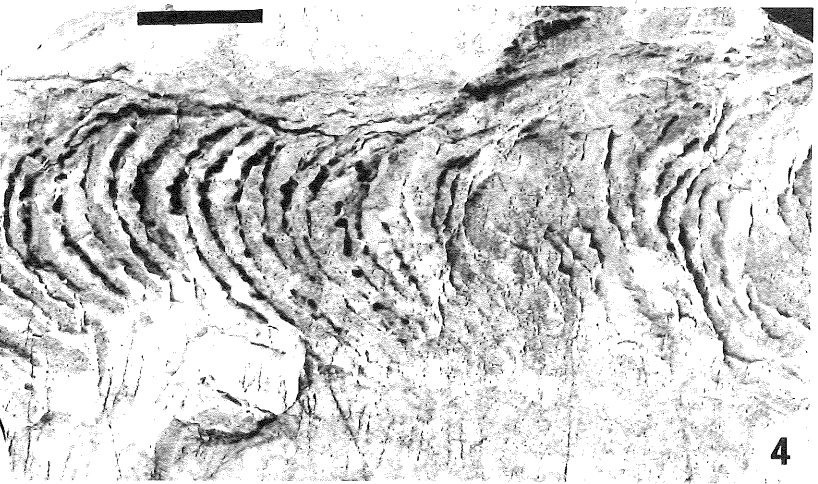
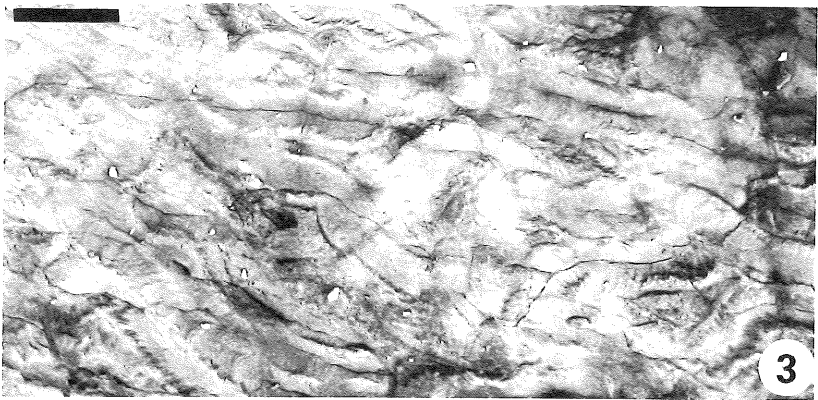
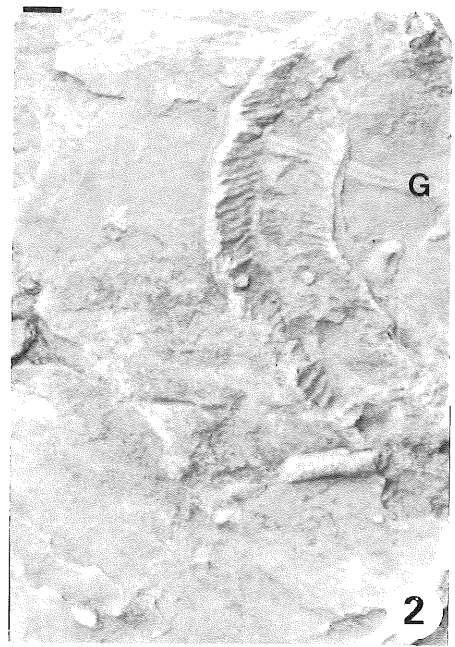


PLATE III / TABLA III

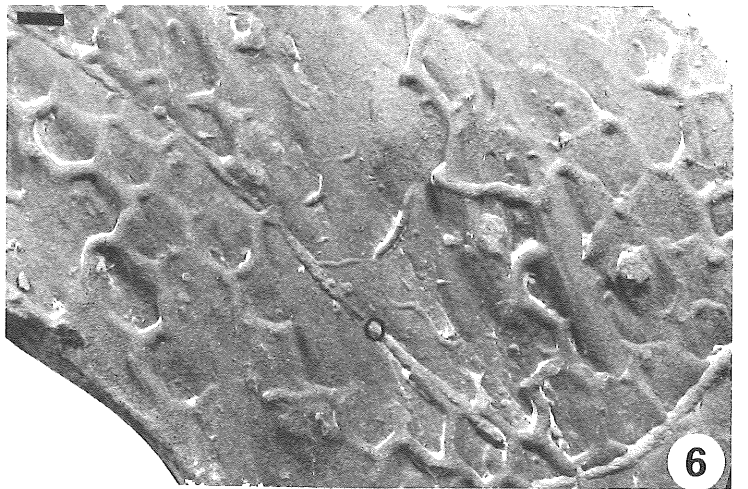
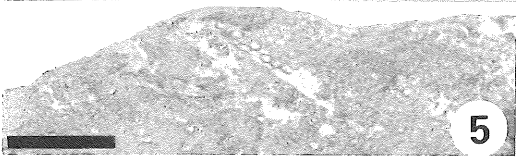
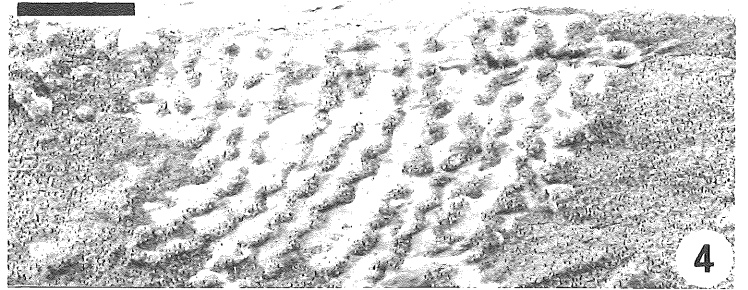
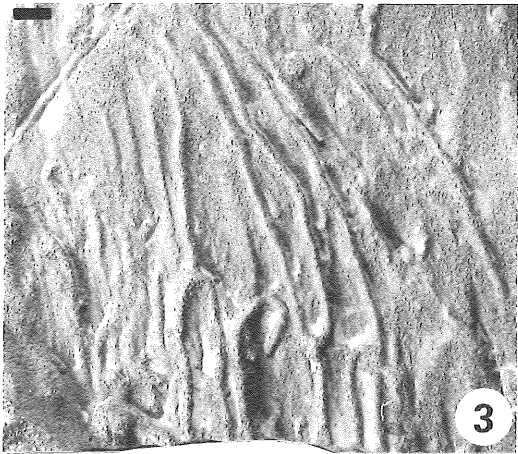
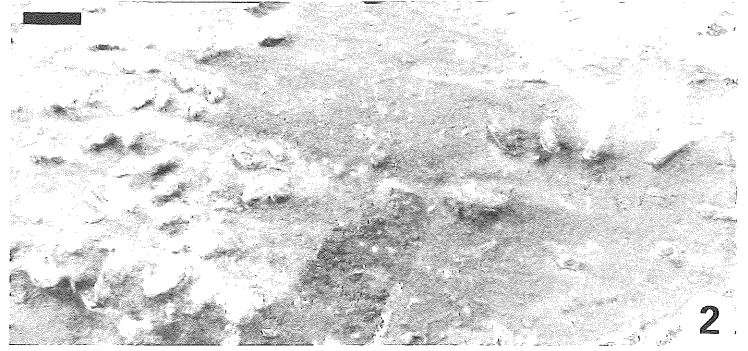
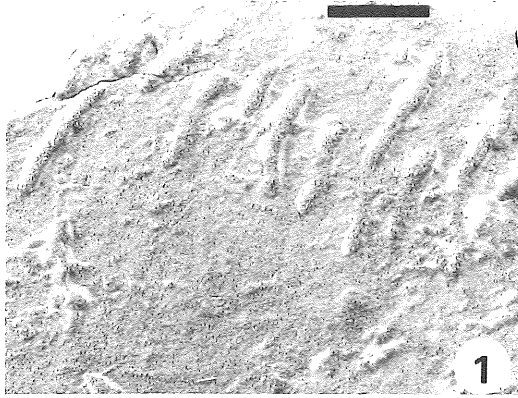


PLATE IV / TABLA IV

Oligotrophic conditions in the flysch deposits may be related to the late phase of oligotrophic conditions in the World ocean, the main phase of which took place during the Late Paleocene-Early Eocene, as indicated by foraminifera (Hallock *et al.*, 1991). These authors indicate also expansion of K-selected foraminifera at that time. This is coincided with the abundance of K-strategic trace fossils in the Upper Paleocene-Lower Eocene Flysch del Grivó in the Julian Prealps (Tunis & Uchman, 1994b, 1995). In the Polish Carpathians, the moderate oligotrophic flysch deposits (Beloveza Formation) occur in the Middle Eocene. It overlies the strongly oligotrophic sediments of the Upper Paleocene-Lower Eocene Variegated Shales (Leszczynski & Uchman, 1993). The discussed flysch deposits display most similarities to the flysch deposits of the mentioned Beloveza Formation, Flysch del Grivó, and to the Miocene *Marnoso-arenacea*

Formation (Apennines) (cf. Uchman, 1995a). The Paleogene oligotrophic conditions were caused by the global warming of the climate since the Late Paleocene (Savin *et al.*, 1975; Buchardt, 1978; Rea *et al.*, 1990; Boersma & Premoli Silva, 1991, with references therein), including deep-sea waters Shackelton & Boersma, 1981; Brass *et al.*, 1982; Shackelton, 1986). Likely, these conditions affected trace fossil producers (Tunis & Uchman, 1995, in press).

#### ACKNOWLEDGEMENTS

We thank R. Pavlovec and V. Mikuž for a review of this paper. GT was supported by MURST 40% and MURST 60% (G. Catani); AU was supported by the Alexander von Humboldt Foundation and by the University of Würzburg.

#### POVZETEK

Nastanek istrskega flišnega bazena je povezan s pirenejsko orogenetsko fazo. Akumulacija sedimentov je potekala v krajšem obdobju med lutecijem (na severozahodu bazena) in poznim eocenom (v jugovzhodnem delu bazena), v ozkem, globokomorskem sedimentacijskem bazenu. Taka polarnost je posledica dotoka materiala iz severozahodne smeri. Fliš prehaja navzdol v hemipelagične laporje, nastale zaradi gravitacijskih tokov, ki prekrivajo, lokalno tudi diskordantno, kamnine karbonatne platforme. Flišne kamnine so debele od 300 do 350 m. V spodnjem in osrednjem delu prevladujejo tanko in debelo plastovite, v zgornjem pa srednje debelo plastovite turbiditne sekvence. Slednje so povezane z regresivno fazo.

Hemipelagični laporji v bazi flišnih sedimentov so v celoti bioturbirani. Navkljub majhni diverziteti opazimo asociacije sledov organizmov, ki ponazarjajo prehodni Zoophycos-Cruziana ihnofacies. Flišne sedimentne kamnine so le deloma bioturbirane in vsebujejo zelo raznolike sledove organizmov, s številnimi K-predsedimentacijskimi oblikami, vključujoč različne grafoliptide (sledovi lazenja). Tako združbo lahko primerjamo z Nereites ihnofaciesom in odseva ekološko stabilno, dobro prezračeno, zmerno oligotrofno sedimentacijsko okolje med turbiditno sedimentacijo. Ta je značilna za eocenske flišne sedimente v Karpatih, Alpah in najverjetneje tudi drugod.

#### REFERENCES

- Babić, Lj., Županić, J., Juračić, M. 1995:** Supply from an outer carbonate platform to the foreland basin of coastal Dinarides: the Pazin Flysch Basin (Eocene, Croatia). Proc. 1. Hrvatski Geološki Congress, Opatija 18.-21.10.1995, 1: 43-45, Zagreb.
- Boersma, A., Premoli Silva, I. 1991:** Distribution of Paleogene planktonic foraminifera-analogies with the recent? Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol., 83: 29-48, Amsterdam.
- Bouma, A.H. 1962:** Sedimentology of some flysch deposits. 168 pp., Elsevier, Amsterdam.
- Brass, G.W., Southam, J.R., Peterson, W.H. 1982:** Warm saline bottom water in the ancient ocean. Nature, 296:620-623, London.
- Bromley, R.G. 1990:** - Trace Fossils - Biology and Taphonomy. 280 pp., Unwin Hayman, London.
- Bromley, R.G., Ekdale, A.A. 1984:** Chondrites: a trace fossil indicator of anoxia in sediment. Science, 224:872-874, New York.
- Bromley, R.G., Asgaard, U. 1991:** Ichnofacies: a mixture of taphofacies and biofacies. Lethaia, 24:153-163, Oslo.
- Buchardt, B. 1978:** Oxygen isotope palaeotemperatures from the Tertiary period in the North Sea area. Nature, 275:121-123, London.
- De Zanche, V., Pavlovec, R., Protodecima, F. 1967:** Mikrofavna in mikrofacies iz eocenskih plasti pri Ustju v Vipavski dolini. Razprave SAZU, 4/10:205-263, Ljubljana.
- Drobne, K. 1979:** Paleogene and Eocene beds in Slovenia and Istria. 16th Europ. Micropal. Colloquium, Guidebook, 49-64, Ljubljana.

- Engel, W. 1974:** Sedimentologische Untersuchungen im Flysch des Beckens von Ajdovščina (Slowenien). Göttinger Arb. Geol. Palaont., 16, IV+65, Göttingen.
- Föllmi, K.B., Grimm, K.A. 1990:** Doomed pioneers: Gravity-flow deposition and bioturbation in marine oxygen-deficient environments. *Geology*, 18:1069-1072.
- Frey, R.W., Curran, H.A. and Pemberton, G.S. 1984:** Tracemaking activities of crabs and their environmental significance: the ichnogenus *Psilonichnus*. *Jour. Paleont.*, 58:511-528, Lawrence, Kan.
- Gohrbandt, K., Kollmann, K., Kupper, H., Papp, A., Prey, S., Wieseneder, H., Woletz, G. 1960:** Beobachtungen im flysch von Triest. *Verhandl. Geol. Bundesanstalt*, 2:163-245, Wien.
- Hallock, P., Premoli Silva, I., Boersma, A. 1991:** Similarities between planktonic and larger foraminiferal evolutionary trends through Paleogene paleoceanographic changes. *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoec.*, 83:49-64, Amsterdam.
- Krašeninnikov, V.A., Muldini-Mamužić, S., Dzodzo-Tomić, R. 1968:** Značaj planktonskih foraminifera za podjelu paleogena Jugoslavije i poredba s drugim istraženim područjima. *Geol. vjesn.*, 21:117-145, Zagreb.
- Książkiewicz, M. 1975:** Bathymetry of the Carpathian Flysch Basin. *Acta geol. Polonica*, 25/3:309-355, Warszawa.
- Kuenen, Ph. H. 1968:** Turbidity currents and organisms. *Eclogae geol. Helv.*, 61/2:525-544, Basel.
- Juračić, M. 1980:** Dubina sedimentacije "lapora s rakovicama" iz odnosa planktonskih i bentičkih foraminifera. *Geol. vjesn.*, 31:61-67, Zagreb.
- Leszczynski, S., Uchman A. 1993:** Biogenic structures of organics-poor siliciclastic sediments: Examples from Paleogene variegated shales, Polish Carpathians. *Ichnos* 2:267-275, Yverdon.
- Magdalenić, Z. 1972:** Sedimentologija fliških naslaga srednje Istre (Sedimentology of central Istria flysch deposits). *Prirodoslovna Istraživanja*, 39 (Acta Geologica, v. 7/2):71-99, Zagreb.
- Malaroda, R. 1947:** Segnalazione di nuove impronte nelle arenarie del flysch eocenico della conca di Trieste. *Atti Mus. Civ. Storia Nat. Trieste*, 16: 57-64, Trieste.
- Marjanac, T. 1988:** Paleotransporti u paleogenskom flišu okolice Splita i Solina. *Zbornik radova VI skupa sedimentologa Jugoslavije*, 101-109, Titograd.
- Marjanac, T. 1993:** Evolution of Eocene-Miocene Flysch Basin in Central Dalmatia, Croatia. (thesis). *Prir. mat. fak., Sveučilište u Zagrebu*, 1-348, Zagreb.
- Miller, W. I.I. 1991:** Paleoecology of graphoglyptids. *Ichnos*, 1: 305-312, Yverdon.
- Orehek, S. 1972:** Eocenski fliš Pivške kotline in Brkinov. VII kongres geologa SFRJ, 2:253-270, Zagreb.
- Pavlovec, R. 1963:** Stratigrafski razvoj starejšega paleogena v južnozahodni Sloveniji. *Razprave, SAZU*, 4/7:419-556, Ljubljana.
- Pleničar, M. 1970:** Tumač Osnovne geološke karte SFRJ, 1:100.000, list Postojna. *Savez. geol. zavod, Beograd*.
- Rea, D.K., Zachos, J.C., Owen, R.M., Gingerich, P.D. 1990:** Global change at the Paleocene-Eocene boundary: climatic and evolutionary consequences of tectonic events. *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* 79:117-128, Amsterdam.
- Savin, S.M., Douglas, R.G., Stehli, F.G. 1975:** Tertiary marine paleotemperatures. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 86:1499-1510, Boulder, Col.
- Seilacher, A. 1967:** Bathymetry of trace fossils. *Marine Geol.* 5: 413-428, Amsterdam.
- Seilacher, A. 1977:** Pattern analysis of Paleodictyon and related trace fossils. In: Crimes T.P. and Harper J.C. (Eds.), *Trace fossils 2. Geol. Jour., Spec. Issue 9:289-334*, Liverpool.
- Shackleton, N.J. 1986:** Paleogene stable isotope events. *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* 57:91-102, Amsterdam.
- Shackleton, N. & Boersma, A. 1981:** The climate of the Eocene ocean. *Jour. Geol. Soc. London* 138:153-157, London.
- Šikić, D. 1965:** - Geologija područja s paleogenskim naslagama Istre, Hrvatskog primorja i Dalmacije (Disertacija). *Prir. mat. fak., Sveučilište u Zagrebu*, 1-132, Zagreb.
- Tunis, G., Uchman, A. 1994a:** - Ichnology of the Eocene flysch deposits in the Istrian Peninsula, Croatia and Slovenia. In: 14th International Sedimentological Congress IAS 94, Recife, pp. S5-15-S5-16, Recife.
- Tunis, G., Uchman, A. 1994b:** - Trace fossils reflect facies changes and world-wide changes in the Maastrihtian-Paleogene flysch deposits of the Julian Prealps, Italy and Slovenia. *Int. Assoc. Sedimentol. Ischia 1994. 15th Region. Meet.*, 13/15 April 1994. Napoli, 417-418.
- Tunis, G., Uchman, A. 1995:** Trace fossils and facies changes in Cretaceous-Eocene flysch deposits of the Julian Prealps (Italy and Slovenia): consequences of regional and world-wide changes. *Ichnos* 4:1-22, Yverdon.
- Tunis, G., Uchman, A. In press:** Ichnology of Eocene flysch deposits of the Istria peninsula, Croatia and Slovenia. *Ichnos* Yverdon.
- Uchman, A. 1995:** Taxonomy and palaeoecology of flysch trace fossils: The *Marnoso-arenacea* Formation and associated facies, Miocene, Northern Apennines, Italy). *Beringeria* 15:1-114, Würzburg.
- Van Andel, T.H., Kumar, P.D. 1969:** Ponded sediments of the Mid-atlantic ridge between 22° and 23° north latitude. *Geol. Soc. Am. Bull.* 80:1163-1190, Boulder.
- Vetters, H. 1910:** Über ein neues Hieroglyph aus dem Flysch von Capodistria. *Verh. geol. Reichsanst.*, (1910) 131-132, Wien.



GROWTH AND ECOLOGICAL ROLE OF THE SELECTED CLASSES  
OF MARINE PHYTOPLANKTON*Barbara ŠVAGELJ*B.Sc., CŠOD, Fiesa Home, SI-6330 Piran, Fiesa 80  
dipl. biol., CŠOD, Dom Fiesa, SI-6330 Piran, Fiesa 80*Patricija MOZETIČ*M.Sc., Marine biological station Piran, SI-6330 Piran, Fornace 41  
mag., Morska biološka postaja Piran, SI-6330 Piran, Fornace 41*Senka TERZIĆ*Ph.D., Institute Ruđer Bošković, Center for Marine Research-Division Zagreb, HR-10000 Zagreb, Bijenička 54  
dr., Institut Ruđer Bošković, CIM-Zavod Zagreb, HR-10000 Zagreb, Bijenička 54

## ABSTRACT

*Growth and some biochemical characteristics were followed in six monocultures from four classes of marine phytoplankton. The growth and size parameters, as well as pigment composition of selected species were examined. The approach of chemotaxonomic pigment biomarkers was used to interpret the pigment fingerprints of natural phytoplankton from the Gulf of Trieste. The presence and concentrations of pigments analysed by HPLC method were supported by microscopic observations of the same samples.*

**Key words:** phytoplankton, monocultures, growth, biomarkers, HPLC, Gulf of Trieste

**Ključne besede:** fitoplankton, monokulture, rast, biomarkerji, HPLC, Tržaški zaliv

## INTRODUCTION

Phytoplankton monocultures have been largely used to determine the species/group characteristics and dynamics. Controlled conditions are usually the only possible way to study the morphology, ecophysiology, biochemical composition and therefore the taxonomic position of algae. For example, a large number of small or rare organisms, as well as toxic or potentially toxic species have been identified and their characteristics have become known only in monocultures.

The past and current efforts to identify phytoplankton from natural waters rely largely on microscopic evaluation. This requires a high level of taxonomic skill, but it can be also significantly variable among researchers, and time consuming work. However, by using a light microscope it is not always possible to identify an organism not only at the species but also at a higher, class level. This is the case of the non-taxonomic phytoplank-

ton group, commonly denominated as a group of microflagellates. Microflagellates are small (approx. 10 µm) naked flagellates, which belong to different algal classes. Because of their small size, fragile structure and use of aggressive fixatives (for example formaldehyde) for storage and counting procedures, microflagellates can be often overlooked, wrongly identified and their number underestimated.

Besides classical microscopic techniques, either optical or electronic, new methods using different biomarkers as a tool to assess phytoplankton diversity have emerged lately. Among several biomarkers, photosynthetic pigments have proved to be effective for providing information about the phytoplankton chemotaxonomic composition, physiological status, primary production and trophic state (Millie *et al.*, 1993). High-performance liquid chromatography (HPLC) was successfully applied to the determination of chlorophylls (*a*, *b*, *c*, *d*, *e*), phycobilins of cyanobacteria and the red al-



PIGMENTS	PHYLOGENETIC GROUPS
<b>Chlorophylls</b>	
a	all groups (the only chlorophyll in Cyanophyta and Eustigmatophyta)
b	Chlorophyta, Euglenophyta, Prasinophyta, ProChlorophyta
c <sub>1</sub>	Bacillariophyta, Chrysophyta, Prymnesiophyta, Raphidophyta, Xanthophyta
c <sub>2</sub>	Bacillariophyta, Cryptophyta, Dynophyta, Prymnesiophyta, Raphidophyta, Xanthophyta
c <sub>3</sub>	Bacillariophyta, Chrysophyta, Dynophyta, Prymnesiophyta
8-desethyl, 8-vinyl a	ProChlorophyta
8-desethyl, 8-vinyl b	ProChlorophyta
Mg 2,4-divinylpheoporphyrin a <sub>5</sub> monomethyl ester	Prasinophyta
<b>Carotenoids</b>	
alloxanthin	Cryptophyta
19' butanoyloxyfucoxanthin	Dynophyta, Prymnesiophyta, Raphidophyta
crocoxanthin	Cryptophyta
dinoxanthin	Dynophyta, Prymnesiophyta
echinenone	Cyanophyta, ProChlorophyta
fucoxanthin	Bacillariophyta, Chrysophyta, Dynophyta, Prymnesiophyta
19'-hexanoyloxyfucoxanthin	Dynophyta, Prymnesiophyta
lutein	Chlorophyta, Prasinophyta
monadoxanthin	Cryptophyta
myxoxanthophyll	Cyanophyta
oscillaxanthin	Cyanophyta
peridinin	Dynophyta
prasinoxanthin	Prasinophyta
pyrrhoxanthin	Dynophyta
siphonaxanthin	Chlorophyta, Euglenophyta, Prasinophyta
vaucheriaxanthin	Eustigmatophyta, Xanthophyta
zeaxanthin	Cryptophyta, Cyanophyta, Prasinophyta, Prochlorophyta
<b>Phycobilins</b>	
allophycocyanin	Cyanophyta
phycocyanin	Cyanophyta, Cryptophyta
phycoerythrin	Cyanophyta, Cryptophyta, Rhodophyta

**Table 1: Photosynthetic pigments present in phylogenetic algal groups (after Millie et al., 1993).**

**Tabela 1: Zastopanost posameznih fotosintetskih pigmentov pri filogenetskih skupinah alg (povzeto po Millie et al., 1993).**

gae, and a wide range of the oxidised carotenoids - the xanthophylls. To date, more than 400 compounds are known, and many of them are highly specific only for one taxonomic group (Table 1).

HPLC determination of biomarker pigments is a high-

ly sensitive and accurate method which sometimes enables the identification and detection of groups that have been overlooked by the standard microscopic method (Gieskes & Kraay, 1983). The greater part of the pigment composition studies have been done in the oceanic waters (Wright & Jeffrey, 1987; Bidigare et al., 1990; Buma et al., 1990; Barlow et al., 1993), while coastal areas and estuaries have received less attention (Denant et al., 1991; Malej et al., 1995; Terzič, 1996).

Besides the taxonomic identification it is essential, from the ecological point of view, to characterise the flow of organic matter through the pelagic ecosystem (Verity et al., 1992). The basic parameter of living organic matter is the biomass of organisms in terms of organic carbon. Estimation of organic or cell carbon (C) from the chlorophyll a (Chl a) concentration is commonly used. However, the C:Chl a ratio can vary greatly among different phytoplankton groups and seasons (Booth et al., 1988; Sieracki et al., 1992), therefore the estimates of carbon are not very accurate. For example, the C:Chl a ratio of 50 (Strickland & Parsons, 1972) is frequently used. A common but time consuming alternative is the estimation of cell carbon from the cell volume using appropriate conversion factors or formulas as shown in Table 2.

The aim of this work was to determine the growth and some biochemical characteristics (pigment composition, cell carbon) of six monocultures. The species were chosen from the most important - dominant groups of the phytoplankton community in the Gulf of Trieste. The predominant groups in this shallow bay are diatoms and microflagellates, the latter being the most abundant group in the greater part of the year (Fanuko, 1981). The other important groups are dinoflagellates, coccolithophores, and silicoflagellates. Phytoplankton succession is strongly influenced by the riverine and urban freshwater inputs and the seasonal stratification of the water column (Smetacek, 1991). Diatom peaks occur in early spring and autumn, which are characterised by the freshwater inputs and mixing of the water column, and occasionally during the summer following episodic storms and consequently nutrients' input (Malej et al., in prep.).

## MATERIALS AND METHODS

### Culturing and sampling procedure

The isolated species were: *Isochrysis galbana* (class Prymnesiophyceae =Haptophyceae), *Emiliania huxleyi* (class Prymnesiophyceae), *Nitzschia closterium* (class Bacillariophyceae), *Phaeodactylum tricorutum* (class Bacillariophyceae), *Prorocentrum micans* (class Dinophyceae) and *Tetraselmis suecica* (class Prasinophyceae). These species originated from the Culture collection of Plymouth Marine Laboratory, except for the spe-

cies *N. closterium* and *E. huxleyi*, which were isolated from the Gulf of Trieste. The cultures were grown in 20-litre polycarbonate containers at a temperature between 16 and 17°C. Light was provided at a 12 hour light/dark interval by neon "cool white" bulbs, with the intensity varying from 20 to 50  $\mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$ . Guillard's f/2 medium (Guillard, 1975) was used for most of the cultured species, with the addition of silicate only for the diatoms. For the species *E. huxleyi*, which requires lower nitrogen content, Keller's medium was used (Keller *et al.*, 1987). All media were prepared with filter-sterilised natural sea water from the Gulf of Trieste.

Immediately after the inoculation (60-120 ml culture in the stationary phase was added to 10 l medium) subsamples for cell counts, pigments' analyses and Chl a concentration were taken. Cell number and volume were determined in neutralised formaldehyde preserved subsamples (1.5% final concentration). The growth of monocultures based on the cell counts was followed daily, while the cell volume measurements and biochemical analyses were performed again during exponential and stationary phase.

Natural sea water samples for phytoplankton and pigment composition were taken monthly from January till December 1993 at a station in the southern part of the Gulf of Trieste. A 5-litter Niskin bottle was used for sampling at five depths: 0, 5, 10, 15 and 21m (bottom). 800 ml phytoplankton samples were preserved with 1.5% neutralised formaldehyde.

### Analyses

The cell number was counted on a Fuchs-Rosenthal haemocytometer using a light microscope at a 100x and 400x magnification. The growth rate ( $k$  in division  $\text{day}^{-1}$ ) was calculated daily from the cell number using the equation (Guillard, 1973):

$$k = \ln(N_1/N_0) / (0.6931 \times (t_1 - t_0))$$

where  $N_1$  and  $N_0$  are cell numbers at times  $t_1$  and  $t_0$ , respectively, and  $t_1 - t_0$  is the time difference in days.

Phytoplankton from natural samples was identified and counted on an inverted microscope using the technique of Utermöhl (1958), where 50 or 100 fields of the bottom chamber were examined at 200x and 400x magnification.

The cell volume was determined as an average volume of 15 cells using cells dimensions and the best fitting geometric formula based on the cell shape (Edler, 1979). The carbon content was calculated from the cell volume using conversion factor 0.13  $\text{pg } (\mu\text{m})^{-3}$  for *P. micans*, and 0.11  $\text{pg } (\mu\text{m})^{-3}$  for other species. The carbon to chlorophyll a ratio (C:Chl a) was based on the cell carbon calculation and Chl a concentration.

Chlorophyll a concentration was determined fluorometrically on a Turner 112 Fluorimeter (Holm-Hansen *et al.*, 1965). 15-25 ml subsamples were filtered

conversion factor/formula ( $\text{pg C } (\mu\text{m})^{-3}$ )	group/size class	reference
0.13	armoured dinoflagellates	Smetacek, 1975
0.11	eukaryotic autotrophs except armoured dinofl.	Strathman, 1967
0.35	10-100 $(\mu\text{m})^3$	Verity <i>et al.</i> , 1992
0.24	100-1000 $(\mu\text{m})^3$	"
0.16	>1000 $(\mu\text{m})^3$	"
0.075	flagellates	Hegmeier, 1961
$\log C = -0.864 + 0.857 \times \log V$	diatoms	"
$\log C = (-0.24 \times \log V) - 0.29$	general	Mullin <i>et al.</i> , 1966
$C = aV^b$	general	Montagnes <i>et al.</i> , 1994

**Table 2: Conversion factors and formulas for calculating the cell carbon (C) based on cell volumes (V) for different classes and size groups of phytoplankton.**

**Tabela 2: Pretvorbni faktorji in enačbe za preračunavanje celičnega ogljika (C) iz celičnih volumnov (V) za posamezne skupine in velikostne razrede fitoplanktona.**

onto 0.22  $\mu\text{m}$  Millipore filters, extracted in 90% acetone and the fluorescence of extracts measured.

The qualitative and quantitative analyses of pigments in the monocultures as well as in the natural samples were determined using a reverse-phase HPLC method (Mantoura & Llewellyn, 1983; Barlow *et al.*, 1993). Water samples (30 ml to 1 l) were filtered through 47 mm Whatman GF/F filters and immediately frozen until analysed. Frozen samples were extracted in 4 to 10 ml of 90% acetone using sonication and centrifuged to remove cellular debris. Chlorophylls and carotenoids were detected by absorbance at 440 nm in the UV/Vis spectrophotometric detector. Data collection and processing utilised Spectra Physics PC1000 software.

The phytoplankton abundance and concentration of pigments from discrete natural samples were depth-integrated over the whole water column.

## RESULTS

### Monocultures

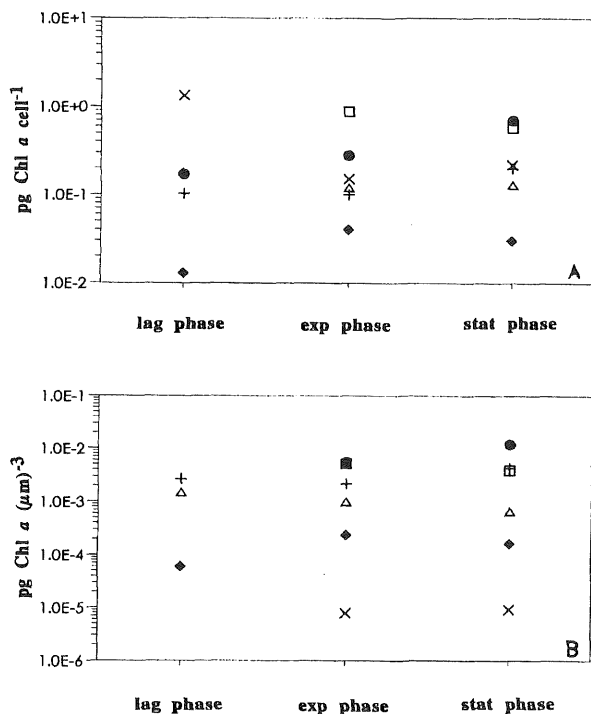
The growth and size parameters of the monocultures determined in the exponential and stationary phase are presented in Table 3.

At the beginning of the experiment, the highest cell number was counted in *I. galbana* culture ( $9.3 \times 10^4$  cells  $\text{ml}^{-1}$ ), which reached also the highest cell density in the whole experimental period ( $1.0 \times 10^7$  cells  $\text{ml}^{-1}$ ). Only  $2.0 \times 10^3$  cells  $\text{ml}^{-1}$  were counted in *P. micans* culture at

species	growth phase	cell volume (( $\mu\text{m}$ ) <sup>3</sup> )	k (divisions day <sup>-1</sup> )	Chl a (pg cell <sup>-1</sup> )	cell carbon (pg cell <sup>-1</sup> )	C:Chl a
<i>E. huxleyi</i>	exp	137.9	0.54	0.04	15.7	392
	stat	183.1		0.03	20.2	673
<i>I. galbana</i>	exp	44.5	0.33	0.10	4.9	49
	stat	46.3		0.20	5.1	25
<i>N. closterium</i>	exp	50.9	0.49	0.28	5.6	19
	stat	58.3		0.70	6.4	9
<i>P. tricornutum</i>	exp	118.9	0.49	0.12	13.1	109
	stat	192.1		0.13	21.1	162
<i>P. micans</i>	exp	19122	0.16	0.15	2486.0	16573
	stat	23903		0.22	3107.0	14122
<i>T. suecica</i>	exp	170.2	0.26	0.88	18.7	21
	stat	153.0		0.58	16.8	29

**Table 3: The size and growth parameters chlorophyll a (Chl a) and cell carbon (C) content and the C:Chl a ratio of the monocultures in the exponential (exp) and stationary (stat) growth phase.**

**Tabela 3: Parametri velikosti in rasti, vsebnost klorofila a (Chl a) in celičnega ogljika (C) ter razmerje C:Chl a v monokulturah v eksponentni (exp) in stacionarni fazi rasti (stat).**

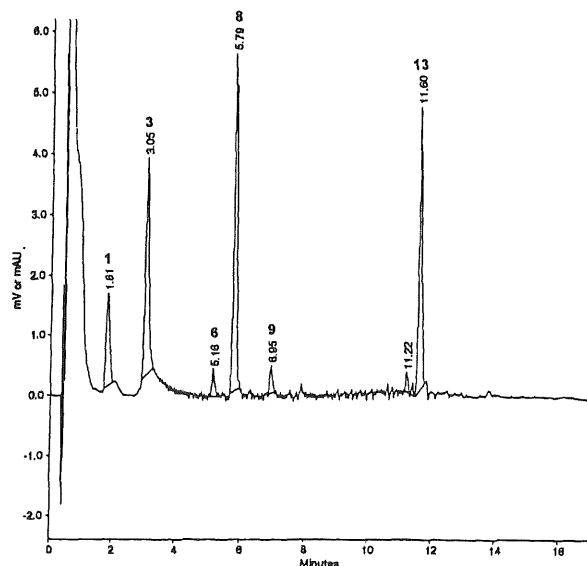


□ *T. suecica*, ● *N. closterium*, Δ *P. tricornutum*, + *I. galbana*, ◆ *E. huxleyi*, x *P. micans*

**Fig. 1: Chlorophyll a content (log<sub>10</sub> pg Chl a) calculated per (a) cell and (b) volume unit in the lag, exponential (exp) and stationary (stat) phase of the monocultures. (Note the different units on y axes.)**

**Slika 1: Vsebnost klorofila a (log<sub>10</sub> pg Chl a), preračunana na (a) celico in (b) volumsko enoto v lag, eksponentni (exp) in stacionarni (stat) fazi rasti monokultur. (Upoštevaj različne enote na oseh y.)**

the beginning and  $4.1 \times 10^4$  cells ml<sup>-1</sup> at the end of the experiment. This species had also the longest lag phase (10 days), while diatoms and *E. huxleyi* passed over a 4 days lag phase. The growth rates differed substantially between the monocultures. The fastest growing species were diatoms *N. closterium* and *P. tricornutum*, the latter reaching the highest growth rate of 1.1 divisions day<sup>-1</sup> in the exponential phase. Other species had a growth rate about 1 division day<sup>-1</sup> in the exponential phase, whereas *P. micans* did not exceed 0.73 division day<sup>-1</sup>. Except for *T. suecica*, the cell volumes increased with ageing of the monocultures. The largest cell volume was measured in *P. micans* (23903 ( $\mu\text{m}$ )<sup>3</sup>), while other species had a cell volume below 200 ( $\mu\text{m}$ )<sup>3</sup>. During the stationary phase, the highest Chl a concentration was measured in *I. galbana* (1678.4  $\mu\text{g l}^{-1}$ ) and *N. closterium* culture (787.9  $\mu\text{g l}^{-1}$ ), while the lowest in *P. micans* (8.9  $\mu\text{g l}^{-1}$ ) and *E. huxleyi* culture (35.1  $\mu\text{g l}^{-1}$ ). Chl a biomass was expressed as Chl a concentration per cell (pg cell<sup>-1</sup>) and per unit of cell volume (pg ( $\mu\text{m}$ )<sup>-3</sup>; Fig. 1) and in all cultures the latest concentrations were lower than the former. In both exponential and stationary phases the highest Chl a concentration per cell and per ( $\mu\text{m}$ )<sup>3</sup> was found for *N. closterium* and



**Fig. 2: A HPLC chromatogram showing characteristic pigment pattern of the species *E. huxleyi* grown in the monoculture (exponential phase). Legend of the absorbance peaks: (1)=chlorophyll c<sub>3</sub>, (3)=chlorophyll c<sub>1</sub>+c<sub>2</sub>, (6)=fucoxanthin, (8)=19'-hexanoxyfucoxanthin, (9)=diadinoxanthin, (13)= chlorophyll a.**

**Slika 2: HPLC kromatogram in značilni pigmenti vrste *E. huxleyi*, gojene v monokulturi v eksponentni fazi. Legenda absorpcijskih viškov: (1)=klorofil c<sub>3</sub>, (3)=klorofil c<sub>1</sub>+c<sub>2</sub>, (6)=fukoksantin, (8)=19'-heksanoiloksi-fukoksantin, (9)=diadinoksanin, (13)= klorofil a.**

*T. suecica*. The largest differences between pg Chl *a* cell<sup>-1</sup> and pg Chl *a* (μm)<sup>-3</sup> were observed in *P. micans* culture, due to very low biomass as compared to cell number and large cell volume. The discrepancy between high cell number and low biomass was observed also for *E. huxleyi* with the lowest Chl *a* concentrations per cell. With the ageing, the Chl *a* concentration decreased in some species, while in others increased.

The highest carbon content, based on the cell volume, was calculated for the largest species - *P. micans*. The cell carbon increased in all species during the experiment, except for *T. suecica* in the stationary phase. Here, the carbon content decreased following the change of cell volume.

The pigment composition was determined by the HPLC method. Besides Chl *a*, many accessory pigments were present in monocultures. Different biomarkers were selected according to the presence and concentration of the dominant accessory pigments. A typical chromatogram of a monoculture is shown in Fig. 2. Besides Chl *a*, the diatom monocultures were characterised

by the presence of Chl *c*<sub>1</sub>+*c*<sub>2</sub>, diadinoxanthin, β-carotene, and a characteristic biomarker fucoxanthin. *P. micans* was characterised by the presence of Chl *c*<sub>1</sub>+*c*<sub>2</sub>, diadinoxanthin, and peridinin as the biomarker for dinoflagellates. 19'-hexanoyloxyfucoxanthin (19'-hex), Chl *c*<sub>1</sub>+*c*<sub>2</sub>, Chl *c*<sub>3</sub>, and diadinoxanthin were found in *E. huxleyi* culture, and 19'-hex was defined as a biomarker for this species as well as for the group of prymnesiophytes. However, the other prymnesiophyte *I. galbana* showed untypical pigment composition which resembled that of the diatoms. The chromatogram of *T. suecica* revealed the presence of Chl *b*, zeaxanthin/lutein and β-carotene, the typical prasinophycean as well as green algae pigments. In some monocultures, the concentration of biomarkers increased in such proportions in the stationary phase that exceeded Chl *a* content.

Natural samples

Over the whole sampling period (January - Decem-

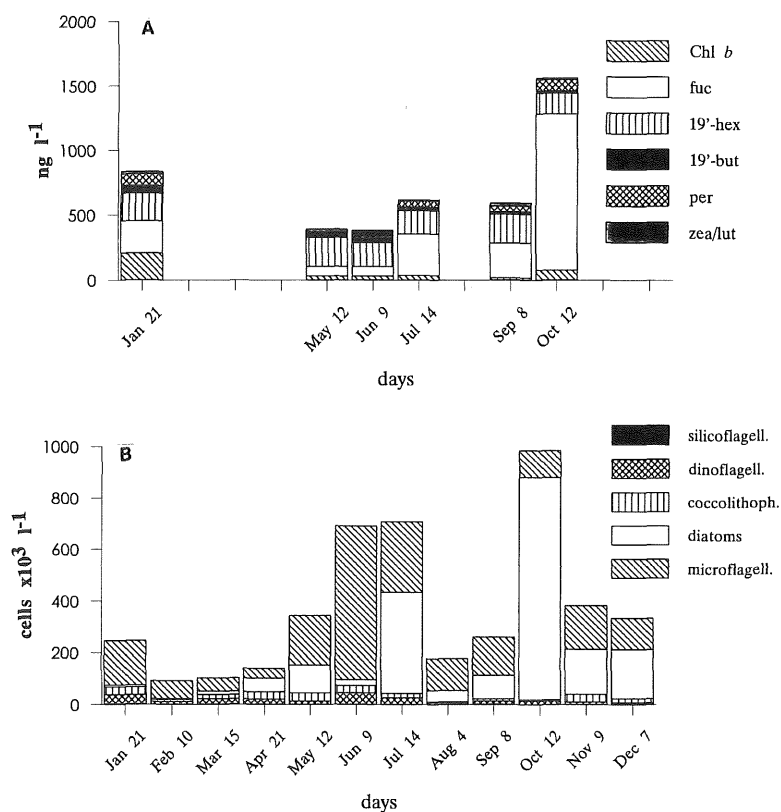


Fig. 3: Seasonal variations in (a) phytoplankton pigment composition and (b) phytoplankton groups during 1993 in the southern part of the Gulf of Trieste (integrated values). Legend: Chl *b*=chlorophyll *b*, fuc=fucoxanthin, 19'-hex=19'-hexanoyloxyfucoxanthin, 19'-but=19'-butanoyloxyfucoxanthin, per=peridinin, zea/lut=zea-xanthin/lutein. Slika 3: Sezonske spremembe v (a) pigmentni sestavi fitoplanktona in (b) fitoplanktonskih skupin 1993. leta v južnem delu Tržaškega zaliva (integrirane vrednosti). Legenda: Chl *b*=klorofil *b*, fuc=fukoksantin, 19'-hex=19'-heksanoiloksifukoksantin, 19'-but=19'-butanoiloksifukoksantin, per=peridinin, zea/lut=zeaksantin/lutein.

ber 1993), six months were chosen in order to show the distribution of typical biomarkers and the chemotaxonomic composition of the phytoplankton community (Fig. 3a). The seasons chosen are: winter (January), spring (May, June), summer (July, September) and autumn (October). Chl *a* is not included, since it was present in all samples. In January there was a strong prevalence of 19'-hex, Chl *b* and fucoxanthin, which showed the presence of prymnesiophytes, green algae and diatoms or *I. galbana*-like prymnesiophytes. Peridinin and 19'-butanoyloxyfucoxanthin (19'-but) were also present revealing the presence of dinoflagellates and silicoflagellates. The concentration of pigments was rather low in this period. The prymnesiophycean biomarker 19'-hex dominated the spring period, when the zeaxanthin/lutein was also detected showing the presence of green algae and/or cyanobacteria. Another characteristic of this period was the lowest concentration of fucoxanthin which significantly increased in July. In September, a very complex pigment composition was found, with 19'-hex, fucoxanthin, peridinin, and zeaxanthin/lutein being the most abundant. The highest concentration of fucoxanthin occurred in October.

The results of microscopic examinations of the same samples are presented as integrated values in Fig. 3b. Two largest phytoplankton abundance peaks were distinctive in the June-July period and in October. The minimum abundance was detected in spring (from February to April). In January, microflagellates prevailed over coccolithophores and dinoflagellates, while diatoms were almost undetectable. After the early-spring minimum, diatom and microflagellate abundance increased in May. Microflagellates peaked in June, prevailing over diatoms and dinoflagellates which reached their annual maximum. A shift towards diatom-dominated community occurred in July, following by a significant decrease of diatom and total abundance in August. After a slight increase in September, the community reached the annual abundance maximum in October with a large predominance of diatoms (up to 86% of total abundance).

## DISCUSSION

### Growth and biochemical characteristics of the monocultures

Much research work concerning growth rates in nature and/or cultures has been done. In general, diatoms proved to be the fastest growing group, dinoflagellates the slowest, and the others somewhere in between (Glover *et al.*, 1987; Furnas, 1990). These differences can arise from physiological, ecological, morphological and also phylogenetic factors (Banse, 1976; Tang, 1996).

This general outline was observed also in our experiment. The maximal growth rate (1.1 divisions day<sup>-1</sup>) was lower from those found in literature that vary from 1.2 to 3.3 divisions day<sup>-1</sup> for the same species used in this work (Brand & Guillard, 1981; Glover *et al.*, 1987). Studies on the effects of different light intensities (Saunders, 1991) have shown that among 27 species grown at low and normal light intensities, 11 grew better at normal light (*E. huxleyi* and *P. tricornutum* among them) and 14 at low light conditions (e.g., *I. galbana*). Two species did not show any preference (e.g., *T. suecica*). The light conditions in our experiment (20-50  $\mu\text{E m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) resembled more the low light conditions, therefore our results are comparable better with the growth rates from such conditions.

Biomass expressed as the cell carbon was based directly on the cell volume; the same was for the C:Chl *a* ratio. The ratios for *T. suecica*, *I. galbana* and both diatoms are comparable with those found in literature (Geider, 1987; Faganeli *et al.*, 1989; Cloern *et al.*, 1995). However, it should be stressed that ratios from literature were obtained by direct measurements of organic carbon (CHN analyser), which remains one of the most accurate method of the biomass assessment. Our calculations are only approximations based on the cell dimensions, geometric formulas and experimentally defined conversion factors. On the other hand, the C:Chl *a* ratios of *E. huxleyi* and especially *P. micans* are extremely high and in our opinion should not be taken as representative for these species and applied in natural conditions. We suspect that these high values originate from low Chl *a* concentrations in both monocultures. Although the organic carbon was calculated from the biovolume, the latter as well as the carbon content (pg C cell<sup>-1</sup>) of these species do not differ much from the values obtained by CHN analyses (Saunders, 1991). In the stationary phase, the Chl *a* concentrations of *P. micans* did not exceed 10  $\mu\text{g l}^{-1}$ , which is very low value for the culture conditions. Also in *E. huxleyi* culture, Chl *a* concentrations were low (35  $\mu\text{g l}^{-1}$ ), compared to other cultures (>200  $\mu\text{g l}^{-1}$ ) with approximately the same cell numbers.

### Pigment biomarkers in the monocultures and natural samples

Pigments detected in the monocultures were used as biomarkers to determine the presence of the respective phytoplankton groups in natural samples. However, uncertainties arise because some of the accessory pigments are present in many groups or, on the contrary, some of them are not typical of all the species of the specific group. For example, the diatom biomarker fucoxanthin is present also in prymnesiophyte *I. galbana* and unarmoured dinoflagellates (Jeffrey *et al.*, 1975).

Knowing the ratios between the concentration of Chl

a and typical accessory pigment, one can calculate the relative contribution of a specific group to the total Chl *a* biomass (Everitt *et al.*, 1990). Peridinin as a selective biomarker for dinoflagellates (Whittle & Casselton, 1968) is suitable for the estimation of their biomass in a natural sample. The Chl *a*: peridinin ratio obtained from the monoculture *P. micans* is 1.4 compared to 2.6 found in literature (Everitt *et al.*, 1990). The relative abundance of a phytoplankton group (X in percentage) is calculated using the formula:

$$X = K \times (C_{\text{pig}}/C_{\text{Chl}a})$$

where K is the known ratio between the concentration of Chl *a* and accessory pigment of the same species/group,  $C_{\text{pig}}$  and  $C_{\text{Chl}a}$  are concentrations of the accessory pigment and Chl *a* in natural sample. Using the formula and Chl *a*: peridinin ratio of 1.4, relative abundance of dinoflagellates in natural samples were calculated (Table 4). These percentages are compared with the percentages based on the microscopic counts. Some discrepancies appear when comparing the results, since peridinin concentration does not always follow dinoflagellate cell numbers. In fact, in June the highest cell number was counted, while the peridinin concentration was very low. Again, in May dinoflagellate abundance was low, but peridinin was not even detected. After a more accurate examination of the sample it showed up that in late spring a group of dinoflagellates - Gymnodiniales dominated, which contain fucoxanthin as the main carotenoid (Jeffrey *et al.*, 1975), and the genus *Gyrodinium* that contains 19'-hex (Tangen & Björnland, 1981) was also present. In October, however, a very high concentration of peridinin was detected and the amount of the pigment per cell was 22-times higher than in June (6.35 pg cell<sup>-1</sup> in October and 0.29 pg cell<sup>-1</sup> in June). In this period armoured dinoflagellates were more abundant and the ones containing fucoxanthin or 19'-hex were almost missing. The amount of peridinin calculated per cell reached a maximum of 0.0614 pg cell<sup>-1</sup> in *P. micans* monoculture, which is in an astonishing disagreement with the estimate made in field conditions. Since the concentration of pigment per cell varies significantly not only seasonally but also during the lifetime of a population and in relation to the abiotic factors in the environment, the quantitative estimations of the cell abundance using biomarker pigment concentrations should be performed with a great care.

Fucoxanthin is present also in other algal classes. Consequently, without a support of microscopic obser-

date	% dinoflagell. (Chl a biomass)	% dinoflagell. (total cell No.)
Jan 21	12	14
May 12	0	4
Jun 9	4	6
Jul 14	13	3
Sept 8	10	5
Oct 12	8	1

**Table 4: The relative abundances (%) of dinoflagellates of the total Chl *a* biomass and total cell numbers in natural samples, based on peridinin and Chl *a* concentration and microscopic cell counts respectively.**

**Tabela 4: Relativni deleži (%) dinoflagelatov pri skupni klorofilni biomasi in skupnem številu celic v naravnih vzorcih, izračunani iz koncentracije peridinita in klorofila *a* ter iz števila celic.**

vations the HPLC fingerprint can be misunderstood. In January, in contrast to October and July, the high concentration of fucoxanthin cannot be related to a diatom bloom, since this group was almost missing as revealed from the microscopic observations. An explanation could be that some unidentified species of prymnesiophytes with a pigment composition similar to *I. galbana* or other algal classes from the group of microflagellates are responsible for the high fucoxanthin level. On the other hand, it was shown that classic microscopy is sometimes insufficient especially in the case of microflagellates. A January the 19'-hex peak coincides with the elevated number of coccolithophores, while in May, June and September other unidentified prymnesiophytes or some dinoflagellates contribute to the high concentrations of this pigment. A minor zeaxanthin/lutein peak is detected in June and it might again represent unidentified green algae or even cyanobacteria.

In conclusion, the pigment composition roughly followed the taxonomic composition determined with microscope. The greatest discrepancies were present in the case of fucoxanthin and peridinin, but even with other pigments it was impossible to assess the exact contribution of a certain group, since many pigments are not highly specific. HPLC method on the other side contributes largely to the identification of the taxa that are commonly placed within the microflagellates, which is phylogenetically a very heterogenic group. Also, to improve the knowledge of the pigment composition in relation to the physiology of the phytoplankton and abiotic factors in the environment, more experiments on monocultures have to be done.

## POVZETEK

Avtorice so raziskovale rast in nekatere biokemične značilnosti monokultur šestih vrst štirih najpogostejših razredov morskoga fitoplanktona iz Tržaškega zaliva. Predstavljeni so bili rastna hitrost, celični volumen, vsebnost celičnega ogljika, preračunana iz celičnega volumna, koncentracija klorofila a in pigmentna sestava.

Vrste so se med seboj razlikovale v hitrostih rasti in trajanju začetne lag faze. Najhitreje rastoče monokulture so bile diatomeji *P. tricornutum* in *N. closterium* ter kokolitoforida *E. huxleyi*. Njihova lag faza je trajala 4 dni, medtem ko je bila pri drugih monokulturah 8-10 dni. Največje število celic in največjo biomaso, izraženo kot koncentracijo klorofila a, je dosegla *I. galbana* v stacionarni fazi. Največji celični volumen je imela vrsta *P. micans*, pa tudi vsebnost celičnega ogljika, preračunana iz volumna ter razmerje C:Chl a, sta bila pri tej vrsti največja.

Analiza pigmentne sestave posameznih monokultur je bila narejena s tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti (HPLC metoda). Diatomejski biomarker fukoksantin je bil najden tudi pri netipični primnezioficeji *I. galbana*, peridin in pa je bil najden le pri dinoflagelatu *P. micans*. 19'-heksanoiloksifukoksantin, značilen pomožni pigment primnezioficej, je bil najden v kulturi *E. huxleyi*, pri zeleni algi *T. suecica* pa biomarkerja klorofil b in zeaksantin/lutein. Značilni pomožni pigmenti - biomarkerji so bili uporabljeni pri razlagi pigmentnih spektrov naravnih vzorcev iz Tržaškega zaliva. Na osnovi koncentracije biomarkerjev so avtorice določile pojavljanje in zastopanost posameznih razredov fitoplanktona. Kemotaksonomska sestava je bila potrjena z mikroskopskimi pregledi istih vzorcev. Analiza pigmentnih spektrov se je v večini primerov ujemala z rezultati mikroskopskih pregledov, največja neskladja pa so bila pri fukoksantinu in peridininu. Raziskava je pokazala, da je metoda biomarkerjev zelo uporabna za določevanje taksonomske sestave naravnih vzorcev. Vendar je zaradi nekaterih pomanjkljivosti, na katere so avtorice naletele pri obeh metodah, za taksonomsko analizo fitoplanktona priporočljiva uporaba obeh.

## REFERENCES

- Banse, K. 1977.** Determining the carbon to chlorophyll ratio of natural phytoplankton. *Marine Biology*, 41, 199-212.
- Barlow, R.G., Mantoura, R.F.C., Gough, M.A. & Fileman, T.W. 1993.** Pigment signatures of the phytoplankton composition in the northeastern Atlantic during the 1990 spring bloom. *Deep-Sea Research* 40, (1/2), 459-477.
- Bidigare, R.R., Marra, J., Dickey, T.D., Iturriaga, R., Baker, K.S. & Raymond, C.S. 1990.** Evidence for phytoplankton succession and chromatic adaptation in the Sargasso sea during spring 1985. *Marine Ecology Progress Series*, 60, 113-122.
- Booth, B.C., Lewin, J. & Lorenzen, C.J. 1988.** Spring and summer growth rates of subarctic Pacific phytoplankton assemblages determined from carbon uptake and cell volumes estimated using epifluorescence microscopy. *Marine Biology*, 98, 287-298.
- Brand, L.E. & Guillard, R.R.L. 1981.** The effects of continuous light and light intensity on the reproduction rates of twenty-two species of marine phytoplankton. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 50, 119-132.
- Buma, A.G.J., Tréguer, P., Kraay, G.W. & Morvare, J. 1990.** Algal pigment patterns in different water masses of the Atlantic sector of the Southern ocean during fall 1987. *Polar Biology*, 11, 55-62.
- Cloern, J.E., Grenz, C. & Videgar-Lucas, L. 1995.** An empirical model of the phytoplankton chlorophyll: carbon ratio - the conversion factor between productivity and growth rate. *Limnology and Oceanography*, 40, (7), 1313-1321.
- Denant, V., Saliot, A. & Mantoura, R.F.C. 1991.** Distribution of algal chlorophyll and carotenoid pigments and their breakdown products in natural waters by reverse-phase high-performance liquid chromatography. *Marine Chemistry*, 32, 285-297.
- Edler, L. 1979.** Recommendations on Methods for Marine Biological Studies in the Baltic Sea. The Baltic Marine Biologists, 1-38.



- Everitt, D.A., Wright, S.W., Volkman, J.K., Thomas, D.P. & Lindstrom, E.J. 1990. Phytoplankton community compositions in the western equatorial Pacific determined from chlorophyll and carotenoid pigment distributions. *Deep-Sea Research*, 37, (6), 975-997.
- Faganeli, J., Pezdič, J. & Fanuko, N. 1989. Chemical and isotopic composition of some phytoplankton species. *Biološki vestnik*, 37, (4), 9-20.
- Falkowski, P.G., Dubinski, Z. & Wyman, K. 1985. Growth-irradiance relationships in phytoplankton. *Limnology and Oceanography*, 30, 311-312.
- Fanuko, N. 1981. Prispevek k poznavanju fitoplanktona v Tržaškem zalivu. *Biološki vestnik*, 1, 67-82.
- Furnas, M.J. 1990. *In situ* growth rates of marine phytoplankton: approaches to measurement, community and species growth rates. *Journal of Plankton Research*, 12, (6), 1117-1151.
- Geider, R.J. 1987. Light and temperature dependence of the carbon to chlorophyll a ratio in microalgae and cyanobacteria: implications for physiology and growth of phytoplankton. *New Phytol.*, 106, 1-34.
- Gieskes, W.W.C. & Kraay, G.W. 1983. Dominance of Cryptophyceae during the phytoplankton spring bloom in the central North Sea detected by HPLC analysis of pigments. *Marine Biology*, 75, 179-185.
- Glover, H.E., Keller, M.D. & Spinrad, R.W. 1987. The effects of light quality and intensity on photosynthesis and growth of marine eukaryotic and prokaryotic phytoplankton clones. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 105, 137-159.
- Guillard, R.R.L. 1973. Division rates. In: Handbook of phycological methods: Culture methods and growth measurements (ed. Stein, J.R.), Cambridge University Press, 289-312.
- Guillard, R.R.L. 1975. Culture of phytoplankton for feeding marine invertebrates. In: Culture of marine invertebrate animals (eds. Smith, V.L. & Chanley, M.H.), Plenum Press, New York, 29-60.
- Hegmeier, E. 1961. Plankton aequivalente. *Kieler Meeresforsch.*, Sonderh. 17, 32-47.
- Holm-Hansen, O., Lorenzen, C.J., Holmes, R.W. & Strickland, J.D.H. 1965. Fluorometric determination of chlorophyll. *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer.*, 30, 3-15.
- Jeffrey, S.W., Sielicki, M. & Haxo, F.T. 1975. Chloroplast pigment patterns in dinoflagellates. *Journal of Phycology*, 11, 374-384.
- Keller, M.D., Selvin, R.C., Claus, W. & Guillard, R.R.L. 1987. Media for the culture of oceanic ultraphytoplankton. *Journal of Phycology*, 2, 633-638.
- Malej, A., Mozetič, P., Malačič, V., Terzič, S. & Ahel, M. 1995. Phytoplankton responses to freshwater inputs in a small semi-enclosed gulf (Gulf of Trieste, Adriatic Sea). *Marine Ecology Progress Series*, 120, 111-121.
- Malej, A., Mozetič, P., Malačič & Turk, V. 1996. Response of summer phytoplankton to episodic meteorological events (Gulf of Trieste, Adriatic Sea). In prep.
- Mantoura, R.F.C. & Llewellyn, C.A. 1983. The rapid determination of algal chlorophyll and carotenoid pigments and their breakdown products in natural waters by reverse-phase high-performance liquid chromatography. *Analytica Chimica Acta*, 151, 297-314.
- Millie, D.F., Paerl, H.W. & Hurley, J.P. 1993. Microalgal pigment assessment using HPLC: A synopsis of organismal and ecological applications. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 50, 2513-2527.
- Montagnes, D.J.S., Berges, J.A., Harrison, P.J. & Taylor, F.J.R. 1994. Estimating carbon, nitrogen, protein and chlorophyll a from volume in marine phytoplankton. *Limnology and Oceanography*, 39, (5), 1044-1060.
- Mullin, M.M., Sloan, P.R. & Eppley, R.W. 1996. Relationship between carbon content, cell volume and area in phytoplankton. *Limnology and Oceanography*, 11, (2), 307-311.
- Saunders, R. 1991. Comparative study of the biochemical composition of selected species of phytoplankton in the Plymouth culture collection. Report of the Plymouth marine laboratory, 35 pp.
- Smetacek, V. 1975. Die Sukzession des Phytoplankton in der westlichen Kieler Bucht. Ph.D. Thesis, University of Kiel.
- Smetacek, V., Bathmann, U., Bothing, E. & Scharek, R. 1991. Coastal eutrophication: Causes and consequences. In: Ocean Margin Processes in Global Change (eds. Mantoura, R.F.C., Martin, J.-M. & Wollast, R.), 251-279.
- Sieracki, M.E., Verity, P.G. & Stoecker, D.K. 1992. Plankton community response to sequential silicate and nitrate depleting during the 1989 north Atlantic spring bloom. *Deep-Sea Research*, 39,
- Strathmann, R. 1967. Estimating the organic carbon content of phytoplankton from cell volume or plasma volume. *Limnology and Oceanography*, 12, 411-418.
- Strickland, J.D.H. & Parsons, T.R. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada*, 167 pp.
- Tang, E.P.Y. 1996. Why do dinoflagellates have lower growth rates? *Journal of Phycology*, 32, 80-84.
- Tangen, K. & Björnland, T. 1981. Observations on pigments and morphology of *Gyrodinium aureolum* Hurlburt, a marine dinoflagellate containing 19'-hexanoyloxyfucoxanthin as the main carotenoid. *Journal of Plankton Research*, 3, (3), 389-401.
- Terzič, S. 1996. Biogeokemija autohtone organske tvari u neritičkim područjima Sredozemlja: fotosintetski pigmenti i ugljikohidrati. Ph.D. Thesis, University of Zagreb, 177 pp.
- Utermöhl, H. 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. *Mit. Int. Verein. Theor. Angew. Limnol.*, 9, 1-38.
- Verity, P.G., Robertson, C.Y., Tronzo, C.R., Andrews, M.G., Nelson, J.R. & Sieracki, M.E. 1992. Relationships between cell volume and the carbon and nitrogen con-

tent of marine photosynthetic nanoplankton. *Limnology and Oceanography*, 37, (7), 1434-1446.

**Whittle, S.J. & Casselton, P.J. 1968.** Peridinin as the major xanthophyll of the Dinophyceae. *Br. phycol. Bull.*, 3, 602-603.

**Wright, S.W. & Jeffrey, S.W. 1987.** Fucoxanthin pigment markers of marine phytoplankton analysed by HPLC and HPTLC. *Marine Ecology Progress Series*, 38, 259-266.

KOLIKO VRST IZ RODU *CODIUM* ŽIVI V SLOVENSKEM OBALNEM MORJU?

Claudio BATTELLI

prof. biol. in kem., Pedagoška fakulteta Ljubljana, enota v Kopru, SI-6000 Koper, Cankarjeva 5,  
in Gimnazija A. Sema, SI-6320 Portorož, Med vrtovi 8  
Prof. of biology and chemistry, Faculty Pedagogical, Koper unit, SI-6000 Koper, Cankarjeva 5  
and High School A. Sema, SI-6320 Portorož, Med vrtovi 8

## IZVLEČEK

V članku obravnavam problematiko pojavljanja vrst iz rodu *Codium* Stackhouse (1797) v slovenskem obalnem morju. Podajam splošni opis vrst z osnovnimi značilnostmi in njihova rastišča v Sloveniji ter ključ za določanje. Opisujem tudi pojavljanje vrste *Codium vermilara* (Olivi) Delle Chiaje v slovenskem obalnem morju, kar v strokovni literaturi doslej še ni bilo objavljeno.

**Ključne besede:** rod *Codium*, ključ za določanje vrst, Chlorophyta, pojavljanje, slovensko obalno morje  
**Key words:** genus *Codium*, key for species determination, Chlorophyta, occurrence, Slovene coastal waters

## UVOD

Po definiciji je določanje postopek, s katerim ugotavljamo odnos med objektivno stvarnostjo (osebek, kot je v realnosti) in subjektivno stvarnostjo (abstraktna, teoretična slika primerka, tako kot se kaže človeku, ki jo določa). Z njim ugotavljamo, kateri vrsti, rodu ali višji sistematski skupini pripada opazovani primerek, poteka pa z uporabo tako imenovanih določevalnih ključev in sicer kot pisni in/ali slikovni pripomoček.

Čprav izhajajo določevalni ključi iz različnih osnov, nam pomagajo ugotavljati čim bližji odnos med zunanjim objektivnim in notranjim subjektivnim svetom; pomagajo nam tudi pri prepoznavanju osebkov določene vrste, in sicer tako, da ga izločimo iz večje množice različnih vrst.

Obstajajo različne vrste določevalnih ključev; vsaka ima določene prednosti in seveda tudi pomanjkljivosti. Raziskave težijo k povečanju prednosti in zmanjšanju pomanjkljivosti. Vsem je skupno to, da slonijo v glavnem na uporabi meril, znakov, ki se najmanj spreminjajo (genotipični), manj pa na take, ki so izpostavljeni spremembam dejavnikov okolja (fenotipični).

Najbolj tradicionalen in zato tudi bolj uporabljan je dvovejnat (dihotomni) določevalni ključ. Zgradba dvovejnatga ključa sloni na zaporedju alternativnih vpra-

šanj in odgovorov glede na to, ali obstaja ali ne obstaja določen razločevalni znak. Določevalni znaki so hierarhično razvrščeni; izhajamo namreč iz splošnejših in postopoma prehajamo k vedno bolj specifičnim. Med dvema primerkoma vedno obstaja en določen razločevalni znak, po katerem se ločita.

Ključ v pričujočem delu je primer dvovejnatga določevalnega ključa, obogatena s preglednicami in shemami. Prilagojen je določanju vrst iz rodu *Codium* Stackhouse, ki živijo v slovenskem obalnem morju in je nastal na osnovi del naslednjih avtorjev: Hamel (1931), Silva (1951-60), Vouk (1957), Delépine (1959), Giaccone (1972) in Burrows (1991).

Rod *Codium* (gr. *kodion*, tanka ovčja koža) Stackhouse je edini rod iz družine Codiaceae (Kützing) Feldman, ki spada v red Bryopsidales Schaffner iz razreda Chlorophyceae ali prave zelene alge.

Predstavniki rodu *Codium* imajo masivno, po otipu elastično in spužvasto steljko cevaste (sifonalne) organizacije s pletežno zgradbo. V prečnem prerezu je steljka sestavljena iz zunanje skorje in notranje sredice. Sredica je iz tankih cevastih razraslih nitk, ki so močno prepletene med seboj v gost pletež. Končni deli nitk, ki so razvrščeni na zunanjem robu sredice, se razširijo v mehurjaste tvorbe ali mešičke hruškaste ali kijaste oblike, ki sestavljajo skorjo. Iz mešičkov rastejo laski, ki obi-

čajno odpadejo; na mestu, kjer so bili pritrjeni, ostane razločno vidna brazgotina. Mikroskopski znaki mešičkov (oblika in položaj laskov) imajo namreč po Silvi (1955) velik taksonomski pomen zlasti za razlikovanje ter določanje tistih oblik, ki so si makroskopsko zelo podobne, tako kot so si nekatere vrste, ki imajo pokončno drevesasto bolj ali manj viličasto razraslo steljko.

Predstavniki rodu *Codium* so zelo raznoliki in se glede na zunanjo obliko lahko združijo v tri osnovne morfološke skupine (Silva, 1955). Te so:

1. kroglasta,
2. brezoblična/prilegla,
3. drevesasta.

SKUPINA VRSTA	MEDITERAN	JADRAN	TRŽAŠKI ZALIV	SLOV. MORJE
<b>KROGLASTA</b>				
<i>C. bursa</i> (L) C. Agardh	+1	+1	+2	+4
<b>BREZOBLIČNA</b>				
<i>C. adhaerens</i> (C. Agardh)	+1	+1,2	-	-
<i>C. coralloides</i> (Kütz.) P.C.Silva	+1	+1,2	-	-
<i>C. effusum</i> (Raf.) Delle Chiaje	+1	+1,2	+2	+4
<b>DREVESASTA DVOVEJNATA</b>				
<i>C. cattaniae</i> Vouk	-	+2	-	-
<i>C. decorticans</i> (Woodw.) Howe	+1	+1,2	+2	+4
<i>C. fragile</i> (Sur.) Hariot subsp. <i>tomentosoides</i> (Goor) P.C.Silva	+1	+1	+3	+5
<i>C. taylorii</i> P.C.Silva	+1	-	-	-
<i>C. tomentosum</i> Stackh.	+1	+2	+2	-
<i>C. vermilara</i> (Oliv.) Delle Chiaje	+1	+1,2	+2	+6

**Tab. 1: Preglednica, ki ponazarja pojavljanje vrst rodu *Codium* v Sredozemskem morju, v Jadranskem morju, v Tržaškem zalivu in v slovenskem obalnem morju.**

**Tab. 1: Occurrence of the species of the genus *Codium* in the Mediterranean, and Adriatic seas, the Gulf of Trieste and Slovene coastal waters.**

Legenda: s + označujemo potrjeno pojavljanje, z - pa odsotnost vrste.

Legend: The occurrence of each species is denoted with +, while the absence is denoted with -.

Viri/Sources

1 (Gallardo *et al.*, 1993), 2 (Giaccone, 1978), 3 (Godini & Avanzini, 1987), 4 (Štirn & Matjašič, 1975; Vukovič, 1980, 1984; Turk & Vukovič, 1994), 5 (Munda, 1992, 1993; Battelli & Vukovič, 1995), 6 (to delo / this work)

Pojavljanje drevesastih oblik rodu *Codium* v Tržaškem zalivu, kjer se brez natančne mikroskopske analize mešičkov težko razlikujejo med seboj, nas je spodbudilo k razmišljanju, koliko jih sploh je v slovenskem obalnem morju.

V petdesetih letih je Silva (1955) razdelil atlantsko vrsto *C. dichotomum* v dve samostojni vrsti, in sicer v *C. tomentosum* in *C. vermilara*. Po njegovem mnenju se je *C. tomentosum* razširil do zahodnega dela Sredozemskega morja, medtem ko se je *C. vermilara* razširil do Jadranskega morja.

Iz analize primerkov rodu *Codium* drevesaste oblike, ki živijo v bližini Rovinja, je Vouk (1957) ugotovil, da vsi opazovani razločevalni znaki ustrezajo novi opisani vrsti po Silvi, in sicer vrsti *C. vermilara*.

V raziskavi smo želeli ugotoviti čim več razlik med primerki drevesaste oblike rodu *Codium*, ki živijo v slovenskem obalnem morju, jih primerjati s podatki iz literature in izdelati na osnovi dobljenih podatkov preprosto določevalni ključ, po katerem bi bilo mogoče enostavno in zanesljivo določati pojavljajoče se vrste iz rodu *Codium*.

Prvi podatek o pojavljanju predstavnika iz rodu *Codium* z drevesasto steljko v Tržaškem zalivu izvira iz prejšnjega stoletja (Hauck, 1876), in sicer kot *Codium tomentosum* (Huds.) Ag. Na začetku tega stoletja pa Schiller (1907) omenja posebno obliko drevesaste steljke iz rodu *Codium*, ki se nekoliko razlikuje od drugih po nepravilni viličasti razraslosti in ga opredeli kot *candelabrum*. Giaccone (1978) navaja, da se v Tržaškem zalivu pojavljajo tri vrste iz rodu *Codium* drevesaste oblike: *C. decorticans*, *C. tomentosum* in *C. vermilara*. Godini & Avanzini (1987) omenjata pojavljanje v Tržaškem zalivu še ene vrste iz rodu *Codium* drevesaste oblike, in sicer *C. fragile* subsp. *tomentosoides*. O pojavljanju te vrste v slovenskem obalnem morju pričajo prispevki Munde (1992, 1993) in Battellija & Vukoviča (1995). O pojavljanju vrste *C. vermilara* v slovenskem obalnem morju doslej ni bil objavljen noben podatek.

## MATERIAL IN METODE

Vzorci so bili nabrani na območju slovenskega obalnega morja od Koprškega do Piranskega zaliva v bibavičnem in infralitoralnem nadstropju do globine 6-8 m s prostim potapljanjem.

Vzorci so fiksirani in shranjeni kot mokri preparati v 4-5% metanalu v morski vodi in kot suhi preparati v algariju.

Določanje je potekalo tako, da smo najprej opravili standardna opazovanja z namenom, da opredelimo in izberemo osnovne določevalne morfološke znake, ki jih je mogoče opazovati makroskopsko. Na osnovi morfoloških znakov smo razvrstili alge v tri osnovne "morfološke skupine". Na osnovi mikroskopske analize specifičnih znakov (oblika mešičkov in mesto na mešičkih,

iz katerega izhajajo laski) smo izdelali dihodomni ključ za vsako morfološko skupino, ki opredeljuje posamezne vrste obravnavanih alg.

Opazovanje mešičkov je najlažje, če pripravimo prečni prerez steljke iz srednjega dela kateregakoli poganjka. Najprej izrežemo čimkrajši košček poganjka in ga nato položimo na objektno stekelce s kapljico morske vode. Objektno stekelce položimo pod stereolupo in s skalpelom ali britvico napravimo nekaj zelo tankih prečnih prerezov. Z dvema preparirnim iglama tako pripravljene prereze razceframo, in sicer tako, da dobimo posamezne mešičke. Izberemo najustreznejši prerez, ga položimo na drugo objektno stekelce in opazujemo pod mikroskopom, najprej pod malo (50-kratno) in potem pod približno 100-kratno povečavo. Postopek določanja nadaljujemo z uporabo priloženega določevalnega ključa.

## REZULTATI

Rezultati so prikazani v obliki ključa za določanje morfoloških skupin, ključa za določanje vrst drevesaste dvovejnate oblike, preglednice morfoloških značilnosti vrst drevesastih predstavnikov, ki so si morfološko zelo podobne, in opisa posameznih vrst iz rodu *Codium*, ki naj bi se pojavljale v slovenskem obalnem morju.

### Določanje morfoloških skupin

Kot je bilo že v uvodu povedano, se steljke alg iz ro-

du *Codium* glede na zunanjo obliko lahko delijo na tri osnovne morfološke skupine. Porazdelitev je zgolj formalna, vendar olajša postopek določanja posameznih vrst.

### Morfološke skupine

#### Kroglasta steljka

Steljka je po obliki bolj ali manj pravilnega kroglastega mehurja različne velikosti (od 5 do 30 cm v premeru), elastična in spužvasta po otipu; v prečnem prerezu je v notranjosti votla.

Skupina je zastopana v slovenskem obalnem morju z vrsto *C. bursa*.

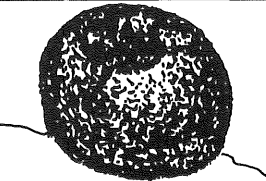
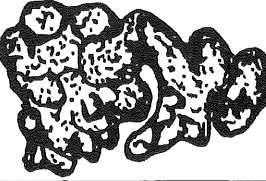
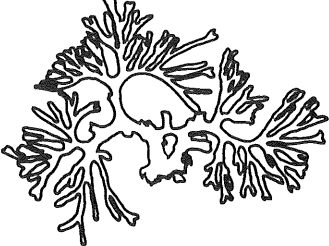
#### Brezoblična steljka

Steljka je nepravilne oblike spužvaste in elastične trdnosti. Na podlagi je trdno pritrjena s celotno spodnjo površino z rizoidi. Steljka je široka 2-5 cm.

Skupina je zastopana v slovenskem obalnem morju z vrsto *C. effusum*.

#### Drevesasta dvovejnata steljka

V to skupino spadajo vrste s pokončno drevesasto steljko, ki je bolj ali manj dvovejnato razrasla. Glavni poganjek raste iz rizoidov, ki sestavljajo pritrjevalno ploščo. Poganjki so kroglasti v prečnem prerezu; širina posa-

SPLOŠNI OPIS	SPLOŠNI VIDEZ	SKUPINA
Steljka je bolj ali manj pravilne kroglaste oblike različnih velikosti; votla v sredini; spužvasta in elastična po otipu; široka 5-30 cm.		<b>KROGLASTA STELJKA</b>
Steljka nepravilne oblike, prirasla na podlagi s celotno spodnjo površino; spužvasta in elastična po otipu; široka 2-8 cm.		<b>BREZOBLIČNA STELJKA</b>
Steljka pokončna, drevesaste oblike, bolj ali manj dvovejnato razrasla; poganjki valjasti, redko sploščeni; spužvasta in elastična po otipu; visoka 10-40 cm.		<b>DREVESASTA DVOVEJNATA STELJKA</b>

Tab. 2: Preglednica za določanje morfoloških skupin iz rodu *Codium*.

Tab. 2: Determination of the morphological groups of the genus *Codium*.

meznih poganjkov je v srednjem delu približno 0,5 cm.

Pri nekaterih vrstah je mesto, kjer se poganjki dvo-  
vejnato razraščajo, rahlo sploščeno in razširjeno.

Zunanji morfološki znaki so zelo nezanesljivi, tako da

je za določanje posameznih vrst te skupine potrebno na-  
tančno mikroskopsko opazovanje posameznih mešičkov.

### Ključ za določanje vrst

- 1 - Večina mešičkov s koničastim izrastkom na zaobljenem vrhu.  
- Laski izhajajo 150-200  $\mu\text{m}$  pod vrhom mešička.  
- Poganjki na mestu, kjer se viličasto razraščajo, pogosto bolj ali manj razširjeni in sploščeni, proti vrhu se zožijo. *C. fragile* subsp. *tomentosoides*
- 1\* - Mešički vedno brez koničastega izrastka na vrhu.
- 2 - Mešički brez zožitve na mestu, iz katerega izhajajo laski.  
- Laski izhajajo približno 200  $\mu\text{m}$  pod vrhom mešička.  
- Mesto, kjer se poganjki razraščajo, je sploščeno in razširjeno. *C. decortcatum*
- 2\* - Mešički se postopoma zožijo na mestu, kjer izhajajo laski.  
- Laski izhajajo na samem robu razširjenega dela na vrhu mešička 60-110  $\mu\text{m}$  pod vrhom mešička.  
- Mešički se postopoma širijo od spodnjega proti končnemu delu, ki je zaobljeno in sploščeno.  
- Steljka je nepravilno razrasla (pogosto iz glavnih poganjkov raste več kratkih stranskih in njihova oblika je bolj ali manj črvasta). *C. vermilara*

	<i>C. decortcatum</i> (Woodw.) Howe	<i>C. fragile</i> (Sur.) Hariot subsp. <i>tomentosoides</i> (Van Goor) Silva	<i>C. vermilara</i> (Olivi) Delle Chiaje
<b>STELJKA</b>	pokončna, visoka 20-30 cm, $\pm$ pravilno viličasta, redko razrasla	pokončna, $\pm$ pravilno viličasta, izrastki redki, visoka 10-25 cm	pokončna, visoka 10-35 cm, nepravilno viličasta, z mnogimi kratkimi izrastki
poganjki	valjasti, dolgi do 15 cm, široki 6-7 mm, končni 2-3 mm, sploščeni in razširjeni na mestu razraščanja 1,5 cm	valjasti, široki 3-5 mm, končni 2-3 mm, redka in samo nakazana sploščenost na mestu razraščanja	valjasti, široki 4-5 mm, končni 1.5-2 mm, redka in samo nakazana sploščenost na mestu razraščanja
<b>MEŠIČKI</b>			
oblika	valjasta, hruškasta, rahlo kijasta	valjasta, hruškasta, rahlo kijasta	hruškasta, valjasta, pogosto kijasta
vrh	zaobljen, stena na vrhu tanka	zaobljen s koničastim izrastkom na vrhu (visok 10-15 $\mu\text{m}$ )	razširjen, zaobljen, se zoži nad prirastiščem laskov, stena na vrhu debela 10-15 $\mu\text{m}$
velikost	250-650 x 1000-1800 $\mu\text{m}$	100-250 x 700-900 $\mu\text{m}$	100-250 x 450-700 $\mu\text{m}$
<b>LASKI</b>			
število in prirastišče	laskov nisem opazil	1 ali 2, 130-200 $\mu\text{m}$ pod vrhom	številni (40)-50-60-(80) $\mu\text{m}$ pod vrhom na robu razširjenega dela vrha
<b>GAMETANGIJ</b>			
oblika	podolgovati, jajčasti	podolgovati, jajčasti	podolgovati, jajčasti
velikost	(70)150 x 350 $\mu\text{m}$	(50)-110x165-320 $\mu\text{m}$	50-90x220-280 $\mu\text{m}$

**Tab. 3: Preglednica morfoloških značilnosti vrst iz rodu *Codium*, ki spadajo v skupino drevesastih dvovejnatih steljk. V preglednici so podani podatki, ki izhajajo iz lastnega opazovanja.**

**Tab. 3: Morphological characteristics of *Codium* species of the dichotomous tree-like thalluses. Table represents the author's observation records.**

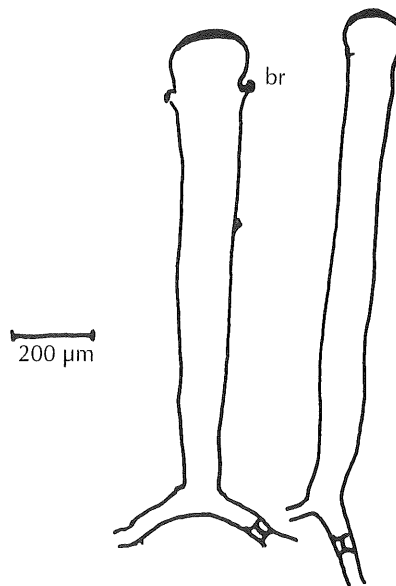
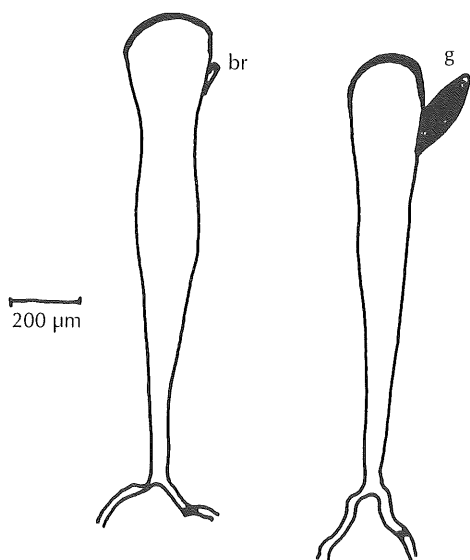
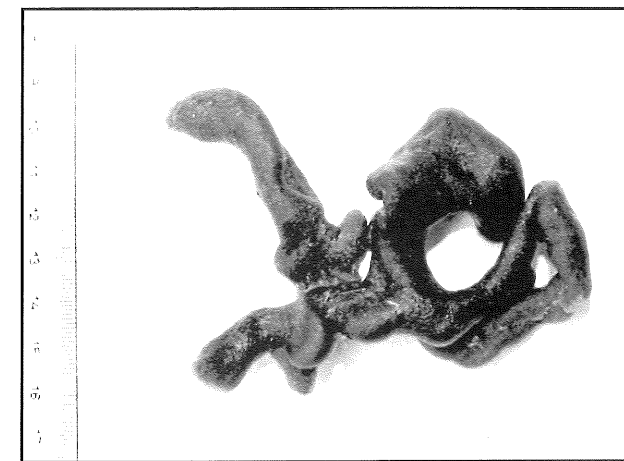
## OPIS VRST

*Codium bursa* (Olivi) C. Agardh, 1821  
(= *Lamarckia bursa* Olivi, 1792)

Lat. *bursa* torba

Slov.: kroglasti kodij

Steljka mehurjasta, bolj ali manj kroglaste oblike, spužvasta in elastična po otipu, površina je zametna; doseže lahko precejšnje velikosti (30-40 cm); na podlago je pritrjena s šopom rizoidov; starejši primerki so na zgornji površini steljke rahlo ugreznjeni; znotraj je votla; barva je temno zelena.



Sl. 1: Steljka alge *Codium bursa* (foto: M. Richter) in mešički (g=gametangij, br=brazgotina), (risba: C. Battelli).

Fig. 1: Thallus of *Codium bursa* (photo: M. Richter) and utricules (g=gametangia, br=scares)(drawn by C. Battelli).

Sl. 2: Steljka alge *Codium effusum* (foto: C. Battelli) in mešički (br=brazgotina), (risba: C. Battelli).

Fig. 2: The thallus of *Codium effusum* (photo: C. Battelli) and utricules (br=scares)(drawn by C. Battelli).



***Codium effusum*** (Rafinesque) Delle Chiaje, 1829  
(= *Codium difforme*) Kützinger  
Lat.: *effundere* izlivati  
Slov.: brezoblični kodij

Steljka je nepravilne oblike; široka 2-10 cm, visoka 1-2 cm; na podlago je pritrjena s celotno spodnjo površino z rizoidi. Po otipu je spužvasta in elastična; barva je temno zelena. Mešički, ki sestavljajo zunanjo skorjo, so srpasto združeni; njihova oblika je bolj ali manj pravilno valjasta z zožitvijo pod razširjenim končnim delom; visoki so 1-2 mm, široki 160-200  $\mu\text{m}$ . Laski izhajajo pod zožitvijo. Živi na skalah v bolj zaščiteneh mestih v infralitoralni.

Vzorci so bili nabrani v Piranu (rt Madona) in v Fiesi.

***Codium decorticatedum*** (Woodward, 1797) Howe, 1905  
(= *C. elongatum* (Turner) C. Agardh, Gayral, 1966  
Lat.: *de brez, cortex* skorja; brez skorje  
Slov.: podolgovati kodij

Steljka je drevesasta, bolj ali manj pravilno dvojevnato razrasla; spužvasta in elastična po otipu; visoka 20-30 cm.

Poganjki so kroglasti v prerezu, precej dolgi (do približno 15 cm), široki 6-7 mm, na končnem delu ožji (2-3 mm); na mestu, kjer se razraščajo, so pogosto razločno sploščeni in razširjeni (povprečno 1-1,5 cm); barva alge je temno zelena. Na podlago je pritrjen z rizoidi, ki oblikujejo spužvasto pritrjevalno ploščo.

Mešički imajo zaobljen vrh in so brez zožitve nad mestom, kjer izhajajo laski; dolgi so 1000-1800  $\mu\text{m}$ , široki 250-650  $\mu\text{m}$ . Na mešičkih bočno rastejo game-tangiji. Živi na skalah v infralitoralnem nadstropju, zlasti

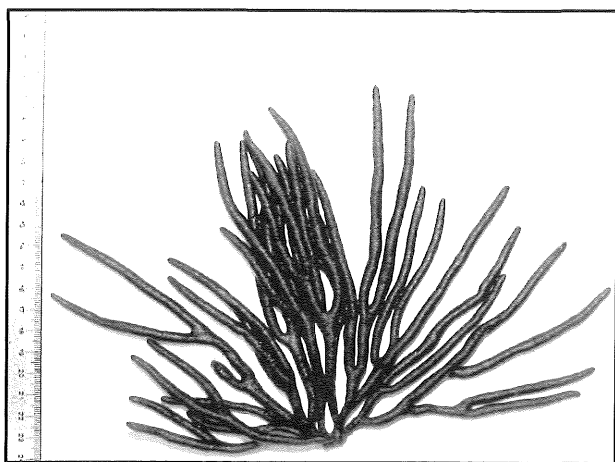
v zaščiteneh območjih. Vzorci so bili nabrani v zgornjem infralitoralnem nadstropju v globini 4-6 m pri izol-ski ladjedelnici (zaliv Viližan). To je verjetno edino rastišče v Sloveniji.

***Codium fragile*** (Sur., 1889) Hariot, 1890 subsp. ***tomentosoides*** (Van Goor) Silva, 1955  
(= *C. mucronatum* Agardh var. *tomentosoides* Van Goor, 1923)  
Lat.: *fragilis* krhek, *mucro* ost, konica  
Slov.: krhki kodij

Steljka pokončna, drevesasta, bolj ali manj dvojevnato razrasla; visoka približno 20 cm; spužvasta in elastična po otipu. Poganjki so valjasti, okrogli v prerezu; široki 4 mm, proti vrhu tanjši, 3 mm v premeru. Mesto, kjer se dva poganjka razraščata, je rahlo sploščeno in razširjeno (1 cm). Na podlago je steljka pritrjena s spužvasto pritrjevalno ploščo, iz katere raste eden ali več glavnih poganjkov.

Mešički so bolj ali manj kijasti in rahlo zoženi v srednjem delu, nekateri so nepravilno valjasti ali hruškasti. Visoki so 700-900  $\mu\text{m}$ , široki 150-250  $\mu\text{m}$ ; vrh je zaobljen z zelo poudarjenim koničastim izrastkom, visokim 10-15  $\mu\text{m}$ . Mešički imajo bočno po 1-2 laska; dolga sta 300-400  $\mu\text{m}$  in izhajata 150-200  $\mu\text{m}$  pod samim vrhom. Živi na skalah v spodnjem bibavičnem in v zgornjem infralitoralnem nadstropju, zlasti v zaščiteneh mestih (zalivih, pristaniščih). Pogosto je pokrit z epifiti.

Vzorci so bili nabrani v Koprskem zalivu (v pristanišču in na umetni obali na sededelski cesti), v Izoli (v pristanišču na valolomnih kamnih), vzdolž obalne ceste Koper-Izola (na valolomnih kamnih), v Piranu (v pristanišču, pod cerkvijo sv. Jurija, v Bernardinu).



Sl. 3: Steljka alge *Codium decorticatedum* (algarij: *C. Battelli*) in mešički (g=gametangij), (risba: C. Battelli).

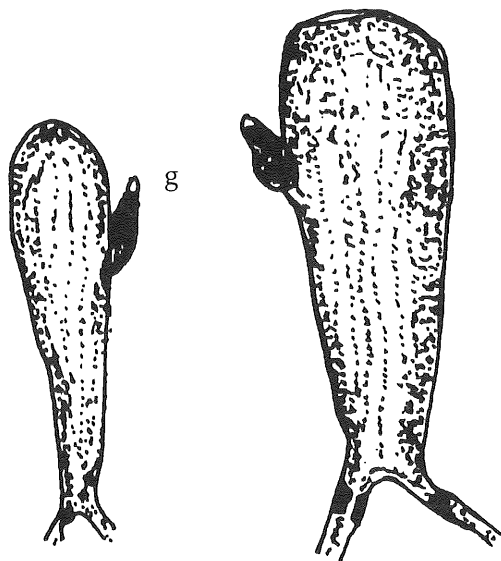
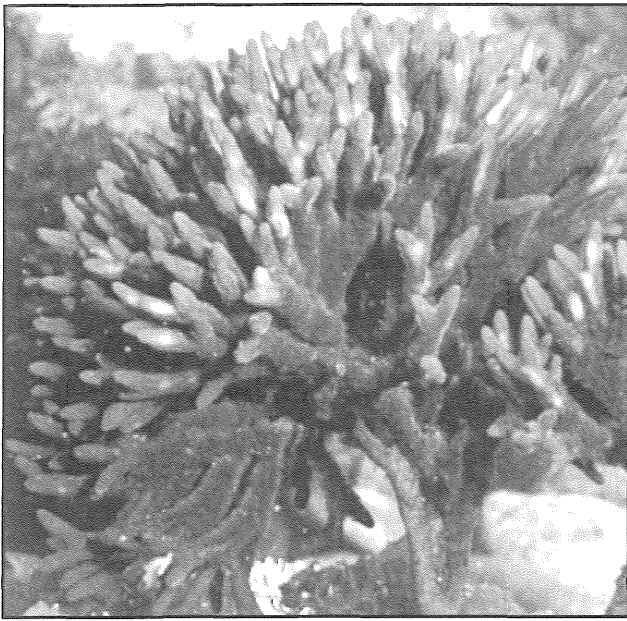


Fig. 3: The thallus of *Codium decorticatedum* (algarium: *C. Battelli*) and utricules (g=gametangia) (drawn by C. Battelli).



Sl. 4: Steljka alge *Codium fragile subsp. tomentosoides* (foto: M. Richter), in mešički (ls=laski, g=gametangij, m=mucron (koničasti izrastek), br=brazgotina), (risba: C. Battelli).

*Codium vermilara* (Olivi, Delle Chiaje 1829) Silva 1955 (= *Lamarckia vermilara* Olivi, 1792)

Lat.: *vermis črv*

Slov.: črvasti kodij

Steljka pokončna, drevesasta, nepravilno dvovejnato bogato razrasla; visoka 10-30 cm. Na vrhu steljke so poganjki krajši. Poganjki imajo rahlo nakazano črvasto obliko. Poganjki vseskozi valjasti in široki 3-8 mm. Na podlago je steljka pritrjena s široko pritrjevalno ploščo spužvaste trdnosti.

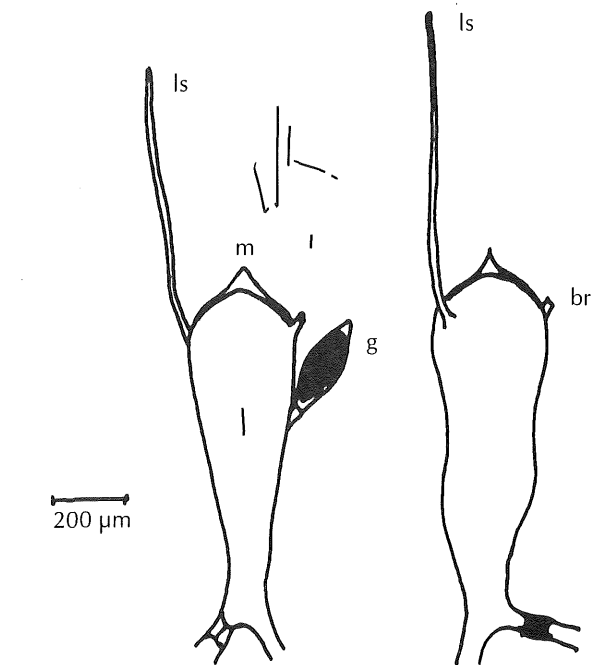
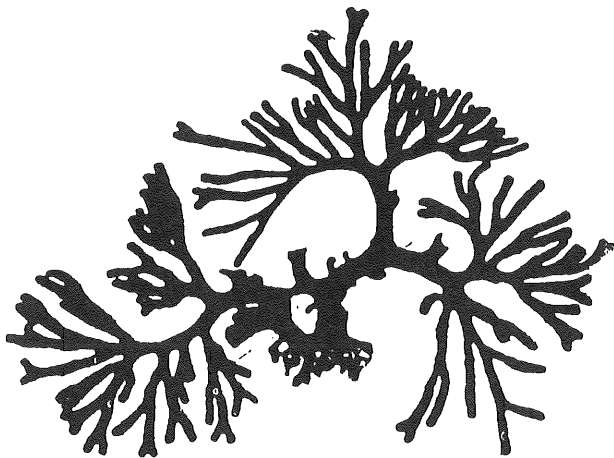
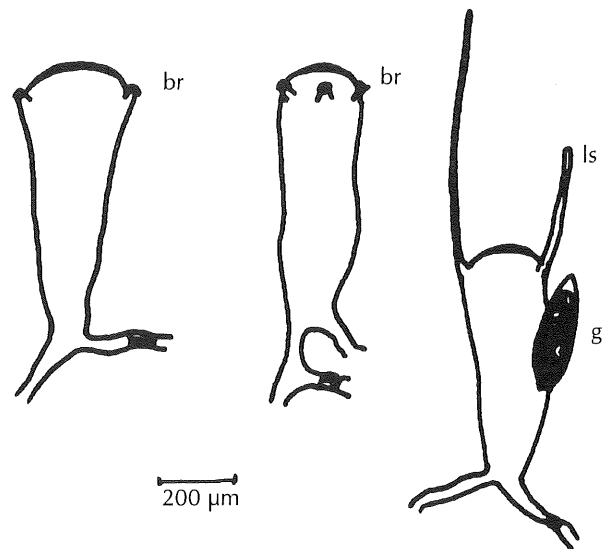


Fig. 4: The thallus of *Codium fragile subsp. tomentosoides* (photo: M. Richter) and utricules (ls=hairs, g=gametangia, m=mucron, br=scares)(drawn by C. Battelli).



Sl. 5: Steljka alge *Codium vermilara* (algarij: C. Battelli) in mešički (ls=laski, g=gametangij, br=brazgotina), (risba: C. Battelli).

Fig. 5: The thallus of *Codium vermilara* (algarium: C. Battelli) and utricules (ls=hairs, g=gametangia, br=scares)(drawn by C. Battelli).

Mešički so večinoma kijaste oblike s sploščenim vrhnjim delom; stena na končnem delu mešička rahklo odebeljena; dolgi so 400-700  $\mu\text{m}$ , široki 100-250  $\mu\text{m}$ . Laski rastejo okoli samega vrha mešička, vendar nikoli pod zožitvijo.

Gametangiji podolgovati in rastejo po 1 ali 4 bočno na mešičkih.

Raste na trdni podlagi v zgornjem infralitoral. Vzorci so bili nabrani v Piranu (rt Madona) in vzdolž obalne ceste Koper-Izola.

Doslej niso bili objavljeni literaturni podatki o pojavljanju te vrste v slovenskem obalnem morju.

### RAZPRAVA

Iz analize podatkov v literaturi, ki zadeva pojavljanje posameznih vrst iz rodu *Codium* v Tržaškem zalivu in v slovenskem obalnem morju, obstajajo določena nesoglasja med avtorji. Najbolj kritično je pojavljanje drevesastih dvovejnatih oblik, in sicer: *C. decortcatum*, *C. tomentosum* in *C. vermilara*. Vrsta *C. decortcatum* je omenjena za Sredozemsko in Jadransko morje ter tudi za Tržaški zaliv in slovensko obalno morje. Vrsta *C. tomentosum* se pojavlja samo v zahodnem delu Sredozemskega morja; za Jadransko morje ni omenjena. Giaccone meni, da se vrsta *C. tomentosum* verjetno pojavlja v Jadranskem morju in v Tržaškem zalivu; vrsta pa ni omenjena za slovensko obalno morje. Vrsta *C. vermilara* je omenjena za Sredozemsko in Jadransko morje in za Tržaški zaliv, ni pa omenjena za slovensko obalno morje.

Iz analize podatkov, ki so prikazani v preglednici iz (tab. 3), je razvidno, da nabrani in opazovani primerki iz rodu *Codium* z drevesasto dvovejnato obliko, ki živijo v slovenskem obalnem morju, spadajo v naslednje vrste: *C. decortcatum*, *C. fragile* subsp. *tomentosoides* in *C. vermilara*, ki doslej ni bila objavljena za slovensko obalno morje.

Vsi nabrani primerki vrste *C. vermilara* imajo naslednje značilnosti:

- drevesasto pokončno steljko, ki je nepravilno dvovejnato razrasla, visoka 10-30 cm;
- na glavnih poganjkih rastejo med drugimi stranskimi poganjki številni takšni, ki so krajši od drugih;
- poganjki so vseskozi valjasti, imajo pogosto črvasto obliko in so kroglasti v prerezu;
- sploščenost na mestu razraščanja poganjkov je redka in komaj opazna.

Vsi omenjeni zunanji morfološki znaki nimajo velikega določevalnega pomena, kajti če upoštevamo velik polimorfizem, ki je značilen za alge, bi taka steljka lahko ustrezala tudi drugim drevesastim oblikam iz rodu *Codium*.

Po mnenju avtorjev Silve (1955), Vouka (1957) in Burrows (1991) so najbolj zanesljivi razločevalni mikroskopski znaki na mešičkih. To je oblika, zlasti pa mesto, iz katerega izhajajo laski na mešičku.

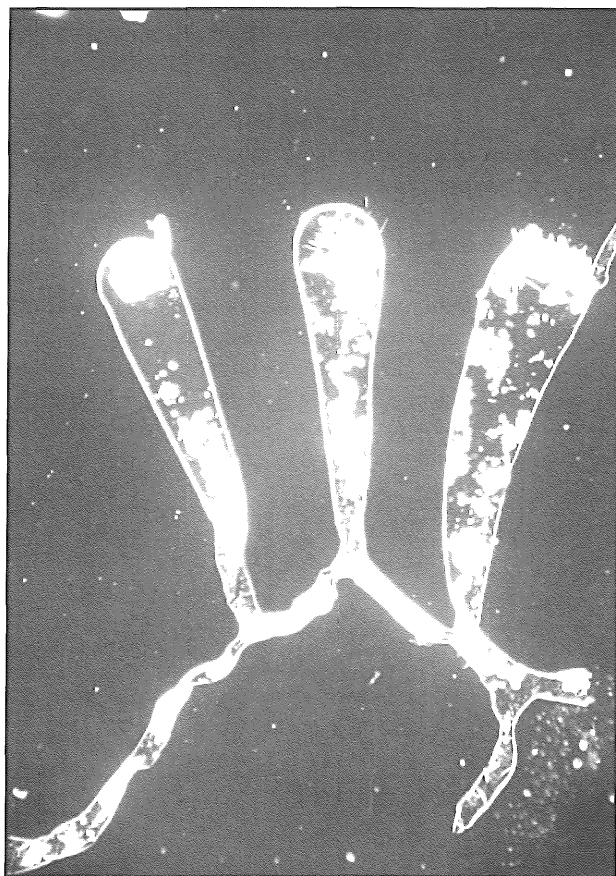
Naša opazovanja in meritve (tab. 2) so pokazale naslednje značilnosti mešičkov:

Oblika je hruškasta, valjasta, zlasti kijasta (iz spodnjega dela se postopoma razširjajo proti zaobljenim in rahlo sploščenim vrhom).

- Laskov je veliko in izhajajo na robu ali takoj pod robom razširjenega dela vrha.
- Laski ali njihove brazgotine so (40)-50-70-(80)  $\mu\text{m}$  pod vrhom.
- Zgornja stena mešička, zlasti pri valjastih mešičkih, je odebeljena (10-15  $\mu\text{m}$ ).

Glede na podatke iz literature (Silva, 1955) bi opazovani primerki iz slovenskega obalnega morja spadali v vrsto *C. vermilara*, kajti *C. tomentosum* ima laske nameščene bistveno nižje (130-235  $\mu\text{m}$  pod vrhom). Če upoštevamo še podatek avtorjev Gallardo *et al.* (1993), ki omenjajo *C. tomentosum* kot vrsto, ki ne sega do Jadranskega morja, lahko rečemo, da obstaja velika verjetnost, da je opisana vrsta *C. vermilara*.

Po navedbah Vouka (1957) na primerkih rodu *Codium* v bližini Rovinja so določevalni znaki potrdili pripadnost vrsti *Codium vermilara* po Silvi (1955).



Sl. 6: *Codium bursa* - mešički (foto: M. Richter).

Fig. 6: *Codium bursa* - utricle (photo: M. Richter).

## ZAKLJUČKI

Iz rezultatov analiz vrst iz rodu *Codium* Stackhouse (1797), ki so bile nabrane v slovenskem obalnem morju v zadnjih petih letih, lahko trdimo naslednje:

- Iz skupine kroglastih steljk se pojavlja ena vrsta: *Codium bursa* (L.) Agardh.
- Iz skupine brezobličnih steljk se pojavlja ena vrsta: *Codium effusum* (Rafinesque) Delle Chiaje.
- Iz skupine drevesastih dvojevnatih steljk se pojavljajo tri vrste: *C. decorticatum* (Woodw.) Howe, *Codium fragile* (Sur.) Hariot subsp. *tomentosoides* (Van Goor) Silva in *Codium vermilara* (Olivi) Delle Chiaje.

Iz povedanega lahko sklepamo, da se vrsta *C. tomentosum* Stackhouse ne pojavlja v slovenskem obalnem morju.

## ZAHVALA

Na koncu se zahvaljujem vsem, ki so kakorkoli pripomogli, posredno ali neposredno, k uresničitvi tega članka, zlasti gospodu Marjanu Richterju za fotografije, prijateljema Villiju Petroniju in Valterju Žiži, ki sta mi prinesla veliko primerkov alg. Posebno pa bi se rad zahvalil kolegu dr. Aleksandru Vukoviču, ki me je vpe-ljal v svet morskih bentoških alg in me spodbujal k raziskovalnemu delu.

## SUMMARY

*In the article the author presents the complexity of a number of species of the genus Codium Stackhouse (1797) occurring in the coastal waters of Slovenia. The introductory part, in which the process of determination is defined, is followed by general criteria on which a dichotomic key for the determination of algae is based. A brief description of the genus Codium is followed by the enumeration of different species present in the Mediterranean, in the Adriatic, in the Gulf of Trieste, and in Slovene coastal waters. After a short description of the method of preparation of samples for a microscopic analysis, the general groups of Codium are presented and described by emphasizing mainly their morphological characteristics. As a result of his work, the author presents a dichotomic key for the determination of the Codium species with a dichotomic carriage completed by a chart with morphological characteristics. There follows a description of general and individual species of Codium present in Slovene coastal waters, complete with photographic material and original drawings. A new species of the Slovene coastal waters named Codium vermilara (Olivi) Delle Chiaje is also dealt with.*

## LITERATURA

- Battelli, C. & A. Vukovič. 1995.** Rod *Codium* Stack. (1797) v slovenskem obalnem morju. *Annales* 7, 43-46.
- Burrows, E. M. 1991.** Seaweeds of the British Isles. Vol. 2: *Chlorophyta*. Nat. Hist. Mus., London, 189-199.
- Delépine, R. 1959.** Observations sur quelques *Codium* des cotes francaises. 299 Rev. Gen. Bot. 66, 366.
- Gallardo, T., A. Gomez Garetta, Ribera, M. Cormaci, G. Furnari, G. Giaccone & C. F. Boudouresque, 1993.** Check list of mediterranean seaweeds. II. *Chlorophyta*. Bot. mar., 36 (5), 399-421.
- Giaccone, G. 1978.** Revisione della flora marina del Mar Adriatico. Suppl. WWF 6/19, Trieste, 118.
- Godini, E. & A. Avanzini. 1987.** Una specie nuova per il golfo di Trieste (nord Adriatico): *Codium fragile* (Sur.) Hariot (*Chlorophyta*). Atti Mus. civ. stor. nat. Trieste 41(2), 197-203.
- Matjašič, J. & J. Štirn. 1975.** Flora in fauna Severnega Jadrana. Prisp. 1., SAZU, Ljubljana, 54.
- Munda, I. M. 1992.** Asociacije bentoških morskih alg severnega Jadrana. Flora in veg. Slovenije. Zbor. povz. ref., 32-33.
- Munda, I. M. 1993.** Changes and degradation of seaweed stands in the Northern Adriatic. *Hydrobiologia* 260/261:239-253.

**Silva, P. C. 1955.** The dichotomous species of *Codium* in Britain. J. Mar. Biol. Ass. UK, 34, 565-577.

**Turk, R. & A. Vukovič. 1994.** Preliminarna inventarizacija in topografija flore in favne morskega dela naravnega rezervata Strunjan. Annales, 4, 101-112.

**Vouk, V. 1936.** Jadranske Codiaceje (*Codiaceae*). Prir. istr. Jugosl. Sv. 20, 147-178.

**Vouk, V. 1957.** On the species of *Codium*: *C. tomentosum* (Huds.) Stack. and *C. vermilara* (Olivi) Delle Chiaje in the Adriatic. Thalassia Jugoslavica, Vol I, 6-10, 29-39.

**Vukovič, A. 1980.** Asociacije morskih bentoških alg v Piranskem zalivu. Biol. vestn. 28(2), 103-124.

**Vukovič, A. 1984.** Prispevek k poznavanju flore morskih alg Slovenije. Slov. Mor. in zal., 7(6-7), 187-193.

NOTE SU CONSOLIDA MINORE (*SYMPHYTUM BULBOSUM* SCHIMPER)  
ALL' ESTREMITA' DEL SUO AREALE ADRIATICO

Marina PERTOT

B.Sc., IRRSAE F. V. G., IT-34127 Trieste, Via Cantù 10  
dipl. biol., IRRSAE FJK, IT-34127 Trst, Via Cantù 10

## SINOSSI

In questo lavoro viene presa in esame la distribuzione di *consolida minore* (*Symphytum bulbosum* Schimper), specie considerata di per sè rara e poco nota, nonchè rediviva per il Carso triestino-goriziano. Viene inoltre criticamente rivista la distribuzione della specie in regione Friuli-Venezia Giulia con l' apporto di località inedite, arricchendo il quadro distributivo all' estremità del suo areale adriatico.

**Parole chiave:** *Symphytum bulbosum*, Alto Adriatico, distribuzione  
**Ključne besede:** *Symphytum bulbosum*, Severni Jadran, razširjenost

## INTRODUZIONE

Nell' ambito del progetto di cartografia floristica dell' Europa centrale (Ehrendorfer & Hamann, 1965), al quale da parecchi anni collabora pure la regione Friuli-Venezia Giulia, è stato messo a punto un sottoprogetto riguardante l' area carsica (Carso triestino-goriziano) (Poldini & Vidali, 1985), dove le indagini floristiche e fitogeografiche vengono eseguite a maggiore dettaglio. Questa ricerca, costituendo uno studio approfondito del territorio, funge da stimolo per un' indagine particolareggiata sulla flora locale. Tali ricerche nonchè la nota di Tone Wraber comparsa su Hladnikia (1995) su una nuova località di *Symphytum bulbosum* Schimper, specie rara e poco conosciuta, ci hanno indotto a stilare la presente nota.

Gli autori del secolo scorso indicano la presenza di *Symphytum bulbosum* nel territorio triestino e goriziano, ma lo considerano una specie rara a presenza sporadica. Da un' accurata ricerca bibliografica e dallo studio dell' erbario dell' Università di Trieste ci risulta che la sua presenza nel nostro secolo non sia stata confermata.

Forse la sua rarità va riferita pure alla scarsa conoscenza della specie stessa che potrebbe venir confusa con il *Symphytum tuberosum* L., molto più frequente nella nostra zona.

La differenza tra le due specie si basa in primo luogo sui caratteri fiorali: nel *S. bulbosum* la corolla è più piccola (da 7 a 12 mm) e dalla fauce corollina sporgono delle squame lanceolate; nel *S. tuberosum* la corolla supera gli 11 mm e le squame non fuoriescono dalla fauce. Una differenza importante si nota inoltre nel rizoma che si presenta sottile con dei tuberi subsferici e distanziati nel *S. bulbosum*, mentre nel *S. tuberosum* è ingrossato con dei tuberi ravvicinati (fig. 1).

Nota:

Le località citate vengono riportate come segue:

- a) solo con l' indicazione dell' unità di base, quando si lavora in minor dettaglio;
- b) con l' aggiunta del quadrante (espresso con cifre romane), quando trattasi di dati relativi alla regione e alle località dell' Istria slovena e croata;
- c) con ulteriore aggiunta di sezione (espressa in lettere minuscole), che rappresenta il 64-esimo del foglio I.G.M. 1:50.000, quando i dati sono riferiti alle località del Carso triestino-goriziano.

ATTUALI CONOSCENZE DI *SYMPHYTUM BULBOSUM* NEL FRULI-VENEZIA GIULIA E NELLE ZONE LIMITROFE

Spronati dai recenti rinvenimenti della specie nella vicina Istria slovena e croata (Kaligarič, 1987; Wraber



**Fig. 1:** *Consolida minore* (*Symphytum bulbosum*).  
**Sl. 1:** Čebulasti gabez (*Symphytum bulbosum*).

1995) e del ritrovamento fatto da Poldini, tuttora inedito, sui pendii lungo la strada che da Preval scende a Portorož (0447/IV), abbiamo intensificato le ricerche sui lembi flyschiodi della fascia costiera. Vane sono state le frequenti e insistenti ricerche eseguite nel muggesano, in particolare nella zona di Lazzaretto (0348/III/d e 0448/I/b), dove nel secolo scorso la specie è stata raccolta dal Marchesetti (1896-97: 383-384) e a S. Rocco (0348/IV/c), località citata da Pospichal (1897-99: 515). In tutta la zona è stato rinvenuto soltanto il *Symphytum tuberosum* L.

Inaspettatamente il 15 aprile 1996 è stato rinvenuto dall'Autrice un cospicuo popolamento di *Symphytum bulbosum* (fig. 2) lungo la scarpata erbosa che si estende tra la ferrovia e la strada che dal centro di Trieste porta a Barcola (0348/II/c, TSB). Qualche giorno più tardi, il 19 aprile 1996, un'altro popolamento è stato trovato sempre dall'Autrice sullo stesso lungomare, nella località Cedas (0348/I/b, TSB). In ambedue i casi la specie era accompagnata da specie ruderali fra cui *Sambucus nigra*, *Robinia pseudacacia*, *Laurus nobilis* (colt.), *Ranunculus ficaria* ssp. *bulbifera*, *Galium aparine*, *Allium neapolitanum* (specie mediterranea insediatasi da tempo



**Fig. 2:** Popolamento di *consolida minore* (*Symphytum bulbosum*) sulla scarpata erbosa nei pressi di Barcola (Foto: M. Pertot).

**Sl. 2:** Čebulasti gabez (*Symphytum bulbosum*) na travnati rebri v bližini Barkovelj (Foto: M. Pertot).

alla periferia della città con il carattere di avventizia stabile), *Hedera helix*, *Vinca major* (anche questa, specie transfuga da culture, appare abbastanza frequente in tutto il territorio triestino), *Gladiolus italicus*, *Veronica hederifolia* e altre specie ruderali.

La specie è stata inutilmente cercata pure nei fossi lungo la strada che da Monfalcone porta a Ronchi (0147/III/a; 0146/IV/b), cioè nella località riportata da Pospichal (1897-99:515), ripresa poi da Gortani (1905-06:337) e da Gams (in Hegi, 1966, V/3:2228-2229).

Nell'Atlante corologico delle piante vascolari nel Friuli-Venezia Giulia di Poldini (1991:732) vengono riportati alcuni nuovi ritrovamenti della specie in Regione. Nell'aprile 1986 è stata rinvenuta a San Vito al Tagliamento nella località Fontanassa (10043/III, leg. Bertani, Herb. pers.), nell'aprile 1990 a Pordenone centro lungo il fosso in via Interna (10041/II, leg. Pavan, Herb. pers.), nell'aprile 1991 Pavan segnala la sua presenza a Sacile lungo le rive del Livenza (10041/I, Herb. pers.) e nel 1996 presso il cimitero di Cordovado al Tagliamento



(10143/III, leg. Bertani, Herb pers.). Tutti i dati sopra citati sono confrontabili in quanto corredati da materiale d' erbario. Gli altri dati, riportati nell' Atlante, relativi alle aree di base 9943, 9944 e 10145 vanno riferiti a dati di campagna e sono privi di materiale di confronto.

Con i dati sopra citati e con quelli storici relativi alla Slovenia (Wraber & Skoberne, 1989:311) è stata elaborata una cartina di distribuzione in cui vengono usati tre simboli diversi:

- per i dati della letteratura,
- per dati d' erbario e
- \* per dati di campagna non suffragati da esemplari d' erbario (fig. 3).

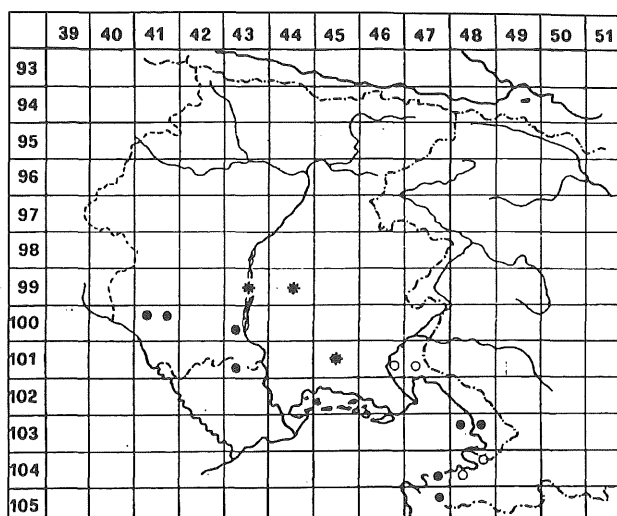
La specie predilige ambienti sinantropici, la si trova tra le siepi, tra i cespugli, nei fossati, nei giardini e nei cimiteri dall' area balcanico orientale, che si estende dalla Grecia all' Istria e all' Italia, alla Sicilia e alla Corsica. All' interno del suo areale il suo carattere sinantropico va considerato come una peculiarità della specie (Wraber, 1995:26), al di fuori di quest' area, in particolare nell' Europa centrale, la si può definire come avventizia efimera.

### CONCLUSIONI

Pur essendo i suoi ritrovamenti relativamente sporadici, probabilmente la specie non è tanto rara. Considerati i rinvenimenti degli ultimi anni, si ha l' impressione che si stia diffondendo in particolare nelle zone periurbane a forte pressione antropica, anche se desta meraviglia trovare una specie considerata rara, nelle zone degradate.

### RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano il sig. G. Bertani e il sig. R. Pavan per averci messo gentilmente a disposizione i dati utilizzati per la messa a punto della carta di distribuzione della specie in oggetto. Un grazie particolare al prof. Livio Poldini per i dati inediti, per i consigli forniti durante i lavori e per la lettura critica del manoscritto.



**Fig. 3:** La distribuzione di *consolida minore* (*Symphytum bulbosum*) in Friuli-Venezia Giulia e nell' Istria slovena e croata.

- per i dati della letteratura,
- per dati d' erbario e
- \* per dati di campagna non suffragati da esemplari d' erbario

**Sl. 3:** Razširjenost čebulastega gabeza (*Symphytum bulbosum*) v deželi Furlaniji-Juljski krajini ter v slovenski in hrvaški Istri.

- zgodovinski viri
- herbarijski viri
- \* s herbarijskimi polami nepotrjeni terenski podatki

### IZVLEČEK

*Avtorica obravnava razširjenost redke in malo poznane vrste čebulastega gabeza (Symphytum bulbosum Schimper), ki jo je v tem stoletju prvič našla na ozemlju Tržaško-goriškega Krasa. Nadalje analizira še dosedaj neznana najdišča v deželi Furlaniji-Juljski krajini in omenja nekatera nova, kar dopolnjuje sliko o njeni razširjenosti na severnojadranskem delu areala.*

## LETTERATURA

- Ehrendorfer, F. & U. Hamann, 1965.** Vorschläge einer floristischen Kartierung von Mitteleuropa. Ber. Deutsch. Bot. Ges., 78:35-50.
- Gortani, L. & M., 1905-1906.** Flora friulana con speciale riguardo alla Carnia.1: I-XXII + 1-225 + carte (1905), 2: 1 - 519 (1906), Udine.
- Kaligarič, M., 1987.** Floristične novosti iz slovenske Istre. Biol. vest., 36(2): 19-26.
- Gams, H. 1966.** Boraginaceae. In: Hegi, G., Ill. Flora von Mittel-Europa, V/3:2228-2229, München.
- Marchesetti, C., 1896-97.** Flora di Trieste e de' suoi dintorni: 383-384. Trieste.
- Poldini, L., 1991.** Atlante corologico delle piante vascolari del Friuli-Venezia Giulia: 732, Udine.
- Poldini, L. & M. Vidali, 1985.** Utilizzazione di una banca dati per la suddivisione fitogeografica di un territorio. Biogeographia, 11:247-259.
- Pospichal, E., 1897-1899.** Flora des österreichischen Küstenlandes. 1: I-XLIII+1- 576 + carte (1897) 2:1-528 (1898), 529-946 + tab.I-XXV (1899): 515, Leipzig u. Wien.
- Wraber, T., 1995.** Notule ad floram Sloveniae. Hladnikia, 5: 25-30, Ljubljana.
- Wraber, T. & P. Skoberne, 1989.** Rdeči seznam ogroženih praprotnic in semenk SR Slovenije. Varstvo narave, 14-15: 311, Ljubljana.

## ZDRUŽBA *SESLERIO AUTUMNALIS-FAGETUM* (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963 V KOPRSKEM GRIČEVJU

Igor DAKSKOBLER

dr. gozd. znanosti, Biološki inštitut ZRC SAZU, SI-1000 Ljubljana, Novi trg 5  
Ph.D. in forestry, Jovan Hadži Institute of Biology, Scientific Research Centre of the Slovene Academy of Sciences and Arts,  
SI-1000 Ljubljana, Novi trg 5

### IZVLEČEK

Avtor je po standardni srednjeevropski fitocenološki metodi v Koprskem gričevju (jugozahodna Slovenija) opisal novo geografsko varianto *Seslerio autumnalis-Fagetum* (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963 var. *geogr. Sorbus domestica* var. *geogr. nova*. Razdelil jo je v dve subasociaciji, toploljubnejšo *Seslerio autumnalis-Fagetum* var. *geogr. Sorbus domestica lathyretosum nigri* in kisloljubnejšo *Seslerio autumnalis-Fagetum* var. *geogr. Sorbus domestica calamagrostietosum arundinaceae*.

**Ključne besede:** fitocenologija, *Seslerio autumnalis-Fagetum*, Koprsko gričevje (jugozahodna Slovenija)

**Key words:** phytosociology, *Seslerio autumnalis-Fagetum*, the Koper Hills (southwestern Slovenia)

### UVOD

V okviru obsežne raziskave o asociaciji *Seslerio autumnalis-Fagetum* (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963 v severozahodnem delu ilirske flore province (Dakskobler 1994) smo to bukovo združbo preučili tudi v Koprskem gričevju. O njenem pojavljanju na tem območju je prvi pisal M. Wraber (1957, 1960). V svojih razpravah omenja, da je v slovenskem Primorju bukov gozd z ojstrico precej razširjen tudi na flišu. Označuje ga kot subklimaksno združbo, v kateri globoka, sveža in vlažna flišna tla precej izravnajo vroče in suho submediteransko podnebje. To omogoča bukvi, da oblikuje lastno združbo tudi v nižjih legah kakor na apnencu: med Razdrtim, Postojno, Pivko, Volčami in Senožecami v višini 400-500 m, v Istri pa celo v višini 200-300 m, medtem ko se posamezne bukve pojavljajo še nižje (100-150 m). Obliko na flišu vrednoti kot subasociacijo *Seslerio-Fagetum castaneetosum*. Njene razlikovalnice so: *Castanea sativa*, *Fraxinus angustifolia*, *Alnus glutinosa*, *Laburnum anagyroides*, *Ilex aquifolium*, *Rhamnus frangula*, *Rubus caesius* in *R. hirtus*. Fitocenološke tabele te subasociacije M. Wraber žal ni objavil. V njegovih zapiskih iz leta 1956 smo našli nekaj popisov asociacije *Seslerio-Fagetum* iz flišnega območja Istre

(okolica Gradina, Brezovica pri Gradinu, pobočje Drage nad potokom Starec).

S tega območja (Gradin, Brezovica, Reparec) je popis te združbe napravil tudi M. Piskernik in jih objavil v tabeli ksero- do higrofilnih združb Koprskega fliša (1991, tabela 11). Že objavljeno ali rokopisno gradivo je kljub temu preskromno in zaradi različnega pristopa obeh avtorjev tudi nehomogeno. Zato smo v bukovih gozdovih Koprskega gričevja opravili dodatne raziskave in nabrano gradivo uredili v fitocenološko tabelo.

### METODE DELA

Razpravo smo izdelali po standardni srednjeevropski fitocenološki metodi (Braun-Blanquet 1964, Westhoff & van der Maarel 1973, Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

Izhodiščno gradivo so bili fitocenološki popisi, ki smo jih v Koprskem gričevju napravili v juniju 1991. Popise smo uredili v analitične tabele po klasičnem postopku (Ellenberg 1956). Osnova za sintaksonomsko uvrstitev preučevane združbe sta bili sintetični tabeli asociacije *Seslerio autumnalis-Fagetum* v Sloveniji in na celotnem območju razširjenosti (Dakskobler 1994, fit. tabeli 13 in 14). Pri primerjavah različnih oblik makro-

asociacije *Seslerio autumnalis-Fagetum* smo uporabljali računalniški statistični paket SYN-TAX (Podani 1993). Pri delitvi makroasociacije na nižje enote smo upoštevali načelo večrazsežne členitve vegetacijskih enot (W. in A. Matuszkiewicz 1981).

Reprezentančna talna profila združbe *Seslerio-Fagetum* v Koprskem gričevju je opisal mag. Tomaž Prus. Analizo talnih vzorcev so opravili na Centru za pedologijo in varstvo rastlin pri Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Pri primerjavi asociacije *Seslerio-Fagetum* v Koprskem gričevju in v Srednjem Posočju smo uporabili indikacijske vrednosti, ki jih je za švicarsko floro izdelal Landolt (1977). K temu nas je spodbudila izdaja Atlasa flore Furlanije-Julijske krajine (Poldini 1991). V njej so Landoltovi indeksi tudi za tiste vrste, ki jih v izvirnem seznamu ni, se pa pojavljajo v obravnavani gozdni združbi. Tudi pri analizi Raunkiaerovih bioloških oblik smo si pomagali z istim delom.

Večino imen praprotnic in semenk navajamo po Registru flore Slovenije (Trpin & Vreš 1995). Pri imenovanju mahov in lišajev se ravnamo po avtorjih Frahm & Frey (1987) in Handke, *et al.* (1990). Določili smo le najpogostejše mahove. Zaradi nezanesljive določitve smo mahovno plast pri nekaterih analizah izpuščali.

#### KRATKA EKOLOŠKA OZNAKA RAZISKOVANEGA OBMOČJA

Gričevnati del Slovenske Istre ali Koprsko gričevje je razgibano, s številnimi potoki razrezano 100 do 450 m visoko območje. Zgrajeno je iz klastičnih sedimentov eocenske starosti. Deloma je to fliš, deloma flišu zelo podobni sedimenti. V njih se menjavajo plasti laporja in peščenjaka ter vložki breče in numulitnih apnencev. Peščenjaki so drobnozrnati in apnenčevi, modri do rumenkasti in sivi. Zaradi apnenega veziva so zelo trdni. Laporji so bolj glinasti, zelenkasti, sivi in rumenkasti, včasih so temnosivi in sipki. Med njimi je več kompaktnjših delov s prevladujočo apnenčevo komponento (Pleničar *et al.* 1973: 32-33). Predvsem lapornate plasti so zelo slabo odporne proti preperevanju. Preperelino in tla zaradi precejšnje strmine in neprepustne podlage odnaša padavinska voda. Tako nastajajo številna erozijska žarišča. Bolj odporen proti preperevanju je peščenjak, in tam, kjer prevladuje, so pobočja manj strma in tla globlja.

Z oblikovanostjo površja in zgradbo matične kamnine se spreminjajo tudi globina in lastnosti tal. Plitvejša, manj razvita tla (regosol, rendzina) so na strmih, spiranju izpostavljenih lapornatih pobočjih, redkeje tudi na položnejših pobočjih iz peščenjaka. Prevladujejo globlja, evtrična rjava tla. Posebno na zaobljenih hrbtih in slemenih je opaziti izpiranje glinastih delcev v spodnje horizonte in zastajanje padavinske vode (psevdo-

oglejevanje). Podrobno je tla na eocenskem flišu Koprskega gričevja raziskal Stepančič (1974), njegove izsledke povzema Lovrenčak (1990).

Podnebje Koprskega gričevja je submediteransko. Vplivi morja so izraziti le v ožjem priobalnem pasu do nadmorske višine 250 do 300 m (Ogrin 1993: 28). Z oddaljenostjo od morja naraščajo kontinentalni vplivi. V primerjavi z obalo je povprečna letna temperatura za eno ali dve stopinji nižja, povprečna količina padavin pa za nekaj 100 mm višja. Še najboljše podnebne razmere Koprskega gričevja ponazorimo s podatki meteorološke opazovalnice Kubed (262 m) - tabela 1. Ta leži na robu flišnega gričevja, že na stiku z apnencem.

	1931-1960	delež fraction	1951-1980*	delež fraction
Letno povprečje padavin v mm Mean annual precipitation in mm	1210		1231	
Količina padavin v vegetacijski dobi Precipitation in vegetation period	648	53%	700	57%
Povprečna letna temperatura (°C) Mean annual temperature (°C)	11.9		11,6	
Trajanje vegetacijske dobe Duration of vegetation period	200		210	

**Tabela 1: Meteorološki podatki postaje Kubed (262 m).  
Table 1: Meteorological data of the Kubed (262 m) observation station.**

\* Za razdobje 1951-1980 sta količina padavin v veget. obdobju in dolžina vegetacijske dobe ocenjeni.

Iz njih sklepamo, da ima Koprsko gričevje toplo podnebje s povprečno letno temperaturo 11-12 °C in z vegetacijsko dobo s povprečno dnevno temperaturo nad 10 °C okoli 200 dni (od začetka aprila do konca oktobra). Padavin je manj kot v severnem delu submediteranskega območja Slovenije, vendar so med letom razmeroma enakomerno razporejene. Več kot polovica jih pade v vegetacijskem obdobju. Več padavin je spomladi in jeseni, manj pozimi in poleti. V teh dveh letnih časih lahko pričakujemo daljša sušna obdobja (vir: podnebnih podatkov: Klimatografija Slovenije 1988, 1989, Gams 1990 in Ogrin 1990, 1995).

Regionalno podnebje je zaradi razgibanega površja pogosto modificirano. Razlike med prisojami in osojami, grapami in slemenimi so precejšnje, kar se kaže predvsem v rastju.

Po fitogeografski razdelitvi Slovenije (Zupančič *et al.* 1987) spada Koprsko gričevje že v mediteransko regijo, in sicer v koprsko-šavrinski distrikt slovenskoprimorskega sektorja jadranske province.

## GOZDNE ZDRUŽBE KOPRSKEGA GRIČEVJA

Domnevamo, da so nekoč večji del Koprškega gričevja poraščali hrastovi in bukovi gozdovi. Zaradi ugodne lege in milega podnebja so jih večji del izkrčili in spremenili v kmetijske površine - njive, travnike, pašnike in vinograde. Gozd je ostal le na strmih osojnih pobočjih in v ozkih grapah. Pogosto in veliko so ga sekali (glej npr. Valenčič 1956). Današnji gozdovi, v vsem Koprskem primorju (=Koprsko gričevje + obalne ravnice) jih je okoli 30% površine (Lovrenčak 1990: 56), so skoraj v celoti drugotni, so nastali bodisi na opuščeni kmetijskih površinah ali kot degradacijski stadiji po sečnjah v preteklosti. Rekonstrukcija potencialno naravne vegetacije je zato zelo težavna. Velikokrat lahko o primarni združbi le ugibamo.

Na prisojnih zaobljenih pobočjih, na bolj suhih in bolj plitvih tleh uspevajo gozdovi puhastega hrasta in ojstrice. Puncer in Zupančič (1993, ustno sporočilo) menita, da to toploljubno združbo, kjer je črni gaber zelo redek ali ga sploh ni, lahko obravnavamo kot posebno asociacijo *Seslerio autumnalis-Quercetum pubescentis* Puncer et Zupančič 1985 (nom. nud.). Črni gaber ima majhno stalnost tudi v subasociaciji *Ostryo-Quercetum pubescentis* Trinajstić 1974 *hieracietosum racemosi* Poldini 1982. Za to na eocenski fliš navezano subasociacijo Poldini (1982: 76) navaja, da se razlikuje po zahtevnejših vrstah, ki kažejo na bolj vlažna, rahlo zakisana, ilovnato-glinasta tla, npr. *Acer campestre*, *Ulmus minor*, *Ligustrum vulgare* in *Cornus sanguinea*. Nadaljnje raziskave bodo pokazale na podobnosti in razlike med omenjenima sintaksonoma.

Prav tako v prisojah, vendar na bolj svežih, ponekod psevdoglejenih tleh, uspeva asociacija *Molinio litoralis-Quercetum pubescentis* Šugar 1981 (Šugar et al. 1992, Šugar et al. 1995). Kaligarič (1994: 9) meni, da je to le hitrim spremembam izpostavljen stadij v zaraščanju vlažnih in zakisanih travišč na potencialno naravnih rastiščih združbe *Ostryo-Quercetum pubescentis hieracietosum*.

Predvsem v osojnih in v višjem, vzhodnem in jugovzhodnem delu gričevja dobimo združbo gradna in ojstrice *Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae* Poldini (1964) 1982. Bolj ohranjenih gozdov te asociacije je razmeroma malo. V različnih degradacijskih stadijih raste pisana zmes drevesnih vrst: graden, cer, pravi kostanj, brek, puhasti hrast, beli in črni gaber in mali jesen.

V vlažnih in senčnih dolinah in grapah so ostanki gozdov belega gabra (Kaligarič 1991: 34, Čarni & Kaligarič 1992: 80). Fitocenološko še niso raziskani. Morda gre za geografsko različico asociacije *Ornithogalo pyrenaici-Carpinetum betuli* Marinček, Poldini et Zupančič 1983 (Zupančič 1993, ustno sporočilo), ali pa za asociacijo *Anemone-Carpinetum betuli* Trinajstić 1964, ki jo je v hrvaškem delu Istre nedavno našel in opisal

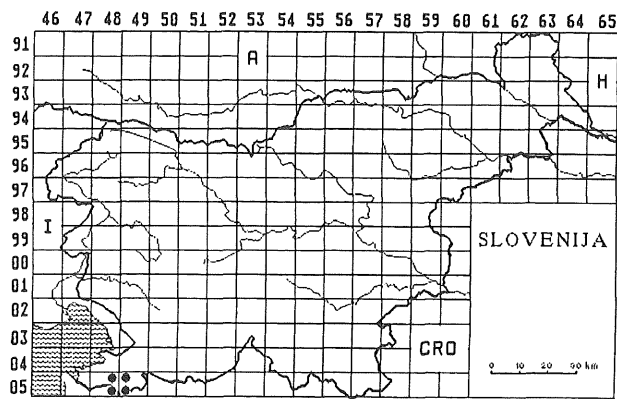
Trinajstić (1994).

Večje površine bukovih gozdov so v jugovzhodnem delu gričevja (v povirju Malinske, v okolici Brezovice pri Gradinu in južno od Pregare). Strnjeno bukove porašča tudi vzhodni del pobočja Drage nad potokoma Starec in Pinjec (Rokava). Manjše šope in skupine bukovja dobimo še na nekaj krajih (npr. v povirju Pišavca pod Šmarjami, nad dolino Dragonje, M. Prebešek 1991 - ustno sporočilo), v sosednjih območjih, a v podobnih ekoloških razmerah, pa v povirju Glinščice (Črešnjevce).

Domnevamo, da je bil delež bukovih gozdov v Koprskem gričevju in v drugih delih Istre (Trinajstić 1994: 83) v predzgodovinskem obdobju, predvsem ob koncu boreala in v atlantiku, precej večji, kot je danes. To potrjujejo palinološke raziskave sedimentov v Sečoveljskih solinah, v Koprskem zalivu in v Škocjanskem zatoku pri Kopru (Šercelj v Ogorelec et al. 1981: 196-197, Ogorelec et al. 1984: 178-180, Culiberg 1995). Zgodnje pojavljanje bukovega peloda v sedimentih Sečoveljskih solin v času med 10.000 in 9000 leti pred sedanostjo celo vzbuja domnevo, da je imela bukev kje v bližini glacialni refugij (Šercelj v Ogorelec et al. 1981: 196). Podobno predpostavlja Trinajstić (1994), da so bili deli Istre in danes potopljenega Kvarnerskega zaliva v času zadnje ledene dobe pribežališče (refugij) mezofilni gozdni vegetaciji. Metka Culiberg (1995) je s palinološko analizo vrtine v Škocjanskem zatoku ugotovila obilo bukovega peloda v celotnem 6 m globokem profilu. Tako velike vrednosti peloda imata med drevesnimi in grmovnimi vrstami samo še hrast in občasno leska. Za sosednji Kras Poldini (1972) sklepa, da so na njem pred človekovim posegom prevladovali predvsem hrastovi gozdovi s srednjeevropsko floro in majhno primesjo submediteranskih in ilirskih vrst. M. Piskernik (1985) je na osnovi dobro rastočega nasajenega bukovja pri Bazovici in ostankov naravnega bukovja pod Obrovcem izrazil mnenje, da je nekoč pokrival večino Krasa bukov in ne hrastov gozd. Tudi Metka Culiberg (1995) in Šercelj (1996) pri palinoloških raziskavah ugotavljata, da je bil delež bukke na Krasu nekoč bistveno večji. Verjetno je bila bukev (skupaj s hrastom) pred obsežnejšimi človekovimi posegi tam celo dominantna vrsta.

Vzroki za izginjanje bukovih gozdov v Koprskem gričevju so predvsem antropozoogeni. Bukve je v tem območju povsem na robu naravnega areala. Tako blizu morja lahko uspeva zaradi hladnejšega in vlažnejšega krajevnega podnebja ter vlažnejših in zato hladnejših flišnih tal. Premočne sečnje povzročijo degradacijo. V trajno vzdrževanih antropozoogenih stadijih prevladujejo toploljubnejše vrste, graden, cer, puhasti hrast, črni in beli gaber ter pravi kostanj.

Bukova rastišča Koprškega gričevja pripadajo fitocenološko trem sintaksonom. Pobočja večinoma porašča asociacija *Seslerio autumnalis-Fagetum* (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963. Na izpranih tleh z bolj kislo reakcijo



Sl. 1: Razširjenost geografske variante *Seslerio autumnalis-Fagetum* var. geogr. *Sorbus domestica* v Sloveniji.

Fig. 1: Distribution of the geographical variant *Seslerio autumnalis-Fagetum* var. geogr. *Sorbus domestica* in Slovenia.

smo ponekod zasledili prehode v zmerno kisloljubni bukov gozd *Luzulo-Fagetum* s. lat. To združbo je v podobnih ekoloških razmerah na flišnem območju severno od Reke opisal Pelcer (1990). Njegovo obliko v širšem smislu lahko uvrstimo v geografsko varianto (*Quercus-Luzulo-Fagetum* Marinček et Zupančič 1979 var. geogr. *Calamintha grandiflora* Marinček et Zupančič 1979 (= *Castaneo-Fagetum sylvaticae* Marinček et Zupančič 1995 var. geogr. *Calamintha grandiflora* Marinček et Zupančič 1995).

Doline, površinske uravnave in spodnje dele pobočij, kjer so tla vlažnejša in globlja, porašča bukovje, v katerem uspevajo tudi bolj mezofilne vrste, npr. *Allium ursinum*, *Carex sylvatica*, *Arum italicum*, *Galeobdolon montanum*, *Cerastium sylvaticum*, ponekod, v povirju Malinske (0548/4), celo *Cardamine trifolia* in kisloljubna *Orthilia secunda*. Po zgradbi in floristični sestavi je to bukovje nekoliko podobno v Srednjem Posočju opisani asociaciji *Ornithogalo-Fagetum* Marinček et al. 1990, vendar je v njem delež toploljubnih vrst večji. To je razumljivo, saj uspeva v toplejšem in manj vlažnem podnebju. V hrvaškem delu Istre podobne bukove gozdove nekateri avtorji (Bertović & Lovrić 1987) uvrščajo v asociacijo *Aquifolio-Fagetum* (Bert. 1956) Gentile 1974, drugi, npr. Trinajstić (1994), pa v srednjeevropsko združbo *Carici pilosae-Fagetum* Oberdorfer 1957. Vsekakor bo potrebna podrobnejša raziskava v tistih flišnih delih Istre, kjer so še ohranjeni bukovni sestoji. Šele obdelava tabelarnega gradiva in primerjava s podobnimi združbami (*Seslerio-Fagetum*, *Ornithogalo-Fagetum*) bo sta dali popolnejšo informacijo o tem submediteranskem podgorskem bukovju. Začasno ga uvrščamo v geografsko varianto *Ornithogalo-Fagetum* var. geogr. *Helleborus istriacus* (prov.).

## EKOLOGIJA, SESTOJNA PODOBA, PLASTNATOST IN FLORISTIČNA SESTAVA ZDRUŽBE *SESLERIO-FAGETUM* V KOPRSKEM GRIČEVJU

Asociacija *Seslerio autumnalis-Fagetum* v Koprskem gričevju raste na zmerno strmih do strmih osojnih pobočjih na nadmorski višini 150 do 450 m (za njeno prostorsko razširjenost glej sl. 1). Tla na eocenskem flišu so globoka, ilovnata, slabo do zmerno kislja, pogosto izprana in rahlo psevdooglejena. Običajno so sveža, le v poletnih mesecih (maj - avgust) se lahko zgornji horizonti izsušijo. Zaradi flišne matične podlage in hladnejšega in vlažnejšega krajevnega podnebja poletne visoke temperature in daljšega obdobja brez padavin ne pridejo toliko do izraza.

Sestoji so večinoma panjevskega izvora. Za Koprsko gričevje je značilno, da so gozdove skoraj vsakih dvajset let izsekali, zato drevje ni moglo doseči večjih prsnih premerov in višin. Večstoletna panjevska sečnja je oslabilala genski fond in reproduktivno sposobnost buke. V Dragi pod Borštom so v začetku tega stoletja še pasli. Na pašniku so rasli posamezni bukovski koši. Po opustitvi paše se je bukev pomladila. Ko je te gozdove pred skoraj štiridesetimi leti obiskal M. Wraber (1956, terenski zapiski), je tu uspeval mešan gozd bukve, kostanja in gradna. Posamezni stari košati kostanji, visoki 10-12 m in s prsnim premerom 30-40 cm, so bili nekaj let pred tem okleščeni v višini 2-5 m, za pridelovanje vinogradniškega kolja. Pod njimi je bila podrast bukve, črnega gabra in malega jesena. Bukve je bila takrat večinoma še v grmovni plasti, visoka 4 do 6 m. V naslednjih desetletjih večjih posegov ni bilo več, zato je bukev dosegla razsežnosti, ki jih prej zelo dolgo nikoli ni imela. Gozdovi, ki jih je leta 1956 opisal M. Wraber, so zato danes precej drugačni. Zdaj so to bukovski panjevski drogovnjaki s primesjo kostanja, cera, gradna in breka. Redkejša sta črni gaber in puhasti hrast. Sodeč po opisih M. Wraberja sta bili ti drevesni vrsti v inicialnih sukcesijskih stadijih pogostejši. Bukve ju je, potem ko je nekaj desetletij nemoteno rasla, postopno izločila. Drevesa so v prsni višini debela 20 do 30 cm in visoka 15 do 18 m.

Precejšnjo površino pokriva tudi spodnja drevesna plast. Oblikuje jo največ mali jesen, ki v primerjavi s črnim gabrom bolj trdoživo prenaša bukvino senco. Posamično v tej 5 do 10 m visoki plasti opazimo še brek *Sorbus torminalis*, skorš *Sorbus domestica* in bodiko *Ilex aquifolium*. V drevesno plast se pogosto povzpne bršljan *Hedera helix*.

Višinsko razgibana je tudi grmovna plast. Običajno zastira 20 do 30% površine, če pa vanjo štejemo še grmičasto razraslo bodečo lobodiko *Ruscus aculeatus*, še veliko več. V zgornji grmovni plasti (grmi, višji od 2 m) so poleg podmladka že omenjenih drevesnih vrst (predvsem malega jesena, bodike in breka) najpogostejša navadni in enovratni glog *Crataegus laevigata*,

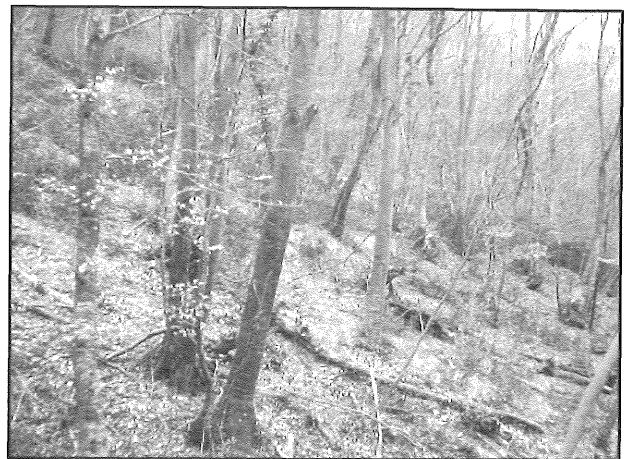
Hamefiti (Chamaephytes)	Ch	15
Mahovni hamefiti	B ch	12
Lišajni hamefiti	Ch lich	1
Grmičasti hamefiti	Ch suffr	2
<b>Geofiti (Geophytes)</b>	<b>G</b>	<b>21</b>
Geofiti z gomoljem	G bulb	3
Geofiti s koreninskimi brsti	G rad	2
Geofiti s koreniko	G rhiz	16
<b>Hemikriptofiti (Hemicryptophytes)</b>	<b>H</b>	<b>30</b>
Šopasti hemikriptofiti	H caesp	8
Plazeči hemikriptofiti	H rept	2
Rozetni hemikriptofiti	H ros	2
Steblasti hemikriptofiti	H scap	16
Mahovni hemikriptofiti	H th	2
<b>Fanerofiti (Phanerophytes)</b>	<b>P</b>	<b>34</b>
Nanofanerofiti	NP	3
Šopasti fanerofiti	P caesp	6
Vzpenjavi fanerofiti	P lian	5
Steblasti fanerofiti	P scap	20

**Tabela 2: Biološki spekter asociacije *Seslerio-Fagetum* v Koprskem gričevju (deleži v %).**

**Table 2: Plant life forms spectrum of the association *Seslerio-Fagetum* in the Koper Hills (percentages).**

*C. monogyna* in rumeni dren *Cornus mas*. V spodnji grmovni plasti (grmi do višine 2 m) se razraščajo ovijalke, kovačnik *Lonicera caprifolium*, bršljan in navadni srobot *Clematis vitalba*, v Dragi celo ostrolistni beluš *Asparagus acutifolius*. V tej plasti sta tudi gozdni šipek *Rosa arvensis* in srhkodlakava robida *Rubus hirtus* s. lat.

Naslednjo, še nekoliko nižjo plast gradi bodeča lobodika. Pogosto raste v skupinah, ki zastirajo precejšnjo površino. Na nekaj krajih v Dragi jo dobimo skupaj z bližnjo sorodnico, širokolistno lobodiko *Ruscus hypoglossum*. V jugozahodni Sloveniji je to edino doslej znano rastišče te južnoevropsko-pontske vrste. Najbližji znani rastišči sta na Tržaškem krasu - Berlova jama pri Gabrovcu in v Istri - Limski kanal (glej Mezzena 1986: 266, Poldini 1991: 656, 832). Ta vrsta vlažnih in senčnih južnoevropskih gozdov tako blizu morja, le 15 km zračne črte, lahko uspeva le v odmaknjenem, razmeroma ohranjenem gozdnem okolju s hladnejšim krajevnim podnebjem. Morda je bila nekoč v osojah Koprškega gričevja pogostejša, podobno kot bukovi gozdovi, na katere je cenološko navezana. Na to lahko sklepamo tudi iz najdbe ekološko sorodne vrste *Daphne laureola* v sosednji dolini Dragonje (Kaligarič 1987).



**Zgodnjepomladanski videz asociacije *Seslerio autumnalis-Fagetum* v Dragi nad potokom Starec (Foto: I. Dakskobler).**

**Early spring aspect of the association *Seslerio autumnalis-Fagetum* on the slopes of Draga above the Starec rivulet (Photo: I. Dakskobler).**

Zaradi goste razrasti bodeče lobodike je pokrovnost ojstrice *Sesleria autumnalis* manjša, kot smo vajeni v tej združbi. Kljub temu je prevladujoča vrsta zeliščne plasti, ki zastira 60 do 90% površine. Ob njej so pogoste še druge toploljubne vrste: *Melittis melissophyllum*, *Tamus communis*, *Tanacetum corymbosum* in *Lathyrus niger*. Največ je vrst bukovih in hrastovih gozdov (*Fagetalia*, *Quercio-Fagetea*), med njimi *Lathyrus vernus*, *Euphorbia amygdaloides*, *E. dulcis*, *Polygonatum multiflorum*, *Symphytum tuberosum* in *Lilium martagon* ter *Anemone nemorosa*, *Carex digitata* in *Galium schultesii*. Druge vrste z večjo stalnostjo so *Hieracium racemosum*, *Veronica chamaedrys* in *Ajuga reptans*.

Mahovna plast zastira 5 do 10% površine. Prevladujejo bolj kisloljubne vrste, ki rastejo na tleh: *Hypnum cupressiforme*, *Fissidens taxifolius*, *Isoetecium mysuroides*, *Brachythecium velutinum* in *Atrichum undulatum*.

Asociaciji *Seslerio-Fagetum* v Koprskem gričevju dajejo svojevrsten videz bogata plastnatost, pogoste ovijalke in zimzelene vrste. Vzrok za takšno zgradbo je toplo, a še vedno dovolj vlažno podnebje. To potrjuje tudi analiza biološkega spektra po Raunkiaeru (tabela št. 2). Upoštevajoč stalnost vrst po deležu prevladujejo fanerofiti, to je drevesa in grmi. Dobro so zastopani tudi hemikriptofiti in geofiti. Biološki spekter kaže na ugodne razmere za rast bukovega gozda.

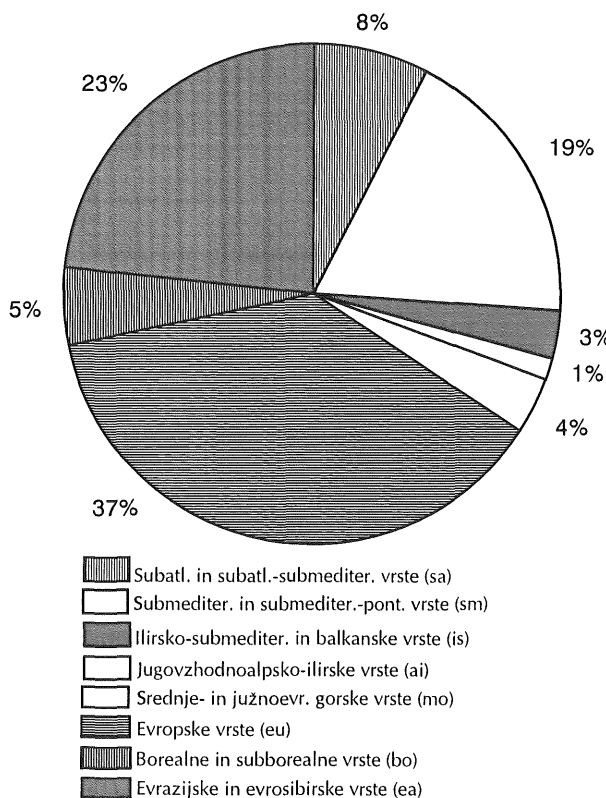
Floristično sestavo združbe kaže fitocenološka tabela 1. Asociacija *Seslerio-Fagetum* v Koprskem gričevju po številu vrst ni bogata. Skupno smo jih našli 125, povprečno 45 na popis. To je precej manj kot v večini drugih oblik. Po cenološki pripadnosti imajo, upoštevajoč tudi



njihovo stalnost, največji delež vrste bukovih in hrastovih gozdov (*Fagetalia sylvaticae, Quercu-Fagetea*) - 22,7 in 15,4%. Dokaj enakovreden je delež vrst gozdov puhastega hrasta (*Quercetalia pubescenti-petraeae*) - 21,5%. Zelo nizek je delež vrst, ki jih šte-jemo za značilnice zveze ilirskih bukovih gozdov *Aremonio-Fagion* - le 4,9%. Asociacija *Seslerio-Fagetum* je ena izmed krajnih asociacij te zveze, saj raste v mejnih območjih ilirske flore province. Oblika iz Koprškega gričevja je krajna v asociaciji *Seslerio-Fagetum*. Ekstraconalno\* uspeva že v coni toploljubnih (submediteranskih) hrastovih gozdov. To ekstraconalnost potrjuje analiza horoloških skupin (geoelementov). Delež subatlantskih in submediteranskih vrst je 30%, kar je zgornja meja za ilirska bukovja. Zelo malo je alpsko-ilirskih in gorskih vrst - 4,8% - sl. 2.

\* Pojem ekstraconalnost razumemo tako, kot ga tolmačijo Horvat in sodelavci (1974: 4): V mejnih območjih dveh vegetacijskih con se pogosto kaže mozaično prepletanje. To pomeni, da vegetacija toplejših območij uspeva tudi na prisojnih pobočjih hladnejše cone in obratno, vegetacija hladnejših območij poseli osovna pobočja toplejše cone.

Ob tem se pojavlja vprašanje, ali cono submediteranskih listopadnih hrastovih gozdov še lahko uvrsti-



Sl. 2: Horološki spekter asociacije *Seslerio autumnalis-Fagetum* v Koprskem gričevju.

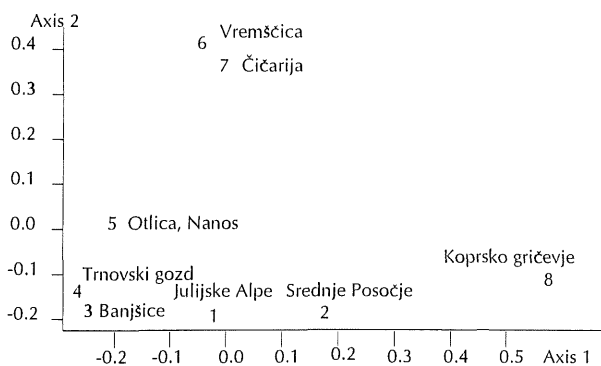
Fig. 2: Chorological spectrum of the association *Seslerio autumnalis-Fagetum* in the Koper Hills.

mo v mediteransko florno regijo. Nekateri raziskovalci, npr. Šugar (1983, 1984, Šugar et al. 1995) uvrščajo območja v Istri, kjer prevladujejo ti gozdovi, že v evrosibirsko-severnoameriško florno regijo. Gotovo drži, kot meni Trinajstić (1993: 41), da bukovni gozdovi v Sredozemlju pripadajo temu le geografsko, medtem ko florno, vegetacijsko, fitogeografsko in bioklimatsko pripadajo evrosibirsko-severnoameriški regiji.

SISTEMATSKA OZNAKA IN ZNAČILNE TER RAZLIKOVALNE VRSTE ASOCIACIJE

Sinekologija, zgradba in floristična sestava asociacije *Seslerio-Fagetum* v Koprskem gričevju je precej drugačna, kot jo imajo doslej opisane oblike te združbe. To kažeta obe sintetični tabeli (Dakskobler 1994, fitocenološki tabeli 13 in 14) in klasifikacija ter ordinacija primerjanih oblik (slika 3). Še največjo podobnost bi pričakovali z obliko iz Srednjega Posočja, ki prav tako uspeva v glavnem na flišu in v podgorskem pasu. Vendar so tudi v tem primeru, kot bomo videli, razlike precejšnje. Vzroki za drugačno zgradbo in floristično sestavo so predvsem v geografskem položaju (flišno gričevje v neposredni bližini morja) in v drugačnem podnebju. To se kaže tudi v genetski strukturi bukve. Comps in sodelavci (1991) so pri raziskavah genetske različnosti bukovih sestojev na Hrvaškem ugotovili značilno razliko v frekvenci alelov med sestoji gorskega in podgorskega pasu submediteranskega območja.

Zaradi naštetega obravnavano obliko uvrščamo v samostojno geografsko-makroklimatsko povzročeno enoto ali geografsko varianto *Seslerio autumnalis-Fagetum* (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963 var. geogr. *Sorbus domestica* var. geogr. nova. Njene razlikovalne vrste so: *Sorbus domestica*, *Ruscus aculeatus*, *Helleborus istriacus* in *Asparagus acutifolius*.



Sl. 3: Dvorasezni ordinacijski diagram doslej opisanih oblik asociacije *Seslerio autumnalis-Fagetum* v Sloveniji (po Dakskobler 1994).

Fig. 3: Two-dimensional scatter diagram of the forms of the association *Seslerio autumnalis-Fagetum* described in Slovenia (after Dakskobler 1994).

Skorš *Sorbus domestica* je razširjen v glavnem v Sredozemlju in na njegovem obrobju. Uspeva v kserotermnih listnatih gozdovih, skupaj s črnim gabrom, kraškimi belim gabrom, pravim kostanjem, hrasti (puhavcem, cerom, sladunom) in tatarskim javorjem ter v gozdovih dalmatinskega črnega bora in kavkaške (azijske) bukve in pontskega sleča (podrobneje o skoršovi prisotnosti v jugovzhodnoevropskih gozdnih združbah glej npr. Horvat Glavač *et al.*, 1974 in Trinajstić 1985, 1986). V toplejših predelih srednje Evrope najpogosteje raste v združbah reda *Quercetalia pubescenti-petraeae* (Oberdorfer 1983: 503).

V širši okolici raziskovanega območja ga omenja Poldini (1989) v asociacijah *Amelanchiero-Ostryetum* Poldini (1978) 1982, *Ostryo-Quercetum pubescentis* in *Seslerio-Quercetum petraeae*. Pelcer (1990) ga ima v seznamu vrst asociacije *Luzulo-Fagetum* s. lat. na flišnem območju severno od Reke. V Goriških Brdih smo ga v enem popisu našli tudi v subasociaciji *Ornithogalo-Fagetum fraxinetosum orni* (Dakskobler 1994).

Košir (1994: 22) piše, da je skorš v enem primeru našel v bazofilnem gradnovem gozdu *Asplenio adiantum-nigrum-Quercetum petraeae* Košir 1994. To združbo je opisal na območju Boča in Haloz v vzhodni Sloveniji. Raste tudi v gozdovih na strmih prisojnih pobočjih pod Vino goro (Kozjansko) in Pečino (Bizeljsko) - Jogan (1996).

Ta toploljubna vrsta običajno uspeva na globljih, ilovnatih ali glinastih tleh, ki vsebujejo dovolj hranil (Šilić 1973: 111, Oberdorfer 1983: 503). V Sloveniji je skorš verjetno spontan le v submediteranskem območju, drugod je kultiviran ali podivjan (E. Mayer 1952: 122, Martinčić & Sušnik 1984: 209). Njegovo razširjenost v Sloveniji je na osnovi fitocenoloških popisov dr. Maksa Wraberja v svoji diplomski nalogi prikazala Marija Gogala (1990). Njene podatke povzema, prav tako v diplomski nalogi, Skube (1995), s tem da našteva še druga rastišča. Po njegovih podatkih skorš v gozdovih raste v Koprskem gričevju, v okolici Črnega Kala ter v Vipavski dolini, drugod (Bela krajina, Suha krajina, Bizeljsko, Prekmurje) pa navadno zunaj gozda, ob hišah in naseljih. O njegovi ekologiji in rasti pišejo tudi Kotar in sodelavci (1995). Asociacijo *Seslerio-Fagetum* v Koprskem gričevju označuje tako horološko kot ekološko. Zelo dobro kaže na njeno ekstraconalno uspevanje v pasu toploljubnih hrastovih gozdov.

Še izraziteje označuje ekologijo in horologijo obravnavanega sintaksona ostrolistni beluš *Asparagus acutifolius*. Ta sredozemska ovijalka je ena izmed značilnih vrst zimzelenih gozdov črničevja *Quercion ilicis* Br.-Bl. 1936. Raste tudi v drugih mediteranskih in submediteranskih združbah (glej npr. Horvat *et al.* 1974, Trinajstić 1985, 1986). V Sloveniji uspeva tudi v kraških gozdovih črnega gabra in puha-stega hrasta *Ostryo-Quercetum pubescentis* oz. *Seslerio autumnalis-Ostryetum* Ht. et Horvatić 1950 (T. Wraber 1989: 27). V

glavnem v tej združbi raste še globlje v notranjosti, npr. v dolini Idrije med Golim Brdom in Miščkom (9947/1) ali v skalovju nad Sočo pri Plaveh (9947/4). V predgorje Alp prodre tudi v sosednji Furlaniji (Poldini 1991: 165).

Bodeča lobodika *Ruscus aculeatus* ima širši areal in ekološko amplitudo. V dovolj toplem podnebjju uspeva tudi v podgorskih bukovih gozdovih submediteransko-predalpskega, submediteranskega in subpanonskega fitogeografskega območja Slovenije. V bukovih gozdovih Koprškega gričevja ni samo zelo pogosta, temveč v njih navadno pokriva tudi precejšno površino. Je ena izmed tistih vrst, ki ločujejo bukovja flišnega gričevja od gorskih bukovij Čičarije in Vremščice.

Taksona *Helleborus odorus* W. & K. var. *istriacus* Schiffn. v botanični literaturi ne obravnavajo enotno. Nekateri avtorji (npr. Merxmüller & Podlech 1961: 4-5, Martinis 1973: 240-241, Nikolić 1994: 48) ga štejejo za podvrsto ali formo vrste *Helleborus multifidus* Vis. Drugi avtorji menijo, da je to morfološko in fitogeografsko dobro označena oblika (rasa, varieteta ali morda podvrsta) vrste *Helleborus odorus* W. & K. (Hayek 1927: 299, Degen 1937: 115, E. Mayer 1952: 67, E. Mayer 1993, ustno sporočilo, Poldini 1991: 407, 816). Pripadnost kompleksu *Helleborus odorus* potrjujejo morfolometrijske, histoanatomske in citotaksonomske analize (Coassini Lokar *et al.* 1993), medtem ko ga pri najnovejši taksonomski obravnavi sekcije *Helleborus* L. sect. *Helleborastrum* Spach v Italiji Zanotti in Cristofolini (1994) kot podvrsto priključujeta vrsti *Helleborus viridis* L. Madžarska raziskovalka Lacza (1958) ga vrednoti celo kot samostojno vrsto *Helleborus istriacus* (Schiffn.) Borbas. Čeprav ji večina avtorjev v tem ne sledi, se ime *Helleborus istriacus* pogosto pojavlja v botanični in fitocenološki literaturi, predvsem zaradi lažjega navajanja (glej npr. Šugar & Trinajstić 1970, Trinajstić 1994, Poldini 1989, Accetto 1990 in Piskernik 1991). V nadaljnjem besedilu in v fitocenološki tabeli ga bomo uporabljali tudi mi.

Ta toploljubni takson je v bukovih gozdovih razmeroma redek. Raste predvsem v asociaciji *Seslerio-Fagetum* (Accetto 1990: 11). Pogostejši je v gozdovih črnega gabra in hrastov iz reda *Quercetalia pubescenti-petraeae*: *Amelanchiero-Ostryetum*, *Ostryo-Quercetum pubescentis*, *Seslerio-Quercetum petraeae* in v mezofilnih gozdovih belega gabra *Asaro-Carpinetum betuli* Lausi 1964 ter na gozdnem robu, npr. v združbah *Lamio orvalae-Sambucetum nigrae* Poldini 1980 in *Galantho-Coryletum* Poldini 1980 (glej Poldini 1989: 219, 221, 233, 234, Coassini Lokar *et al.* 1993: 139). Šugar in Trinajstić (1970) ga omenjata v subasociaciji *Seslerio-Ostryetum carpinetosum betuli*, Trinajstić (1982, 1994) pa v subasociaciji *Potentillo albae-Quercetum pubescentis* A. Horv. 1978 *ostretosum* in v asociaciji *Ane-mone-Carpinetum betuli*. Šugar in sode-lavci (1995) so ga izbrali za razlikovalno vrsto asociacije *Molinio litoralis-Quercetum pubescentis*. Na Velebitu raste na



**Jesenska vilovina** *Sesleria autumnalis*, **značilna vrsta asociacije** *Seslerio autumnalis-Fagetum* (Foto: I. Dakskobler).

*Sesleria autumnalis* - **character species of the association** *Seslerio autumnalis-Fagetum* (Photo: I. Dakskobler).

humoznih, kamnitih grmovnatih krajih od obale do subalpinskega pasu, v nadmorski višini od 50 do 1287 m (Degen 1937: 115).

Istrski teloh *Helleborus istriacus* je zaradi zelo ozkega areala, ki obsega jugozahodno Slovenijo (najbolj severno ga omenja Poldini 1971: 177, 179 na pobočjih Nanosa nad Razdrtim, vendar analizirani primerki iz Vipavske doline pripadajo še taksonu *H. odoratus* - Coassini Lokar *et al.* 1993: 138, 149), tržaški Kras, Istro, Kvarnerske otoke in Velebit (glej arealno karto Lacza 1958: 91), zelo dobra geografska razlikovalnica.

Bolj kot same zase so našete vrste razlikovalne kot skupina. Ta skupina obravnavani sintakson jasno loči od vseh doslej opisanih oblik makroasociacije *Seslerio-Fagetum* s. lat. in poudarja njegovo ekstraconalnost (Dakskobler 1994, fitocenološki tabeli 13 in 14).

Ena izmed dveh značilnih vrst asociacije, *Lathyrus venetus*, je kljub toplemu podnebjju razmeroma redka. To potrjuje našo domnevo (Dakskobler 1995), da tej toploljubni metuljnici hladna flišna tla ne ustrezajo. Na apnenčastih tleh sosednje Čičarije je precej pogostejša.

### TIPOLOŠKA ČLENITEV ASOCIACIJE

Asociacijo *Seslerio-Fagetum* v Koprskem gričevju delimo v dve subasociaciji. Na osojnih pobočjih Drage, nad potokoma Starec in Pinjevec (Rokava) raste bolj toploljubna oblika: *Seslerio autumnalis-Fagetum* var. geogr. *Sorbus domestica lathyretosum nigri*. Uspeva zelo nizko, na nadmorski višini 150 do 300 m in že zelo blizu morja. Tla na eocenskem flišu so globoka, sveža

do vlažna, ilovnato-glinasta, v spodnjih horizontih, kamor se izpirajo glinasti delci, tudi precej zbita. Uvrščamo jih v tip izpranih evtričnih rvavih tal (Luvic-Eutric Cambisols). Njihove morfološke lastnosti so naslednje (opis profila T. Prus):

Talni tip: **Evtrična rjava tla na flišu, izprana, rahlo psevdooglejena;**

Horizonti v profilu: **O1-Of-A-E-B-B/Bg-C;**

Opis lokalitete: Draga, nad potokom Starec, 280 m nm. v., nagib 25°, N, pobočje;

Matična podlaga: eocenski fliš;

Opis profila:

**O1:** 7-0.5 cm: listje bukve, hrasta, kostanja, malega jesena, breka, *Sesleria*;

**Of:** 0.5-0 cm: delno razkrojeni rastlinski ostanki;

**A:** 0-10 cm: 10YR 3/2, srednje izrazita grudičasta struktura, srednje gost, srednje drobljiv, svež do vlažen, močno humozen, gsto prekoreninjen, z zelo veliko deževnikovih izmetkov;

**E:** 10-50 cm: 10YR 5/6, srednje izrazita drobno poliedrična struktura, gost, težko drobljiv, svež, z organsko snovjo po rovih korenin, gsto prekoreninjen;

**B:** 50-85 cm, 10 YR 5/4, precej izrazita poliedrična struktura, gost, zbit, težko drobljiv, svež do vlažen, mineralen, s posameznimi koreninami in posameznimi delci peščenjaka do premera 10 cm;

**B-Bg:** 95-120 cm, 10YR 5/6; 2,5Y4/2, precej izrazita poliedrična struktura, gost, zbit, težko drobljiv, svež do vlažen, mineralen, s posameznimi koreninami, 5% do 1 cm debelega, močno preperlega lapornatega skeleta. Novotvorbe: glinaste in manganove prevleke;

**C:** zdrobljen preperel lapor.

Fizikalne in kemične lastnosti so zbrane v tabeli 3.

Kljub nakazanim procesom izpiranja in zastajanja površinske vode je delež izmenljivih baz več kot 50%. To se kaže v rastlinstvu, saj prevladujejo nevtrofilno-bazofilne vrste. Nekateri izmed njih smo izbrali za razlikovalnice te subasociacije: *Galium schultesii*, *Primula vulgaris*, *Ilex aquifolium* in *Cyclamen purpurascens*. Najbolj uspevajo v nevtrofilno-mezofilnih hrastovo-gabrovih in bukovih gozdovih. V drugi skupini razlikovalnic so vrste toploljubnih hrastovih gozdov: *Lathyrus niger*, *Tanacetum corymbosum* in *Vincetoxicum hirundinaria*. Mednje lahko štejemo tudi že omenjeni ostrolistni beluš. Te vrste kažejo na ugodne toplotne in svetlobne razmere te subasociacije. **Njen nomenklaturni tip je popis št. 7 v fitocenološki tabeli 1.** To je hkrati nomenklaturni tip geografske variante *Seslerio-Fagetum* var. geogr. *Sorbus domestica*.

Subasociacijo členimo v dve varianti. Zaobljene, zgornje dele pobočij porašča bolj suha oblika *Seslerio autumnalis-Fagetum* var. geogr. *Sorbus domestica lathyretosum nigri* var. *Serratula tinctoria*. V tej varianti

Evtrična rjava tla na flišu (Luvis-Eutric Cambisols)				
Horizont (Horizon)	A	E	B	B-Bg
pH v KCl (pH in KCl)	6	4,2	4,4	5,9
pesek % (sand)	24,2	20,5	14,7	12,8
melj % (silt)	51,2	46,7	38,1	35,8
glina % (clay)	24,6	32,8	47,2	51,4
teksturni razred (texture class)	MI SL	GI-MGI CL-SCL	G-MG C-SC	G C
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 g)	1,9	1,4	<0,5	0,6
K <sub>2</sub> O (mg/100 g)	32,1	18,2	23,2	22,8
% OS (% of org. mat.)	11,9	1,8	1,1	0,6
% C	6,9	1	0,6	0,3
% N	0,36	0,08	0,06	0,06
C/N raz. (C/N ratio)	19,2	12,5	10	5
Izmenljivi kationi v meq/100 g tal (Exchangeable base-forming cations in meq/100 g of soil)				
Ca	21,94	10,86	18,78	28,89
Mg	2,67	1,74	1,5	1,14
K	0,53	0,3	0,4	0,4
Na	0,13	0,1	0,16	0,18
H	11,87	11,04	10,26	6,27
S	25,3	13	20,8	30,6
T	37,2	24	31,1	36,9
V %	68	54,2	66,9	82,9

**Tabela 3: Lastnosti tal v subasociaciji *Seslerio-Fagetum* var. geogr. *Sorbus domestica lathyretosum nigri*.**

**Table 3: Soil quality in the subassociation *Seslerio-Fagetum* var. geogr. *Sorbus domestica lathyretosum nigri*.**

so vidnejši degradacijski vplivi iz preteklosti. Zato, in zaradi oblikovanosti površja, je kislost tal večja. Na oboje kažejo razlikovalne vrste *Serratula tinctoria*, *Hieracium sylvaticum*, *Juniperus communis* in *Quercus petraea*. **Nomenklaturni tip te variante je fit. popis št. 4 v fit. tabeli 1.** Tu in tam najdemo v sestojih te variante goste ruše vejicatega šaša *Carex pilosa*. Popis št. 6 v fit. tabeli 1 je primer takega faciesa.

Na enakomernih, zmerno strmih pobočjih z vlažnejšimi tlemi uspeva varianta *Seslerio autumnalis-Fagetum* var. geogr. *Sorbus domestica lathyretosum nigri* var. *Carex sylvatica*. Ta varianta je ponekod stična z asociacijo *Ornithogalo-Fagetum* var. geogr. *Helleborus istriacus* (prov.). Njene razlikovalne vrste *Carex sylvatica*, *Galeobdolon montanum*, *Campanula trachelium* in

*Carpinus betulus* so v Koprskem gričevju navezane predvsem na to združbo in na ekološko podobne gozdove belega gabra. **Nomenklaturni tip je popis št. 7 v fitocenološki tabeli 1.**

Gričevje nad povirjem Malinske je že bolj dvignjeno (nadmorske višine 350 do 400 m) in bolj oddaljeno od morja. Nekaterih vrst, ki uspevajo v Dragi nad Pinjavecem (Rokavo), tu nismo več našli (npr. *Asparagus acutifolius*, *Ilex aquifolium* in *Ruscus hypoglossum*). V zeliščni plasti asociacije *Seslerio-Fagetum* imajo veliko stalnost in pokrovnost tudi bolj kisloljubne vrste: *Calamagrostis arundinacea*, *Pteridium aquilinum*, *Luzula luzuloides*, *Gentiana asclepiadea*, *Thuidium tamariscinum* in *Festuca heterophylla*. Izbrali smo jih za razlikovalnice subasociacije *Seslerio autumnalis-Fagetum* var. geogr. *Sorbus domestica calamagrostietosum arundinaceae*. Vzrok za pogostnost teh vrst je v lastnostih tal. V povirju Malinske je v sestavi fliša več peščenjaka kot laporja. Tla so globoka, v zgornjih horizontih meljasto-illovnata. Z globino narašča delež glin. Zaradi izpiranja hranil imajo zgornji horizonti precej kislo reakcijo. Razkroj organskih snovi v humusno-akumulacijskem horizontu ni popoln. Prevladuje prhninasta oblika humusa. Sive manganove prevleke v spodnjih horizontih kažejo na občasno zastajanje padavinske vode in na proces psevdoglejevanja. Opisani talni tip uvrščamo v izprana tla na flišu (Eutric Luvisols). Njegove morfološke lastnosti so naslednje (opis talnega profila T. Prus):

Talni tip: **izprana tla na flišu, rahlo psevdoglejena**

Horizonti v profilu: **Ol-A-Ah-E-Bt-(B)C;**

Opis lokalitete: Stara Mandrija, poudje Malinske, 420 m nm. nv., nagib 25°, NW, pobočje;

Matična podlaga: fliš (80% karbonatni peščenjak, 20% lapor);

Opis profila:

**Ol:** 3-0 cm: bukovo listje, *Sesleria*;

**A:** 0-3 cm, 10YR 3/2, srednje izrazita grudičasta struktura, srednje gost, srednje drobljiv, svež do vlažen, močno humozen, srednje gosto prekoreninjen;

**Ah:** 3-15 cm, 10YR 5/4, precej izrazita poliedrična struktura, gost, srednje drobljiv, svež do vlažen, slabo humozen, srednje gosto prekoreninjen;

**E:** 15-45 cm, 10 YR 5/6, srednje izrazita drobno poliedrična struktura, gost, težko drobljiv, nekoliko gnetljiv, vlažen, z organsko snovjo po rovih korenin, srednje gosto prekoreninjen;

**Bt:** 45-66 cm, 10 YR 5/6, srednje izrazita poliedrična struktura, gost, gnetljiv, vlažen, mineralen, srednje gosto prekoreninjen. Novotvorbe: zelo drobne manganove konkecije in prevleke;

**(B)C:** 66-91 cm, 10 YR 5/6, srednje izrazita poliedrična struktura, gost, gnetljiv, zbit, vlažen, mineralen, s posameznimi koreninami in 15% skeleta (lapornati drobri do premera 4 cm in večje skale peščenjaka).

Fizikalne in kemične lastnosti so zbrane v tabeli 4.

Izprana tla na flišu (Eutric Luvisols)					
Horizont (Horizon)	A	Ah	E	Bt	(B)C
pH v KCl (pH in KCl)	4,9	4,2	4,6	5,3	6,9
pesek % (sand)		24,3	24,3	14,2	12,8
melj % (silt)		56,6	53,2	46,4	47,8
glina % (clay)		19,1	22,5	39,4	39,4
tekst. raz.		MI	MI	MGI	MGI
(texture class)		SL	SL	SCL	SCL
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/100 g)	6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
K <sub>2</sub> O (mg/100 g)	37,7	7,8	9,8	21,3	16,5
% OS (% of org. mat.)	16,5	2	1,3	1	0,7
% C	9,6	1,2	0,8	0,6	0,4
% N	0,47	0,08	0,05	0,08	0,06
C/N raz. (C/N ratio)	20,4	15	16	7,5	6,7
Izmenljivi kationi v meq/100 g tal (Exchangeable base-forming cations in meq/100 g of soil)					
Ca	15,86	6,29	7,26	19,67	38,86
Mg	2,22	1,17	1,2	1,37	0,83
K	0,57	0,12	0,15	0,35	0,32
Na	0,14	0,07	0,08	0,14	0,18
H	20,31	9,27	7,61	7,41	1,55
S	18,8	7,7	8,7	21,5	40,2
T	39,1	17	16,3	28,9	41,8
V %	48,1	45,3	53,4	74,4	96,2

**Tabela 4: Lastnosti tal v subasociaciji *Seslerio-Fagetum* var. *geogr. Sorbus domestica calamagrostietosum arundinaceae*.**

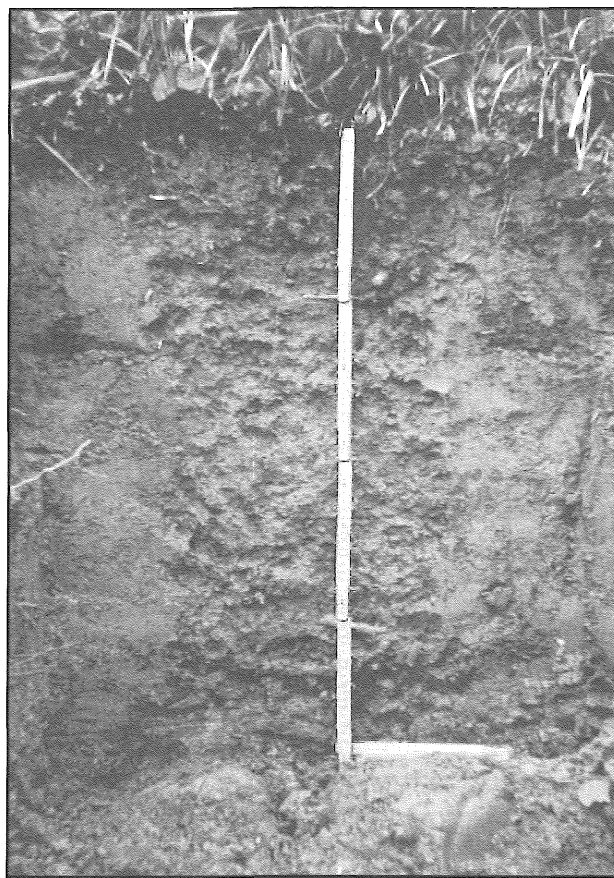
**Table 4: Soil quality in the subassociation *Seslerio-Fagetum* var. *geogr. Sorbus domestica calamagrostietosum arundinaceae*.**

Na tleh s takimi fizikalnimi lastnostmi zelo pogosto uspeva vejicati šaš *Carex pilosa*. Ponavadi raste v gostih rušah, ki lahko prekrivajo precejšnje površino. Popis št. 12 v fit. tabeli 1 je primer takega faciesa.

**Nomenklaturni tip te subasociacije je fit. popis št. 13 v fit. tabeli 1.** Na zaobljenih hrbtih ponekod prehaja v zmerno kisloljuben bukov gozd *Luzulo-Fagetum* s. lat.

#### SINDINAMIKA ZDRUŽBE

Omenili smo, da v Koprskem gričevju že dolgo ni več prvobitnih gozdov. Prevladujejo različni progresivni



**Izprana tla na flišu - talni tip v subasociaciji *Seslerio autumnalis-Fagetum* var. *geogr. Sorbus domestica calamagrostietosum arundinaceae* (Foto: I: Dakskobler).**

**Eutric Luvisols - soil type in the subassociation *Seslerio autumnalis-Fagetum* var. *geogr. Sorbus domestica calamagrostietosum arundinaceae* (Photo: I: Dakskobler).**

ali regresivni stadiji sekundarne sukcesije. Ker so razmere ugodne (toplo podnebje in rodovitna tla), so spremembe v rastlinstvu opazne že v krajših časovnih razdobjih. Pri prikazu sukcesijskih procesov se opiramo na popis opuščene pašnika pod Borštom (M. Wraber 1956, terenski zapiski), ki smo ga obiskali skoraj štirideset let kasneje, in na raziskavo o spontanem zaraščanju opuščene kmetijskih površin na tem območju (Čarni & Kaligarič 1992).

Rastišča bukovih gozdov so bila za kmetijsko rabo najbolj neugodna. Osojnih strmih pobočij nad senčnimi grapami ponavadi niso krčili, če pa že, le za pašnike. Večji del travšč na flišnih tleh Koprškega gričevja uvrščamo po najnovejših raziskavah v varianto *Danthonio-Scorzoneretum villosae* Ht. et Horvatič (1956) 1958 *peucedanetosum cervariae* var. *Blackstonia perfoliata* (Kaligarič 1994). Verjetno pripadajo podobni združbi tudi pašniki na potencialno naravnih rastiščih asociacije *Seslerio-Fagetum*. Ker na njih skoraj vedno puščajo po-

samezna drevesa, so svetlobne razmere precej drugačne kot na odprtih traviških. Pogosto so v bližini gozdni ostanki. Prav zato imajo že v začetnih stadijih zaraščanja precejšnjo pokrovnost vrste toploljubnih gozdnih robov (*Trifolio-Geranietea*), npr.: *Peucedanum cervaria*, *Geranium sanguineum*, *Lembotropis nigricans*, *Ferulago galbanifera*, *Orchis mascula*, *Origanum vulgare*, *Viola hirta*, *Hieracium umbellatum* idr. Ob njih so številne vrste toploljubnih travišč (*Festuco-Brometea*): *Chrysopogon gryllus*, *Bromus erectus*, *Brachypodium rupestre*, *Filipendula vulgaris*, *Lotus corniculatus*, *Euphorbia verrucosa*, *Plantago media*, *Trifolium montanum* idr., in nekatere vrste gojenih travnikov (*Molinio-Arrhenatheretea*): *Dactylis glomerata*, *Knautia arvensis*, *Succisa pratensis*, *Ajuga reptans* idr. Na psevdoglejenih tleh pogosto uspeva vrsta *Molinia arundinacea*.

Pašnik postopoma zarasejo drevesne in grmovne vrste: *Quercus pubescens*, *Q. cerris*, *Q. petraea*, *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia*, *Castanea sativa*, *Juniperus communis*, *Crataegus monogyna*, *Rosa canina*, *Ligustrum vulgare*, *Cornus sanguinea*, *C. mas*, *Cotinus coggygria* idr. Z rastjo grmov in dreves se spreminja mikroklima. Manj je svetlobe, poveča pa se talna in zračna vlažnost. Temperaturne skrajnosti so ublažene. Tudi v zeliščni plasti je vedno več gozdnih vrst: *Sesleria autumnalis*, *Serratula tinctoria*, *Tanacetum corymbosum*, *Lathyrus vernus*, *Melittis melissophyllum*, *Tamus communis*, *Cyclamen purpurascens*, *Carex digitata*, *Galium schultesii*, *Symphytum tuberosum*, *Pulmonaria officinalis* idr. Travniške vrste postopno izginjajo, vrste gozdnih robov postajajo redkejšje. Če so v okolici bukovi sestoji ali če so bukova drevesa rasla še na pašniku, je razvoj nazaj v bukov gozd razmeroma hiter. Na pobočjih Drage pod Borštom je trajal po oceni 80 do 100 let.

Pogostejši kot progresivni stadiji so degradacijski. Ker je bukev v Koprskem gričevju povsem na robu naravnega areala, je lahko zanjo usoden vsak korenitejši poseg. Poseke zarastejo toploljubnejši listavci - graden, cer, puhasti hrast, brek, kostanj, črni gaber, mali jesen. V take sestoj, v katerih običajno gospodarijo panjevsko, se bukev težko vrašča. Da so to njena rastišča, sklepamo po sestavi zeliščne plasti. Ti drugotni hrastovi gozdovi še niso podrobneje preučeni. Po zgradbi in floristični sestavi so podobni asociacijama *Seslerio autumnalis-Quercetum petraeae* ali *Seslerio autumnalis-Quercetum pubescentis*.

#### PRIMERJAVA MED OBLIKAMA ASOCIACIJE *SESLERIO-FAGETUM* V KOPRSKEM GRIČEVJU IN V SREDNJEM POSOČJU

Med doslej opisanimi geografskimi variantami, geografskimi subvariantami in formami asociacije *Seslerio-Fagetum* je po ekološkem kompleksu obliki iz Koprskega gričevja najbolj podobna oblika iz Srednjega Posočja (Dakskobler 1994). Geografsko najbližja oblika iz

Čičarije (Accetto 1989) namreč uspeva v drugačnih ekoloških razmerah, na krednih in deloma triasnih apnenicah, največkrat v višinskem pasu med 600 in 800 m nad morjem. V podnebjju se kažejo celinski in obmorski vplivi. Povprečna letna količina padavin je med 1500 in 1800 mm. Povprečna letna temperatura je 8-9 °C (Accetto 1991). Obliki iz Srednjega Posočja in Koprskega gričevja pa uspevata v podgorskem pasu, prva v nadmorski višini 200 do 700 m, druga v nadmorski višini 150 do 450 m. Geološka podlaga je podobna - v Srednjem Posočju kredni in paleocenski fliš, pogosto s primesjo lapornatega apnenca in apnenčeve breče - v Koprskem gričevju eocenski fliš. Podobne so tudi talne razmere. V obeh primerjanih oblikah prevladujejo evtrična rjava tla in izprana tla na flišu. Večje razlike so v podnebjju. Manj velja to za povprečno letno temperaturo, saj je npr. severni del Goriških Brd celo nekoliko toplejši od Koprskega gričevja. Bistvena je razlika v količini padavin. Srednje Posočje ima zaradi neposredne bližine Julijskih Alp bolj vlažno podnebje (Dakskobler 1994).

Prav alpski vpliv je odločilen za razlike v floristični sestavi. Oblika iz Koprskega gričevja je po skupnem številu vrst (125:233) bistveno siromašnejša. Vzrok za to je nekoliko manjše število popisov (15:30). Značilno različno ( $t = 8.60$ ) je tudi povprečno število vrst na popis (45:60). Razlike, tako po številu kot po relativnih deležih, so največje med vrstami bukovih gozdov, tudi tistimi, ki jih imamo za značilnice jugovzhodnoevropskih in ilirskih združb. Bukovih vrst je v obliki iz srednjega Posočja precej več in imajo tudi večjo stalnost. V obliki iz Koprskega gričevja pa imajo večji relativni delež vrste toploljubnih hrastovih gozdov iz reda *Quercetalia pubescenti-petraeae* s. lat. Primerjava horoloških skupin pokaže razliko predvsem v deležu submediteranskih in subatlantsko-submediteranskih vrst - ta je precej večji v obliki iz Koprskega gričevja, in v deležu južnoalpsko-ilirskih vrst, ki jih v obliki iz Koprskega gričevja skoraj ni, v obliki iz srednjega Posočja pa je njihov delež blizu desetine. V biološkem spektru so razlike manjše. V obliki iz Koprskega gričevja je večji delež fanerofitov, v obliki iz srednjega Posočja pa večji delež hemikriptofitov. Primerjava Landoltovih indikacijskih vrednosti (tabela 5) pokaže razlike v toploti - v obliki iz Koprskega gričevja je večji delež rastlin, ki uspevajo na toplih rastiščih in so predvsem južnoevropsko razširjene; v svetlobi, kjer je v Koprskem gričevju nekoliko večji delež bolj svetloljubnih vrst; v kontinentalnosti - v Koprskem gričevju je večji delež vrst, ki uspevajo predvsem v suboceanski klimi; v hranilih (dušiku) - v Koprskem gričevju je večji delež vrst, ki rastejo na rastiščih, revnih s hranili.

Razlike med primerjanima sintaksonoma so torej kljub podobnemu ekološkemu kompleksu precejšnje. Potrjujejo našo domnevo, da srednje Posočje pripada še submediteransko-predalpskemu fitogeografskemu ob-



1	KG	SP	2	KG	SP	3	KG	SP
1	1	1						
2	33	29	2	9	8	2	36	25
3	64	66	3	48	47	3	57	62
4	2	4	4	43	45	4	7	13
4	KG	SP	5	KG	SP	6	KG	SP
1	2	3						
2	43	53	2	-	1	2	51	46
3	50	41	3	38	46	3	42	48
4	5	3	4	42	41	4	7	6
			5	20	12			

- 1 - vlažnost (humidity value)
- 2 - kislost (reaction value)
- 3 - dušik v tleh (nutrient value)
- 4 - svetloba (light value)
- 5 - toplota (temperature value)
- 6 - kontinentalnost (continentality value)

**Tabela 5: Primerjava Landoltovih indikacijskih vrednosti praprotnic in semenk v asociaciji *Seslerio-Fagetum* v Koprskem gričevju (KG) in v srednjem Posočju (SP) - relativne frekvence.**

**Table 5: Comparison of Landolt's indicator values of vascular plants in the association *Seslerio-Fagetum* in the Koper Hills (KG) and in the Central Soča Valley (SP) (relative frequencies).**

močju. Zaradi bolj vlažnega podnebja so razmere za rast bukovih gozdov bistveno ugodnejše. Oblika iz Koprskega gričevja uspeva v pravem Submediteranu, v manj vlažnem podnebju, za katero so značilna topla poletja z daljšimi sušnimi obdobji. Bukovje v srednjem Posočju pripada conalni vegetaciji, v Koprskem gričevju je ekstraconalna enota v pasu toploljubnih hrastovih gozdov in je njeno uspevanje možno le zaradi vlažnih

flišnih tal in hladnejšega krajevnega podnebja.

Ob vseh razlikah so tudi nekatere podobnosti. Še najbližje obliki iz Koprskega gričevja je varianta *Seslerio-Fagetum* var. geogr. *Anemone trifolia* forma *Ruscus aculeatus* var. *Lonicera caprifolium* (Dakskobler 1994). Dobili smo jo v severnih Goriških Brdih, ki so tako po izoblikovanosti površja kot po podnebju še najbolj podobna Koprskemu gričevju in ki jih že uvrščamo v submediteransko fitogeografsko območje. Obe obliki povezujejo nekatere izrazito toploljubne vrste: *Ruscus aculeatus*, *Quercus cerris*, *Q. pubescens*, *Sorbus torminalis*, vrsta nižinskih gozdov *Lonicera caprifolium* in tudi pravi kostanj, ki navadno uspeva na globokih, zmerno kislih tleh in v dovolj toplem podnebju. Našteti vrst v drugih preučeni oblikah skoraj nismo našli. Kljub nekaterim skupnim vrstam združitve obeh oblik v skupno subasociacijo s kostanjem *Seslerio-Fagetum castanetosum* (glej M. Wraber 1957, 1960) zaradi že omenjenih razlik v fitogeografskem položaju po našem mnenju ni mogoča. Primerjava kaže, da so lahko fitogeografski oz. geografsko-makroklimatski dejavniki odločilnejši kot ekološki (edafsko-mikroklimatski).

#### ZAHVALA

Bukove gozdove v Koprskem gričevju mi je prvi pokazal dr. Mitja Zupančič, izr. član SAZU. Z dragocenimi nasveti mi je vseskozi pomagal pri obdelavi podatkov in pisanju besedila. Za pomoč in prijazno sodelovanje se zahvaljujem tudi drugim kolegom in sodelavcem Biološkega inštituta ZRC SAZU. Besedilo sta kritično pregledala in predlagala izboljšave prof. dr. Tone Wraber in doc. dr. Mitja Kaligarič. Jezikovni pregled je opravila prof. Cvetana Tavzes. Za opis talnih profilov dolgujem posebno zahvalo višjemu predavatelju mag. Tomažu Prusu. Inž. Mladen Prebešek, vodja Krajevne enote Zavoda za gozdove Slovenije v Kopru, mi je ob številnih koristnih informacijah pokazal bukovje na pobočjih Drage nad potokom Starec in mi tako bistveno olajšal terensko delo.

#### SUMMARY

M. Wraber (1957, 1960) states in his treatises, that in the Slovene Primorje coastal region the association *Seslerio-Fagetum* is widespread also on flysch. He classifies it as the subassociation *Seslerio-Fagetum castanetosum*. In his field notes, dated from 1956, we have found some relevés of this subassociation thriving in Istria, near the villages of Gradin, Brezovica near Gradin and Boršt. M. Piskernik (1991, Table 11) has published his relevés of



the community in the same area (Gradin, Brezovica, Reparec). The relevés, published and in manuscript, are nevertheless limited and, because of different methods applied, inhomogeneous. Additional research on the beech forests of the Koper Hills has been therefore carried out. We arranged the relevés in a phytosociological table with the application of the standard Central-European method (Braun-Blanquet 1964, Westhoff & van der Maarel 1973, Mueller-Dombois & Ellenberg 1974).

The association *Seslerio autumnalis-Fagetum* thrives in the Koper Hills on moderately steep to steep shady slopes at an altitude of 150 to 450 metres. The soil on Eocene flysch is deep, loamy, slightly to moderately acid, often lessivaged and slightly pseudogleyic. The climate is sub-Mediterranean. Continental influences increase with the distance from the sea. Compared to the coastal area, the mean annual temperature is one or two degrees lower, and mean precipitation a few hundred millimetres higher. Climate conditions of the area concerned are best illustrated by the data of the meteorological station Kubed (262 m) - Table 1.

In the association coppice forest prevail, in which trees, due to frequent and heavy wood-cutting, have not reached taller tree heights and larger diameters at breast height. Only in the last decades have we noticed progressive growth, which is indicated also by the comparison of the beech stands in Draga between the years 1956 (M. Wraber, field notes) and 1991.

The unique appearance of the association *Seslerio-Fagetum* in the Koper Hills is the result of abundant layeriness, lianas (e. g. *Lonicera caprifolium*, *Tamus communis*, *Hedera helix*, *Clematis vitalba*, *Asparagus acutifolius*) and evergreen species (*Ilex aquifolium*, *Ruscus aculeatus*, *R. hypoglossum*). The phanerophytes (see Table 2) prevail among life forms by share.

Floristic composition of the community is presented in Phytosociological Table 1. The community is not rich in species. Altogether we have enumerated 125 of them, an average of 45 per relevé. The share of sub-Atlantic and sub-Mediterranean species (30%) in the community is much higher than in other Illyrian beech forests. Owing to differences in synecology, structure and floristic composition (see Dakskobler 1994, Phyt. Table 13 and 14 and Figure 3), it is classified in an independent geographical variant, *Seslerio autumnalis-Fagetum* var. *geogr. Sorbus domestica*. Its differential species *Sorbus domestica*, *Ruscus aculeatus*, *Helleborus istriacus* and *Asparagus acutifolius* differentiate it from all forms of the macroassociation *Seslerio autumnalis-Fagetum* s. lat. described so far. They indicate its extrazonal thriving in the belt of thermophilous oak forests of the sub-Mediterranean region.

The geographical variant is subdivided into two subassociations. Rather thermophilous subassociation *Seslerio-Fagetum* var. *geogr. Sorbus domestica lathyretosum nigri* thrives on shady slopes of Draga, over rivulets of the Starec and the Pinjevec (the Rokava) at an altitude of 150 to 300 metres. The soil on Eocene flysch is deep, fresh to humid, loamy-clayey, and in lower horizons, to where small parts of clay wash out, rather compact. It is classified in a type of lessivaged eutric brown soil (Luvic-Eutric Cambisols) - Table 3. Differential species of the subassociation are: *Lathyrus niger*, *Galium schultesii*, *Primula vulgaris*, *Ilex aquifolium*, *Cyclamen purpurascens*, *Tanacetum corymbosum* and *Vincetoxicum hirundinaria*. **Its nomenclatural type is relevé 7 in Phytosociological Table 1** (also nomenclatural type of the geographical variant). The subassociation is subdivided into a dryer variant with *Serratula tinctoria* and into a more humid one with *Carex sylvatica*.

Rather acidophilous subassociation *Seslerio-Fagetum* var. *geogr. Sorbus domestica calamagrostietosum arundinaceae* has been found over the headwaters of the Malinska, at an altitude of 350 to 400 metres. Its differential species are: *Calamagrostis arundinacea*, *Pteridium aquilinum*, *Luzula luzuloides*, *Gentiana asclepiadea*, *Thuidium tamariscinum* and *Festuca heterophylla*. It thrives on lessivaged soil on flysch (Eutric-Luvisols) - see Table 4. **Nomenclatural type of the subassociation is relevé 13 in Phyt. Table 1.**

Among geographical variants, geographical subvariants and forms of the association *Seslerio-Fagetum* described so far, the form from the Central Soča Valley (Dakskobler 1994) and the one from the Koper Hills are ecologically most alike. They have some diagnostically important species in common: *Ruscus aculeatus*, *Quercus cerris*, *Q. pubescens*, *Sorbus torminalis*, *Lonicera caprifolium* and *Castanea sativa*. Despite similarities, there are considerable differences between them (see Dakskobler 1994). They thrive in different phytogeographical areas - the form from the Central Soča Valley in the sub-Mediterranean-pre-Alpine with more humid climate and the form from the Koper Hills extrazonally in the sub-Mediterranean phytogeographical area with much less precipitation and longer dry periods. The classification of both forms in the same subassociation is not possible, because phytogeographical and geographical-macroclimatic factors predominate over ecological factors (soil conditions, microclimate) in this case.

## LITERATURA

- ACCETTO, M. 1989:** Asociacija *Seslerio autumnalis-Fagetum* na Vremščici in v Čičariji. Neobjavljeno tabelarno gradivo. Biološki inštitut ZRC SAZU, Ljubljana.
- ACCETTO, M. 1990:** Boreale, südostalpin-illyrische und illyrisch-submediterrane Florenelemente in Waldgesellschaften der slowenischen Čičarija und des Mt. Vremščica. V: SZABO, I. (ur.): Illyrische Einstrahlungen im ostalpin-dinarischen Raum, s. 9-13, Pannon Agraruniversität, Keszthely.
- ACCETTO, M. 1991:** *Corydalis ochroleucae-Aceretum* ass. nova v Sloveniji. Razprave 4. raz. SAZU 32 (3): 89-128, Ljubljana.
- BERTOVIĆ, S., A. Ž. LOVRIĆ 1987:** Šumske zajednice Jugoslavije: SR Hrvatska. V: Šumarska enciklopedija 3, s. 395-404, Jugoslovenski leksikografski zavod "Miroslav Krleža", Zagreb.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964:** Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. 3. Auflage, Springer, Wien-New York, 865 s.
- COASSINI LOKAR, L., F. MARTINI, L. POLDINI 1993:** Analisi morfologiche e citotassonomiche su alcune entità di *Helleborus* L. sect. *Helleborus* nel Friuli-Venezia Giulia (Italia nordorientale) e nell'Istria. *Studia Geobotanica* 12 (1992): 137-151, Trieste.
- COMPS, B., B. THIEBUAT, I. ŠUGAR, I. TRINAJSTIĆ, M. PLAZIBAT 1991:** Genetic variation of the Croatian beech stands (*Fagus sylvatica* L.): spatial differentiation in connection with the environment. *Ann. Sci. For.* 48: 15-28, Elsevier/INRA.
- CULIBERG, M. 1995:** Dezertifikacija in reforestacija slovenskega Krasa. Poročilo o raziskovanju paleolitika, neolitika in enolitika v Sloveniji 22: 201-217, Ljubljana.
- ČARNI, A., M. KALIGARIČ 1990:** Comparison of dynamics of reforestation in karstmeadows (*Carici-Centaureetum rupestris* Ht. 31) at two altitudes. V: SZABO, I.(ur.): Illyrische Einstrahlungen im ostalpin-dinarischen Raum, s. 15-18, Pannon Agraruniversität, Keszthely.
- ČARNI, A., M. KALIGARIČ 1992:** Comparison of spontaneous reforestation in two formerly cultivated areas. *Gortania - Atti del Museo Friulano di Storia Naturale* 13 (1991): 77-85, Udine.
- DAKSKOBLER, I. 1994:** Asociacija *Seslerio autumnalis-Fagetum* (Ht. 1950) M. Wraber (1957) 1960 v severozahodnem delu ilirske flore province. Doktorska naloga. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 186 str. + 16 fit. tabel.
- DAKSKOBLER, I. 1995:** Razširjenost vrst *Lathyrus venetus* (Mill.) Wohlf., *Galeobdolon flavidum* (F. Herm.) Holub in *Veratrum nigrum* L. v gozdnih združbah Posočja (zahodna Slovenija). *Biološki vestnik* 40 (3-4): 7-21, Ljubljana.
- DEGEN, A. 1937:** Flora Velebitica II. Ungar. Akademie der Wissenschaften, Budapest.
- ELLENBERG, H. 1956:** Aufgaben und Methoden der Vegetationskunde. V: WALTER, H. (ur.): Einführung in die Phytologie, IV. Grundlagen der Vegetationsgliederung, Eugen Ulmer, Stuttgart, 156 s.
- FRAHM, J. P., W. FREY 1987:** Moosflora. 2. Aufl. UTB, Eugen Ulmer, Stuttgart, 525 s.
- GAMS, I. 1990:** Klima Koprškega primorja in njen pomen. V: OROŽEN ADAMIČ, M. (ur.): Primorje. Zbornik 15. zborovanje slovenskih geografov, Portorož 1990, s. 35-42, Zveza geografskih društev Slovenije, Ljubljana.
- GOGALA, Marija 1991:** Razširjenost lesnih rastlin v Sloveniji (po fitocenoloških popisih dr. Maksa Wraberja). Diplomski naloga. Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Ljubljana, 93 s.
- HANDKE, H. H., H. PANKOW, R. SCHUBERT 1990:** Niedere Pflanzen. V: Rothmaler, W: Exkursionsflora 1. 3. Aufl., Volk und Wiesen, Berlin, 811 s.
- HAYEK, A. 1927:** Prodrumus Florae peninsulae Balcanicae I. Feddes. *Repert. Beihefte*, Bd. 30(1), Dahlem bei Berlin, 1193 s.
- HORVAT, I., V. GLAVAČ, H. ELLENBERG 1974:** Vegetation Südosteuropas. Gustav Fischer, Stuttgart, 768 s.
- JOGAN, N. 1996:** Prispevek k poznavanju flore Kozjanskega, vzhodna Slovenija. Raziskovalni tabor študentov biologije Kozje '95 (ur. M. BEDJANIČ), str. 23-36, ZOTKS - Gibanje znanost mladini, Ljubljana.
- KALIGARIČ, M. 1987:** Lovorolistni volčin v dolini Dragonje. *Proteus* 49 (6): 233, Ljubljana.
- KALIGARIČ, M. 1991:** Prispevek k poznavanju razširjenosti orhidej (*Orchidaceae*) Slovenske Istre. *Annales* 1: 33-40, Koper.
- KALIGARIČ, M. 1994:** Vegetacija suhih travišč (*Festuco-Brometea*) na Primorskem krasu. Doktorska naloga. Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Ljubljana, 153 s.
- KALIGARIČ, M., A. ČARNI 1991:** Travniki na Krasu in v Istri se zaraščajo. *Annales* 1: 41-46, Koper.
- KLIMATOGRAFIJA Slovenije 1988:** Prvi zvezek: Temperatura zraka 1951-1980. Hidrometeorološki zavod SR Slovenije, Ljubljana, 331 s.
- KLIMATOGRAFIJA Slovenije 1989: Drugi zvezek:** Padavine 1951-1980. Hidrometeorološki zavod SR Slovenije, Ljubljana, 393 s.
- KOŠIR, Ž. 1994:** Ekološke in fitocenološke razmere v gorskem in hribovitem jugozahodnem obrobju Panonije. Zveza gozdarskih društev Slovenije, Ljubljana, 149 s.
- KOTAR, M., PUHEK, V., L. GODLER 1995:** Ekološke zahteve, rastne značilnosti in gojitvene lastnosti drevesnih vrst iz rodu *Sorbus* ter češnje in navadnega oreha. V: KOTAR, M. (ur.): Prezrte drevesne vrste. Zbornik seminarja, Dolenjske Toplice, 9. in 10. november 1995 (17. gozdarski študijski dnevi), s. 269-293, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana.
- LACZA, J. S. 1958:** Ist *Helleborus istriacus* (Schiffn.) Borb. eine selbstständige Art? *Godišnjak Biološkog instituta*

Univerzitetu u Sarajevu 11(1-2): 85-93, Sarajevo.

**LANDOLT, E. 1977:** Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff. Geobot. Inst. ETH Stiftung Rübel 64, Zürich, 208 s.

**LOVRENČAK, F. 1990:** Pedogeografske in vegetacijsko-geografske razmere v Koprskem primorju. V: OROŽEN ADAMIČ, M. (ur.): Primorje. Zbornik 15. zborovanja slovenskih geografov, Portorož 1990, s. 53-59, Zveza geografskih društev Slovenije, Ljubljana.

**MARTINČIČ, A., F. SUŠNIK 1984:** Mala flora Slovenije. Praprotnice in semenke. Državna založba Slovenije, Ljubljana, 793 s.

**MARTINIS, Z. 1973:** *Rod Helleborus*. V: TRINAJSTIĆ, I. (ur.): Analitička flora Jugoslavije 1 (2): 231-243, Institut za botaniku Sveučilišta u Zagrebu.

**MATUSZKIEWICZ, W., A. MATUSZKIEWICZ 1981:** Das Prinzip der mehrdimensionalen Gliederung der Vegetationseinheiten, erläutert am Beispiel der Eichen-Hainbuchenwälder in Polen. V: DIERSCHKE, H. (ur.): Syntaxonomie. Ber. Int. Symp. Int. Vereinig. Vegetationsk. Rinteln 1980, s. 123-148, Vaduz.

**MAYER, E. 1952:** Seznam praprotnic in cvetnic slovenskega ozemlja. Dela 4. razr. SAZU 5 (Inštitut za biologijo 3), Ljubljana, 427 s.

**MERXMÜLLER, H., D. PODLECH 1961:** Über die europäischen Vertreter von *Helleborus* sect. *Helleborus*. Feddes Repertorium 64 (1): 2-8, Berlin.

**MEZZENA, R. 1986:** L'erbario di Carlo Zirnich (Ziri). Atti Mus. civ. Stor. nat. Trieste 38 (1): 1-519, Trieste.

**MUELLER-DOMBOIS, D., H. ELLENBERG 1974:** Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons, New York, 547 s.

**NIKOLIĆ, T. 1994:** *Ranunculaceae*. V: NIKOLIĆ, T. (ur.): Flora Croatica. Index florae Croaticae. Pars 1. Natura Croatica 3 (2), s. 43-55, Zagreb.

**OVERDORFER, E. 1983:** Pflanzensoziologische Exkursionsflora. 5. Aufl. Eugen Ulmer, Stuttgart, 1051 s.

**OGORELEC, B., M. MIŠIČ, A. ŠERCELJ, F. CIMERMAN, J. FAGANELI, P. STEGNAR 1981:** Sediment sečoveljske soline. Geologija 24 (2): 179-216, Ljubljana.

**OGORELEC, B., M. MIŠIČ, J. FAGANELI, A. ŠERCELJ, F. CIMERMAN, T. DOLENEC, J. PEZDIČ 1984:** Kvartarni sediment vrtine V-3 v Koprskem zalivu. Slovensko morje in zaledje 7 (6-7): 165-186, Koper.

**OGRIN, D. 1990:** Nekaj klimatskih značilnosti pokrajine ob Rižanski dolini. V: OROŽEN ADAMIČ, M. (ur.): Primorje. Zbornik 15. zborovanje slovenskih geografov, Portorož 1990, s. 43-48, Zveza geografskih društev Slovenije, Ljubljana.

**OGRIN, D. 1993:** (Sub)mediteransko podnebje v Sloveniji. Časopis za kritiko znanosti 21 (158-159): 25-34, Ljubljana.

**OGRIN, D. 1995:** Podnebje Slovenske Istre. Knjižnica Annales 11, Koper, 381 s.

**PELCER, Z. 1990:** Šumska vegetacija riječke flišne udoline. Glas. šum. pokuse 26: 215-225, Zagreb.

**PISKERNIK, M. 1985:** Klimaks na Tržaškem krasu je - bukov gozd. Gozdarski vestnik 43 (6): 242-245, Ljubljana.

**PISKERNIK, M. 1991:** Gozdna, travniška in pleveliščna vegetacija Primorske. Strokovna in znanstvena dela 106, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 241 s.

**PLENIČAR, M., A. POLŠAK, D. ŠIKIĆ 1965:** Osnovna geološka karta 1: 100000. Tolmač listov L 33-88 Trst. Zvezni geološki zavod, Beograd, 68 s.

**PODANI, J. 1993:** SYN-TAX-pc. Computer Programs for Multivariate data Analysis in Ecology and Systematics. Scientia Publishing, Budapest, 104 s.

**POLDINI, L. 1971:** Appunti sulla flora del Monte Nanos (m 1261). Informatore Botanico Italiano 3: 176-180.

**POLDINI, L. 1972:** Gozdovi na Krasu včeraj, danes in jutri. Gozdarski vestnik 30 (9-10): 267-273, Ljubljana.

**POLDINI, L. 1989:** La vegetazione del Carso isontino e triestino. Ed. Lint, Trieste, 313 s.

**POLDINI, L. 1991:** Atlante corologico delle piante vascolari nel Friuli-Venezia Giulia. Inventario floristico regionale. Regione Autonomo Friuli-Venezia Giulia & Università di Trieste, Udine, 898 s.

**SKUBE, S. 1995:** Razširjenost skorša (*Sorbus domestica* L.) v Sloveniji in njegov pomen za gozdarstvo. Višješolska diplomatska naloga. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo, Ljubljana, 36 s.

**ŠTEPANČIČ, D. 1974:** Tla na eocenskem flišu Šavrinskega gričevja. Disertacija, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, 103 s.

**ŠERCELJ, A. 1996:** Začetki in razvoj gozdov v Sloveniji (The origins and development of forests in Slovenia). Slovenska akademija znanosti in umetnosti. Razred za naravoslovne vede, Dela (Opera) 35, Ljubljana, 142 s.

**ŠILIČ, Č. 1973:** Atlas drveča i grmlja. Zavod za izdavanje udžbenika, Sarajevo, 218 s.

**ŠUGAR, I. 1983:** Biljnogeografski položaj i raščlanjenost vegetacije Istre u svjetlu najnovijih fitocenoloških istraživanja. Akademija nauka i umjetnosti BiH, Radovi 72, knjiga 21, s. 517-524, Sarajevo.

**ŠUGAR, I. 1984:** Novi pogledi na biljni pokrov i biljnogeografsku raščlanjenost Istre. Acta Bot. Croat 43: 225-234, Zagreb.

**ŠUGAR, I., I. TRINAJSTIĆ 1970:** *Daphne laureola* L. (lovorolisni likovac) u biljnom pokrovu Istre. Acta Bot. Croat. 29: 225-232, Zagreb.

**ŠUGAR, I., M. ZUPANČIČ, I. TRINAJSTIĆ, I. PUNCER 1992:** Termofilne šume medunca s beskoljenkom (*Molinio-Quercetum pubescentis* Šugar 1981) u graničnom području Hrvatske i Slovenije u Istri. V: JOGAN, N. & T. WRABER (ur.): Flora in vegetacija Slovenije. Zbornik povzetkov referatova na simpoziju slovenskih botanikov v Krškem, 24.-26. 9. 1992, s. 43, Društvo biologov Slovenije, Ljubljana.

**ŠUGAR, I., M. ZUPANČIČ, I. TRINAJSTIĆ, I. PUNCER 1995:** Forêts thermophiles de chene pubescent et de molinie

- (*Molinio-Quercetum pubescentis* Šugar 1981) dans la zone limitrophe de Croatie et de Slovenie. Biološki vestnik 40 (3-4): 113-124, Ljubljana.
- TRINAJSTIĆ, I. 1982:** *Potentillo albae-Quercetum pubescentis* A. Horv. u šumskoj vegetaciji Istre (Hrvatska). Acta Bot. Croat. 41: 111-117, Zagreb.
- TRINAJSTIĆ, I. 1985:** Termofilne listopadne šume duba i crnog jasena (*Orno-Quercetum virgiliana* ass. nov.) otoka Brača. Poljoprivreda i šumarstvo 31 (4): 43-50, Titograd.
- TRINAJSTIĆ, I. 1986:** Šume dalmatinskog crnog bora - *Pinus nigra* Arnold subsp. *dalmatica* (Vis.) Franco - sredozemnog područja Hrvatske. Poljoprivreda i šumarstvo 32 (1): 37-48, Titograd.
- TRINAJSTIĆ, I. 1993:** Pretplaninske bukove šume (*Doronico-Fagetum* ass. nova) planine Biokova u Hrvatskoj. Glas. šum. pokuse, pos. izd. 4: 35-44, Zagreb.
- TRINAJSTIĆ, I. 1994:** Mezofilna šuma običnog graba (*As. Anemone-Carpinetum betuli* Trinajstić 1964) u Istri. Šumarski list 118 (3-4): 81-84, Zagreb.
- TRPIN, D., B. VREŠ 1995:** Register flore Slovenije. Praprotnice in cvetnice. Zbirka ZRC 7, Znanstvenoraziskovalni center SAZU, Ljubljana, 143 s.
- VALENCIČ, V. 1956:** Nekdanji deželnoknežji gozdovi na Primorskem. Gozdarski vestnik 14(8): 233-251, Ljubljana.
- WESTHOFF, V., E. van der MAAREL 1973:** The Braun-Blanquet approach. V: WHITTAKER, R. H. (ur.): Ordination and Classification of Communities. Handbook of Vegetation Science 5, s. 617-727, Junk, The Hague.
- WRABER, M. 1956:** Asociacija *Seslerio-Fagetum* v Slovenski Istri. Rokopisna zapuščina, Biološki inštitut Jovana Hadžija, Ljubljana.
- WRABER, M. 1957:** Orientacijska karta gozdnih rastišč in biotehnični ukrepi za obnovo gozda v Slovenskem Primorju. Elaborat. Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo, Ljubljana, 53 s.
- WRABER, M. 1960:** Fitocenološka razčlenitev gozdne vegetacije v Sloveniji. Zbornik ob 150. letnici botaničnega vrta v Ljubljani, s. 49-94, Ljubljana.
- WRABER, T. 1989:** Rastline od Krasa do morja. Cankarjeva založba, Ljubljana, 80 s.
- ZANOTTI, A. L., G. CRISTOFOLINI 1994:** Taxonomy and Chorology of *Helleborus* L. sect. *Helleborastrum* Spach in Italy. Webbia 48 (1): 1-24, Firenze.
- ZUPANČIČ, M., L. MARINČEK, A. SELIŠKAR, I. PUNCER 1987:** Considerations on the phytogeographic division of Slovenia. Biogeographia 13: 89-98, Udine.

ANNALES 9/96

Igor DAKSKOBLER: ZDRUŽBA SESLERIO AUTUMNALIS-FAGETUM ..., 181-200

FITOCENOLOŠKA TABELA 1 (PHYTOSOCIOLOGICAL TABLE 1):																						
<i>Seslerio autumnalis-Fagetum</i> (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963 var. geogr. <i>Sorbus domestica</i> var. geogr. nova																						
Zaporedna številka popisa (Number of relevé)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
Nadmorska višina V 10 m (Altitude in 10 m)		25	28	17	16	24	17	17	18	17	41	35	39	39	37	35						
Lega (Aspect)		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	SE	NE						
Nagib v stopinjah (Slope in degrees)		25	25	20	20	15	15	20	25	20	20	20	25	15	15	20						
Matična podlaga (Parent material)		FL	FA	F	F	F	F	F	F	F	FA	F	F	F	F	F						
Tla (Soil)		E	E	E	E	E	E	E	E	E	EL	EL	D	D	EL							
Kamnitost v % (Stoniness in %)		1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0						
Pokrovnost v % (Cover in %):																						
Zgornja drevesna plast (Upper tree layer) E3b		80	80	80	70	80	80	80	70	80	80	90	80	80	70	70						
Spodnja drevesna plast (Lower tree layer) E3a		20	20	10	30	20	20	10	30	20	20	10	20	10	30	20						
Grmovna plast (Shrub layer) E2		20	20	30	30	30	30	30	30	20	25	20	20	20	20	20						
Zeliščna plast (Herb layer) E1		70	70	70	80	60	80	80	80	70	70	70	90	90	80							
Mahovna plast (Moss layer) E0		5	5	5	5	5	5	2	5	5	10	10	10	5	10	5						
Sestoj (Stand):																						
Srednji premer (Average diameter) D (cm)		20	20	25	20	20	20	20	20	25	25	20	20	20	20							
Srednja višina (Average height) H (m)		15	17	16	14	15	16	16	16	17	16	18	16	16	15	15						
Velikost ploskve v 10 m <sup>2</sup> (Relevé area in m <sup>2</sup> )		30	30	30	30	30	30	30	30	30	40	40	30	30	30							
Mesec popisa (Month of taking relevé)		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6						
Število vrst (Number of species)		39	41	43	46	45	48	49	47	44	45	49	49	46	47	37						
<b>ZNAČILNI VRSTI ASOCIACIJE</b>																		I	II			
(Character species of the association)																						
OF * <i>Sesleria autumnalis</i>	E1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	15	100	V	3867			
QP * <i>Lathyrus venetus</i>											+	+	+	+		4	27	II	3			
<b>RAZLIKOVALNA VRSTE GEOGR. VARIANTE</b>																						
(Differential species of the geogr. variant)																						
QP * <i>Ruscus aculeatus</i>	E1	2	2	1	+	2	+	2	3	2	2		2	+	+	+	14	93	V	1103		
QP <i>Sorbus domestica</i>	E3b	+			+										+	+	4		27	II	3	
	E3a	+	+	+	+	+	+							+			6	9	40	II	III	4
	E2				+												1	7	I			1
QP * <i>Helleborus istriacus</i>	E1		+			+		+	+								4	27	II			3
QP * <i>Asparagus acutifolius</i>	E2				+			+	+								3	20	I			2
<b>RAZLIKOVALNE VRSTE NIŽJIH ENOT</b>																						
(Differential species of the lower units)																						
QF <i>Galium schultesii</i>	E1	1	1	+	1	+	+	1	1	+							9	60	III			169
EC * <i>Primula vulgaris</i>			+	+		+	+	+	+	+	+			+			9	60	III			6
QF <i>Ilex aquifolium</i>	E3a	+			+												3	9	20	I		2
	E2	+	+	1	+	1	1	+	+	1							9	60	III			137
QP <i>Tanacetum corymbosum</i>	E1	+	+	+	1	+	+	+		+							8	53	III			38
QP <i>Lathyrus niger</i>			+	+	+	+	+	+	+	+							8	53	III			5
AF * <i>Cyclamen purpurascens</i>				+	+	1		+	+								6	40	II			37
QP <i>Vincetoxicum hirundinaria</i>		+	+	+	+			+									5	33	II			3
QRP <i>Serratula tinctoria</i>	E1		+	1	1	+	+	+									6	40	II			69
VP <i>Hieracium sylvaticum</i>			+	+	+	+	+			+					+		7	47	III			5
0 <i>Juniperus communis</i>	E2	+	+	+	+	+	+										6	40	II			4
QF <i>Quercus petraea</i>	E3b	+	+	+	+	+											5	33	II			3
	E3a				+								+	+			3	7	20	I	III	2
	E1				+		+										2	13	II			1
F <i>Galeobdolon montanum</i>	E1					+			1	+	+	+					5	33	II			36
F <i>Carex sylvatica</i>									+	+	+	+					4	27	II			3
F <i>Campanula trachelium</i>									+	+	+						3	20	I			2
F <i>Carpinus betulus</i>	E3a								+		+						2	13	I			1
VP <i>Calamagrostis arundinacea</i>	E1											1	1	2	2	2	5	33	II			417
QRP <i>Pteridium aquilinum</i>						+						1	1	1	+	+	5	33	II			69
VP <i>Luzula luzuloides</i>												+	+	+	1		4	27	II			35
VP <i>Gentiana asclepiadea</i>												+	+	1	+		4	27	II			35
VP <i>Thuidium tamariscinum</i>	E0											+	+	+			3	20	I			2
QRP <i>Festuca heterophylla</i>	E1											+		+	+		3	20	I			2
QF <i>Carex pilosa</i>	E1						2	+				2	+	+	+		6	40	II			236

ANNALES 9/'96

Igor DAKSKOBLER: ZDRUŽBA SESLERIO AUTUMNALIS-FAGETUM ..., 181-200

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15									
OF	* Fraxinus ornus	E3b																								
		E3a	1	1	1	+	1	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	15	93	V	401			
		E2	1	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	1	1			12		80	IV	335			
		E1											1	+		+					3		20	I	35	
	Cornus mas	E2	+	+	+					+					+					5	33	II	3			
*	Ostrya carpinifolia	E3b								+	+									2	3	13	I	1		
		E3a											+								1		7	I	1	
*	Asparagus tenuifolius	E1									+									1		7	I	1		
AF	* Ruscus hypoglossum	E1				+				+	+									3	20	I	2			
EC	* Lonicera caprifolium	E2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	2	1	1	1	1	2		15	100	V	634			
	* Knautia drymeia subsp. tergestina	E1			+															1	7	I	1			
F	Fagus sylvatica	E3b	5	4	4	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	15		100	V	7417			
		E3a	+	1	1	+	+	1				+								7	15	47	III	103		
		E2	+		+	+	+	1	+	+	+	+	1	1	+	1	1	+	14		93	V	173			
		E1			+								+	+	+	+	+	+		9		60	III	6		
	Lathyrus vernus		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+					13	87	V	41			
	Euphorbia amygdaloides		+	+	+		+	+				+	+	+	+	+	+			12	80	IV	8			
	Euphorbia dulcis		+	+			+	+				+	+	+	+	+	+			10	67	IV	7			
	Polygonatum multiflorum			+			+	+	+			+	+	+	+					9	60	III	6			
	Acer pseudoplatanus	E3b									+									2		13	I	1		
		E2							+	+		+	1							4	9	27	II	35		
		E1	+		+			+	+	1	+		1	+						8		53	III	71		
	Symphytum tuberosum					+		+	+	+	+		+		+					8	53	III	5			
	Prunus avium	E3b																		1		7	I	1		
		E2										+	+							2	8	13	I	III	1	
		E1	+							+				+	+	+	+			6		40	II	4		
	Lilium martagon		1	1	+		1	+	+	1										7	47	III	135			
	Viola reichenbachiana				+	+		+	+		+									5	33	II	3			
	Salvia glutinosa		+		+			+	+											4	27	II	3			
	Dryopteris filix-mas				+								+		+					4	27	II	3			
	Cephalanthera damasonium							+					+	+	+	+				4	27	II	3			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15									
	Pulmonaria officinalis									+				+	+					3	20	I	2			
	Mercurialis perennis									+	+									2	13	I	1			
	Heracleum sphondylium		+				+													2	13	I	1			
	Ulmus glabra	E3a									+									1	2	7	I	1		
		E1			+					+										2		13	I	1		
	Neottia nidus-avis				+								+							2	13	I	1			
QP	Melittis melissophyllum	E1	1	1	1	1	1	+	1	+	1	+	1	+	1	+	+			15	100	V	304			
		E3b	+		1	+		+	+	+	+			+	+					9		60	III	39		
		E3a	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			14	15	93	V	9	
		E2	+	+		1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			13		87	V	41	
		E1						+												1		7	I	1		
*	Tamus communis		1	+	+	+	+	+	+	1	+	1	1	+	+	+				14	93	V	140			
*	Quercus cerris	E3b	+		+	+	+	+				1			+					8		53	III	38		
		E3a				+										+					2	11	13	I	IV	1
		E1	+							+				+	+	+					5		33	II	3	
*	Quercus pubescens	E3b									+									1		7	I	1		
		E3a										+									3	3	20	I	2	
		E2										+									1		7	I	1	
PS	Crataegus laevigata	E2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1		1	+	+	1			14	93	V	107			
														+	+						7	47	III	5		
			+						+	+	+	+	+								7	47	III	5		
														+	+	1	+	1	1		6	40	II	102		
														+								4	27	II	35	
															+	+						4	27	II	2	
																						3	20	I	35	
QRP	Castanea sativa	E3b	+	1			+	+	+	1						1	+			8		53	III	103		
		E3a				+	+						+	+							5		33	II	3	
		E2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			13	15	87	V	9	
		E1									1	+		+	+						5		33	II	36	
	Hieracium racemosum		+	+	1	1	+	1		+	+			+	1	1	+			12	80	IV	171			
	Hieracium sabaudum (?)						1				+									3	20	I	35			
	Dicranella heteromalla	E0			+								+							2	13	I	1			

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
<b>QF</b>	<i>Carex digitata</i>	E1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	13	87	V	9		
	<i>Hedera helix</i>	E3a	+							1	1	1					6	12	40	II	102	
		E2	2	2	1	1	2	1	2	2	2	+	+	+			12		80	IV	802	
	<i>Anemone nemorosa</i>	E1			1	+		1	+	+	1	1	+	+	+	1	11	73	IV	171		
	<i>Acer campestre</i> s. lat.	E3b					+				1						3		20	I	35	
		E3a	+			+					+						5	8	33	II	III	3
		E2									1						+	2	13	I	34	
		E1				+						+					3		20	I	2	
	<i>Isoetecium alopecuroides</i>	E0	+	+			+				+						4	27	II	3		
	<i>Melica uniflora</i>	E1					+			+		+					4	27	II	3		
	<i>Ctenidium molluscum</i>	E0		+							+	+					3	20	I	2		
	<i>Pyrus pyrastrer</i>	E3a														+	+	2	3	13	I	1
		E1															1		7	I	1	
	<i>Cephalanthera longifolia</i>		+								+						2	13	I	1		
<b>VP</b>	<i>Hypnum cupressiforme</i>	E0	+	+	+	+	+	+			1		+	1	1	+	12	80	IV	106		
	<i>Solidago virgaurea</i>	E1			+	+	+			+	+						6	40	II	4		
	<i>Hypnum cupressiforme</i> f. filiforme	E0				+		+	+	+		+					5	33	II	3		
	<i>Atrichum undulatum</i>						+					+	+	+			4	27	II	3		
<b>AT</b>	<i>Polypodium vulgare</i>	E1				+		+									4	27	II	3		
<b>O</b>	<i>Veronica chamaedrys</i>	E1			+	+		+					+	+	+		7	47	III	5		
	<i>Rubus hirtus</i> agg.	E2	+			+	+	+			1	1	1				7	47	III	103		
	<i>Ajuga reptans</i>	E1				+	+	+	+	+		+					7	47	III	5		
	<i>Platanthera chlorantha</i>				+	+						+	+	+	+		6	40	II	4		
	<i>Ulmus minor</i>	E3a															1	2	7	I	1	
		E2									+						1		7	I	1	
<b>ML</b>	<i>Fissidens taxifolius</i>	E0	+	+	1	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	14	93	V	42		
	<i>Isoetecium mysuroides</i>					+		+	+	+	+	+	+	1	+		10	67	IV	39		
	<i>Brachythecium velutinum</i>			+		+		+	+	+		+	+				7	47	III	5		
	<i>Plagiothecium denticulatum</i>			+					+	+		+	+	+	1		7	47	III	37		
	<i>Eurhynchium striatum</i>				+		+					+	+	+	1		6	40	II	37		
	<i>Anomodon attenuatus</i>		+			+					+	+					4	27	II	3		
	<i>Neckera complanata</i>			+								+					2	13	I	1		
	<i>Ulota crispa</i>		+							+							2	13	I	1		
	<i>Peltigera canina</i>						+			+							2	13	I	1		
	<i>Neckera crispa</i>					+						+					2	13	I	1		
	<i>Plagomnium undulatum</i>										+	+					2	13	I	1		
	<i>Brachythecium rotabulum</i>										+	+					2	13	I	1		

Vrste, ki se pojavljajo samo v enem popisu (Species presented in a single relevé):

**F:** *Actaea spicata* + (11);

**QP:** *Betonica serotina* + (4); *Polygonatum odoratum* + (2); *Carex flacca* + (3);

**QRP:** *Veronica officinalis* + (13);

**QF:** *Cephalanthera rubra* + (9); *Fragaria moschata* + (15); *Corylus avellana* E2 + (3);

**VP:** *Polytrichum formosum* E0 + (12); *Rhytidiadelphus triquetrus* E0 + (10); *Dicranum scoparium* E0 + (2); *Plagiothecium sylvaticum* E0 + (6); *Cladonia rangiferina* E0 + (14);

**AT:** *Asplenium trichomanes* + (1);

**O:** *Fragaria vesca* + (13); *Listera ovata* + (13); *Galium mollugo* agg. + (15); *Hypericum hirsutum* + (7); *Populus tremula* E3b + (14), E3a + (14), E2 + (14); *Dactylis polygama* + (11);

**ML:** *Madotheca platyphylla* + (12); *Madotheca laevigata* + (14); *Pseudoscleropodium purum* + (14); *Bartramia pomiformis* + (14); *Dicranum* sp. + (12);

\* vrste, ki so v glavnem razširjene v jugovzhodni Evropi in endemiti Jugovzhodnih Alp (species distributed mainly in southeastern Europe and endemics of the Southeastern Alps)

**I** - Stalnost (Presence degree) **II** - Pokrovnost (Cover value)

**Fitocenološke enote** (Phytosociological groups)

**AF** *Aremonio-Fagion* (Ht. 1938) Török, Podani et Borhidi 1989

**AT** *Asplenietea trichomanis* Br. Bl. in Meier et Br.-Bl. 1934

**EC** *Erythronio-Carpinion* (Ht. 1938) Marinček in Mucina, Wallnöfer et Grass 1993

**F** *Fagetalia sylvaticae* Pawl. 1928

**ML** Mahovi in lišaji (Mosses and lichens)

**O** Druge vrste (Other species)

**OF** *Ostryo Fagenion* Borhidi 1963

**PS** *Prunetalia spinosae* Tx. 1952



- QF** *Quercus-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieg. 1937
- QP** *Quercetalia pubescenti-petraeae* Klika 1933 corr. Moravec in Béguin et Theurillat 1984 (= *Quercetalia pubescentis* Klika 1933)
- QRP** *Quercetalia robori-petraeae* Tx. (1931) 1937 (= *Quercetalia roboris* R.Tx. 1931)
- VP** *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. 1939 emend. Zupančič 1976
- Horološke skupine** (Chorological groups) - slika 2 (Figure 2)
- sa** Subatlantske in subatlantsko-submediteranske vrste  
Sub-Atlantic and sub-Atlantic-sub-Mediterranean species
- sm** Submediteranske in submediteransko-pontske vrste  
Sub-Mediterranean and sub-Mediterranean-Pontic species
- is** Ilirsko-submediteranske in balkanske vrste  
Illyrian-sub-Mediterranean and Balkan species
- ai** Jugovzhodnoalpsko-ilirske vrste  
Southeast-Alpine-Illyrian species
- mo** Srednje- in južnoevropske gorske vrste  
Central and south-European montane species
- eu** Evropske vrste / European species
- bo** Borealne in subborealne vrste Boreal and subboreal species
- ea** Evrazijske in evrosibirske vrste  
Eurasian and Eurosiberian species
- Okrajšave za tla** (Abbreviations of soil types)
- EK** - evtrična rjava tla (Eutric Cambisols)
- EL** - izprana tla na flišu (Eutric Luvisols)
- DK** - distrična rjava tla (Dystric Cambisols)
- Okrajšave za matično podlago** (Abbreviations of parent material)
- F** - fliš (flysch)
- A** - apnenec (limestone)
- Lokalitete popisov** (Localities of relevés): Koprsko gričevje (the Koper Hills): Boršt - Draga (0548/2): 1-9; Mandrijski hrib - Stara Mandrija (0549/3): 10, 12; Abitanti - Krajevica (0548/4): 11, 13, 14; Sovinjak - Veli bič (0548/4):15;

## PRELIMINARY LIST OF FRESHWATER OSTRACODA (CRUSTACEA) FROM SLOVENIA

*Huw I. GRIFFITHS*

Ph.D. in biology, Research Institute for Environmental Science & Management, School of Geography & Earth Resources,  
University of Hull, GB-Hull HU6 7RX, Cottingham Road

dr. biol. znan., Research Institute for Environmental Science & Management, School of Geography & Earth Resources,  
University of Hull, GB-Hull HU6 7RX, Cottingham Road

*Anton BRANCELJ*

Ph.D. in biology, National Institute of Biology, SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111

dr. biol. znan., Inštitut za biologijo, SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111

### ABSTRACT

*The fauna of Ostracoda in Slovenia is still poorly known. Equally poor are the taxonomic as well as ecological and zoogeographical studies made so far in respect of these freshwater crustaceans. In spite of it all, 47 taxa arranged in 22 genera have been discovered in Slovenia so far. The greater part of research still originates from the period prior to World War II, although a substantial progress has been made in the last three years. The fact, however, that a number of species and even genera have still not been discovered in Slovenia, even though they have been confirmed in its immediate neighbourhood, remains. Among the most thoroughly researched habitats at the moment are caves, springs and upland lakes, while in the remaining surface waters hardly any research has been carried out so far. Also stated in the article are the only data on the Holocene and late Ice Age Ostracoda from the sediments found in Lake Bled.*

**Key words:** Crustacea, Ostracoda, Slovenia, fauna, habitats, paleolimnology

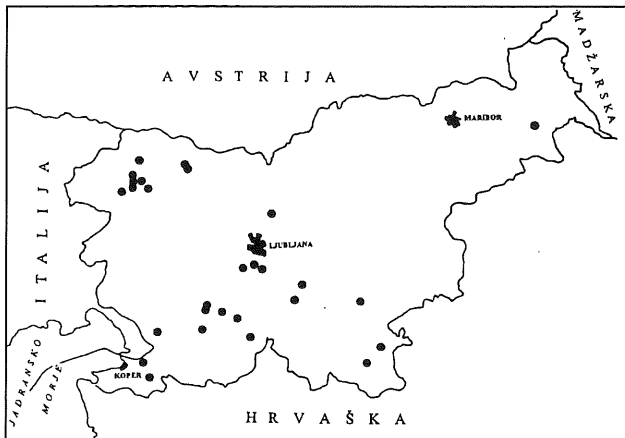
**Ključne besede:** Crustacea, Ostracoda, dvoklopniki, Slovenija, favna, habitati, paleolimnologija

### INTRODUCTION

Slovenia represents a "biodiversity hotspot" within Europe (Gaston & Davis, 1994) and its importance for endemism freshwater hypogean species has been known for many years (e.g. Hodalič, 1993). Amongst these species are a number of freshwater Ostracoda, most described from the period before the 1939-1945 War, and little studied since then. Indeed, amongst the European freshwater Ostracoda, localised endemics are best known from hypogean, often karstic, waters (Danielopol, 1978) and from ancient lakes such as those on the borders of Macedonia (e.g. Mikulič, 1961). Despite this, general faunistic knowledge of the freshwater Ostracoda of Slovenia is remarkably poor and, except for taxonomic studies, very few data are available.

The ostracod faunas of the Balkans generally have been studied somewhat sporadically. That of Bulgaria

has been reported on by Klie (1925, 1937a), Petkovski (1964a) and Sywula (1967), and a small number of contributions deal with the Ostracoda of Greece (e.g. Danielopol, 1979, 1981; Petkovski & Keyser, 1992; Schéfer, 1942; Stephanides, 1948). Within the republics of the former Yugoslavia, the history of research into microcrustacean faunas dates to the start of this century but, despite this, published data on ostracods are scant. For Croatia, for example, published accounts are very limited, with Car (1901) and Rogulj *et al.* (1994) providing a small number of species records, although these are augmented by taxonomic papers dealing with taxa from the Island of Hvar (Danielopol, 1969) and the Sava River (Rogulj & Danielopol, 1994). Klie (1937b, 1939, 1941) describes several new taxa from the territories of the former Yugoslav republics, most of these being known from Montenegro, the environs of Skopje, Lake Skadar (Shkodër) and Lake Ohrid, whilst the last of these is dis-



**Fig. 1: Map with localities referred to the text (some nearby localities are indicated with a common spot).  
Sl. 1: Karta do sedaj znanih najdišč dvoklopnikov (nekatero bližnje lokalitete so označene s skupno piko).**

cussed further by the papers of Holmes (1937a,b) and Mikulić (1953, 1961, 1969). To date, however, the best known part of the Balkans in terms of its Ostracoda is Macedonia, not only because of early contributions such as those of Lindner (1920, 1922) and Brehm (1939), but also by virtue of an extended run of articles by Dr. Trajan K. Petkovski of Skopje (see bibliography in Appendix 1).

Although some of Petkovski's papers do mention ostracod records from Slovenia (as reviewed here), only two short articles deal with Slovene ostracods specifically. Walter Klie described three new species from caves in the vicinity of Ljubljana (as "Laibach") (Klie, 1935), and Petkovski & Meisch (1994) give details of a new species of *Cypria* from the Ljubjansko Barje area. Further contributions include those of Klie (1931, 1939), which include single-species descriptions of Slovene species whilst, during revisionary studies, Danielopol (1978, 1982) describes another Slovenian hypogean form. A recent synoptic article on *Candona bimucronata* (Griffiths & Brancelj, in press) provides the first ecological dataset on Slovene ostracods, and includes information derived from five lakes in the Triglav National Park (TNP). In addition to this, several short check-lists that mention Slovene cave-dwelling ostracods have appeared (Sket & Brancelj, 1992; Sket, 1992; Bole *et al.*, 1993) and the first two of these attempt to assess their conservation status. (Of five species listed in the national Red Data List, *Cypria reptans stygia*, *Pseudocandona cavicola*, *P. pretneri*, *P. trigonella* and *Fabaeformiscandona aemonae* all are recognised as single-site endemics.) The only other original faunal records to have appeared are those included in a review of the aquatic flora and fauna of the Triglav National Park (TNP) by Brancelj *et al.* (1995).

Although workers have shown historical interest in the description of new species from the territory of

Slovenia there has been almost no systematic study, and epigeal species have attracted almost no attention at all, giving the impression that the ostracod fauna of Slovenia is extremely species-poor. Thus the purpose of the current article is to provide a baseline for renewed ostracod research in the Republic of Slovenia by reviewing the records available in the literature, and correcting some misconceptions that have arisen from these old records. We report also on preliminary results of new ostracod collections made in various parts of Slovenia, that include the notification of several genera and species previously unrecognised from Slovenia. In the present work we aim to provide a preliminary check-list of the modern freshwater fauna which includes also published records arising from palaeolimnological studies of Holocene lake deposits. As sampling is on-going and it is anticipated that further records of note will be uncovered in the near future, we do not attempt to give full and formal site-based listings here, although collecting localities mentioned in the text are shown in Fig. 1.

#### PRELIMINARY CHECK-LIST OF THE FRESHWATER OSTRACODA OF SLOVENIA

- Phylum or sub-phylum Crustacea PENNANT, 1777
- Class Ostracoda LATREILLE, 1806
- Sub-class Podocopa G.W. MÜLLER, 1894
- Order Podocopida SARS, 1866
- Sub-order Podocopina, SARS 1866
- Superfamily Darwinuloidea BRADY & NORMAN, 1889
- Family Darwinulidae BRADY & NORMAN, 1889
- Genus *Darwinula* BRADY & ROBERTSON, 1885
- Darwinula stevensoni* (BRADY & ROBERTSON, 1870)
- Superfamily Cytheroidea BAIRD, 1850
- Family Cytherideidae SARS, 1925
- Sub-family Cytherideinae SARS, 1925
- Genus *Cytherissa* (SARS, 1863)
- Cytherissa lacustris* (SARS, 1863)
- Family Leptocytheridae HANAI, 1957
- Genus *Leptocythere* SARS, 1925
- Leptocythere fluviatilis* KLIE, 1939
- Family Limnocytheridae KLIE, 1938
- Sub-family Limnocytherinae KLIE, 1938
- Genus *Limnocythere* BRADY, 1867
- Limnocythere inopinata* (BAIRD, 1843)
- Limnocythere sanctipatricii* (BRADY & ROBERTSON, 1869)
- Superfamily Cypridoidea BAIRD, 1845
- Family Ilyocyprididae KAUFMANN, 1900
- Genus *Ilyocypris* BRADY & NORMAN, 1889
- Ilyocypris biplicata* (KOCH, 1858)
- Ilyocypris bradyi* SARS, 1890
- Ilyocypris gibba* (RAMDOHR, 1808)
- Ilyocypris inermis* KAUFMANN, 1900
- Family Candonidae KAUFMANN, 1900
- Sub-family Candoninae KAUFMANN, 1900

Genus *Candona* s.s. BAIRD, 1845  
*Candona bimucronata* KLIE, 1937  
*Candona candida* (O.F. MÜLLER, 1776)  
*Candona lindneri* PETKOVSKI, 1969  
*Candona neglecta* SARS, 1887  
Genus *Cryptocandona* KAUFMANN, 1900  
*Cryptocandona* sp. indet.  
Genus *Fabaeformiscandona* KRSTIĆ, 1972  
*Fabaeformiscandona aemonae* (KLIE, 1935)  
Genus *Nannocandona* EKMAN, 1914  
*Nannocandona faba* EKMAN, 1914  
Genus *Pseudocandona* KAUFMANN, 1900  
*Pseudocandona albicans* (BRADY, 1864)  
*Pseudocandona cavicola* (KLIE, 1935)  
*Pseudocandona eremita* (VEJDOVSKY, 1882)  
*Pseudocandona* cf. *marchica* (HARTWIG, 1899)  
*Pseudocandona pretneri* DANIELOPOL, 1978  
*Pseudocandona* cf. *pseudoparallela* (LÖFFLER, 1961)  
*Pseudocandona trigonella* (KLIE, 1931)  
Sub-family Cyclocypridinae KAUFMANN, 1900  
Genus *Cyclocypris* BRADY & NORMAN, 1889  
*Cyclocypris laevis* (O.F. MÜLLER, 1776)  
*Cyclocypris ovum* (JURINE, 1820)  
Genus *Cypria* (ZENKER, 1854)  
*Cypria bicolor* PETKOVSKI & MEISCH, 1994  
*Cypria exsculpta* FISCHER, 1855  
*Cypria ophthalmica* (JURINE, 1820)  
*Cypria reptans stygia* (KLIE, 1935)  
Genus *Physocypris* (VÁVRA, 1897)  
*Physocypris* cf. *kliei* SCHÄFFER, 1934  
Family Notodromatidae KAUFMANN, 1900  
Sub-family Notodromatinae KAUFMANN, 1900  
Genus *Notodromas* LILLJEBORG, 1853  
*Notodromas monacha* (O.F. MÜLLER, 1776)  
*Notodromas persicae* GURNEY, 1921  
Family Cyprididae BAIRD, 1845  
Sub-family Cypricerinae MCKENZIE, 1971  
Genus *Bradleycypris* MCKENZIE, 1982  
*Bradleycypris obliqua* (BRADY, 1868)  
Sub-family Dolerocypridinae TRIEBEL, 1961  
Genus *Dolerocypris* KAUFMANN, 1900  
*Dolerocypris sinensis* SARS, 1903  
Sub-family Herpetocypridinae KAUFMANN, 1900  
Genus *Psychrodromus* DANIELOPOL & MCKENZIE, 1977  
*Psychrodromus olivaceus* (BRADY & NORMAN, 1889)  
*Psychrodromus fontinalis* (WOLF, 1920)  
Sub-family Eucypridinae BRONSHTEIN, 1947  
Genus *Eucypris* (VÁVRA, 1891)  
*Eucypris pigra* (FISCHER, 1851)  
*Eucypris virens* (JURINE, 1820)  
Sub-family Cyprinotinae BRONSHTEIN, 1947  
Genus *Heterocypris* CLAUS, 1892  
*Heterocypris incongruens* (RAMDOHR, 1808)

*Heterocypris reptans* (KAUFMANN, 1900)  
Sub-family Cypridopsinae KAUFMANN, 1900  
Genus *Cavernocypris* HARTMANN, 1964  
*Cavernocypris subterranea* (WOLF, 1920)  
Genus *Cypridopsis* BRADY, 1867  
*Cypridopsis vidua* (O.F. MÜLLER, 1776)  
Genus *Potamocypris* BRADY, 1870  
*Potamocypris fallax* FOX, 1967  
*Potamocypris similis* G.W. MÜLLER, 1912  
*Potamocypris smaragdina* (VÁVRA, 1891)  
*Potamocypris villosa* (JURINE, 1820)  
*Potamocypris zschokkei* (KAUFMANN, 1900)

#### CHECK-LIST OF HOLOCENE AND LAST GLACIATION LATE-GLACIAL SPECIES

Although there has been a comparatively large amount of palaeolimnological work undertaken in Slovenia (e.g. Šercelj, 1996), the only study so far that gives details of freshwater ostracods is that of Löffler (1984). This deals with the palaeolimnology of Lake Bled.

Here (H = Holocene, W = Late Würm):

*Darwinula stevensoni* (BRADY & ROBERTSON, 1870) (H)  
*Cytherissa lacustris* (SARS, 1863) (H,W)  
*Limnocythere sanctipatricii* (BRADY & ROBERTSON, 1869) (H,W)  
*Candona candida* (O.F. MÜLLER, 1776) (H,W)  
*Cyclocypris* cf. *ovum* (JURINE, 1820) (H)  
*Cypria ophthalmica* (JURINE, 1820) (H)  
*Potamocypris* cf. *villosa* (JURINE, 1820) (H)

#### NOTES ON THE SPECIES REPORTED TO DATE

***Darwinula stevensoni*** BRADY & NORMAN, 1889

This species was reported from Holocene Lake Bled by Löffler (1984). It is now common in the shallower areas of the lake, above the zone of deoxygenation.

***Leptocythere fluviatilis*** KLIE, 1939

Although omitted from all recent check-lists of Slovene ostracods, this species appears to be a Slovene endemic. The species is thus far known only from a single ill-defined locality, somewhere on the Krka River at Novo Mesto (Klie, 1939). The original description is very brief, but material from the type series (held in the Hamburg Zoological Museum) is re-described by Petkovski (sic) & Keyser (1992).

***Cytherissa lacustris*** (SARS, 1863)

First reported from Slovenia as a Late Pleistocene

subfossil from Lake Bled (Löffler, 1984), the species is now known from the modern Triglav area, including Lakes Bohinj and Bled.

***Limnocythere inopinata*** (BAIRD, 1843)

A new record for Slovenia. This species shows an unusual pattern of "geographical" parthenogenesis (Martens, 1994a). It is known from a small number of Slovene localities (e.g. swamp Šijec, lake Spodnje Kriško jezero - TNP), but exclusively as all-female populations.

***Limnocythere sanctipatricii*** (BRADY & ROBERTSON, 1869)

First reported subfossil from Lake Bled (Löffler, 1984), but now also known from the sub-littoral of Lake Bohinj (Griffiths & Brancelj, in press).

***Ilyocypris bradyi*** SARS, 1890

Petkovski (1958a) reports having collected this species at an unnamed locality at Novo Mesto, and it has been found also in collections made at Obrh (near Lož) in September, 1993 and at spring Izvir nad Jezom (Krupa) in March, 1993.

***Ilyocypris buplicata*** (KOCH, 1838)

Reported from Slovenia in collections made at Ljubljana (Petkovski, 1958a) although further details are lacking and there are no subsequent records.

***Ilyocypris gibba*** (RAMDOHR, 1808)

A new record from Slovenia, females having been collected at swamp Šijec in September, 1993.

***Ilyocypris inermis*** KAUFMANN, 1900

A new record from Slovenia, based on a collection made at spring izvir Rižane (Koper) in June, 1994.

***Candona bimucronata*** KLIE 1937

Originally described from Montenegro by Klie (1937b), and subsequently reported from Macedonia by Brehm (1939) and from Bosnia and Macedonia by Petkovski (1958b, 1959). The species now is known also from five sites in the TNP, including Lake Bohinj (Griffiths & Brancelj, in press).

***Candona candida*** (O.F. MÜLLER, 1776)

This species was reported first from Holocene sediments at Lake Bled (Löffler, 1984). It is now known from a

large number of modern sites, e.g. lake Črno jezero, puddel Dol pod Studorjem, lake Dupeljsko jezero, lake Rjavo jezero (all TNP), spring Izvir nad jezom (Krupa), river Mišca (Bled), cave Črna jama (part of cave system of Postojnska jama) and cave Marnena jama near Pivka. The species appears to be both common and widely distributed.

***Candona lindneri*** PETKOVSKI, 1969

This species was first reported from the Novo Mesto area (as *C. neglecta*) by Petkovski (1959) and also as *C. altoides* by Petkovski (1964a) (see Petkovski, 1969: 94). Since then, 2 males have been found in a collection taken at spring izvir Rižane (Koper) made in June, 1994.

***Candona neglecta*** SARS, 1887

First reported from Slovenia from puddel Dol pod Studorjem (TNP) by Griffiths in Brancelj *et al.* (1995), the species also occurs (in small numbers) in Lake Bled and lake Rjavo jezero (TNP).

***Cryptocandona*** sp. indet.

This genus is known thus far only from undetermined material taken at swamp Šijec in September, 1993.

***Fabaeformiscandona aemonae*** (KLIE, 1935)

An unusual triangulate species, described from two males, three females and larvae collected from drip-water pools in cave Podpeška jama near Videm (Klie, 1935), although now it appears to be widely distributed throughout this system (Griffiths & Brancelj, unpublished data). Bole *et al.* (1993) provide a further record from the same location on Dobropolje, whilst Petkovski & Meisch (1994) list it from a spring izvir Ižice near Ig. Transferral to *Fabaeformiscandona follows* Meisch (1996).

***Nannocandona faba*** EKMAN, 1914

The distribution of *N. faba* is reviewed by Marmonier & Danielopol (1988), and the first Slovene record is that from lake Jezero v Ledvicah (TNP) reported by Griffiths in Brancelj *et al.* (1995). Here the species was collected in the June of 1992 and 1993, and in September, 1992.

***Pseudocandona albicans*** (BRADY, 1864)

The species, which is new for Slovenia, is known thus far only from undated material collected from various sampling stations at cave Osapska jama (Koper).

***Pseudocandona cavicola*** (KLIE, 1935)

Originally described from cave Krška jama (Krka) by

Klie (1935) although little other information is given in the description. There is a little confusion with regard to the identity of this species, particularly as the illustrations in Klie's (1935) paper leave a great deal to be desired. Danielopol (1982) states that there is a possibility that *P. cavicola* may be synonymous with *P. pretneri* DANIELOPOL 1978.

***Pseudocandona eremita* (VEJDOVSKY, 1882)**

The inclusion of *P. eremita* within the Slovene fauna is based solely on Paris (1920: 478). Paris states that a female collected in May, 1914 from "Provinz Krain (Austrie). - Podpec Höhle, Podpec, Bezirk Gottschee" had been sent to him by Jeannel and Racovitza. He also notes that the species has been found at "Prague et Agram" (i.e. Zagreb). Danielopol (1978) also lists *P. eremita* from several localities in the former Yugoslav republics, including cave Podpeška jama (Videm) and cave Luknja near Novo Mesto, Zagreb, Skopje and Kosovska Mitrovica.

***Pseudocandona* cf. *marchica* (HARTWIG, 1899)**

A new record for Slovenia. The record is provisional, however, with the determination being based on a single, highly decalcified specimen taken from a well in Branoslavci (NE Slovenia) in June, 1995.

***Pseudocandona pretneri* DANIELOPOL, 1978**

Danielopol (1978) describes *P. pretneri* from a single individual taken at Rak, a karstic spring in the vicinity of Postojna. No other locality details are given, and the original species description includes no illustrations. Danielopol (1982) provides drawings of the soft parts, SEM illustrations of the valves, and a location map. The species is known thus far from the type locality, and from the Cerknica region (see Bole *et al.*, 1993).

***Pseudocandona* cf. *pseudoparallela* (LÖFFLER, 1961)**

Until recently *P. pseudoparallela* has been known only from the type locality in the upper catchment area of the Danube (Löffler, 1961). The species was reported from Slovenia (lake Jezero na Planini pri jezeru - TNP) by Griffiths in Brancelj *et al.* (1995). Despite this, the listing of the species from Slovenia is provisional, and based solely on valve material. Meisch (forthcoming) does not accept the validity of this species, considering it to be a junior synonym of *P. albicans*.

***Pseudocandona trigonella* (KLIE, 1931)**

A poorly known and poorly described species. Klie's (1931) description deals with material collected by Dr. H. J. Stammer from "einem kleinen See am Ende eines

als "Tartarus" bezeichneten Seitenganges der Adelsberger Höhle" (i.e. Postojna: Danielopol, 1978: 12). According to Klie, the species was found in association with Ephemeropteran larvae and other ostracods, including *Cypria ophthalmica* and unidentified species of *Potamocypris* and *Cypridopsis*.

***Cypria exsculpta* FISCHER, 1855**

A new record for Slovenia, although again the determination is provisional, being based on dead valves found in benthic samples taken from Lake Bohinj in September, 1993.

***Cypria ophthalmica* (JURINE, 1820)**

This is one of the most common of all freshwater ostracods. The first reports of the species in Slovenia are at Postojna (Klie, 1931) and the *L. fluviatilis* type locality at Novo Mesto (Klie, 1939). It has been reported since from eleven sites in the TNP (Griffiths in Brancelj *et al.*, 1995) and has been found subsequently at a large number of sites throughout the country.

***Cypria reptans stygia* (KLIE, 1935)**

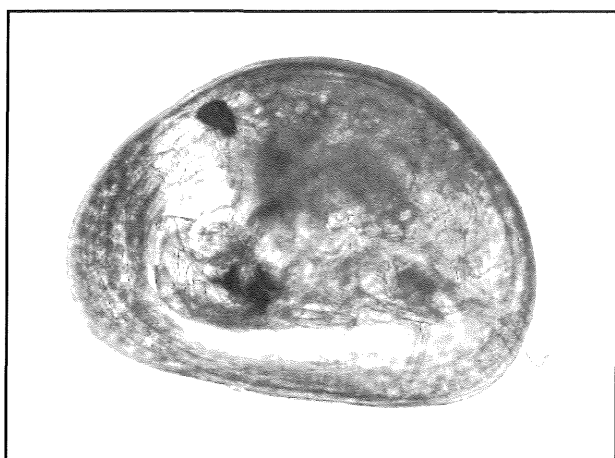
Another of those species described by Klie (1935) (but as *Cypria stygia*). The original report gives few details, other than that 3 males and 15 females were taken at cave Podpeška jama near Videm/Dobropolje. Petkovski (1976) places *C. stygia* into synonymy with *C. reptans* BRONSHTEIN, 1928 but maintains subspecific ranking. *C. r. stygia* has been considered generally as a Slovene endemic, although Petkovski (1976) notes material from both Montenegro and northern Italy. Although it is possible that *C. r. stygia* may still represent an endangered taxon as suggested by Sket & Brancelj (1992), this can not be justified on the grounds on endemnicity alone. Till now Slovene localities are known from Dobropolje, i.e. cave Podpeška jama (Bole *et al.*, 1993) and spring izvir Ižice, near Ig (Petkovski & Meisch, 1994). We have further material (27 females, 3 juveniles) taken from a bank-side seep near the Limnological Station at Lake Bled in September, 1993.

***Cyclocypris laevis* (O.F. MÜLLER, 1776)**

A new national record, despite being a very commonly-distributed species. *C. laevis* is known from a number of sites, including lake Zeleno jezero (TNP) and Lake Bled.

***Cyclocypris ovum* (JURINE, 1820)**

Originally listed from Holocene Lake Bled by Löffler (1984) as *C. cf. ovum*, the species has been found also



**Fig. 2:** *Cypria ophtalmica* (JURINE, 1820) is one of the most common of all ostracods. It was found at a large number of sites throughout Slovenia (Photo: A. Brancelj).

**Sl. 2:** *Cypria ophtalmica* (JURINE, 1820) je ena najbolj pogostih vrst dvoklopnikov. V Sloveniji je bila doslej najdena na številnih lokalitetah (Foto: A. Brancelj).

at several sites in the TNP (Griffiths in Brancelj *et al.*, 1995). It appears to be common in standing waters throughout Slovenia.

***Notodromas monacha*** (O.F. MÜLLER, 1776)

Thus far known only from the papers of Petkovski, who states that he has the species "auseinem Wiesentümpel bei Volčji Potok, Ljubljana in Slovenien (leg. R. Grupcer, 9.10.1958)" (Petkovski, 1959).

***Notodromas persicae*** GURNEY, 1921

Described by Petkovski (1959) as "Auf Jugoslawien ist sie von Dr. St. Karaman in der Ljubljana-Höhle bei Ljubljana gefunden wordet; det. Klie,...". There are no subsequent records.

***Bradleycypris obliqua*** (BRADY, 1868)

A new Slovene record, based on specimens taken at lake Cerkniško jezero in the winter of 1993. The generic taxonomy of Cypricerinae, which has been rather confused over recent years, is discussed by Martens (1994b).

***Dolerocypris sinensis*** SARS, 1903

This species is known from a single record published by Petkovski (1960), who states that the species was found in "ein vegetationsreiche Grube bei Ljubljana, 8.6.1958 - Slovenien". Juveniles ascribed of *Dolerocypris*

*ris* sp. were collected from lake Rjavo jezero (TNP) in September 1993, although their specific identity cannot be confirmed.

***Psychrodromus fontinalis*** (WOLF, 1920)

A new Slovene record, this spring-dwelling species is known from a number of sites, including the seep near the Lake Bled Limnological Station (collected September, 1993), rivers Mišca and Ribčev graben (Bled; December, 1993). A recent account of the genus is given by Baltan-Els *et al.* (1993). *P. fontinalis* is usually considered to be central European, although these records, plus one from Split, Croatia, are the most southerly for the species yet reported (Baltan-Els *et al.*, 1993).

***Psychrodromus olivaceus*** (BRADY & NORMAN, 1889)

A new record for Slovenia, this rheophilic species is known from 15 females taken from river Mišca (Bled) in December, 1995.

***Eucypris pigra*** (FISCHER, 1851)

A new Slovene record. Thus far known only from two adult valves, certainly subrecent, collected from the cave Mejame near Divača in September, 1992.

***Eucypris virens*** (JURINE, 1820)

A new Slovene record, based on material collected from lake Cerkniško jezero in the winter of 1993.

***Heterocypris incongruens*** (RAMDOHR, 1808)

A new Slovene record. The species is known from material from puddel Mlaka v dolu pod Studorjem (TNP) (dated July and September, 1992) and was also collected from the littoral of Lake Bled in September, 1994.

***Heterocypris reptans*** (KAUFMANN, 1900)

"*Eucypris reptans* s. str. überliessen mir Dr. Marjan Rejc und Dr. Boris Sket, beide aus Ljubljana, die sie in den Küstesnahen Gegenden Sloweniens und Dalmatiens sammelten". (Petkovski, 1964b: 163). This rare species is now known to belong properly within *Heterocypris* (see Meisch, 1993). Although Meisch does note the species' presence from Croatia, he does not list the Slovene record, and there are no recent reports.

***Cavernocypris subterranea*** (WOLF, 1920)

*C. subterranea* was reported first from 5 females and 8 juveniles taken at lake Rjavo jezero (TNP) in September, 1993 (Griffiths in Brancelj *et al.*, 1995). The species



is also known from the previously-mentioned seep in the banks of Lake Bled (1 female, September, 1993) and from cave Marnena jama near Pivka (1 female, April, 1993). Formerly placed within *Cypridopsis* s.s., formal transfer to *Cavernocypris* follows Marmonier *et al.* (1989).

***Cypridopsis vidua*** (O.F. MÜLLER, 1776)

Although new record for Slovenia, this is an extremely common freshwater ostracod. *C. vidua* is known from females collected at several sites in the TNP, in lake Cerkniško jezero near village Dolenje Jezero, in lake Podpeško jezero near Ljubljana and the shallows (depth <0.2 m) of Lake Bled. It has been collected also at other standing water localities, including swamp Šijec.

***Potamocypris fallax*** FOX, 1967

New for Slovenia, this species was originally described from streams in the UK (Fox, 1967) and is now widely-known throughout Europe. In Slovenia it is recorded only from 2 females taken at river Mišca (Bled) in December, 1993.

***Potamocypris similis*** G.W. MÜLLER, 1912

Previously unreported from Slovenia, this taxon is known from material collected in September, 1992 at a spring at Vršič, Trenta, at 1350 m asl, and from material identified as *P. cf. similis* from swamp Šijec collected in September, 1993.

***Potamocypris smaragdina*** (VÂVRA, 1891)

New to Slovenia, the only record for this species to date is in material taken at swamp Šijec in September, 1993.

***Potamocypris villosa*** (JURINE, 1820)

Known from Holocene Lake Bled (Löffler, 1984) (as *P. cf. villosa*), and from a single female in an undated collection from cave Osapska jama (Koper).

***Potamocypris zschokkei*** (KAUFMANN, 1900)

This species was first reported from Slovenia in collections taken in reservoir Močilec (TNP) in September, 1992 (Griffiths in Brancelj *et al.*, 1995) and has been found since in the shallows of Lake Bled in the vicinity of a shore-line seep.

#### NOTES ON FURTHER RESEARCH

Although the present work considerably increases the data available on freshwater Ostracoda from Slovenia,

there is still a considerable amount of research that remains to be undertaken. For example, a number of genera that clearly should be represented in the fauna remain unrecorded, notably: *Herpetocypris* BRADY & NORMAN, 1889, *Mixtacandona* (KLIE, 1938), *Tonnacypris* DIEBEL & PIETRZENIUK, 1975, *Scottia* BRADY & NORMAN, 1889, *Sarscypridopsis* MCKENZIE, 1977, *Isocypris* G.W. MÜLLER, 1908, *Bradleystrandesia* BROODBAKKER, 1983, *Metacypris* BRADY & ROBERTSON, 1870 and *Cypris* O.F. MÜLLER, 1776. Furthermore, within the genera presently known, *Pseudocandona*, *Fabaeformiscandona* and *Eucypris* are clearly under-represented.

In addition to this, there remain several problems relating to species described from Slovenia. First amongst these is the enigmatic *Leptocythere fluviatilis*, which has not been seen since described in 1939. Moreover, there is the unresolved question of the possible synonymy of *Pseudocandona cavicola* with *P. pretneri* (Danielopol, 1982), which can only be resolved through the study of larger series of material. The question also remains as to whether further species remain to be described from Slovenia, and particularly from hypogean environments in the Slovene karst. Ostracods remain under-researched in many parts of Europe, and the latest new forms to be described from the Balkans have been as recent as 1994 for Slovenia (Petkovski & Meisch, 1994), 1993 for Croatia (Rogulj & Danielopol, 1993), and 1995 and 1996 for Macedonia (Petkovski (sic) & Keyser, 1995; Petkovski & Meisch, 1996).

Lastly comes the question of the conservation status of those species described as Slovene endemics. Certainly, at least in the case of *C. r. stygia*, it is clear that this taxon is not genuinely endemic, but the status of the other species, including all those described by Klie in the 1930s and Danielopol's taxon from 1978, remain unknown, and data on their exact distributions and abundances are not available. It is hoped that those data presented here will help to spur further interest in the group.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

This study was supported by grants from the NERC (United Kingdom) to HIG, and from the Ministry of Science and Technology (Slovenia) to AB. HIG would like to express his thanks to Dr. Boris Kryšufek for his help in collecting some of the samples discussed in this article. Prof. dr. Matija Gogala kindly provided facilities at the Slovene Museum of Natural History during the course of the field-work. During the identification of the material discussed in this monograph we were fortunate enough to have in our possession a preprint of the volume on freshwater Ostracoda from the series Brauser's Süßwasserfauna Mitteleuropas, provided by Dr. Claude Miesch of the National Museum of Natural History in Luxembourg. It is a great pleasure to acknowledge this kindness.

## POVZETEK

Članek povzema dosedanje poznavanje razširjenosti sladkovodnih rakov dvoklopnikov (*Ostracoda*) v Sloveniji. Na podlagi literaturnih podatkov in nabranega materiala je z ozemlja Slovenije doslej ugotovljenih 47 taksonov dvoklopnikov, ki so uvrščeni v 22 rodov. Mednje so vključene tudi še nedoločene vrste in vrste, katerih taksonomski status še ni povsem določen. Šest taksonov je doslej označenih za slovenske endemite. Vendar ostaja še odprto vprašanje natančnega taksonomskega položaja nekaterih, v seznamu navedenih vrst. Pri nekaterih izmed njih ni bilo navedeno natančno najdišče, pri drugih pa je bilo najdenih premalo osebkov, da bi lahko z gotovostjo potrdili samostojen takson. Ne glede na to pa lahko tudi na podlagi dosedanjega poznavanja favne dvoklopnikov potrdimo, da je Slovenija ena izmed "biodiverzitetnih vročih točk". Med naštetimi taksoni je približno polovica takih, ki doslej niso bili znani z ozemlja Slovenije. Večji del vrst je bilo najdenih v jamah, izviroh ali v visokogorskih jezerih, ostanke nekaterih vrst pa so našli tudi v sedimentu Blejskega jezera. Zlasti preseneča skoraj popolno nepoznavanje favne dvoklopnikov v površinskih vodah. To le potrjuje predvidevanja, da lahko ob intenzivnejših raziskavah pričakujemo povečanje števila vrst, in sicer tako na račun že znanih vrst kot tudi na račun novih, za znanost še neznanih vrst.

Dosedaje raziskave so bile nesistematične, z izjemo morda visokogorskih jezer. Omejene so bile večinoma le na območje jugozahodno od Save. Z drugih območij Slovenije še ni nobenih podatkov oz. so šele v fazi obdelav. Zanimivih in predvsem za znanost novih vrst si lahko obetamo zlasti iz intenzivnejših raziskav podtalnice, izvirov in jam. Ob sistematičnem raziskovanju površinskih voda pa bomo dobili popolnejšo podobo razširjenosti vsaj najbolj pogostih površinskih vrst. Analiza oz. primerjava slovenske favne s favno sosednjih dežel je pokazala, da je še veliko rodov oz. vrst, za katere v Sloveniji še ni nobenih podatkov o njihovem pojavljanju, v sosednjih pokrajinah pa so splošno razširjene vrste. To velja tudi za njihovo razširjenost znotraj posameznih zoogeografskih regij ali po posameznih habitatih.

## REFERENCES

- Baltan-Els, A., Danielopol, D.L., Roca, J.R. & Marmoir, P. (1993).** *Psychrodromus batharrami* n.sp. (Crustacea, Ostracoda): morphology, ecology and biogeography. *Zoologischer Anzeiger*, 231: 39-57.
- Bole, J., Drovenik, B., Mršič, N. & Sket, B. (1993).** Endemic animals in hypogean habitats in Slovenia. *Naše jame*, 35 (1): 43-55.
- Brancelj, A., Urbanc-Berčič, O., Krušnik, C., Kosi, G., Povž, M. & Dobravec, J. (1995).** Življenje v vodah Triglavskega Narodnega Parka. (Razprave in Raziskave 4). Bled; Triglavski Narodni Park.
- Brehm, V. (1939).** Entomotraken aus dem albanisch-jugoslawischen Grenzgebiet. *Zoologischer Anzeiger*, 127: 26-38.
- Car, L. (1901).** Prilog za faunu Crustaceja. *Glasnik Hrvatskog Narodoslovnog Društva*, 12 (4-6): 54-92.
- Danielopol, D.L. (1969).** Un nouvel ostracode des eaux souterraines de l'isle de Hvar. *Annales de Speleologie*, 24: 125-128.
- Danielopol, D.L. (1978).** Über Herkunft und Morphologie der Süßwasser-hypogäischen Candoninae (Crustacea, Ostracoda). *Sitzungsberichte der Österreichische Akademie der Wissenschaften, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse (Abteilung 1)*, 187: 1-162.
- Danielopol, D.L. (1979).** On the origin and the antiquity of the *Pseudolimnocythere* species (Ostracoda, Loxochonchidae). *Biologia Gallo-hellenica*, 8: 99-107.
- Danielopol, D.L. (1981).** Distribution of ostracods in the groundwater of the north western coast of Euboea (Greece). *International Journal of Speleology*, 11: 91-103.
- Danielopol, D.L. (1982).** Nouvelles données sur les Candoninae (Ostracoda) hypogische Roumanie et Yougoslavie. *Bulletin du Museum national d'Histoire naturelle, Paris, 4e Série, 4 (A)*: 363-396.
- Fox, H.M. (1967).** More new and interesting cyprids (Crustacea, Ostracoda) from Britain. *Journal of Natural History*, 4: 549-559.
- Gaston, K.J. & Davis, R. (1994).** Hotspots across Europe. *Biodiversity Letters*, 2: 108-116.
- Hodalič, A. (Ed.) (1993).** Proteus, the mysterious ruler of the karst darkness. Ljubljana; Vitrum Publishers.
- Holmes, P.F. (1937a).** Ostracoda of Lake Ohrid. *Archiv für Hydrobiologie*, 31: 484-500.
- Holmes, P.F. (1937b).** *Pseudocandona elongata*, a new species of ostracod. *Annals and Magazine of Natural History (Series 10)*, 19: 422-430.
- Klie, W. (1925).** Notizen zur Ostracodenfauna von Bulgarien. *Zoologischer Anzeiger*, 62: 157-160.
- Klie, W. (1931).** Zwei neue Arten des Ostracoden Gattung *Candona* aus unterirdischen Gewässern im südöstlichen Europa. *Zoologischer Anzeiger*, 96: 161-168.
- Klie, W. (1935).** Drei neue Höhlenostracoden aus der Umgebung von Laibach. *Zoologischer Anzeiger*, 111: 193-198.
- Klie, W. (1937a).** Ostracoden und Harpacticoiden aus brackigen Gewässern an der bulgarischen Küste des

Schwarzen Meeres. Mitteilungen aus den königlich-naturwissenschaftlichen Instituten in Sofia, 10: 1-42.

**Klie, W. (1937b).** Neue Ostracoden aus Jugoslawien. Glasnik Skopskog Naučnog Društva, 17: 143-150.

**Klie, W. (1939).** Studien über Ostracoden aus dem Ohridsee: II. Limnocytherinae und Cytherinae. Archiv für Hydrobiologie, 35: 631-646.

**Klie, W. (1941).** Studien über Ostracoden aus dem Ohridsee: III. Erster Nachtrag. Archiv für Hydrobiologie, 38: 254-259.

**Lindner, E. (1920).** Neue Mazedonische Ostracoden. Zoologischer Anzeiger, 52: 37-41.

**Lindner, E. (1922).** Mazedonische Ostracoden. Zoologische Jahrbücher, Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere, 45: 557-564, pls. 16-17.

**Löffler, H. (1961).** Grundwasser- und Brunnenostracoden aus Südwestdeutschland und den Vogesen. Beiträge zur Naturkundlichen Forschung in SW-Deutschland, 20: 31-42.

**Löffler, H. (1984).** The paleolimnology of Lake Bled (Blejsko Jezero). Verhandlungen der International Vereinigung für Theoretische und angewandte Limnologie, 22: 1409-1413.

**Marmonier, P. & Danielopol, D.L. (1988).** Découverte de *Nannocandona faba* ECKMAN (Ostracoda, Candoninae) en basse Autriche. Son origine et son adaptation au milieu interstitiel. Vie et Milieu, 38: 35-48.

**Marmonier, P., Meisch, C., & Danielopol, D.L. (1989).** A review of the genus *Cavernocypris* HARTMANN (Ostracoda, Cypridopsinae); systematics, ecology and biogeography. Bulletin de la Société des Naturalistes luxembourgeois, 89: 221-278.

**Martens, K. (1994a).** Summary of the morphology, taxonomy and distribution of *Limnocythere inopinata* (Baird, 1843) (Ostracoda, Limnocytherinae). In: D.J. Horne & K. Martens (Eds.), The evolutionary ecology of reproductive modes in non-marine Ostracoda: 17-22. London; University of Greenwich Press.

**Martens, K. (1994b).** Towards a revision of the Cypricerinae (Crustacea, Ostracoda): on the validity of the genera *Neocypris* SARS, 1901 and *Bradleycypris* MCKENZIE, 1982. Bulletin van het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen, Biologie, 64: 231-233.

**Meisch, C. (1993).** *Heterocypris reptans* (KAUFMANN, 1900), a rare freshwater ostracod new to France (Crustacea, Ostracoda). Bulletin de la Société des Naturalistes luxembourgeois, 94: 209-218.

**Meisch, C. (1996).** Contribution to the taxonomy of *Pseudocandona* and four related genera, with the description of *Schellencandona* nov. gen., a list of the Candoninae genera, and a key to the European genera of the subfamily (Crustacea, Ostracoda). Bulletin de la Société des Naturalistes luxembourgeois, 97: 211-237.

**Meisch, C. (forthcoming).** Freshwater ostracods. In: Brauer's Süßwasserfauna-Mitteleuropas.

**Mikulić, F.G. (1953).** Contribution à la connaissance de

l'écologie des ostracodes. Arhiv Bioloških Nauka, 5: 61-67.

**Mikulić F. (1961).** Nove *Candona* vrste iz Ohridskog Jezera. Bulletin du Museum d'Histoire Naturelle, Beograd, Série B, 17: 86-107.

**Mikulić, F. (1969).** Jedan primer mikrospecijacije u ekološko diferenciranim staništima Ostracoda (*Candona vidua*, KLIE) u Ohridskom jezeru. Bulletin du Museum d'Histoire Naturelle, Beograd, Série B, 24: 143-147.

**Paris, P. (1920).** Biospeologica XLI. Ostracodes (première série). Archives de Zoologie Experimentale et générale, 58: 475-487, pls. 18-21.

**Petkovski, T.K. (1958a).** Süßwasser-ostracoden aus Jugoslawien II. Subfam. Ilyocyprinae. Fragmenta Balcanica Musei Macedonici Scientiarum Naturalium, 2(8): 55-57.

**Petkovski, T.K. (1958b).** Zwei neue Ostracoden aus dem Dojransee. Biološki glasnik, 11: 29-34.

**Petkovski, T.K. (1959).** Süßwasserostracoden aus Jugoslawien VI. Acta Musei Macedonici Scientiarum Naturalium, 6(3): 53-75.

**Petkovski, T.K. (1960).** Süßwasserostracoden aus Jugoslawien VII. Fragmenta Balcanica Musei Macedonici Scientiarum Naturalium, 3(12): 99-106.

**Petkovski, T.K. (1964a).** Zur Kenntnis der Süßwasser-ostracoden Bulgariens. Fragmenta Balcanica Musei Macedonici Scientiarum Naturalium, 5(11): 61-69.

**Petkovski, T.K. (1964b).** Bemerkenswerte Entomostraken aus Jugoslawien. Acta Musei Macedonici Scientiarum Naturalium, 9(7): 147-181.

**Petkovski, T.K. (1969).** Einige neue und Bemerkenswerte Candoninae aus dem Ohridsee und einigen anderen Fundorten in Europa. Acta Musei Macedonici Scientiarum Naturalium, 11(5): 81-111, 2 pls.

**Petkovski, T.K. (1976).** Zwei neue und eine seltene Ostracoden-Art der Gattung *Cypria* ZENKER aus Jugoslawien (Nebst einer Bestimmunstabellen der europäischen Arten). Acta Musei Macedonici Scientiarum Naturalium, 14(7): 174-192.

**Petkovski, T.K. & Keyser, D. (1992).** *Leptocythere ostrovskensis* sp. n. (Crustacea, Ostracoda, Cytheracea) aus dem See Vegorit (Ostrovsko Ezero) in NW Griechenland. Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut, 89: 227-237.

**Petkovski, T.K. & Keyser, D. (1995).** Neue und seltene limnische Ostracoden aus Mazedonien (Crustacea: Ostracoda, Podocopida). Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut, 92: 295-314.

**Petkovski, T.K. & Meisch, C. (1994).** *Cypria bicolor* n. sp., a new crenobiont freshwater ostracod (Crustacea, Ostracoda) from Slovenia. Bulletin de la Société des Naturalistes luxembourgeois, 95: 229-236.

**Petkovski, T.K. & Meisch, C. (1996).** Species of the genus *Stenocypris* SARS, 1889 from the rice-fields of Macedonia (Crustacea, Ostracoda). Travaux Scientifiques du Musée National d'histoire Naturelle de Lux-

embourg, 23: 229-236.

**Rogulj, B. & Danielopol, D.L. (1993).** Three new *Mixtacondonà* (Ostracoda) species from Croatia, Austria and France. *Vie et Milieu*, 43: 145-154.

**Rogulj, B., Marmonier, P., Lattinger, R. & Danielopol, D.L. (1994).** Fine-scale distribution of hypogean Ostracoda in the interstitial habitats of the Sava and Rhöne Rivers. *Hydrobiologia*, 287: 19-28.

**Schäfer, H.W. (1942).** Grundwasser-Ostracoden aus Greichenland. *Archiv für Hydrobiologie*, 40: 857-866.

**Sket, B. (1992).** Rdeči seznam ogroženih živali podzemeljskih voda v Sloveniji. *Varstvo narave*, 17: 193-204.

**Sket, B. & Brancelj, A. (1992).** Rdeči seznam ogroženih sladkovodnih nižjih rakov (Entomostraca: Anostraca, Cladocera, Copepoda, Ostracoda) v Sloveniji. *Varstvo narave*, 17: 165-172.

**Stephanides, T. (1948).** A survey of the freshwater biology of Corfu and of certain other regions of Greece. *Praktika of the Hellenic Hydrobiological Institute*, 2 (2): 1-263, pls 1-34, 1 map.

**Sywula, T. (1967).** Notes on Ostracoda. II. On some Bulgarian species. *Bulletin de la Société des Amis des Sciences et des Lettres de Poznan (Series D)*, 8: 11-42.

**Wagenleitner, H. (1990).** Morphology and evolution of *Cypria cavernae* n. sp. (Crustacea, Ostracoda). *Bulletin de la Société des Naturalistes luxembourgeois*, 90: 199-225.

**Šercelj, A. (1996).** Začetki in razvoj gozdov v Sloveniji. *Dela slovenske akademije znanosti in umetnosti*, 35: 5-142.

#### APPENDIX 1:

Papers dealing with Yugoslav Ostracoda by Trajan K. Petkovski.

**Petkovski, T.K. (1957).** Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Ostracoden-fauna Jugoslawiens. *Folia Balcanica*, Institut de Pisciculture de la Rei Publicae Macèdoine, 1(9): 51-56.

**Petkovski, T.K. (1958a).** Süßwasser-ostracoden aus Jugoslawien II. Subfam. Ilyocyprinae. *Fragmenta Balcanica Musei Macedonici Scientiarum Naturalium*, 2(8): 55-57.

**Petkovski, T.K. (1958b).** Zwei neue Ostracoden aus dem Dojransee. *Biološki Glasnik: Societati Scientiarum Naturalium Croatia*, 11: 29-34.

**Petkovski, T.K. (1959a).** Beitrag zur Kenntnis der Ostracoden-Fauna Jugoslawiens (V). *Istanbul University Fen Fakültesi Hidrobiologi (Series B)*, 4: 159-155.

**Petkovski, T.K. (1959b).** Süßwasserostracoden aus Jugoslawien VI. *Acta Musei Macedonici Scientiarum Naturalium*, 6(3): 53-75.

**Petkovski, T.K. (1960a).** Zwei neue ostracoden aus dem Ohrid- und Prespasee. *Izdanija Institut de Pisciculture de la Rei Publicae Macedoine*, 3(2): 57-65.

**Petkovski, T.K. (1960b).** Zur Kenntnis der Crustaceen des Prespasees. *Fragmenta Balcanica Musei Macedonici Scientiarum Naturalium*, 3(15): 117-131.

**Petkovski, T.K. (1960c).** Süßwasserostracoden aus Jugoslawien VII. *Fragmenta Balcanica Musei Macedonici Scientiarum Naturalium*, 3(12): 99-106.

**Petkovski, T.K. (1961).** Zur Kenntnis der Crustaceen des Skadar- (Scutari-) Sees. *Acta Musei Macedonici Scientiarum Naturalium*, 8(2): 29-52.

**Petkovski, T.K. (1964a).** Bemerkenswerte Entomostraken aus Jugoslawien. *Acta Musei Macedonici Scientiarum Naturalium*, 9(7): 147-181.

**Petkovski, T.K. (1969a).** Zwei neue *Limnocythere*-Arten aus Mazedonien (Crustacea, Ostracoda). *Acta Musei Macedonici Scientiarum Naturalium*, 12(1): 1-18, 1 pl.

**Petkovski, T.K. (1969b).** Einige neue und Bemerkenswerte Candoninae aus dem Ohridsee und einigen anderen Fundorten in Europa. *Acta Musei Macedonici Scientiarum Naturalium*, 11 (5): 81-111, 2 pls.

**Petkovski, T.J. (1976).** Zwei neue und eine seltene Ostracoden-art der gattung *Cypria* ZENKER aus Jugoslawien. (Nebst einer Bestimmunstabellen der europäischen Arten). *Acta Musei Macedonici Scientiarum Naturalium*, 14 (7): 174-192.

**Petkovski, T.K. & Keyser, D. (1992).** *Leptocythere ostrovsensis* sp. n.. (Crustacea, Ostracoda, Cytheracea) aus dem See Vegoritits (Ostrovsko Ezero) in NW Greichenland. *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut*, 89: 227-237.

**Petkovski (sic), T.K. & Keyser, D. (1995).** Neue und seltene limnische Ostracoden aus Mazedonien (Crustacea: Ostracoda, Podocopida). *Mitteilungen aus dem Hamburgischen Zoologischen Museum und Institut*, 92: 295-314.

**Petkovski, T.K. & Meisch, C. (1994).** *Cypria bicolor* n. sp., a new crenobiont freshwater ostracod (Crustacea, Ostracoda) from Slovenia. *Bulletin de la Société des Naturalistes luxembourgeois*, 95: 229-236.

**Petkovski, T.K. & Meisch, C. (1995).** Interesting freshwater Ostracoda (Crustacea) from Macedonia. *Bulletin de la Société des Naturalistes luxembourgeois*, 96: 167-183.

**Petkovski, T.K. & Meisch, C. (1996).** Species of genus *Stenocypris* SARS, 1889 from the rice-fields of Macedonia (Crustacea, Ostracoda). *Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg*, 23: 57-85.

**Petkovski, T.K., Meisch, C. & Wouters, K. (1993).** Taxonomic revision of the freshwater Ostracoda species *Cypridopsis lusatica* SCHÉFER, 1943 (Crustacea). *Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg*, 19: 49-66.

**Petkovski, T.K. & Griffiths, H.I. (in preparation).** Interesting ostracods of genus *Hemicypris* (Ostracoda, Podocopida, Cypridoidea) from Macedonia and Sri Lanka.

## PALPARES LIBELLULOIDES (LINNAEUS, 1764) IN THE NORTHWESTERN PART OF THE BALKAN PENINSULA (NEUROPTERA: MYRMELEONTIDAE)

Dušan DEVETAK

Ph.D., Department of Biology, University of Maribor, SI-2000 Maribor, Koroška 160  
dr. biol. znanosti, Oddelek za biologijo, Univerza v Mariboru, SI-2000 Maribor, Koroška 160

### ABSTRACT

Results of observation of the European Palparini species, *Palpares libelluloides* (Linnaeus), are presented. Distribution of the ant-lion in the northwestern part of the Balkan Peninsula and some information concerning habitat characteristics and feeding habits are described and figured.

**Key words:** *Palpares*, Neuroptera, distribution, Balkan, feeding  
**Ključne besede:** *Palpares*, Neuroptera, razširjenost, Balkan, prehranjevanje

### INTRODUCTION

Ant-lions (Myrmeleontidae) comprise about 2,000 species (Aspöck *et al.*, 1980; Gepp and Hölzel, 1989). The tribe Palparini includes the largest and most striking ant-lions. The tribe is confined to the Afrotropical, Oriental and southern Palaearctic Regions. There are about 100 valid species in the tribe, but only one species occurs in Europe (Mansell, 1990).

The only European Palparini species, *Palpares libelluloides* (Linnaeus, 1764) (Fig. 1), is widely distributed in the Mediterranean reaching Iran and Caucasus (Aspöck *et al.*, 1980).

Predatory behaviour of the pit-building ant-lion larvae have been described from different aspects (for a review see Gepp & Hölzel, 1989) but information concerning adults is scarce. Knowledge about feeding habits of adults of 4 central European myrmeleontids has recently been reviewed by Stelzl and Gepp (1990).

The larvae live in sand without constructing pits (Gepp & Hölzel, 1989).

### MATERIAL AND METHODS

The knowledge on the distribution is based on mate-

rial in the Natural History Museum, Belgrade (coll. Museum BG), Natural History Museum, Zagreb (coll. Museum ZG), Natural History Museum, Ljubljana (coll. Museum LJ), Insect Collection of the Slovene Academy of Sciences and Arts (coll. SAZU LJ) and D. Devetak's collection (Maribor). Insects are pinned or preserved in alcohol.

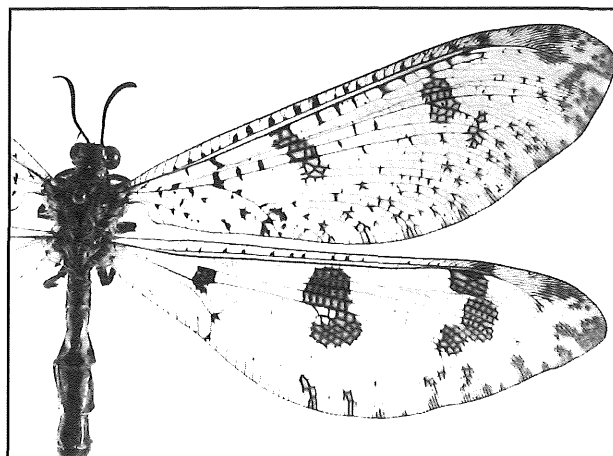
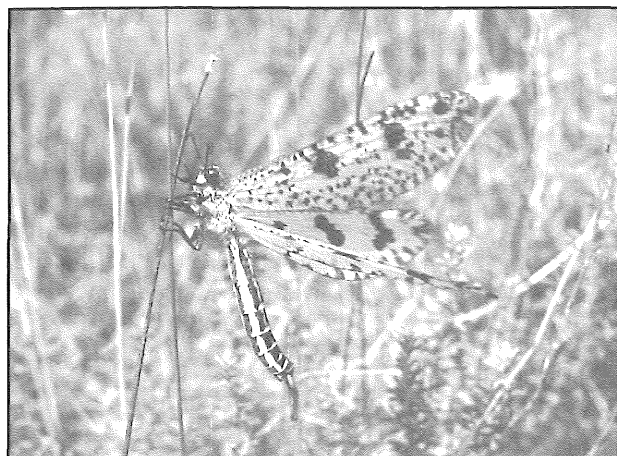
Activity of the insects was recorded in the field with a Sony video camera recorder CCD-TR750E. Adults (1 male and 4 females), preserved in 70% alcohol, were dissected and the digestive tract was carefully isolated. The masticated food remains suspended in alcohol were mounted on glass slides and examined microscopically.

### RESULTS AND DISCUSSION

#### Distribution in the northwestern part of the Balkan Peninsula

Literature records (for a review see also Devetak, 1992):

Stein (1863): Split; Novak (1891): Hvar; Mocsáry (1899): Crikvenica; Galvagni (1902): Komiza; Klapálek (1899 and 1900): Hercegovina; Klapálek (1906): Senj;



**Fig. 1:** *Palpares libelluloides* (Linnaeus, 1764) (A) A male in resting position. (B) Right wings of a male. Fore wing length 59 mm.

**Sl. 1:** *Palpares libelluloides* (Linnaeus, 1764). (A) Samec med mirovanjem. (B) Desni krili samca. Dolžina sprednjega krila 59 mm.

Szilády (1912): Senj; Werner (1920): Split, o. Brač: Bol and Supetar-Nerežišća; Pongrácz (1923): Tropoja; Esben-Petersen (1925): Gruž; Dimitrova (1924) and Dimitrova (1925): Belasica, Gorničet (Gevgelija), Bogdanci; Capra (1945): Kopliku, Scutari (=Shkodër); Zelený (1964): Saranda.

Material examined (m, males; f, females):

*Croatia:*

Dubrovnik VI.1950 1 f, VIII.1950 1f coll. Museum ZG; Istra: Rt Kamenjak 1m 18.VII. 1986 1m leg. D. Devetak; 12.-20.VII.1996 4m 1f leg. M. & D. Devetak; o. Brač: Bol 12.VII.1987 2m 3f leg. D. Devetak; o. Brač; Murvica 12.VII.1990 1f leg. D. Devetak; o. Cres: Cres 16.VII.1982 1f leg. M. Jež; o. Cres: Miholjašćica 15.VII.1985 1m 6f leg. B. Odlak; o. Krk VIII.1949 2f coll. Museum ZG, 21.VI.1973 1m leg. I. Sivec; o. Krk: Punat 13.IV.1961 leg. V. & B. Bartol, coll. SAZU LJ; o. Lošinj: Čunski VII.1974 1m 2f leg. V. Furlan, 10.VII.1976 1m 1f leg. P. Tonkli, VII.1986 1f leg. V. Furlan; o. Molat 10.VI.1985 2m leg. V. Lesjak; o. Pag: Caska 6.VII.1960 1f coll. Museum ZG; o. Pag: Pag 15.VI.1979 1f leg. V. Lesjak; o. Rab 1972 1m leg. S. Vršič; o. Silba 1934 1f leg. J. Staudacher, coll. Museum LJ; o. Unije 29.VI.1963 1m 1f coll. Museum ZG; Pula 6.VI.1983 1f leg. B. Kmecl; Šibenik 14.VI.1983 1f leg. M. Požar, 12.VII.1987 1f leg. V. Lesjak; Umag 4.VII.1985 1m leg. M. Sukič; Zadar 1.VII.1931 1f, 3.VII.1931 2f 2m leg. J. Staudacher, coll. SAZU LJ.

*Yugoslavia:*

*Montenegro:*

Budva VII.1972 1m leg. S. Vršič; Možura near Ulcinj (no other information on the label) coll. Museum BG; Podgorica (=Titograd) 27.VIII.1985 1f leg. A. Šentjurc; Skadarsko jezero: Virpazar 22.VII.1986 1m 2f; Ulcinj 20.VII.-10.VIII.1966 1f leg. J. Cernelutti.

*Vojvodina:*

Deliblatska peščara 1982 1m coll. Museum BG.

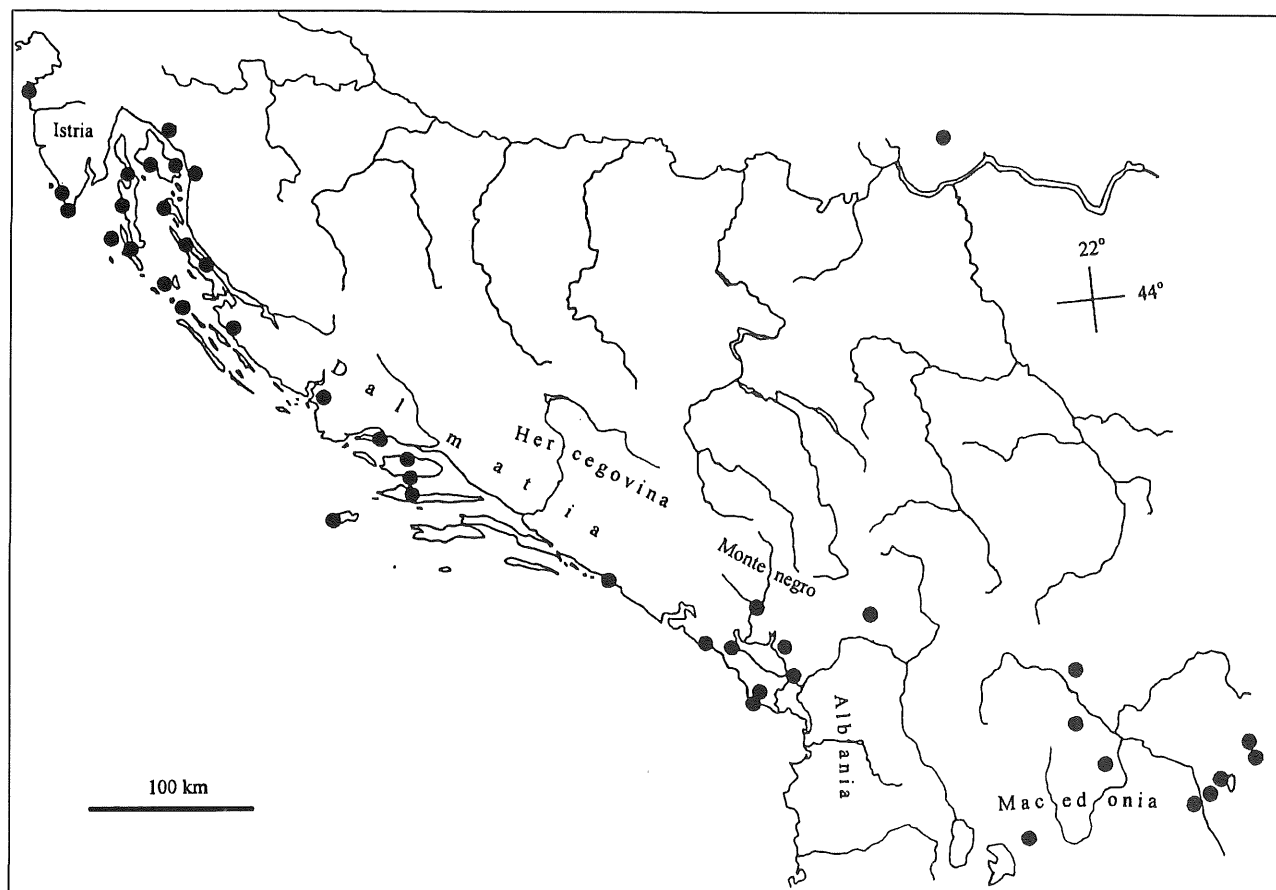
*Macedonia:*

Baba planina: Magarevo 700-900m 22.VII.1988 2f leg. P. Jakšič; Dojransko jezero: Djopčeli 20.-23.VII.1975 2m 4f; Kavadarci: reka Raec 16.VII.1980 2m leg. P. Jakšič; Katlanovo 16.VII.1983 1m 1f leg. P. Jakšič; Ogražden: Novo Selo 24.VII.1983 4f leg. P. Jakšič; Veles: Topolka 19.VII.1983 2m 1f leg. P. Jakšič

The collection sites in NW Balkan are shown in Fig. 2.

**Feeding habits**

The intestinal content indicates that the adult *P. libelluloides* are predators feeding on various insects. Legs with strong tibial spurs and strong mandibles enable them to feed on small arthropods, and they are able to consume even strongly sclerotized insects such as Coleoptera.



**Fig. 2: Collecting sites of *P. libelluloides* in the northwestern part of the Balkan Peninsula**  
**Sl. 2: Razširjenost volkca *P. libelluloides* v severozahodnem delu Balkanskega polotoka.**

In the intestinal content, well chewed and partially digested insect fragments were found (Figs. 3-10). The following structures were identified: mandibles, compound eyes, antennae, legs, wings, chitinous plates, etc. From the size of the fragments it can be concluded that *Palpares* is able to consume also larger prey. In most cases it was impossible to determine the origin of these fragments. The tarsus with pectinate claw (Fig. 7) and the segment with trichobothria (Fig. 6) belonged to a spider (Araneae).

Two of five individuals examined contained plant material (Fig. 10). The fragments of plant tissue very probably originated from intestinal content of herbivorous insects.

These results are very similar to the investigation of feeding habits in four central European ant-lion species (Stelzl & Gepp, 1989).

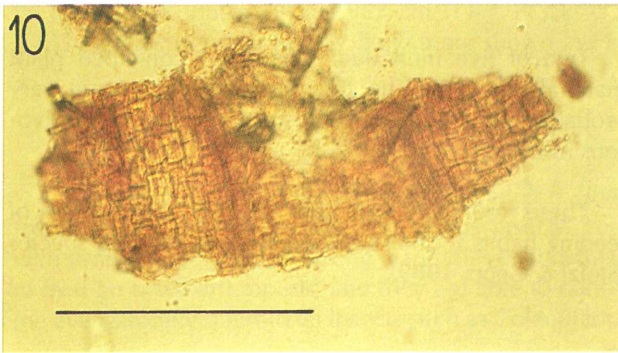
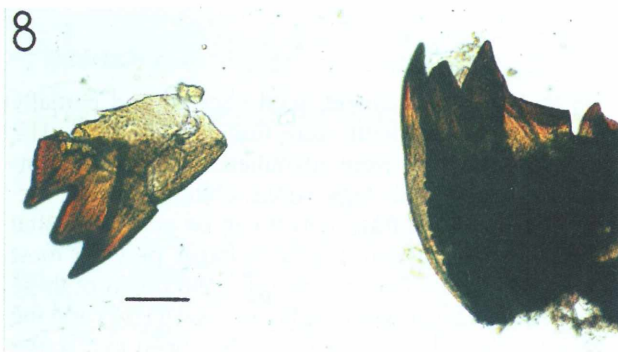
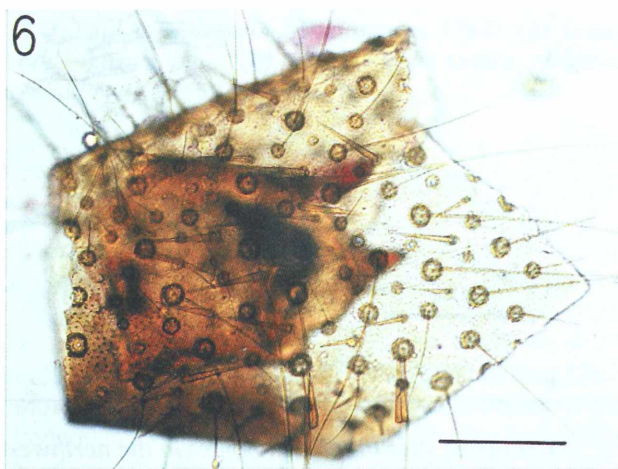
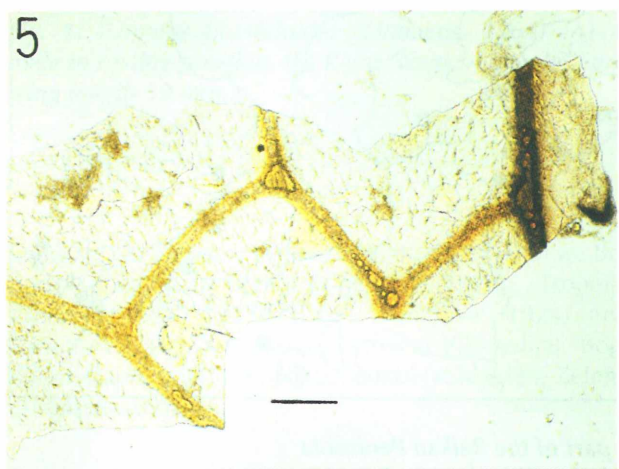
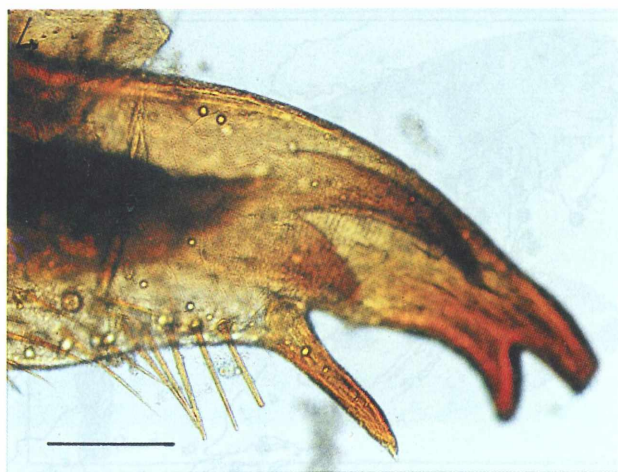
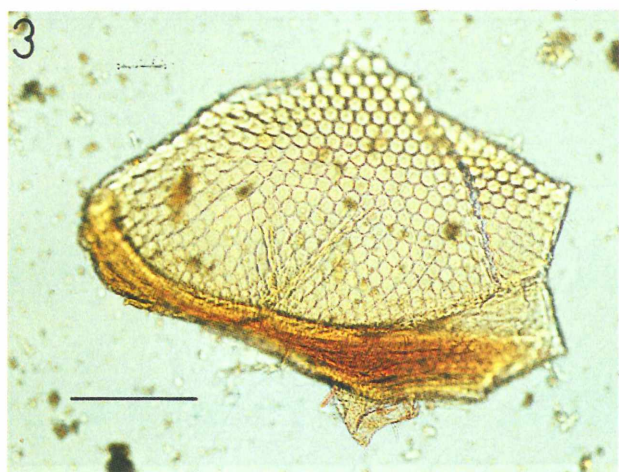
#### Remarks on the habitat

*P. libelluloides* inhabits grassland areas and scrub communities. In Istria and Dalmatia the insects were collected in steppe or grassland and in garrigue. In garrigue, the dominant plant community where *P. libelluloides* occurs is *Cisto-Ericetum arboreae*, H-ic. In Vojvodina (Deliblatska peščara) the insects were found in sand-dune ecosystem. Some collecting places have been strongly influenced by man.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

I thank Dr. Michael Stelzl (Hygienicum, Graz) for his help in arthropod fragments identification, Predrag Jakšić (Priština) for providing the specimens from Macedonia and Dr. Tone Novak (University of Maribor) for reviewing the manuscript. This work was given a partly support by the Slovene Ministry of Science and Technology (J1-7416-0589).





Figures 3-10.

Sluke 3-10.

**Figs. 3-10: Food remains found in digestive tract of *P. libelluloides*. Bar 200  $\mu$ m.**

**Fig. 3: Corneal lenses of an insect compound eye. Fig. 4: An arthropod fragment of unknown origin. Fig. 5: A part of the wing. Fig. 6: A part of the spider's segment with the trichobothria. Fig. 7: A spider's tarsus with the pectinate claw. Fig. 8: Mandibles. Fig. 9: Antennal segments. Fig. 10: A fragment of plant tissue.**

**Slika 3-10: Ostanki hrane iz prebavila *P. libelluloides*. Merilo: 200  $\mu$ m.**

**Slika 3: Kornealne leče žuželčjega fasetnega očesa. Slika 4: Fragment členonožca neznanega izvora. Slika 5: Del krila. Slika 6: Del pajkovega segmenta s trihobotriji. Slika 7: Tarsus pajka z glavničastim krempljem. Slika 8: Mandibule. Slika 9: Antenalni segmenti. Slika 10: Del rastlinskega tkiva.**

### POVZETEK

Za vrsto volkca *Palpares libelluloides* (Linnaeus, 1764), ki je razširjena po celotnem Sredozemlju, opisujem razširjenost v severozahodnem delu Balkanskega polotoka ter navajam nekaj podatkov o prehranjevanju in habitatih.

V Istri in Dalmaciji poseljuje ta vrsta različne habitate - od stepskih in travnatih površin do grmovnih združb, kot je gariga. V garigi je prevladujoča rastlinska združba *Cisto-Ericetum arboreae*, H-ič. V Vojvodini so vrsto našli v Deliblatski peščari. V nekatere habitate človek močno posega.

Pri analizi prežvečenih in deloma prebavljenih ostankov hrane iz prebavila sem ugotovil, da imajo insekti večinski delež v prehrani te vrste. *Palpares* se lahko hrani tudi z močno sklerotiziranimi žuželkami. Med ostanki plena so fragmenti mandibul, sestavljenih oči, anten, nog, kril in močno sklerotiziranih hitinskih plošč. Pri dveh od šestih osebkih sem našel tudi rastlinsko tkivo, ki zelo verjetno izvira iz prebavila rastlinojedih insektov, ki jih je *Palpares* uplenil.

### REFERENCES

- Aspöck, H., U. Aspöck, H. Hölzel (Mitarb. H. Rausch). 1980.** Die Neuropteren Europas. Eine zusammenfassende Darstellung der Systematik, Ökologie und Chorologie der Neuropteroidea (Megaloptera, Raphidioptera, Planipennia) Europas. 2 vols, Goecke & Evers, Krefeld.
- Capra, F. 1945.** Alcuni Odonati e Neurotteri dell'Albania Settentrionale. - Ann. Mus. Civ. Stor. Nat. Genova, 62:292-300.
- Devetak, D. 1992.** Megaloptera, Raphidioptera and Planipennia (Neuropteroidea, Insecta) of Croatia. - Znanstv. Rev., 4(1):89-114.
- Dimitrova, A. 1924.** Mravkolavi-Myrmeleonidae (Neuroptera, Insecta), sreshtashti se va Balgarija, Trakija i Makedonija. - Trav. Soc. Bulg. Sci. nat., 11:68-112.
- Dimitrova, A. 1925.** Ergebnis einer Untersuchung der Myrmeleoniden Bulgariens, Thraziens und Mazedoniens. - Sitzungs-Berichte Gesell. Naturforsch. Freunde Berlin, 1923: 136-140.
- Esben-Petersen, P. 1925.** Notizen zur Neuropterenfauna Dalmatiens. - Konowia, 4:66-68.
- Galvagni, E. 1902.** Beiträge zur Kenntnis der Fauna einiger dalmatinischer Inseln. - Verhandl. K.K. Zool.-Bot. Gesell. Wien, 52:362-388.
- Gepp, J., H. Hölzel 1989.** Ameisenlöwen und Ameisenjungfern. Myrmeleonidae. - Die Neue Brehm-Bücherei, A.Ziemsen Verlag, Wittenberg Lutherstadt.
- Klapálek, F. 1899.** Prilozi k poznavanju faune trihoptera i neuroptera Bosne i Hercegovine. - Glasnik zemaljskog muzeja u Bosni i Hercegovini, 11:323-337.
- Klapálek, F. 1900.** Beiträge zur Kenntnis der Trichopteren- und Neuropterenfauna von Bosnien und der Hercegovina. - Wiss. Mitt. Bosn. Herceg., 7:671-682.
- Klapálek, F. 1906.** Prispěvek ke znalosti fauny Neuropteroid Chorvatska, Slavonska i zemi susednich. - Rozpr. Čes. Akad., 15:1-8.



- Mansell, M.W. 1990.** The Myrmeleontidae of southern Africa: tribe Palparini. Introduction and description of *Pamares* gen. nov., with four new species (Insecta: Neuroptera). - J. entomol. Soc. sth. Afr., 53 (2): 165-189.
- Mocsáry, A. 1899.** Ordo Neuroptera. - Fauna Regni Hungariae, Budapest, 1899:33-44.
- Novak, G.B. 1891.** Terzo cenno sulla fauna dell'Isola Lesina in Dalmazia. Neuroptera. - Glasnik Hrv. narodnoslov. društva, 6:50-58.
- Pongrácz, S. 1923.** Recésszárnyúak. Neuropteroiden. - In: Csiki Ernő Állattani Kutatásai Albániában. Explorations zoologicae ab E. Csiki in Albania peractae. XI. A. Magyar Tudományos Akadémia Balkán-Kutatásainak Tudományos Eredményei, Budapest, 1(1):143-166.
- Stein, J.P.E.F. 1863.** Beitrag zur Neuropteren-Fauna Griechenlands (mit Berücksichtigung dalmatinischer Arten). - Berl. entomol. Z., 7:411-422.
- Stelzl, M., J. Gepp 1990.** Food-analysis of imagines of central European Myrmeleontidae (Insecta: Neuroptera). - In: Advances in Neuropterology (Mansell, M.W., H. Aspöck Eds.), Pretoria, pp. 205-210.
- Szilády, Z. 1912.** Magyarországi rovaryüjtésem jegyzéke. II. Neuroptera et Pseudoneuroptera. Rovartani Lapok, 19:53-58.
- Werner, F. 1920.** Beiträge zur Kenntnis der Fauna Dalmatiens, besonders der Insel Brazza. C. Spezieller Teil. V. Orthoptera - Neuroptera. - Zool. Jb. Syst., 42:189-191; 213-226.
- Zelený, J. 1964.** Ergebnisse der Albanien-Expedition 1961 des Deutschen Entomologischen Institutes. 24. Beitrag. Neuroptera. - Beitr. Entomol., 14 (3/4): 323-336.

## PREGLED RAZŠIRJENOSTI PLAZILCEV V SLOVENIJI

Staša TOME

mag. biol. znan., Biološki inštitut ZRC SAZU, SI-1000 Ljubljana, Gosposka 13  
M.Sc. in biology, Biological Institute, Scientific Research Centre of the Slovene Academy of Sciences and Arts,  
SI-1000 Ljubljana, Gosposka 13

## IZVLEČEK

V prispevku je na podlagi zgodovinskih in sodobnih podatkov predstavljena razširjenost 20 vrst plazilcev, ki živijo v Sloveniji. Obenem je namen prispevka postaviti osnove za načrtno kartiranje in monitoring te živalske skupine.

**Ključne besede:** plazilci, Reptilia, razširjenost, Slovenija  
**Key words:** reptiles, Reptilia, distribution, Slovenia

## UVOD

Prvi podatki o plazilcih Slovenije so bili objavljeni v prejšnjem in začetku tega stoletja (Freyer, 1842; Erjavec, 1873, 1882; Tonejec, 1882; Deschmann, 1866; Werner, 1897, 1908; Karaman, 1939 in drugi). Večina teh del pa vrste, ki so živele na območju Slovenije, le omenja in ne podaja natančnih lokalitet najdb, zato jih v današnjih analizah potencialne razširjenosti plazilcev ne moremo uporabiti. Izjema so dela Sajovica (1910, 1912, 1913a, 1913b, 1913c, 1914) in Marktanner-Turneretscherja (1908). Več podatkov o razširjenosti plazilcev v Sloveniji najdemo v delih, objavljenih po drugi svetovni vojni (Breljih, 1954; 1962; Sochurek, 1955, 1957; Bruno *et al.*, 1973; Dolce, 1979, 1981; Breljih & Džukić, 1974; Radovanović, 1951; Škornik, 1985; Mršič, 1992 in drugi), predvsem pa v katalogu herpetološke zbirke Prirodoslovnega muzeja Slovenije, ki jo je ustvaril in vodil kustos gospod Savo Breljih.

Žal podatki o razširjenosti plazilcev v Sloveniji do sedaj niso bili zbrani, obdelani in objavljeni na enem mestu. Prav tako ni nobenih podatkov o velikosti in dinamiki populacij. Tako na tem področju močno zaostajamo za razvitimi deželami Evrope, kjer kartiranje in monitoring herpetofavne potekata že desetletja (Arnold, 1973, 1995; Gislen & Kauri, 1959; Terhivuo 1981, 1993; Bergmans & Zuiderwijk, 1986; Cabela & Tiedemann, 1985 in drugi).

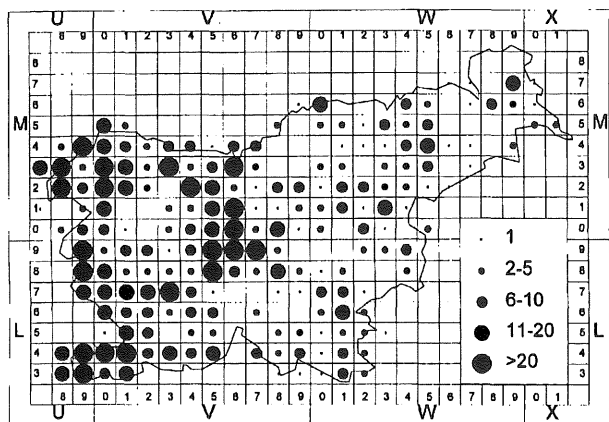
Namen tega dela je na podlagi zgodovinskih in sodobnih podatkov predstaviti razširjenost plazilcev v Sloveniji in postaviti temelje za načrtno kartiranje in kasnejši monitoring te skupine.

## MATERIAL IN METODE

Glavni vir podatkov je herpetološka zbirka Prirodoslovnega muzeja Slovenije (PMS), ki jo je vodil gospod Savo Breljih in zajema 5149 osebkov plazilcev, od tega 598 iz Slovenije. Podatke sem zbrala še iz muzejskih zbirk Naturhistorisches Museum Wien in Museo Civico di Storia Naturale Udine. Vključila sem tudi podatke iz literature, lastna opazovanja in zanesljiva opazovanja 25 poznavalcev plazilcev.

VIR / SOURCE	N
Prirodoslovni muzej Slovenije (coll. Savo Breljih)(PMS)	598
Prirodoslovni muzej Slovenije (stara zbirka/old collection) (PMSS)	41
Naturhistorisches Museum Wien (NHMW)	65
Museo Civico di Storia Naturale Udine (MCSNU)	37
Objavljeni podatki / published data	356
Opazovanja / sightings	679
<b>SKUPAJ / TOTAL</b>	<b>1776</b>

**Tabela 1: Viri podatkov.**  
**Table 1: Data sources.**



**Slika 1: Število podatkov v posameznem UTM kvadratu.**  
**Figure 1: Number of data for each UTM square.**

Razširjenost plazilcev sem prikazala po sistemu UTM (Universal Transverse Mercator). Prazni krogi v poljih velikosti 10 X 10 km ponazarjajo podatke pred letom 1970, polni pa podatke vključno z letom 1970 in kasneje. Glede na splošno razširjenost in ekološke zahteve vrste so nenavadni podatki, ki niso dokumentirani, označeni z vprašajem in jih bo treba še preveriti. V arealne karte sem vnesla tudi mejne lokalitete, saj v večini primerov ni znano, na kateri strani državne meje se je zadrževal osebek.

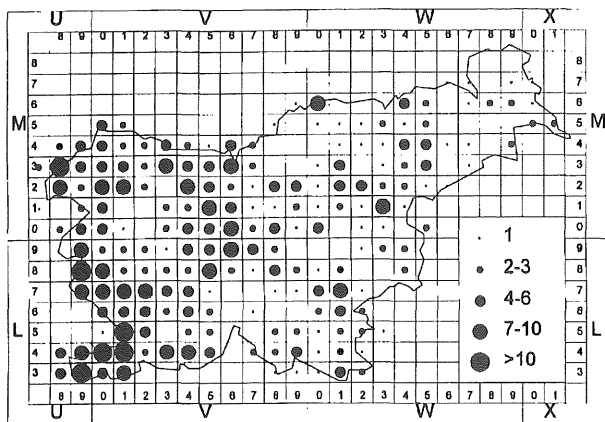
Arealnih kart za morske želve in neavtohtone vrste nisem prikazala.

Vertikalno razširjenost vrst v Sloveniji sem prikazala z najnižjo (min.) in najvišjo najdbo (max.). Ker je podatkov z natančno nadmorsko višino najdbe razmeroma malo, sem ob pomoči Atlasa Slovenije (1985) določila višino glede na opis lokalitete na 50 m natančno. Kjer to ni bilo mogoče, navajam višino najdbe kot interval.

Pri vsaki vrsti navajam tudi habitate, v katerih vrsta najpogosteje živi, deloma povzete po literaturi (Arnold & Burton, 1980; Bischoff, 1981; Böhme & Ščerbak, 1993; Brodmann, 1987; Cabela, 1985; Dely, 1981; Engelmann, 1993; Gläss & Meusel, 1969; Grushhwitz & Böhme, 1986; Henle, 1993; Obst 1985), deloma po lastnih izkušnjah.

**REZULTATI IN DISKUSIJA**

Raziskanost razširjenosti plazilcev v Sloveniji sem prikazala s številom podatkov v posameznem kvadratu. Je precej nepopolna, saj iz 26 odstotkov kvadratov ni nobenega podatka. Raziskanost je opazno večja na Primorskem, v Julijskih Alpah in okolici Ljubljane, zelo malo podatkov pa je iz vzhodnega dela države, predvsem Prekmurja (slika 1, tabela 2).



**Slika 2: Število ugotovljenih vrst v posameznem UTM kvadratu.**  
**Figure 2: Number of registered species of each UTM square.**

Tudi vrstna raznolikost upada od zahoda proti vzhodu (slika 2). Največ vrst plazilcev živi v primorski (submediteranski) regiji, najmanj v subpanonski regiji (tabela 2).

ZOOGEOGRAFSKA REGIJA (Carnelutti, 1981) ZOOGEOGRAPHICAL REGIONS (Carnelutti, 1981)	A	B	C	D
Primorska (submediteranska) regija/ submediterranean region	31	6	19,3	18
Kraška (dinarska) regija/ karst (dinaric) region	47	10	21,3	15
Predalpska regija/ prealpine region	68	15	22	14
Alpska regija/ alpine region	34	4	11,8	13
Subpanonska regija/ subpannonian region	77	32	41,6	12
SKUPAJ/ TOTAL	257	67	26	

**Tabela 2: Število vrst v zoogeografskih regijah Slovenije: A = število kvadratov v regiji, B = število kvadratov brez podatka v regiji, C = odstotek kvadratov brez podatka v regiji, D = število vrst v regiji**  
**Table 2: Number of species in zoogeographical regions in Slovenia: A = number of squares in region, B = number of squares with no available data, C = percentage of squares with no available data, D = number of species living in the region**

Zaradi neenakomerne raziskanosti so zemljevidi razširjenosti nekaterih vrst nekoliko izkrivljeni. Ob primerjavi s podatki o razširjenosti vrst v sosednjih deželah in poznavanju ekoloških zahtev posameznih vrst pa lahko sklepamo o njihovi dejanski razširjenosti v Sloveniji.

V Sloveniji živi 20 avtohtonih vrst plazilcev. Ta številka pa ne vključuje morskih želv, ki so v Jadranskem morju le naključne gostje, in laškega gada (*Vipera aspis*), ki po letu 1932 v Sloveniji ni bil najden in velja

za domnevno izumrlo vrsto (Arnold & Burton, 1980; Brodmann, 1987; Mršič, 1992)

Nekatere vrste kač, ki na območju Slovenije dose-gajo mejo celotnega areala (*T. fallax*, *C. gemonensis*, *E. quatuorlineata*), so tu zelo redke, zato je bilo njihovo pojavljanje na območju Slovenije vprašljivo (Breljih, 1954; Mršič, 1992). Zbrani podatki potrjujejo, da te vrste tu živijo. O pojavljanju žoltoplaza (*Ophisaurus apodus*), turškega gekona (*Hemidactylus turcicus*) in leopardovke (*Elaphe situla*), za katere Breljih (1954) in Mršič (1992) dopuščata možnost, da bi jih lahko zasledili tudi v Sloveniji, ni zanesljivih podatkov. Škornik (1989) navaja najdbo leopardovke pri Belem Križu in se sklicuje na ustni vir, vendar najdba temelji le na opisu živali (Forte, ustno) in je zato dvomljiva.

Omenjene vrste bi lahko pričakovali le v slovenskem delu Istre. Ker pa je ta del Slovenije glede plazilcev precej dobro raziskan, menim, da bomo, če ne bo večjih sprememb v okolju, te vrste kot redne predstavnike slovenske herpetofavne pričakovali zama.

#### Avtohtone vrste

Red: Želve (Testudines)

Družini: morske želve in usnjače (Cheloniidae in Dermochelidae)

V Akvariju Srednje pomorske šole v Piranu so spomladi 1996 imeli 6 osebkov glavate karete (***Caretta caretta***), ujetih v slovenskem morju (Kralj, ustno). Tudi v zbirki PMS hranijo en osebek te vrste, ki je bil leta 1953 ujet med Izolo in Piranom. V slovensko morje pa občasno zaideta še orjaška črepaha (***Chelonia mydas***) in orjaška usnjača (***Dermochelys coriacea***) (Bruno & Maugeri, 1976; Mršič, 1992).

Družina: sklednice (Emydidae)

***Emys orbicularis*** (Linnaeus, 1758) - močvirsko sklednica, evropska ponga

min: 5 m n. m. (Sečoveljske soline; G. Planinc *in litt.*)

max: 400 m n. m. (Bobovek; Geister, 1995)

V Sloveniji je bila nekdanje zelo pogosta, posebno na Ljubljanskem barju in v Beli krajini. Valvasor (1689, v Sajovic, 1913b) jo navaja splošno za Kranjsko in piše, da je ta vrsta na Ljubljanskem barju tako pogosta, da jo domačini v velikih količinah prodajajo v Ljubljano za hrano. Zaradi izsuševanja je njeno število močno upadlo. Že Sajovic (1913b) ugotavlja, da je pri nas skoraj izumrla. Tudi danes velja močvirsko sklednica v Sloveniji za redko žival, kar pa je delno tudi posledica njenega skritega načina življenja. To potrjujejo tudi novejši podatki, ki kažejo, da je močvirsko sklednica v Beli krajini še precej pogosta (Hudoklin, 1995). Ker pa so podatki tudi od amaterskih opazovalcev, moramo biti

pri interpretaciji takšnih rezultatov previdni, saj močvirsko sklednico lahko zamenjamo z ameriško želvo rdečevratko (*Trachemys scripta elegans*), ki jo razmeroma pogosto najdemo tudi ob naših vodah, posebno v bližini večjih mest. Ponekod živi ta alohtona želva simpatrično z močvirsko sklednico. Nekatere nezanesljive podatke, ki so na karti označeni z vprašajem, bo zato treba še preveriti. Preveriti bo treba tudi, ali sta se sklednici, ki sta bili leta 1992 prinešeni v Bobovška jezerca (Geister, 1995), obdržali in se razmnožujeta.

Močvirsko sklednica živi ob mlakah, ribnikih, bajerjih, jezerih, zamočvirjenih in počasi tekočih rekah in mrtvicah v vseh zoogeografskih regijah Slovenije.

Red: Luskarji (Squamata)

Podred: kuščarji (Sauria)

Družina: slepci (Anguidae)

***Anguis fragilis*** Linnaeus, 1758 - slepec, slepič, modropikčasti slepič

min: 50 m n. m. (Ankaran; M. Gjerkeš, *in litt.*)

max: 1500 m n. m. (Kanin; PMS - coll. S. Breljih)

Slepec je v Sloveniji splošno razširjen in razmeroma pogost po vsej Sloveniji. Prazna polja na arealni karti so večinoma posledica pomanjkanja konkretnih podatkov. Živi v zelo različnih habitatih, izogiba se le popolnoma golim in suhim življenjskim prostorom. Pogost je ob robu gozda, na gozdnih jasah in ob gozdnih poteh, senčnih travnikih in živih mejah. Najdemo ga tudi v urbanem okolju, kjer živi na vrtovih, v kompostiščih, v parkih in drugod.

Družina: kuščarice (Lacertidae)

***Algyroides nigropunctatus*** (Duméril & Bibron 1839) - črnopikčasta kuščarica

min: 0 (Koper, Olmo; PMS, coll. S. Breljih)

max: 500 (dolina Soče, Vodice; MCSNU)

V Sloveniji živi črnopikčasta kuščarica le na Primorskem. Najseverneje je bila najdena v dolini reke Soče pri Vodica, kar pomeni tudi najsevernejšo točko celotnega areala vrste. Živi v skalnatih habitatih, na ogradah, kupih kamenja ipd.

***Podarcis muralis*** (Laurenti, 1768) - pozidna kuščarica

min: 1 m n. m. (Piran; PMS - coll. S. Breljih)

max: 1200 m n. m. (Ambrož pod Krvavcem; S. Breljih, *in litt.*)

Pozidna kuščarica je v Sloveniji splošno razširjena. Podatkov o njenem pojavljanju v skrajnem vzhodnem delu države nimamo. V tem predelu Slovenije verjetno živi, a je redkejša kot drugod. Živi ob gozdnih poteh, na kamnitih, odprtih mestih, pogosta pa je v urbanem okolju, kot so pokopališča, hišni zidovi, kamnite ograje ipd.

***Podarcis melisellensis*** (Braun, 1877) - kraška kuščarica, obrežna kuščarica, nabrežna kuščarica

min: 20 m n. m. (Lucija pri Portorožu; PMS, coll. S. Brelih)

max: 550 m n. m. (Sveta Gora pri Novi Gorici; PMS, coll. S. Brelih)

Kraška kuščarica dosega v Sloveniji severno mejo areala. Nekateri avtorji navajajo za najsevernejšo točko areala dolino reke Vipave (Karaman, 1939; Tiedemann & Henle, 1986), po zbranih podatkih pa je to Sveta Gora pri Novi Gorici (katalog PMS, coll. S. Brelih). Vrsta je vezana na Primorsko, najgloblje v notranjosti Slovenije je bila najdena v okolici Ilirske Bistrice (Sajovic, 1913b). Živi na kamnitih mestih, poraslih s travo in grmovjem. Popolnoma golih mest se izgiba. Živi tudi v bližini človeških bivališč, ob cestah, na vrtovih, vinogradih ipd.

***Podarcis sicula*** (Rafinesque-Schmaltz, 1810) - primorska kuščarica

min: 1 m n. m. (Piran; Kammerer, 1926)

max: 100 - 200 m n. m. (Osp; S. Brelih, *in litt.*)

V Sloveniji je primorska kuščarica vezana na nižine ob morski obali. Podatek o najdbi primorske kuščarice v bližini Vipave iz leta 1968 (MCSNU) priča, da lahko po dolinah prodira tudi globlje v notranjost. Živi po naseljih, parkih, vrtovih, vinogradih, ob cestah ipd.

***Lacerta agilis*** Linnaeus 1758 - martinček, siva kuščarica

min: 100 m n. m. (Gorica; NHMW)

max: 1200 - 1694 m n. m. (pobočje Snežnika; N. Mršič, *in litt.*)

Martinček živi v Sloveniji razpršeno po vsej državi, razen v Istri. Edini podatek iz Bertokov ni dokumentiran, zato je označen z vprašajem. V vzhodnih delih države je martinček pogost. Včasih je bil zelo pogost tudi v osrednjem delu Slovenije, danes pa ga skoraj ne najdemo več. Živi na odprtih travnatih z grmovjem in nizko vegetacijo poraslih mestih. Ne izogiba se niti antropogeno spremenjenim površinam, kot so vrtovi, gramoznice, kamnolomi, cestni nasipi ipd.

***Lacerta viridis*** (Laurenti, 1768) - zelenec

min: 2 m n. m. (Izola, Polje; P. Glasnovič, *in litt.*)

max: 1100 m n. m. (Nanos; Bruno *et al.*, 1973)

V Sloveniji je zelenec splošno razširjen. Živi na travnikih in livadah, redko poraslih z grmovjem, ob robovih cest in na jasah, predvsem na kamnitih apnenčastih tleh. Pogosto pleza po grmovju, ki mu rabi tudi kot skrivališče. Na odprtih travnatih površinah se zadržujejo v glavnem mladi osebki.

***Lacerta horvathi*** Mehely 1904 - velebitska kuščarica, horvatova kuščarica

min: 650 m n. m. (pod Komarčo; PMS, coll. S. Brelih)

max: 1500 m n. m. (Komna, Planina na Kraju; PMS, coll. S. Brelih)

Velebitska kuščarica živi v Sloveniji v Julijskih alpah, Trnovskem gozdu in na Snežniku. Na Mangrtu je bila najdena na višini 1650-2000 m n. m. (Darsa, 1972), vendar verjetno na italijanski strani te mejne gore.

Živi na delno poraslih skalnatih pečinah z mnogimi razpokami pa tudi na zidovih ob robu cest, pogosto simpatrično s pozidno kuščarico, ki ji je tudi morfološko zelo podobna. Pozidna kuščarica v takšnih primerih izbira manj strme habitate. Tako slednjo najdemo pogosteje ob vznožju skalnatih sten, medtem ko se velebitska kuščarica zadržuje na samih strmih stenah.

***Lacerta vivipara*** Jacquin 1787 - živorodna kuščarica

min: 100 m n. m. (Gorica; NHMW)

max: 2000 m n. m. (Begunjsčica; PMS, coll. S. Brelih)

Živorodna kuščarica živi po vsej Sloveniji, razen v Istri in delu Primorske. Kljub temu da ni podatkov iz Prekmurja in Bele krajine, previdevam, da vrsta tam živi. Najdemo jo tudi v vlažnih habitatih, kot so močvirja, barja, vlažni jarki, rob gozda, podrto drevje v gozdu ipd.

Podred: kače (Serpentes)

Družina: goži (Colubridae)

***Coluber gemonensis*** Laurenti, 1768 - belica

min: 20 m n. m. (okolica Portoroža, okolica Kopra; N. Mršič, *in litt.*)

max: 570 m n. m. (Podgrad; N. Vogrin, *in litt.*)

Ker so v preteklosti pod imenom *Coluber gemonensis* pojmovali dve vrsti (*C. viridiflavus* in *C. gemonensis*), starejših podatkov iz literature pri pregledu razširjenosti teh dveh vrst ne morem upoštevati. Henle (1993) piše, da objavljenih podatkov za pojavljanje belice v Sloveniji ni, a predvideva, da živi tu v obalnem pasu. Belica je bila v Sloveniji najdena na petih lokalitetah na Primorskem. Živi v suhih, kamnitih in bolj ali manj odprtih habitatih. V Dalmaciji daje belica prednost antropogeno spremenjenim habitatom (Fottner, 1979), kar lahko glede na najdbe iz okolice Kopra in Portoroža potrdim tudi za Slovenijo.

Zanimiv je podatek iz Podgrada (N. Vogrin, *in litt.*), saj je bila belica najdena precej višje, kot za severni del areala navaja Henle (300 m n. m.) (1993).

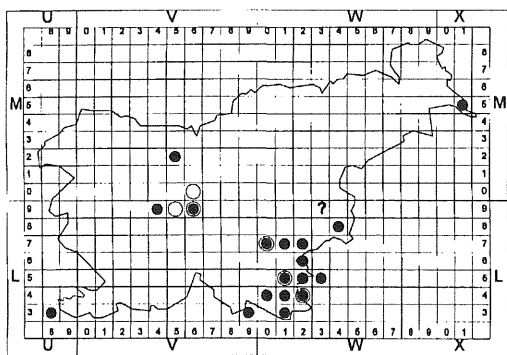
***Coluber viridiflavus*** Lacépède, 1789 - črnica

min: 50 m n. m. (Ankaran; M. Gjerkeš, *in litt.*)

max: 900 m n. m. (Slavnik; Bruno *et al.*, 1973)

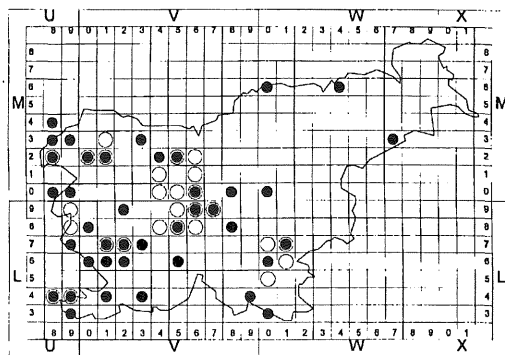
V Sloveniji živi črnica le na Primorskem, kjer je najpogostejša kača. Živi v različnih habitatih, rajši pa ima suha, odprta območja, ne izogiba se niti antropogeno spremenjenemu okolju, kot so robovi cest, kamnolomi, kamnite ograde ipd.





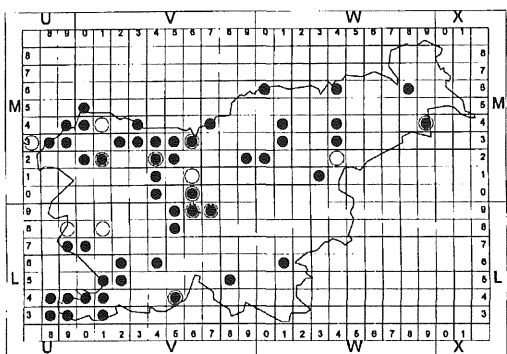
**Slika 3: Razširjenost močvirske sklednice (*Emys orbicularis*) v Sloveniji. Vrsta je bila opažena v 19 (7,7%) UTM kvadratih.**

**Figure 3: Distribution of European pond turtle (*Emys orbicularis*) in Slovenia. Species was recorded in 19 (7.7%) UTM squares.**



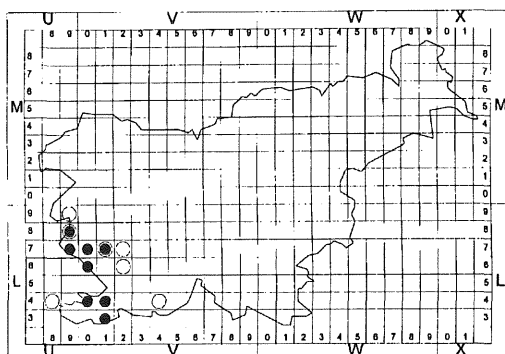
**Slika 6: Razširjenost pozidne kuščarice (*Podarcis muralis*) v Sloveniji. Vrsta je bila opažena v 54 (21%) UTM kvadratih.**

**Figure 6: Distribution of wall lizard (*Podarcis muralis*) in Slovenia. Species was recorded in 54 (21%) UTM squares.**



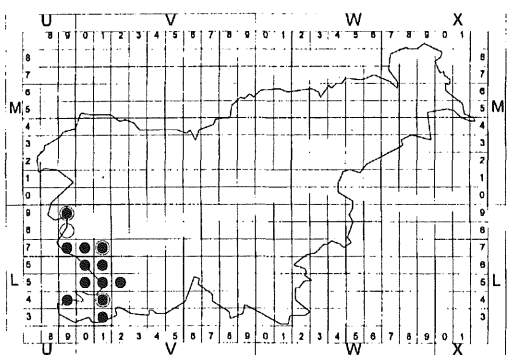
**Slika 4: Razširjenost slepca (*Anguis fragilis*) v Sloveniji. Vrsta je bila opažena v 56 (21,7%) UTM kvadratih.**

**Figure 4: Distribution of slow worm (*Anguis fragilis*) in Slovenia. Species was recorded in 56 (21.7%) UTM squares.**



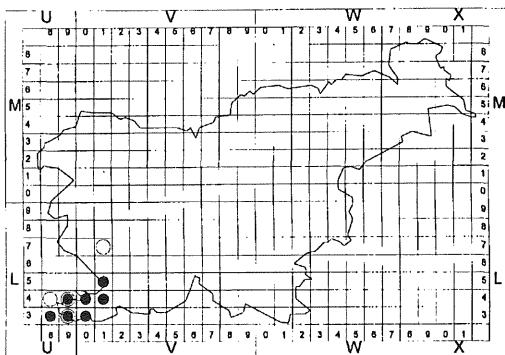
**Slika 7: Razširjenost kraške kuščarice (*Podarcis melisellensis*) v Sloveniji. Vrsta je bila opažena v 13 (5%) UTM kvadratih.**

**Figure 7: Distribution of rock lizard (*Podarcis melisellensis*) in Slovenia. Species was recorded in 13 (5%) UTM squares.**



**Slika 5: Razširjenost črnopikčaste kuščarice (*Algyroides nigropunctatus*) v Sloveniji. Vrsta je bila opažena v 12 (4,6%) UTM kvadratih.**

**Figure 5: Distribution of keel lizards (*Algyroides nigropunctatus*) in Slovenia. Species was recorded in 12 (4.6%) UTM squares.**



**Slika 8: Razširjenost primorske kuščarice (*Podarcis sicula*) v Sloveniji. Vrsta je bila opažena v 9 (3,4%) UTM kvadratih.**

**Figure 8: Distribution of Italian wall lizard (*Podarcis sicula*) in Slovenia. Species was recorded in 9 (3.4%) UTM squares.**

**Coronella austriaca** Laurenti, 1768 - smokulja  
min: 100 - 200 m n. m. (izvir Lijaka, Trnovski Gozd;  
R. Jelinčič, *in litt.*)

max: 1250 (Planina Zapotok; N. Vogrin, *in litt.*)

Živi v večjem delu Slovenije, vendar je iz arealne karte razvidno, da nam manjka podatkov za vzhodni in južni del države. Radovanović (1964) navaja, da na območju nekdanje Jugoslavije ta vrsta skoraj popolnoma manjka v priobalnem pasu in v Panonski nižini. Tudi v Sloveniji je verjetno v Istri in v Prekmurju redka. Živi v sončnih, polodprtih habitatih z nizko vegetacijo, ki zagotavlja dovolj skrivališč za glodalce in kuščarice, njeno glavno hrano. Pogosto jo srečamo na robu gozda, na gozdnih poteh, posekah, jasadah, zaraščajočih se kamnitih pobočjih ipd. Za lokaliteti Matajur (1642 m n. m.) in za Lepim vrhom (1616 m n. m.) natančne nadmorske višine niso znane. Verjetno pa ta vrsta tudi v Sloveniji sega vsaj do višine 1500 m n. m., kot za zmerno hladno in kontinentalno podnebje navaja Dolce (1979).

**Elaphe longissima** (Laurenti, 1768) - gož

ang: Aesculapian Snake

min: 10 m n. m. (Ankaran; Purissima; M. Gjerkeš)

max: 1200 m n. m. (Nanos; Bruno *et al.*, 1973)

Razpršeno živi po vsej Sloveniji, le v Prekmurju je njegovo pojavljanje še vprašljivo. Živi po gozdnih, ob poteh in na jasadah pa tudi na poraslih kamnitih in skalnatih mestih. Ne izogiba se niti bližine človeških bivališč, ne najdemo pa ga v agrikulturno osiromašenih območjih. Pogosto po več samic odlaga jajca v gnoj ali kompost.

**Elaphe quatuorlineata** (Lacépède, 1789) - progasti gož

min: 40 m n. m. (Stena pri Dragonji; Škornik, 1985)

max: 600 m n. m. (Sabotin; Bruno, 1966)

V Sloveniji živi progasti gož na Steni pri Dragonji (Škornik, 1985; Verovnik, 1995), dva starejša podatka pa sta iz Robiča in Šempetra pri Novi Gorici (Brelj, ustno). Ta vrsta je bila večkrat najdena še na mejnih lokalitetah, za katere ni jasno, ali so na slovenski ali italijanski strani meje (Sabotin, M. Kras, Čeplesišče (Cepletischis), Črni vrh (Montefosca)) (Bruno, 1966). Izredno majhno število podatkov je bolj kakor posledica slabe raziskanosti posledica dejstva, da je vrsta na tem območju zelo redka. To je sicer eurieka, vrsta, ki izbira delno senčnata, nekoliko vlažna, topla mesta. Človekove bližine se ne izogiba.

**Natrix natrix** (Linnaeus, 1758) - belouška

min: 5 m n. m. (Bonifika, Koper; M. Gjerkeš, *in litt.*)

max: 1500 m. n. m. (Matajur; Dolce, 1979)

V Sloveniji je splošno razširjena in zelo pogosta kača. Majhno število podatkov je posledica neraziskanosti. Rada se zadržuje v bližini voda, vendar jo najdemo tudi v gozdu, živih mejah, na travnikih ipd.

**Natrix tessellata** (Laurenti, 1768) - kobranka

min: 0 m n. m. (Strunjan; PMS, coll. S. Brelj)

max: 600 m n. m. (Kokra; Sajovic, 1914)

Živi razpršeno po vsej Sloveniji, vendar za vzhodni del države primanjkuje konkretnih podatkov. Živi ob nižinskih čistih, počasi tekočih vodah, z bogato obrežno vegetacijo.

**Telescopus fallax** (Fleischmann, 1831) - mačjeoka kača, črnostrel, črna krpa

min: 150 m n. m. (Osp; Alberti & Sauli, 1977)

max: 250 m n. m. (Prebeneg; Alberti & Sauli, 1977)

Edina za Slovenijo potrjena lokaliteta je Osp, kjer je bil najden lev mačjeoke kače (Alberti & Sauli, 1977). Vrsta je bila najdena tudi na slovensko - italijanski meji v Prebenegu (Prebenico; Alberti & Sauli, 1977), od Ospa oddaljenem manj kot 2 km zračne linije, ter v dolini reke Glinščice (Val Rosandra) (Ota, 1995; ustno). V zagrebškem muzeju hranijo osebek z nejasno oznako lokalitete Ilirska Bistrica - Koper. Verjetno je mačjeoka kača na Primorskem precej redka, saj pomeni to območje severno mejo njenega areala. Živi pa tudi skrito, aktivna je v glavnem v mraku in ponoči. Običajno se zadržuje na suhih, kamnitih mestih.

Družina Viperidae - gadi

**Vipera ammodytes** (Linnaeus, 1758) - modras

min: 80 m n. m. (Lijak; R. Jelinčič, *in litt.*)

max: 1700 m n. m. (nad slapom Boka; S. Brelj, *in litt.*)

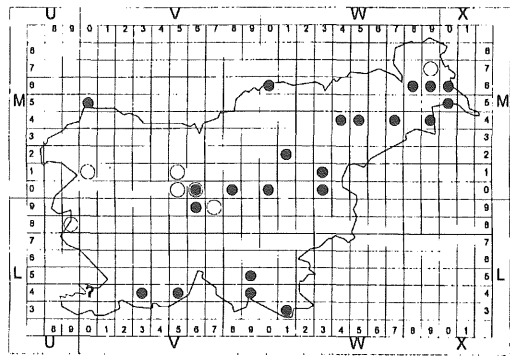
Modras je bil v začetku 20. stoletja v Sloveniji ena najpogostejših kač. Ob kačjem lovu, ki ga je leta 1912 razpisal Kranjski deželni odbor, so prejeli 14.623 glav modrasa (Sajovic 1913a, c). Danes je ta kača, ki je sicer v Sloveniji splošno razširjena, že precej bolj redka. Živi na kamnitih, delno zaraščanih toplih in suhih mestih, ob robu gozda, na jasadah, posekah, kamnolomih, zapuščenih vrtovih, grobljiščih ipd.

**Vipera berus** (Linnaeus, 1758) - gad

min: 200 m n. m. (Bogojina; S. Brelj, *in litt.*)

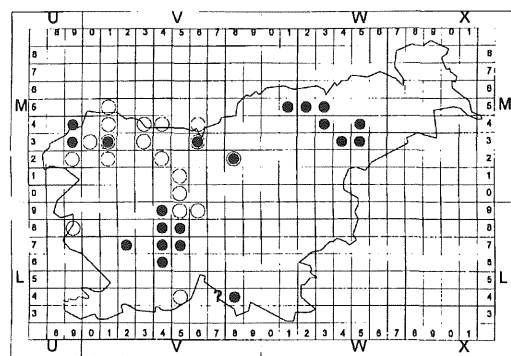
max: 2100 m n. m. (Prehodavci; PMS, coll. S. Brelj)

V Sloveniji je gad vezan na Julijske Alpe, Karavanke, Trnovski gozd, Javornike in Snežnik. Živi v vlažnih, hladnejših območjih z velikimi temperaturnimi spremembami med dnevom in nočjo. Najdemo ga na planinskih travnikih, ob gozdnih poteh, na jasadah ipd. Najnižje ležeči podatek iz Bogojine v Prekmurju (200 m n. m.; Brelj, ustno) datira v obdobje med obema vojnoma, novejši podatki pa kažejo, da gad danes živi večinoma v višjih legah, le izjemoma pa ga najdemo v vlažnih in hladnih habitatih tudi nižje (Prikrnica, 350 m n. m.; B. Kryštufek, ustno). Ker podatka, da živi pri Slivniškem jezeru (300 m n. m.) in v bližini Vranskega (400 m n. m.), nista dokumentirana, sem ju označila z vprašajem.



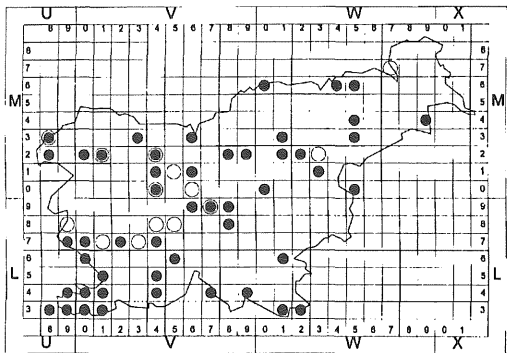
**Slika 9: Razširjenost martinčka (*Lacerta agilis*) v Sloveniji. Vrsta je bila opažena v 28 (10,9%) UTM kvadratih.**

**Figure 9: Distribution of sand lizard (*Lacerta agilis*) in Slovenia. Species was recorded in 28 (10.9%) UTM squares.**



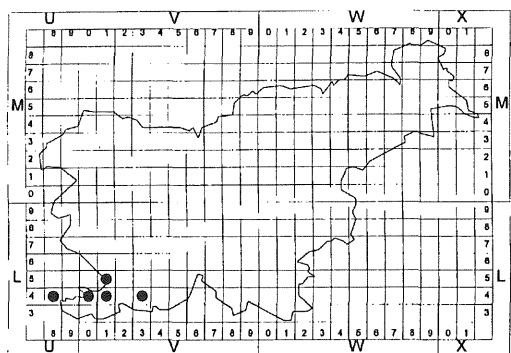
**Slika 12: Razširjenost živorodne kuščarice (*Lacerta vivipara*) v Sloveniji. Vrsta je bila opažena v 36 (14%) UTM kvadratih.**

**Figure 12: Distribution of viviparous lizard (*Lacerta vivipara*) in Slovenia. Species was recorded in 36 (14%) UTM squares.**



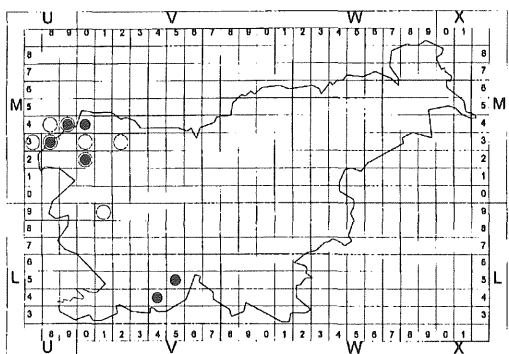
**Slika 10: Razširjenost zelenca (*Lacerta viridis*) v Sloveniji. Vrsta je bila opažena v 58 (22,6%) UTM kvadratih.**

**Figure 10: Distribution of green lizard (*Lacerta viridis*) in Slovenia. Species was recorded in 58 (22.6%) UTM squares.**



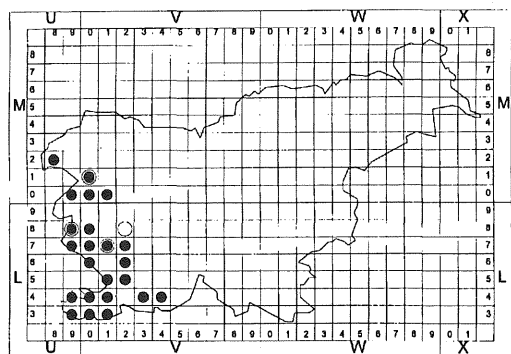
**Slika 13: Razširjenost belice (*Coluber gemonensis*) v Sloveniji. Vrsta je bila opažena v 5 (1,9%) UTM kvadratih.**

**Figure 13: Distribution of Balkan whip snake (*Coluber gemonensis*) in Slovenia. Species was recorded in 5 (1.9%) UTM squares.**



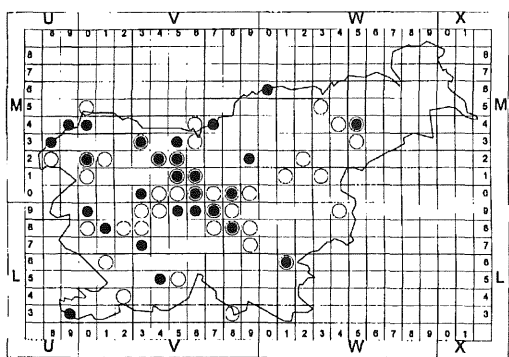
**Slika 11: Razširjenost velebitske kuščarice (*Lacerta horvathi*) v Sloveniji. Vrsta je bila opažena v 11 (4,3%) UTM kvadratih.**

**Figure 11: Distribution of Horvath's rock lizard (*Lacerta horvathi*) in Slovenia. Species was recorded in 11 (4.3%) UTM squares.**



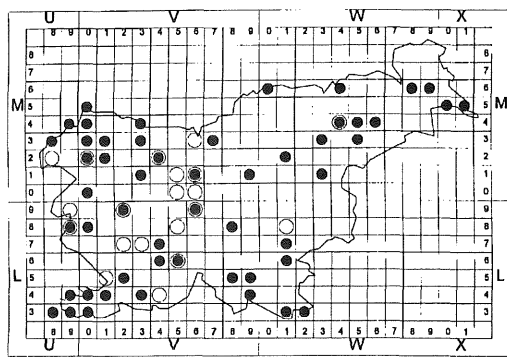
**Slika 14: Razširjenost črnice (*Coluber viridiflavus*) v Sloveniji. Vrsta je bila opažena v 24 (9,3%) UTM kvadratih.**

**Figure 14: Distribution of western whip snake (*Coluber viridiflavus*) in Slovenia. Species was recorded in 24 (9.3%) UTM squares.**



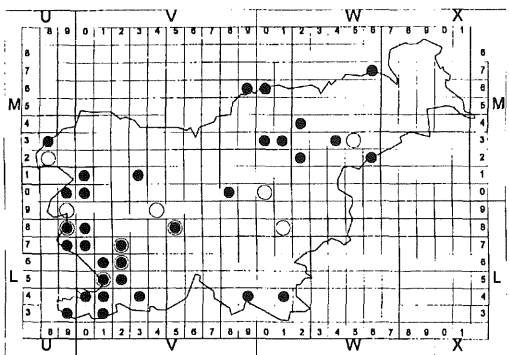
**Slika 15: Razširjenost smokulje (*Coronella austriaca*) v Sloveniji. Vrsta je bila opažena v 57 (22,1%) UTM kvadratih.**

**Figure 15: Distribution of smooth snake (*Coronella austriaca*) in Slovenia. Species was recorded in 57 (22.1%) UTM squares.**



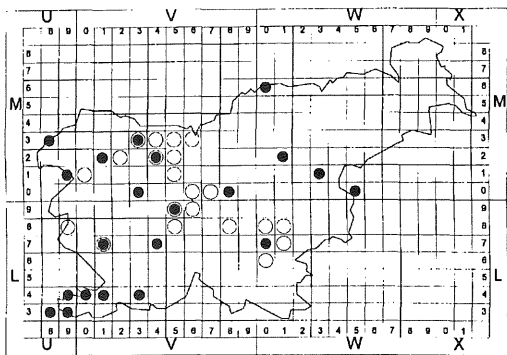
**Slika 18: Razširjenost belouške (*Natrix natrix*) v Sloveniji. Vrsta je bila opažena v 64 (24,9%) UTM kvadratih.**

**Figure 18: Distribution of grass snake (*Natrix natrix*) in Slovenia. Species was recorded in 64 (24.9%) UTM squares.**



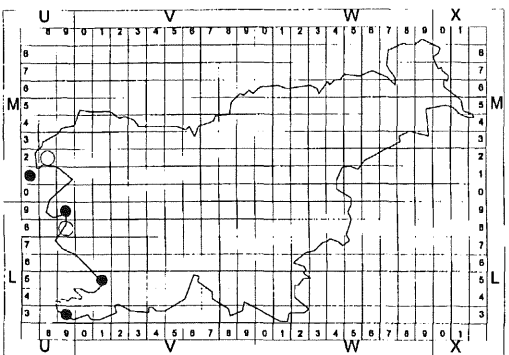
**Slika 16: Razširjenost goža (*Elaphe longissima*) v Sloveniji. Vrsta je bila opažena v 36 (14%) UTM kvadratih.**

**Figure 16: Distribution of Aesculapian snake (*Elaphe longissima*) in Slovenia. Species was recorded in 36 (14%) UTM squares.**



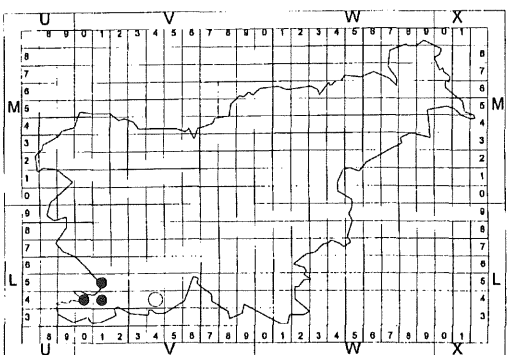
**Slika 19: Razširjenost kobranke (*Natrix tessellata*) v Sloveniji. Vrsta je bila opažena v 37 (14,4%) UTM kvadratih.**

**Figure 19: Distribution of dice snake (*Natrix tessellata*) in Slovenia. Species was recorded in 37 (14.4%) UTM squares.**



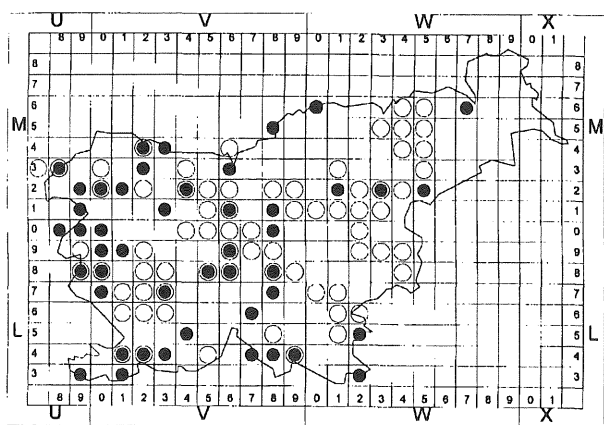
**Slika 17: Razširjenost progastega goža (*Elaphe quatuorlineata*) v Sloveniji. Vrsta je bila opažena v 6 (2,3%) UTM kvadratih.**

**Figure 17: Distribution of four-lined snake (*Elaphe quatuorlineata*) in Slovenia. Species was recorded in 6 (2.3%) UTM squares.**



**Slika 20: Razširjenost mačjeoke kače (*Telescopus fallax*) v Sloveniji. Vrsta je bila opažena v 4 (1,5%) UTM kvadratih.**

**Figure 20: Distribution of cat snake (*Telescopus fallax*) in Slovenia. Species was recorded in 4 (1.5%) UTM squares.**



**Slika 21: Razširjenost modrasa (*Vipera ammodytes*) v Sloveniji. Vrsta je bila opažena v 100 (38,9%) UTM kvadratih.**

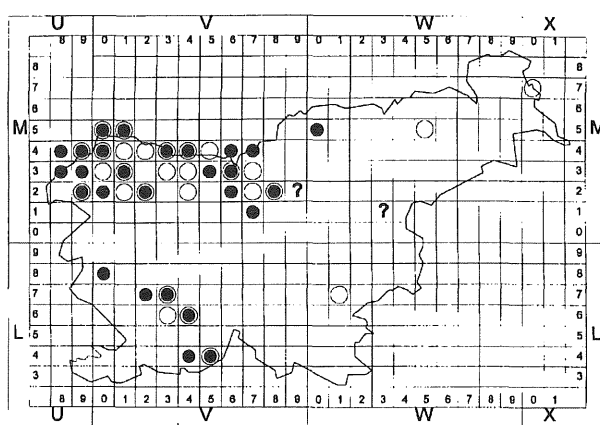
**Figure 21: Distribution of nose-horned viper (*Vipera ammodytes*) in Slovenia. Species was recorded in 100 (38.9 %) UTM squares.**

*Vipera aspis* (Linnaeus, 1758) - laški gad, rilčasti gad, redijev gad

Vprašanje, ali laški gad živi v Sloveniji, je še odprto (Arnold & Burton, 1980; Brodmann 1987). Sajovic (1913a, c) navaja, da laški gad v Sloveniji ne živi. V tržaškem prirodoslovnem muzeju (Museo civico di Storia Naturale Trieste) hranijo osebek iz Plužne pri Bovcu, ki je bil v katalogu vpisan kot *V. ammodytes* in ga je Dolce (1979) kasneje spoznal za laškega gada. Osebek z iste lokalitete pa hranijo tudi v Hamburškem muzeju (Brelieh, ustno). V PMS hranijo dva osebka z Goriškega, v Dunajskem prirodoslovnem muzeju pa en osebek z označbo lokalitete Gorica. Vsi podatki datirajo v začetek tega stoletja. Po letu 1932 laški gad v Sloveniji ni bil več najden. Ta vrsta živi na suhih, toplih mestih. V Alpah seže tudi do 3000 m n. m. Kjer živi skupaj z gadom, izbira bolj suha in topla mesta kot slednji in se zadržuje bolj v nižinah. Kljub temu da velja pri nas za domnevno izumrlo vrsto (Mršič, 1992), pa ni izključeno, da ga bomo ob sistematičnem iskanju na našem ozemlju ponovno odkrili.

#### Alohtone vrste

Poleg avtohtonih vrst srečamo na ozemlju Slovenije tudi vrste, ki jih je sem zanesel človek. Nekatere opazimo le občasno, medtem ko se druge stalno pojavljajo na območju Slovenije. Okoli leta 1965 so po pripovedovanju očividcev na Ljubljanskem barju stresli nekaj tovornjakov želv, ki so jih bili pripeljali iz južnih krajev tedanje Jugoslavije. Le te naj bi bile slabši ostanki pošiljke, namenjene za prodajo. Ker so bile želve v slabem stanju, jih je veliko prav tam poginilo, o čemer so pričali celi kupi oklepov. Precej želv pa se je razširilo



**Slika 22: Razširjenost gada (*Vipera berus*) v Sloveniji. Vrsta je bila opažena v 41 (15,9%) UTM kvadratih.**

**Figure 22: Distribution of adder (*Vipera berus*) in Slovenia. Species was recorded in 41 (15.9%) UTM squares.**

po Ljubljanskem barju. Prinešene so bile štiri vrste (Brelieh, ustno): močvirska sklednica (*Emys orbicularis*), rečna sklednica (*Mauremys caspica*), mavrska kornjača (*Testudo graeca*) in grška kornjača (*Testudo hermanni*). Tako je bila verjetno takrat že zelo majhna avtohtona populacija močvirske sklednice "oplemenitena" z želvami z juga nekdanje Jugoslavije. Želve drugih vrst so morda preživele nekaj zim, vendar se v naših podnebnih razmerah niso razmnoževale.

V okolici Črnomlja ob reki Lahinji je bil v zadnjem času najden osebek rečne sklednice (Hudoklin, ustno), ki pa je bil verjetno tja zanešen kasneje.

Tudi južnoevropska zrva (*Malpolon monspesulanus*), ki je bila najdena vzhodno od Kopra, je bila tja verjetno prinešena in v Sloveniji ni avtohtona vrsta (Bruno *et al.*, 1973).

Najpogostejši predstavniki alohtonih vrst, ki jih redno srečujemo na območju Slovenije, so:

#### *Testudo hermanni* Gmelin, 1789 - grška kornjača

Grška kornjača živi na Balkanu, južno od Donave, na Ionskih otokih, jugu in zahodu Italije, Siciliji, Elbi, Korziki, Sardiniji, Balearih in južni Franciji. Umetno je naseljena tudi na mnogih drugih mestih po svetu (Arnold & Burton, 1980). V srednji Evropi lahko preživi več let (Obst, 1985). Že Freyer (1842) navaja grško kornjačo za Kranjsko. Sajovic (1913b) ugotavlja, da gre verjetno za živali, ki so jih graščaki gojili na svojih vrtovih, saj grška kornjača v Sloveniji ni avtohtona vrsta. Tudi danes lahko to želvo srečamo na našem ozemlju, posebno v okolici večjih mest in na Primorskem, kjer se verjetno občasno tudi uspešno razmnožuje. V srednji Evropi (Avstriji) se uspešno razmnožuje le izjemoma (Cabela, 1985).

***Trachemys scripta*** (Wied, 1839) - rdečevratka

Rdečevratka živi na vzhodu ZDA in južno sega do severnih delov Južne Amerike. Kot terarijska žival je bila zanešena v mnoge evropske dežele (Cabela, 1985). V Sloveniji je bila opažena v Škalskem jezeru pri Velenju (Gregori, 1995), v obeh jezercih v Fijesi (lastno opazovanje), Bobovku (Geister, 1995) in Škocjanskem zatočku (Makovec in Lipej, ustno), naseljena pa je bila tudi v parkovne bajeje, npr. Tivoli in živalski vrt v Ljubljani. Zelo verjetno živi tudi drugod po Sloveniji, posebno v bližini večjih mest. Želve rdečevratke v naših podnebni razmerah prezimijo, se pariyo in tudi ležejo jajca. Ali je razmnoževanje uspešno, ni dokazano, vendar je, razen morda izjemoma na Primorskem, to malo verjetno.

**ZAHVALA**

Podatke za to delo so prispevali: Valerija Babij, Savo Brelih, Tatjana Čelik, Tamara Čelhan, dr. Božo Dro-

venik, Janez Forte, Miran Gjerkeš, Peter Glasnovič, dr. Matija Gogala, Andrej Hudoklin, Veronika Istenič, Marjan Jarnjak, Rado Jelinčič, dr. Boris Kryštufek, dr. Lovrenc Lipej, Tihomir Makovec, dr. Narcis Mršič, dr. Damjana Ota, Griša Planinc, dr. Hank Strijbosch, Borut Štumberger, dr. Tomi Trilar, dr. Davorin Tome, Nuša Vogrin, dr. Brane Vreš in Davorin Vrhovnik. Vsem se najlepše zahvaljujem in jih hkrati vabim k nadaljnjemu sodelovanju pri sistematičnem kartiranju plazilcev Slovenije.

Dr. Davorin Tome je prispeval program za risanje UTM kart, zahvaljujem pa se mu tudi za strokovne nasvete in pregled tipkopisa.

Še posebej pa bi se rada zahvalila gospodu Savu Brelihu, mojemu neformalnemu mentorju, odličnemu herpetologu in taksonomu. Poleg tega, da je prispeval večino podatkov, ki jih je zbral kot kustos za herpetologijo na PMS in kasneje, mi je s svojim nesebičnim razdajanjem znanja in izkušenj od vsega začetka pomagal in me spodbujal pri herpetološkem delu ter bil prijeten tovariš na terenu.

**SUMMARY**

*The article is an attempt to present the distribution of reptiles in Slovenia. Data have been obtained from various museum collections (collection of Savo Brelih in Prirodoslovni muzej Slovenije - PMS, Naturhistorisches Museum Wien - NHMW and Museo Civico di Storia Naturale Udine - MCSNU), literature and observations by several naturalists. Although the maps presented are flawed by deficiency of systematic fieldwork, they nevertheless give some new hints about the distribution of reptiles in Slovenia. The aim of this work is to stimulate systematic recording of reptiles and create favourable conditions for monitoring of this animal group. Distribution of each species, except the sea turtles and introduced reptiles, is presented on a Slovene national 10 x 10 UTM grid system. Undocumented data on observations referring to the localities outside the presumed range of the particular species are marked with a question mark. Large, unshaded circles in the maps represent data obtained before 1970, smaller, shaded ones represent data obtained in 1970 and after. According to 1668 observations obtained, 20 species of reptiles occur in Slovenia regularly. Low number of observations in the eastern part of the country is due to deficient fieldwork as well as to low species diversity of reptiles in this region. Anguis fragilis, Podarcis muralis, Lacerta viridis, Natrix natrix and Vipera ammodytes are widespread throughout Slovenia and are relatively frequent. Empty squares on the distribution map are due to the lack of data. Emys orbicularis, Coronella austriaca, Elaphe longissima and Natrix tessellata are distributed sporadically accros the entire country. Lacerta agilis and Lacerta vivipara are distributed sporadically in most parts of Slovenia, except in Istria. Podarcis melisellensis, Podarcis sicula, Algyroides nigropunctatus, Coluber gemonensis, Coluber viridiflavus, Elaphe quatuorlineata and Telescopus fallax occur only in the SW part of the country (submediterranean region). Lacerta horvathi is confined to higher altitudes in the Julian Alps, Trnovski gozd and Snežnik, the same as Vipera berus which lives also in the Karavanke. Vipera aspis is considered to be extinct but future findings can not be excluded. The most common introduced species in Slovenia are Testudo hermanni and Trachemys scripta elegans. Malpolon monspessulanus, which was found near Koper, is also considered as introduced.*

*I believe that Ophisaurus apodus, Hemydactilus turcicus and Elaphe situla, the species which that according to Brelih (1954) and Mršič (1992) expected to be present, will not be found unless some great environmental change occurs.*

## LITERATURA

- Alberti G. & G. Sauli (1977):** Il *Telescopus fallax* (Fleischmann, 1831) è ancora un retile della fauna italiana? Atti Mus. civ. Stor. nat. Trieste, 30, 1, 1-6.
- Atlas Slovenije (1985),** Mladinska knjiga, Ljubljana.
- Arnold H. R. (ed.) (1973):** Provisional Atlas of the amphibians and reptiles of the British Isles. Natural Environment Research Council, Huntingdon.
- Arnold H. R. (1995):** Atlas of Amphibians and Reptiles in Britain. Institute of Terrestrial Ecology. London.
- Arnold E. N. & J. A. Burton (1980):** A Field Guide to the Reptiles and Amphibians of Britain and Europe. Collins, London.
- Bergmans W. & A. Zuiderwijk (1986):** Atlas van de Nederlandse Amphibieën en Reptielen en hun Bedreiging. Vijfde Herpetogeografisch Verslag. Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging, Hoogwoud; Nederlandse Vereniging voor Herpetologie en Terariumkunde "Lacerta".
- Bischoff W. (1981):** *Algyroides nigropunctatus* (Duméril & Bibron 1839) - Prachtkieideichse. V: Böhme W. (Ed.): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Echsen I. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, 418-429.
- Böhme W. (1993):** Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Echsen I. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.
- Böhme W. & N. Ščerbak (1993):** *Elaphe quatuorlineata* (Lacepede, 1789) - Vierstreifennatter. V Böhme W. (Ed.): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Schlangen (Serpentes) I. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden 373-396.
- Brodmann P. (1987):** Die Giftschlangen Europas und die Gattung *Vipera* in Afrika und Asien. Kümmerly und Frey, Bern.
- Brelih S. (1954):** Prispevek k poznavanju favne plazilcev slovenskega ozemlja. Biološki vestnik 3, 128-131.
- Brelih S. (1962):** Plazilci Triglavskega narodnega parka in okolice. Varstvo narave 1: 119-127.
- Brelih S. & G. Džukić (1974):** Catalogus faunae Jugoslaviae IV/2. Reptilia. Consilium Academicarum Scientiarum rei Publicae Socialisticae Jugoslaviae, Academia scientiarum et artum Slovenica. Ljubljana.
- Bruno S. (1966):** Sull' *Elaphe quatuorlineata* (Lacepede) in Italia. Studi Trentini di Scienze Naturali 43, 2, 189-207.
- Bruno S. & S. Maugeri (1976):** Rettili d'Italia, I Tartarughe - Sauri. Martello - Gianti. Firenze.
- Bruno S., S. Dolce, G. Sauli & M. Veber (1973):** Introduzione ad uno studio sugli Anfibi e Rettili del Carso Triestino. Atti Mus. civ. Stor. nat. Trieste, 28, 2, 485-576.
- Cabela A. (1985):** *Emys orbicularis* in Österreich. ÖGH-Nachrichten, Wien, 4, 7-11.
- Cabela A. & F. Tiedemann (1985):** Atlas der Amphibien und Reptilien Österreichs. Neue Denkschr. Naturhist. Mus. Wien, 4, 1-80.
- Carnelutti J. (1981):** Horološka, ekološka in zoogeografska analiza Makrolepidopterov slovenskega ozemlja. Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani.
- Castanet J. (1978):** Atlas Préliminaire des Reptiles et Amphibiens de France. - Societe Herpetologique de France, Montpellier.
- Darsa M. (1972):** Anfibi e Rettili di Fusine. Hyla, U. E. I. 2, 1, 3-13.
- Dely O. G. (1981):** *Anguis fragilis* Linnaeus 1758 Blindschleiche. V: Böhme W. (Ed.): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Echsen I. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, 241-258.
- Deschmann K. (1866):** Über das Vorkommen der Schlammschildkröte (*Emys lutaria* L.) in Krain. Mitt. o. Musealv. f. Krain, Laibach 1, 1, 223-224.
- Dolce S. (1979):** L'erpetofauna del Friuli, Venezia Giulia, Istria e Dalmazia nella collezione del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste. Catalogo regionato. II: Reptilia, Serpentes. Atti Mus. civ. Stor. nat. Trieste, 31, 3, 201-232.
- Dolce S. (1981):** Erpetofauna v dolini Glinščice v okviru zaščite okolja. Mednarodni seminar o dolini Glinščice. Akti. Boljunec, 698-717.
- Eiselt J. (1961):** Catalogus Faunae Austriae. Teil XXI a/b: Amphibia, Reptilia. Wien.
- Engelmann W. E. (1993):** *Coronella austriaca* (Laurenti, 1768) - Schlingnatter, Glat- oder Haselnatter. V Böhme (Ed): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Band 3/I, Schlangen (Serpentes) I. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, 418-429.
- Erjavec F. (1873):** Domače in tuje živali v podobah in besedi. V. zv. Družba sv. Mohorja, Celovec.
- Erjavec F. (1882):** Naše škodljive živali v podobi in besedi. III. snopič, Družba sv. Mohorja, Celovec.
- Fottner G. (1979):** Schlangen als Kulturfolger im küstennahen Dalmatien (Jugoslavien). Salamandra, Frankfurt/M., 15, 268-270.
- Freyer H. (1842):** Fauna der in Krain bekannten Säugetiere, Vögel, Reptilien und Fische, Laibach.
- Geister I. (1995):** Naravna znamenitost Bobovek. Zavod za varstvo naravne in kulturne dediščine Kranj.
- Gislen T. & H. Kauri (1959):** Zoogeography of the Swedish amphibians and reptiles with notes on their growth and ecology. Acta vertebratica 1, 3, 1-397.
- Gläss H. & W. Meusel (1969):** Die süßwasserschildkröten Europas; Neue Brehm Bücherei 418, Wittenberg, Lutherstadt.
- Gregori J. (1995):** V Beli krajini iščejo želvo sklednico. Proteus 57, 9-19, 398.
- Grushhwitz M & W. Böhme (1986):** *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768) - Mauereidechse. V: Böhme W. (Ed.): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, 155-208.



- Henle K. (1993):** *Coluber gemonensis* Laurenti, 1768-Balkanzornnatter. V Böhme (Ed.): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas. Band 3/I, Schlangen (Serpentes) I. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, 418-429.
- Hudoklin A. (1995):** Iščemo želvo močvirsko sklednico. Proteus 58, 4, 178-180.
- Karaman S. (1939):** Über die Verbreitung der Reptilien in Jugoslavien. Annales Musei Serbiae meridionalis, Skoplje 1, 1, 1-20.
- Kammerer, P. (1926):** Der artenwandel auf Inseln und seine ursachen ermittelt durch Vergleich und Versuch an den Eidechsen der Dalmatinischen Eilande. Franz Deuticke, Wien und Leipzig.
- Marktanner-Turneretscher G. (1908):** Zweiter Nachtrag zum "Beitrag zur Kenntnis der Verbreitung der Giftschlangen in Steiermark" unter Bezug auf die Ergebnisse der Prämiierung in den Jahren 1905 und 1906. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark 44, 94-100.
- Mršič N. (1992):** Rdeči seznam ogroženih vrst plazilcev (Reptilia) v Sloveniji. Varstvo narave 17, 41-44.
- Obst F. J. (1985):** Die Welt der Schildkröten. Rüschnikon - Zürich, Stuttgart, Wien.
- Radovanović M. (1951):** Vodozemci i gmizavci naše zemlje. Naučna knjiga, Beograd.
- Radovanović M. (1964):** Die Verbreitung der Amphibien und Reptilien in Jugoslawien. Senck. biol. Frankfurt/M. 45, 3/4, 553-561.
- Sajovic G. (1910):** Želve v ljubljanski okolici. Carniola, Ljubljana, 1, 2, 178.
- Sajovic G. (1912):** Plazilci ali plezavci? Slov. narod, Ljubljana, 10.
- Sajovic G. (1913a):** Kače na Kranjskem. Pedagoški letopis 1, Ljubljana, 1-22.
- Sajovic G. (1913b):** Herpetologični zapiski za Kranjsko. Carniola, Ljubljana, 4,1/2, 1-31.
- Sajovic G. (1913c):** Zur Verbreitung der Giftschlangen in Krain. Laibacher Zeitung 39/40, 1-8.
- Sajovic G. (1914):** Beiträge zur Reptilienkunde Krains. Verh. Zool. - bot. Ges. Wien, 64, 150-175.
- Sochurek E. (1955):** Über die Warscheinlichkeit eines Vorkommens von *L. horvathi* in Kärnten. Carinthia II 65, 154.
- Sochurek E. (1957):** Liste der Lurche und Kriechtiere Kärntens. Carinthia II 67, 150-152.
- Škornik I. (1985):** Progasti gož (*Elaphe quatuorlineata*) na Steni pri Dragonji. Proteus, Ljubljana, 47, 5, 348-353.
- Škornik I. (1989):** Kače - prezirane in prezrte. Proteus 51, 9 10. Ljubljana, 348-353.
- Terhivuo J. (1981):** Provisional atlas and population status of the Finnish amphibian and reptile species with reference to their ranges in northern Europe. Ann. Zool. Fennici 18, 139-164.
- Terhivuo J. (1993):** Provisional atlas and status of populations for the herpetofauna Finland in 1980 92. Ann. Zool. Fennici 30, 55-69.
- Tiedemann F. & K. Henle (1986):** *Podarcis melisellensis* (Braun, 1877) - Adriatische Maureidechse, Karstläufer. V: Böhme W. (Ed): Handbuch der Reptilien und Amphibien Europas Echsen III (*Podarcis*). Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden, 111-141.
- Tonejec M. (1882):** Nekoliko o strupenih kačah iz naših dežel. Kres. Ljubljana.
- Verovnik R. (1995):** Dragonja spet preseneča. Proteus, Ljubljana, 58, 3, 126.
- Werner F. (1897):** Die Reptilien und Amphibien Österreich - Ungarns und der Occupationsländer. Wien.
- Werner F. (1908):** Sammlung Göschen, Das Tierreich, III. Reptilien und Amphibien.

**VARSTVO NARAVE**  
**TUTELA DELL'AMBIENTE**  
**NATURE CONSERVATION**



## UMETNI PODVODNI GREBENI - ENA IZMED MOŽNOSTI ZA VZDRŽEVANJE BIOTSKE RAZNOVRSTNOSTI V SLOVENSKEM MORJU

Ugo FONDA

dipl. biol., samostojni raziskovalec, SI-6320 Portorož, XXX. div. 12  
B.Sc., biologist, researcher, SI-6320 Portorož, XXX. div. 12

### IZVLEČEK

*Uporaba umetnih podvodnih grebenov v mnogih morjih sveta je povzročila, da se je število oganizmov v njihovi neposredni bližini zelo povečalo. Avtor si je na podlagi svojih opazovanj in izkušenj te vrste drugod po svetu zamislil model umetnih podvodnih grebenov, ki bi ustrezal razmeram v slovenskem obalnem morju. V prispevku navaja podatke zamišljenega modela, način postavitve in primerne lokacije za postavitve v slovenskem morju.*

**Ključne besede:** umetni podvodni grebeni, biološka raznovrstnost, slovensko morje  
**Key words:** artificial reefs, biodiversity, Slovene coastal waters

### UVOD

Avtor prispevka letos dopolnjuje 30 let aktivnega poplajškega udejstvovanja v slovenskem morju. Primerjava prvih izkušenj s sedanjimi, izkušnjami pozornega opazovalca - biologa privede do alarmantne ugotovitve; mnogih vrst, ki jih je bilo tedaj dokaj običajno videti, danes ni več. Nekatere druge pa očitno ta žalostna usoda še čaka. Kaj storiti za zaustavitev tega pogubnega trenda?

### STANJE

V primerjavi z drugimi deli Jadranskega morja je Tržaški zaliv specifičen akvatorij, v katerem so življenjske razmere za mnoge vrste manj ugodne:

- morje je plitvo, kar onemogoča sezonske vertikalne selitve;
- dno je manj razgibano in bolj izpostavljeno naganju sedimenta, kar na splošno pomeni, da je manj zaščitenih kotičkov za umik pred plenilci in da je prehranjevalna veriga manj raznolika in razvejena;
- tukaj prihaja do največjih temperaturnih nihanj, kar lahko nekatere vrste neposredno ogroža, druge pa ovira pri razmnoževanju;
- znani so primeri občasnih hipoksij, ki prizadanejo predvsem sesilne in omejeno gibljive bentoške vrste.

Vse to pomeni, da v slovenskem morju mnoge vrste živijo v posebej občutljivem ravnotežju in da je lahko

že manjši odmik od zadostnih (ali komaj zadostnih) življenjskih razmer zanje usoden. V zadnjih nekaj desetletjih so v slovenskem morju še posebej pogubni vplivi delovanja človeka. Kaj se je v teh desetletjih dogajalo v slovenskem morju?

Zgradili so novo pristanišče za velike prekoceanske ladje in nekaj pristanišč za gospodarski in turistični promet. Povečala se je dejavnost ladjedelnice, razvila se je kemična industrija, v kmetijstvu so začeli množično uporabljati umetna gnojila in kemična sredstva za zatiranje škodljivcev. Ribiči so začeli uporabljati zelo učinkovita ribolovna plovila, opremljena s sodobnimi elektronskimi napravami in tanke (skoraj nevidne) stoječe mreže iz umetnih vlaken ter zaslepljujoča svetila. Vse te dejavnosti so neposredno ali posredno škodljive za življenje v morju. Do podobnih ugotovitev sta prišla v desetletni raziskavi Stachowitsch & Fuchs (1995).

Obenem prispevajo k onesnaževanju morja tudi gospodinjstva. Prebivalcev je v slovenski Istri čedalje več in njihove zahteve so se v zadnjih letih povečale. Pred štiri desetimi leti je bilo le malo stanovanj s tekočo vodo, danes pa so praktično povsod kopalnice, pralni in pomivalni stroji. Uporaba pralnih praškov in drugih čistil močno narašča. Marsikdo v upanju, da bo dosegel temeljitejšo in trajnejšo čistočo, z uporabo detergentov, šampinov, loščil, kislin in drugih čistil tudi močno pretirava. Obenem se povečuje tudi poraba vode, pri čemer ne smemo pozabiti, da skoraj vsa voda, ki priteče čista iz

pip, odteče umazana v morje. V zadnjih letih se je za nekajkrat pomnožil promet na cestah ob morju; ostanke goriv, maziv in gum spira dež z njih neposredno v morje.

Dejstvo, da se proces izrazitega osiromašenja biotske raznolikosti slovenskega morja časovno ujema s strmo-glavim razvojem človeških dejavnosti, potrjuje domnevo, da je prav človek tisti, ki posredno ali neposredno povzroča te procese. Gre torej za očitne posledice človeške dejavnosti, ki zato od človeka terjajo odgovornost, da prepreči nadaljnje siromašenje in skuša povrniti stvari v prvotno stanje.

### IZGINULE IN OGROŽENE ŽIVALSKÉ VRSTE

Na tem mestu navajam nekatere vrste morskih živali na podlagi svojih opazovanj, ne pa sistematičnih raziskav. Zaradi tega sem vključil le vrste, ki so lahko opazne in markantne. Med živalmi, ki so bile pred tridesetimi leti pogoste in jih sedaj pri nas praktično ni več, štejem morsko mačko (*Scyliorhinus canicula*), veliko škarpeno (*Scorpaena scrofa*), romba (*Bothus maximus*) in zobatca (*Dentex dentex*) ter velikega morskega pajka (*Maja squinado*). Še daljši je seznam tistih, ki jih sicer še lahko srečamo, vendar le izjemoma opazimo večje, odrasle živali. To so šarg (*Diplodus sargus*), frater (*D. vulgaris*), pic (*D. puntazzo*), kantar (*Cantharus cantharus*), zvezdogled (*Uranoscopus faber*), morska vrana (*Labrus merula*), kaval (*Johnius umbra*) ter školjki Jakobova pokrovača (*Pecten jacobaeus*) in veliki leščur (*Pinna nobilis*).

Zanimivo je, da so praktično vse našete vrste ekonomsko pomembne in kot take predmet intenzivnega lova oziroma nabiranja. Če večji del odrasle populacije polovimo, preostalim pa z vsemi sredstvi otežimo razmnoževanje, je jasno, da je njihovo preživetje pri nas samo še vprašanje časa. Po drugi strani pa moram priznati, da so mladostni primerki zgoraj navedene skupine še vedno dokaj pogosti. Menim, da gre za sicer kritično, toda po vsej verjetnosti še vedno popravljivo stanje morskega ekosistema. Kaj storiti, da bi slovenskemu morju vrnili prvotno stanje?

### PASIVNI UKREPI

Za pasivne ukrepe imam v mislih predvsem uvedbo raznih prepovedi in omejitev. Najprej bi bilo potrebno zagotoviti dosledno uresničevanje varstvenih režimov v že določenih območjih, kot so naravni rezervati, naravni parki in ribogojni rezervati. Druga skupina pasivnih ukrepov bi morala močno omejiti in regulirati gospodarski ribolov. Sedanji "roparski" način lova, ko vsi v vseh časih ribarijo vse, neizogibno vodi v popolno iztrebljanje ribjih virov. Prihodnost ribolova v tako majhnem in občutljivem morju, kot je slovensko, je v strogo selektivnem gojitvenem pristopu. Prepovedati bi bilo potrebno plovbo tehnično neustreznim in ekološko preveč obremenjujočim plovilom. Predvsem pa bi bilo potrebno zagotoviti

dosledno uresničevanje vseh zakonov in predpisov.

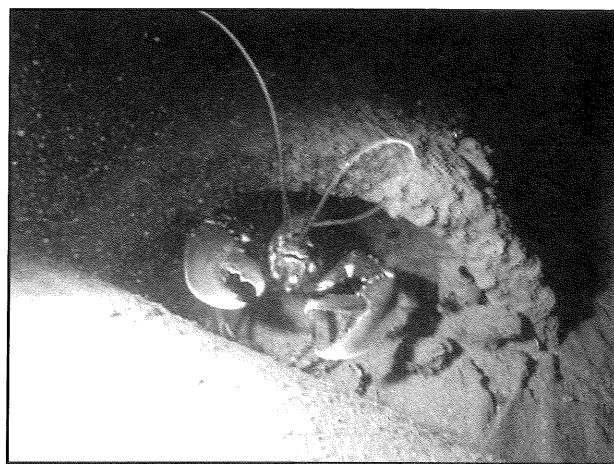
Vseeno pa ocenjujem, da še tako dobra zaščita in varovanje ne bosta dovolj za vrnitev in normalni razvoj ogroženih vrst, saj ne moremo računati na množično priseljevanje rib, rakov in školjk iz italijanskega in hrvaškega dela Tržaškega zaliva, ker je tudi tam ogroženost omenjenih živali približno enaka kot pri nas, poleg tega pa je konfiguracija dna v našem morju neugodna in nepriljučna. Treba bi bilo tudi aktivno ukrepati.

### AKTIVNI UKREPI

Pri aktivnih ukrepih mislim predvsem na izboljšanje manjšega dela neprilučnega in neugodnega naravnega okolja z graditvijo umetnih podvodnih grebenov (UPG) ter na repopulacijo z umetno gojenimi ali drugje ulovljenimi osebki avtohtonih vrst. Najboljše in najhitrejše rezultate bi seveda dosegli s sočasnim uresničevanjem oziroma s kombinacijo vseh naštetih ukrepov.

### UMETNI PODVODNI GREBENI

V nadaljevanju tega prispevka se bom osredotočil predvsem na potrebo po graditvi UPG. Moje prepričanje o smotrnosti takega posega temelji na veliki razliki med bioprodukcijo muljastega dna v primerjavi z bioprodukcijo trdnega (skalnatega) razgibanega morskega dna. Čeprav se ta biotopa razlikujeta le v strukturi substrata in sta lahko v neposredni bližini, pri čemer so vse druge kemične in oceanografske lastnosti obeh biotopov praktično identične, se njuna biomasa na enoto površine znatno razlikuje. Pomen trdnega razgibanega substrata potrjuje tudi dejstvo, da prav ob skalnatih obalah in plitvinah ter ob raznih potopljenih objektih naletimo na največjo gostoto sesilnih organizmov, pa tudi rib, rakov in glavonožcev (slika 1).



**Slika 1: Jastog (*Palinurus vulgaris*), domujoč v cevovodu (Foto: U. Fonda).**

**Figure 1: Lobster (*Palinurus vulgaris*) inhabiting a large pipe (Photo: U. Fonda).**

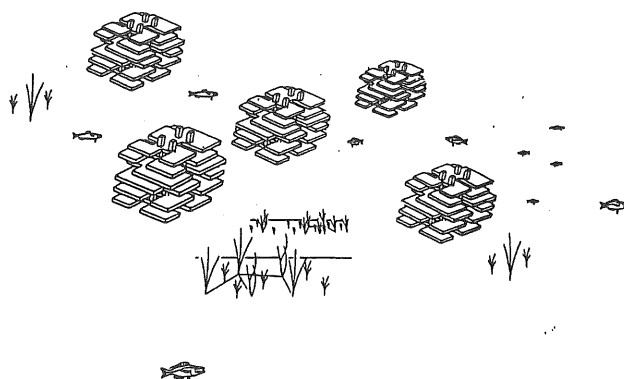
Po svetu so zgradili oziroma sestavili številne UPG. Največ so jih namestili na Japonskem (Nakamura, 1985; Nakamura *et al.*, 1991; Sato, 1985), ob obalah ZDA (Jesee *et al.*, 1985; Matthews, 1985; Bohnsack, 1989) ter v Sredozemlju (Bombace, 1988; Arculeo *et al.*, 1990). Pri graditvi so uporabili najrazličnejše materiale; od naravnih, kot so drevesa ali bambusove palice, do starih avtomobilskih gum ali celo odsluženih karoserij (Bohnsack, 1991; Nakamura *et al.*, 1991). Za najustreznejše in najmanj ekološko sporne so se izkazale konstrukcije iz betona (Bohnsack & Sutherland, 1985). Cilj graditve UPG so predvsem želja po povečanju uspešnosti ribolova, oviranje uporabe vlečnih mrež, raziskovalni projekti, pa tudi želja po zagotavljanju privlačnih koticov za rekreacijske potapljače.

Rezultati večletnega opazovanja povsod po svetu potrjujejo, da se na UPG oziroma v njihovi neposredni bližini močno poveča število organizmov in njihova biomasa (Jesee *et al.*, 1985; Bohnsack, 1989; Matthews, 1985). Edini strokovni precep, ki se predvsem v zvezi z ribami ob tem pojavlja, je, ali gre pri UPG dejansko za povečano bioprodukcijo ali samo za zbiranje živali iz širše okolice, v kateri so bili prej bolj razpršeni (Nakamura, 1985; Bohnsack, 1989). Dokončnega odgovora na to vprašanje dosedanje raziskave niso dale. Bohnsack (1989) ta problem pojasnjuje z razlago, da se gostota živali (zaradi privlačnosti UPG) in bioprodukcija med seboj ne izključujeta. Nekatere ribe morda UPG le privlačijo, pri drugih pa lahko vzpodbudijo reprodukcijo. Za večino vrst pa je značilen sinergizem obeh dejavnikov (Bohnsack, 1989).

#### GRADITEV UMETNIH PODVODNIH GREBENOV V SLOVENSKEM MORJU

Na podlagi opazovanja rib in drugih morskih živali, ki živijo na naravnem in umetnem morskem dnu, ter upoštevajoč lokalne oceanografske parametre in izkušnje drugih avtorjev sem si zamislil model UPG, sestavljen iz velikih betonskih modulov. Njihova oblika in notranje dimenzije bi ustrezale velikosti in načinu vedenja pričakovanih naseljencev. Moduli bi bili sestavljeni iz manjših elementov, kar bi zagotovilo sorazmerno cenenost in enostavnost polaganja.

Pri načrtovanju sem upošteval tudi najugodnejše razmerje med količino porabljenega materiala in pridobljeno površino ter koristno zaščiteni prostornino celotne konstrukcije. Gre za šest razčlenjenih betonskih plošč, ki jih nasadimo na štiri osrednje pokončne stebre. Na stebre med ploščami vložimo distančnike, tako da med ploščami ostane po 40 cm prostora. Tako dobimo precej velik večnadstropni razgiban blok z več kot 200 m<sup>2</sup> trdne podlage, na katero se zelo rade naselijo številne rastline in živali. Med ploščami in med stebri ostane veliko zaščitenih koticov, idealnih skrivališč in drstišč za številne ribe, rake, mehkužce in mnoge sesilne živali.



**Slika 2: Načrt postavitve modulov (UPG).  
Figure 2: Artificial reef construction plan.**

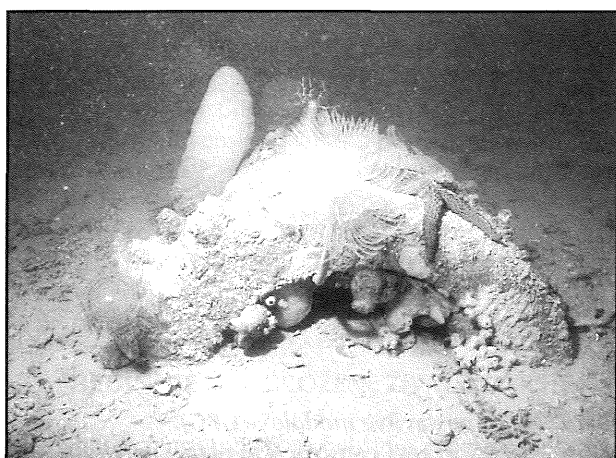
Med tako postavljenimi vodoravnimi ploščami morski tok teče dokaj nemoteno in prinaša hrano in kisik. Zunanje mere posameznega modula bi bile 5,5 x 3,5 x 3,2 m. Tako veliki moduli bi bili dovolj stabilni kljub sorazmerno veliki višini, ki bi bila potrebna, da bi nudila večje možnosti preživetja vsaj nekaterim organizmom tudi v primeru resne pridnene hipoksije.

#### PRIMERNA LOKALITETA ZA UPG V SLOVENSKEM MORJU

Za postavitev prvega UPG v slovenskem morju se nam ponuja skoraj idealna lokaliteta. Od komunalne čistilne naprave pri hotelu Bernardin v Piranu odvajata prečiščene odplake na odprto morje dva cevovoda. Dolga sta 3,5 km in potekata vzporedno, 20 do 30 m narazen v smeri proti Gradežu. Med cevovodoma bi morali po moji presoji položiti približno 25 modulov v skupinah po pet (slika 2) v oddaljenosti ene morske milje od obale. Na tem mestu je globina približno 22 m, dno sestavljata nekoliko bolj groba mivka in školjčni detrit. Meritve so pokazale, da je koncentracija kisika ob poletnih hipoksijah na tem območju nekoliko višja kot drugod (Malej & Malačič, 1995). Tudi sicer so razmere na tej lokaciji zelo primerne; UPG bi bili zunaj običajnih plovnih poti, dovolj daleč od priobalne gneče, hkrati pa dovolj na očeh za nadzor (vsaj za nekaj let bi morala na tem mestu veljati prepoved ribolova in nadzorovanega potapljanja). Pomembno je tudi dejstvo, da s postavitvijo UPG na tem mestu ne bi posegli v neokrnjeni del narave, saj sta tu že omenjeni cevi kanalizacije (slika 3). Vpliva odplak pa kljub temu ne bi bilo čutiti, saj bi bila razdalja do difuzorjev, kjer se prečiščene odplake iztekajo v morje, približno 1,5 km.

#### ZAKLJUČEK

Država, ki se ponaša s pomorsko razvojno usmeritvijo, ne bi smela dopustiti, da se v subjektu te usmeritve - morju dogajajo tako pogubni procesi, kot je sploš-



**Slika 3: Cevovod daje primerno nišo in zavetje mnogim nevretenčarjem in ribam (Foto: U. Fonda).**

**Figure 3: Large pipe may become an important ecological niche and shelter for many invertebrates and fishes (Photo: U. Fonda).**

no siromašenje z naglo napredujočim zmanjšanjem biološke raznolikosti. Potrebno bi bilo hitro ukrepanje, še preden bo degradacija dosegla nepovratno stopnjo. Med pomembnejšimi možnimi ukrepi sodi prav gotovo tudi postavitve UPG. Še posebej je to pomembno zato, ker je v slovenskem obalnem morju le malo število naravnih skalnatih biotopov (Punta Madona, rt Roněk in Fiesa). Z uresničitvijo tega projekta bi pridobili kakovosten življenjski prostor za številne ogrožene vrste in primerno okolje za vlaganje umetno razmnoženih ali drugje ulovljenih avtohtonih vrst morskih živali. Izobraževalne in raziskovalne ustanove bi lahko tam imele natančno določeno raziskovalno bazo. Z graditvijo UPG bi pripomogli tudi k obogatitvi turistične ponudbe; na grebenih bi lahko organizirali potapljanja, fotosafarije, pozneje pa tudi športni ribolov in selektivni ulov določenih vrst rib in rakov.

## SUMMARY

As a result of the ever increasing pollution of the environment and other consequences of human encroachments upon nature, some fish species have simply disappeared from the Slovene part of the Adriatic Sea. It is evident that its fauna has become generally poor and that many of its autochthonous species are endangered today. On the basis of his own experience as well as knowledge gained by scientists elsewhere in the world, the author believes that by erecting artificial underwater reefs the biomass and abundance of fish as well as benthic fauna in general would be greatly increased in the immediate vicinity of such reefs. By doing so, the experts already succeeded to increase the number of organisms around the artificial reefs in many seas of the world, for the erection of reefs creates a number of favourable conditions, such as more effective fishing, possibilities of various research and educational projects, obstruction of the use of bottom trawling gear, suitable locations for recreational divers and underwater photohunters.

## LITERATURA

**Arculeo, M., G. Bombace, G. D'Anna & S. Riggio. 1990.** Evaluation of fishing yields from a protected and an unprotected coastal area of NW Sicily. *FAO Fish. Rep.* 428: 70-82.

**Bohnsack, J. A. 1989.** Are high densities of fishes at artificial reefs the result of habitat limitation or a behavioral preference? *Bulletin of Marine Science* 44(2):613-645.

**Bohnsack, J. A. 1991.** Habitat structure and the design of artificial reefs. *Department of Biology. University of South Florida.* 411-426.

**Bohnsack, J. A. & D. L. Sutherland. 1985.** Artificial reef research: a review with recommendation for future priorities. *Bulletin of Marine Science* 37(1):11-39.

**Bombace, G. 1989.** Artificial reefs in the Mediterranean sea. *Bulletin of Marine Science* 44(2):1023-1032.

**Jessee, W. N., A. L. Carpenter & J. W. Carter. 1985.** Distribution patterns and density estimates of fishes on a

southern California artificial reef with comparisons to natural kelp-reef habitats. *Bulletin of Marine Science* 37(1):214-226.

**Malej, A. & V. Malačič. 1995.** Factors affecting bottom layer oxygen depletion in the Gulf of Trieste (Adriatic Sea). *Annales* 7: 33-42.

**Matthews, K. R. 1985.** Species similarity and movement of fishes on natural and artificial reefs in Monterey Bay, California. *Bulletin of Marine Science* 37(1):214-226.

**Nakamura, M. 1985.** Evolution of artificial fishing reef concepts in Japan. *Bulletin of Marine Science* 37(1):329-335.

**Nakamura, M., R. S. Groove & C. J. Sonu. 1991.** Proceedings of the Japan - U.S. Symposium on Artificial Habitats for Fisheries. *Nihon University Conference Hall, Tokyo, Japan.*

**Sato, O. 1985.** Scientific rationales for fishing reef design. *Bull. Mar. Science* 37(1):329-335.

**Stachowitsch, M. & A. Fuchs. 1995.** Long term changes in benthos of the Northern Adriatic Sea. *Annales* 7: 7-16.



## IL PROGETTO DI REINTRODUZIONE DEL GIPETO (*GYPÆTUS BARBATUS*) SULLE ALPI

Fulvio GENERO

dr., Osservatorio faunistico - FVG, Udine, IT-33100 Udine, Via Diaz 60

dr., Favnistični observatorij Furlanije Julijske Krajine, IT-33100 Videm, Via Diaz 60

### SINOSI

*Il progetto di reintroduzione del Gipeto sulle Alpi è entrato nella fase operativa, con la liberazione dei primi soggetti, nel 1986. Le numerose osservazioni effettuate e lo studio degli spostamenti degli individui liberati hanno consentito di valutare i primi risultati del progetto e di ricavare numerose informazioni originali sulla biologia e l'ecologia di questo grande avvoltoio. Viene presentata una sintesi delle informazioni disponibili, con particolare riguardo alla presenza della specie in Italia e sulle Alpi orientali.*

**Parole chiave:** Gipeto, *Gypaetus barbatus*, Alpi, reintroduzione  
**Ključne besede:** Brkati ser, *Gypaetus barbatus*, Alpe, ponovna naselitev

### INTRODUZIONE

L'areale di distribuzione del Gipeto (*Gypaetus barbatus*) è relativamente vasto e comprende, con due distinte sottospecie, l'Europa meridionale, l'Asia centrale e l'Africa nord-occidentale, centro-orientale e meridionale. Il Gipeto era un tempo presente, come nidificante, su gran parte dei massicci montuosi dell'Europa centro-meridionale. Il suo areale comprendeva tutti i rilievi della Penisola Iberica, le Alpi, gli Appennini, i Carpazi e i Balcani. Dall'inizio dell'800 è iniziato un rapido declino che ha portato la specie all'estinzione in numerosi Paesi europei, con un drastico calo delle consistenze in gran parte delle popolazioni rimaste.

Il Gipeto nidificava sull'intero arco alpino. In Svizzera erano noti almeno 20 siti di nidificazione e vi sono indizi di riproduzione fino al 1886. In Francia l'ultima coppia venne abbattuta nel 1910. Per le Alpi italiane l'ultimo abbattimento risale al 29.10.1913 in Valle d'Aosta (Ghidini, 1914). L'estinzione è avvenuta in maniera progressiva da est verso ovest. Nelle Alpi orientali italiane l'ultima nidificazione nota risale al 1845 nel Bellunese, mentre su quelle centrali l'estinzi-

one è avvenuta attorno al 1860. Le Alpi occidentali (Alpi Marittime e Gran Paradiso) costituirono le ultime zone abitate dell'intero arco alpino, dove la specie era presente in passato con popolazioni numerose (Corti, 1958; Tosi, 1978). L'estinzione sulle Alpi italiane è avvenuta probabilmente all'inizio di questo secolo, anche se è possibile che il Gipeto si sia riprodotto in Piemonte fino a circa il 1920 (Boano & Mingozzi, 1986). In Italia la specie era presente anche in Sicilia (ultima nidificazione nel 1840), in Sardegna (ultimo tentativo di nidificazione nel 1967-68) e probabilmente in varie zone dell'Appennino (Framarin & Genero, 1995).

In Austria la specie si è estinta nella seconda metà del secolo scorso, l'ultima nidificazione risale all'anno 1880 nella zona del Wolaja sulle Alpi Carniche in Carinzia (Dvorak *et al.*, 1993). Per il Friuli-Venezia Giulia e la Slovenia non vi è alcuna citazione storica riguardante questa specie, mentre per la Croazia Matvejev & Vasić (1973) riportano una osservazione per la Dalmazia nel marzo 1880.

In epoche successive alcuni gipeti, perlopiù immaturi e solitari, sono stati osservati in varie località alpine, in particolare dove un tempo la specie risultava

presente con le migliori popolazioni. In Austria, ad esempio, a partire dal 1920 quasi ogni anno sono stati osservati gipeti nel Salisburghese. Più rare le osservazioni sulle Alpi centrali e più frequenti su quelle occidentali. Gli ultimi avvistamenti risalgono agli anni '80. Per quanto riguarda l'origine di questi uccelli sono state fatte varie ipotesi; potrebbero forse provenire dalle colonie più vicine all'area alpina e cioè dalla Corsica.

Nell'Europa sudorientale la specie era sicuramente ben distribuita in passato sui Balcani e sui rilievi limitrofi. Varie notizie sono state al riguardo fornite da Grubač (1987, 1994, 1995). In Serbia alcune coppie nidificanti erano presenti fino al 1955 in vicinanza dei confini con Bulgaria, Albania e Macedonia. L'osservazione più recente risale al 1986. Per la Repubblica del Montenegro una coppia (probabilmente nidificante in Albania) è stata osservata nel 1992. In Macedonia all'inizio degli anni '80 esistevano tre coppie nidificanti più 2-3 uccelli isolati, in pochi anni le coppie sono scomparse, pur se una decina di individui vengono considerati ancora presenti nel 1995 da Grubač. Attualmente nessuna coppia è presente nella ex Jugoslavia. Le ragioni dell'estinzione della specie sono legate a: persecuzioni dirette, esche avvelenate e trasformazione dell'habitat.

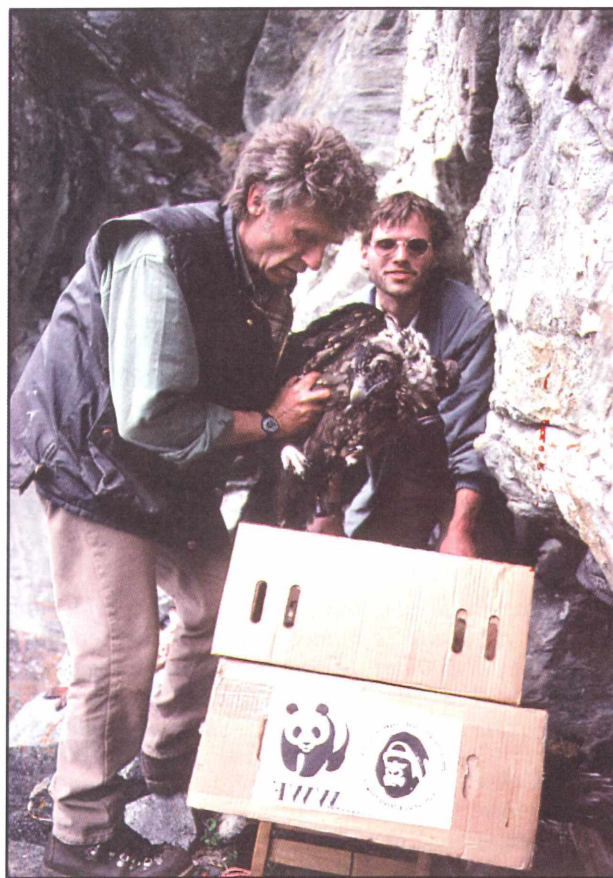
In Albania mancano segnalazioni recenti, osservazioni di Gipeto lungo i confini con la Serbia e il Montenegro lasciano ipotizzare la presenza di 2-5 coppie nidificanti (Grubač, 1994).

In Grecia la specie ha avuto un calo rapidissimo. Una decina di anni fa erano presenti 10-15 coppie nidificanti (Handrinos, 1985 in Frey, 1994), il numero scese a 2-3 negli ultimi anni a causa delle esche avvelenate usate contro i lupi. Buona invece la situazione nell'isola di Creta, dove sembrano presenti 14-16 coppie (Handrinos: in Frey, 1994). Per la Turchia mancano informazioni recenti. Le stime degli anni '80 riportano 100-500 coppie presenti, ma poiché la specie viene attualmente osservata solo di rado è probabile che la popolazione sia notevolmente diminuita (Frey, 1994).

Per quanto riguarda la ex Cecoslovacchia sono note solamente tre segnalazioni, di cui l'ultima nel 1942 (Glutz *et al.*, 1971). In Bulgaria il Gipeto si è estinto all'inizio degli anni '70, vi sono tuttavia recenti segnalazioni di uccelli probabilmente attirati da un punto di alimentazione istituito di recente (Christov & Christova, 1994). In Romania il Gipeto era ben distribuito in passato ed ancora relativamente numeroso all'inizio del secolo nelle montagne di Fogarasche. L'ultima osservazione, non confermata, risale al 1993 (Negus, 1994).

Per il territorio della ex Unione Sovietica esistono poche informazioni. La specie è presente nelle aree più meridionali, dove Galushin (in Niebuhr, 1994) stima presenti 150 coppie, di cui gran parte (110) in Caucasia.

Attualmente le uniche popolazioni europee di Gipeto, oltre a quella di Creta e quella molto ridotta



**Fig. 1:** Hans Frey e un suo collaboratore mentre collocano i gipeti nel sito di reintroduzione austriaco (Photo: F. Genero).

**Sl. 1:** Hans Frey in njegov sodelavec se pripravljata na izpustitev brkatih serov v Avstriji (Foto: F. Genero).

dell'Albania, risultano quelle della Corsica e dei Pirenei.

In Corsica è presente una popolazione di otto coppie che pare abbia una produttività molto bassa. Sussistono problemi legati alle disponibilità alimentari (in prevalenza ungulati domestici) per cui sono stati avviati interventi di conservazione, tesi alla realizzazione di punti di alimentazione e a un auspicato aumento della popolazione di Muflone (Fasce *et al.*, 1994).

I Pirenei rappresentano l'unica area europea dove la situazione si sta evolvendo in maniera positiva, con un recente incremento della specie e la possibilità di ricolonizzazione naturale di altre aree limitrofe. Questo risultato è stato raggiunto grazie ad un calo delle persecuzioni in Spagna nei confronti dei rapaci, ad un miglior controllo della popolazione e alla creazione di punti di alimentazione (Heredia & Heredia, 1991). Ogni anno vi sono nuove aree occupate da coppie, attualmente vi sono 80 territori occupati, di cui 62 sul versante spagnolo (erano 40 nel 1985) e 18 su quello francese. La produttività della popolazione è peraltro diminuita, ma risulta molto bassa anche la mortalità



giovanile (Heredia, 1995).

L'intera popolazione europea è formata quindi allo stato attuale da poco più di un centinaio di coppie.

### IL PROGETTO DI REINTRODUZIONE SULLE ALPI

Considerata la difficoltà di una ricolonizzazione spontanea delle Alpi da parte del Gipeto ci sono state varie proposte di reintroduzione della specie. Un primo tentativo venne effettuato negli anni '70 nell'Alta Savoia. Furono utilizzati 11 gipeti importati dall'Afghanistan. Alcuni morirono in cattività e l'unico risultato positivo fu che due dei soggetti liberati vennero osservati per oltre un anno in Alta Savoia e in Valle d'Aosta (Framarin & Genero, 1995).

Nel frattempo i risultati positivi ottenuti con la riproduzione in cattività all'Alpenzoo di Innsbruck suggerirono nuovi criteri di intervento.

Negli anni '70 Winfried Walter del WWF Austria e Hans Frey della Facoltà di Veterinaria dell'Università di Vienna pongono le basi per un nuovo progetto, le cui linee guida vengono fissate in un convegno tenuto a Morges (CH) nel 1978. Il progetto viene inizialmente portato avanti da IUCN, WWF e Società Zoologica di Francoforte, con la partecipazione di Austria, Germania, Francia e Svizzera. Il progetto si basa sulla riproduzione in cattività della specie e sulla successiva reintroduzione in natura dei giovani nati con la tecnica dell'hacking. Vennero utilizzati tutti i gipeti messi a disposizione dai vari zoo europei (inizialmente poco più di una ventina di uccelli) per formare un centro di allevamento presso Vienna, altre coppie vennero formate in vari zoo europei. I giovani nati nei primi anni furono trattenuti per incrementare il numero di coppie in cattività. Nel frattempo la collaborazione con altri Paesi europei consentì di ottenere altri gipeti (Frey, 1992).

Interessanti risultano le tecniche di allevamento adottate, che consentono di aumentare la produttività delle coppie evitando inoltre il fenomeno del "cainismo". In pratica tutte le uova vengono fatte schiudere in incubatrice e una parte dei pulli sono allevati a mano da specialisti per un periodo massimo di 1-3 settimane. Successivamente i giovani gipeti vengono fatti allevare da coppie adulte (Frey & Walter, 1989). A partire dal 1978 e fino al 1996 nell'ambito del progetto sono nati in cattività 196 uccelli. La mortalità è più elevata nelle prime settimane di vita (47 morti) mentre nel periodo successivo si sono avute solamente 12 perdite. In media quindi il numero di nati è di circa una decina all'anno, con un massimo di 17 nel 1989, 1992 e 1993. Aumentare la produttività delle coppie è uno degli obiettivi prioritari del progetto, poichè il numero di nati è in certi anni appena sufficiente per proseguire il programma della reintroduzione.

Attualmente vi sono 100 gipeti adulti e immaturi in cattività e 27 coppie adulte formate. Tutti derivano da



**Fig. 2: La riproduzione in cattività nel centro di allevamento presso Vienna (Photo: F. Genero).**

**Sl. 2: Razmnoževanje brkatih serov v ujetništvu v vzgojnem centru v bližini Dunaja (Foto: F. Genero).**

30 fondatori iniziali, per cui notevole attenzione è prestata alla variabilità genetica della popolazione (Frey *et al.*, 1995).

La scelta delle località di reintroduzione è stata fatta da una apposita commissione che ha preso inizialmente in considerazione alcune tra le località ritenute più idonee, nell'ambito dei Paesi partecipanti al progetto. Successivamente, tuttavia, tali indicazioni non sono state rispettate e sono state preferite altre località. I parametri considerati riguardavano comunque principalmente le condizioni ambientali, le potenzialità trofiche, la presenza storica della specie e il grado di tutela e disturbo dell'area.

Per quanto riguarda il metodo scelto per la reintroduzione questo si basa fondamentalmente sull'hacking, e prevede il trasporto degli uccelli nelle aree scelte in cavità simili ai nidi della specie, da dove successivamente si involano.

I giovani gipeti all'età di circa 100 giorni e in numero di due o tre vengono portati in tali cavità e successivamente alimentati ogni 3-4 giorni. In questa fase sono in grado di nutrirsi da soli ma non di volare. Dopo 2-4 settimane si involano e abbandonano il "nido". All'inizio compiono spostamenti limitati e vengono alimentati per circa un mese. Successivamente compiono spostamenti più lunghi e iniziano ad essere indipendenti per il reperimento del cibo (Frey, 1992).

Fino ad ora sono stati liberati 68 giovani uccelli in 4 punti di reintroduzione. I primi 4 gipeti sono stati liberati sugli Alti Tauri del Salisburghese (A) nel 1986. Dal 1987 gipeti sono stati liberati anche in Alta Savoia (F), dal 1991 in Engadina (CH) e dal 1993 sulle Alpi Marittime. In quest'ultimo sito i rilasci vengono effettuati ad anni alterni sul versante francese (Parco Nazionale del Mercantour) e su quello italiano (Parco Naturale dell'Argentera).

Zona di reintroduzione	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	TOT
Alti Tauri (A)	4	2	3	4	2	2	2	2	2	0	2	25
Alta Savoia (F)	-	3	2	5	2	3	2	2	2	0	2	23
Engadina (CH)	-	-	-	-	-	3	2	2	2	0	2	11
Mercantour (F)	-	-	-	-	-	-	-	3	0	2	0	5
Argentera (I)	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0	2	4
Totale	4	5	5	9	4	8	6	9	8	2	8	68

**Tav. 1: Numero di individui liberati negli anni nei punti di reintroduzione.**

**Tab. 1: Število izpuščenih osebkov v posameznih letih v predelih ponovnega naseljavanja.**

L'obiettivo del progetto è quello di liberare annualmente almeno 2 gipeti per ogni sito, per un totale quindi di 8 uccelli. Tale risultato non è tuttavia sempre raggiungibile a causa, in certi anni, del limitato numero delle nascite.

Lo studio dei movimenti degli uccelli liberati è stato effettuato nel 1996 con l'ausilio della telemetria, metodo successivamente abbandonato per le difficoltà di seguire gli uccelli nell'ambiente alpino. I sistemi di marcatura utilizzati prevedono la depigmentazione di alcune penne remiganti e/o timoniere, in combinazioni diverse nei vari individui. Questo sistema consente il riconoscimento individuale a grande distanza ed è valido per un periodo di 2-3 anni, quando le penne chiare vengono sostituite con la muta. Tutti i gipeti vengono inanellati con anelli colorati di alluminio anodizzato, riportanti l'indirizzo dell'Alpenzoo di Innsbruck. Dal 1994 vengono utilizzati due anelli: uno sulla zampa destra indica l'anno della liberazione (verde nel 1996), uno sulla sinistra diverso per ogni individuo (8 diversi colori nel 1996).

Negli ultimi anni sono state poste le basi per un nuovo progetto di reintroduzione della specie nella Sierra di Cazorla nel sud della Spagna. Questo progetto seguirà le stesse modalità sperimentate sull'arco alpino. Per la riproduzione in cattività verranno utilizzati solamente uccelli recuperati provenienti dalla popolazione dei Pirenei (Frey, Llopis Dell, ined.).

## RISULTATI

Gli uccelli liberati si involano in giugno-luglio. Per qualche mese rimangono legati alla zona di reintroduzione, pur aumentando rapidamente l'area frequentata. In agosto sono del tutto indipendenti per il reperimento del cibo e sono in grado di compiere lunghi spostamenti, abbandonando, a volte definitivamente, la zona dove sono stati liberati.

La presenza in vita di individui reintrodotti da una decina d'anni costituisce un risultato di rilievo e con-

ferma come il sistema alpino sia idoneo a soddisfare le esigenze ecologiche della specie. Sulla base dei dati a disposizione si ritiene che la mortalità degli uccelli liberati sia pari al 20-40%. Fino ad ora sono stati recuperati 3 individui, 7 sono morti e per altri non vi sono informazioni disponibili da tempo. Le cause di mortalità sono legate a urto contro cavi sospesi, slavine e abbattimenti con armi da fuoco. Due sono i casi di bracconaggio documentati: il Gipeto Nina, liberato in Austria nel 1987, è stato abbattuto nel Parco nazionale francese del l'Ecrin nell'agosto 1993. Felix (CH-1993) è stato abbattuto nel marzo 1994 nella zona di Passo Resia, al confine tra Italia, Austria e Svizzera. È tuttavia possibile che altri gipeti siano stati illegalmente abbattuti, anche in considerazione del comportamento relativamente confidente di questi uccelli, che a volte volteggiano a lungo a breve distanza dagli osservatori. È stato calcolato che, tolti gli individui morti e persi, il numero teorico di uccelli in libertà dovrebbe essere 55. Nel 1996 sono stati segnalati ben 43 diversi soggetti, fatto che testimonia una bassa mortalità per questa popolazione, notevolmente inferiore rispetto ai valori riportati per altre aree (Coton, ined.). Con gli anni, con la scomparsa delle marcature, risulta tuttavia sempre più difficile ottenere dati sugli individui liberati, per cui le informazioni risultano a volte parziali e di difficile interpretazione.

Al fine di organizzare la raccolta dei dati è stato creato un sistema di monitoraggio coordinato sull'intero arco alpino. Una decina di coordinatori locali sono responsabili della raccolta dei dati nei rispettivi settori alpini; hanno inoltre il compito di tenere rapporti e informare gli osservatori presenti sul territorio, verificando le osservazioni effettuate. Il continuo scambio di dati tra i vari coordinatori e tra questi e un responsabile per l'intero progetto garantisce un rapido scambio delle informazioni ed un buon livello di informazione generale. La distribuzione degli osservatori nell'area alpina risulta tuttavia eterogenea e pertanto il livello di conoscenza varia notevolmente da zona a zona. La raccolta dei dati risulta meglio organizzata e può contare su numerosi collaboratori nell'area francese, in alcune zone della Svizzera (Vallese e Engadina), mentre per l'Austria e per l'Italia mancano osservatori in alcuni settori. Questo sistema di raccolta dati si è comunque dimostrato molto efficiente, consentendo di ottenere anche molte informazioni sull'eco-etologia della specie. Fino ad ora sulle Alpi sono state raccolte oltre 10.000 segnalazioni ritenute valide (Coton, ined.).

Le osservazioni effettuate in tutti questi anni hanno evidenziato che questi uccelli possono compiere spostamenti che interessano l'intero arco alpino. La tendenza all'erratismo è superiore nei primi anni di vita, mentre successivamente i gipeti tendono a frequentare con maggior regolarità determinate aree. Vi sono comunque





**Fig. 3: Gipeto in volo sugli Alti Tauri (Foto: F. Genero).**  
**Sl. 3: Brkati ser v letu nad Visokimi Turami (Foto: F. Genero).**

delle notevoli variazioni individuali. Alcune coppie territoriali si sono infatti formate nella zona della reintroduzione tra individui da poco liberati, mentre in altri casi si sono formate tra individui immaturi a una certa distanza dal sito di origine. I gipeti liberati sulle Alpi Marittime più volte sono stati osservati in Svizzera, quelli austriaci di frequente in Svizzera e persino in Francia, mentre quelli francesi raramente si allontanano dalle Alpi occidentali.

Gli uccelli liberati non si sono ancora riprodotti con successo. Si sono tuttavia formate almeno 5-6 coppie territoriali. Alcune di queste coppie sono costituite da uccelli ormai adulti, che occupano da molti anni un determinato territorio. Due coppie si sono formate proprio nelle rispettive aree di reintroduzione in Alta Savoia e sugli Alti Tauri, un'altra in Francia a circa 60 Km di distanza dal punto dove gli uccelli sono stati reintrodotti. Una coppia è presente in Svizzera ed una probabilmente in Italia (Parco Nazionale dello Stelvio). Tre di queste coppie hanno già costruito vari nidi (5 nidi la coppia austriaca) e nel 1996 la coppia dell'Alta Savoia ha depresso per la prima volta, abbandonando

tuttavia la cova dopo circa tre settimane (Coton, Frey, Roth Callies, ined.)

Le prospettive sembrano pertanto buone e le prime nascite in libertà dovrebbero essere imminenti.

#### LA PRESENZA DEL GIPETO IN ITALIA

Le osservazioni di gipeti liberati nel corso del progetto riguardano praticamente tutto l'arco alpino italiano, pur risultando concentrate in alcuni settori.

Dopo le prime segnalazioni, nel dicembre 1987, vi sono stati solamente 13 avvistamenti nei due anni successivi, mentre a partire dal 1990 le osservazioni sono progressivamente aumentate fino a superare le 100 segnalazioni annuali ed un totale di almeno 10-17 diversi individui annualmente osservati.

L'aumento dei dati a disposizione è legato anche alla regolare frequentazione da parte dei gipeti di determinate aree, dove si è cercato di organizzare una miglior raccolta dei dati. Dal 1989 i gipeti hanno iniziato a frequentare con regolarità il Parco Nazionale del Gran Paradiso, dalla fine del 1991 il Parco Naturale

Adamello Brenta nel Trentino e dal 1992 anche il Parco Nazionale dello Stelvio. Successivamente, a seguito delle relative liberazioni, anche le Alpi Marittime.

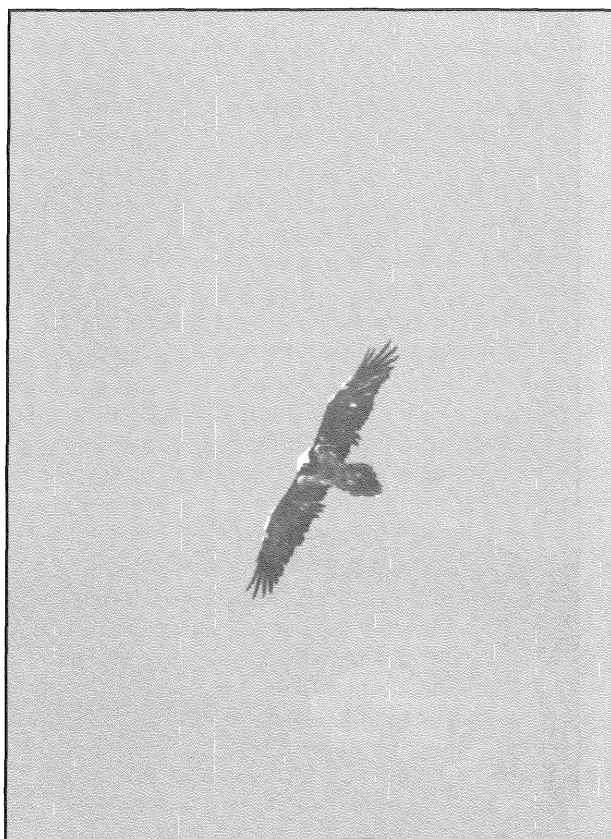
Dei 60 gipeti liberati fino al 1995 almeno 26 sono stati osservati con certezza in Italia, dei quali 17 segnalati nel 1994 (14 identificati) e 15 (9 identificati) nel 1995. Il numero di individui risulta tuttavia sicuramente superiore a causa di numerosi casi in cui l'identificazione è rimasta dubbia. Di questi 26 individui 14 sono stati osservati sulle Alpi centrali e orientali e 12 su quelle occidentali; in nessun caso lo stesso Gipeto è stato osservato in entrambi i settori. La maggior parte delle osservazioni si riferisce alle principali aree protette italiane e alle zone limitrofe. In particolare almeno 8-9 individui diversi sono stati visti in Piemonte-Valle d'Aosta (soprattutto nel Parco Nazionale del Gran Paradiso), 6 nelle Alpi Marittime (in particolare nel Parco dell'Argentera), 7-9 nel Parco Nazionale dello Stelvio, 5 nel Parco Adamello-Brenta e 8 sul restante settore delle Alpi orientali. Oltre l'80% delle segnalazioni italiane si riferisce ai parchi ricordati, che rappresentano le uniche aree frequentate con regolarità per periodi lunghi da più individui contemporaneamente (Genero, 1994, ined.).

L'origine dei gipeti osservati si riferisce quasi sempre alle più vicine aree di reintroduzione. Più in particolare sul settore occidentale alcuni uccelli liberati sulle Alpi Marittime tendono a spostarsi verso nord. Tutti i gipeti osservati allo Stelvio e sul Brenta provengono dall'Engadina, con l'esclusione di Diana e di Helmut liberati in Austria. Per quest'ultimo Gipeto, osservato nel Brenta nel novembre 1994, si tratta dell'ultima segnalazione dopo il recupero sulla costa atlantica francese e il successivo rilascio in Francia. Sul settore orientale 5 gipeti provenivano dall'Austria e 3 dalla Svizzera.

Otto dei 14 gipeti svizzeri e austriaci osservati sono comparsi in Italia nell'autunno successivo alla liberazione, altri 4 nella primavera seguente e solamente 2 in epoca più avanzata. Sulle Alpi occidentali su 6 uccelli giunti dall'Alta Savoia 5 sono arrivati nei 12 mesi successivi alla reintroduzione (Genero, ined.).

Si rileva che il numero di osservazioni e di individui osservati nei parchi citati è stato maggiore nel periodo 1991-1994, per calare poi negli ultimi anni. Questo fatto è anche legato all'aumento di individui non marcati, e quindi difficilmente riconoscibili individualmente. La comparsa dei giovani liberati si è verificata con modalità diverse negli anni. Ad esempio i primi tre gipeti liberati in Svizzera nel 1991 sono giunti sul Brenta nell'autunno successivo, compiendo negli anni successivi spostamenti tra quest'area lo Stelvio e l'Engadina. In tutti gli altri casi l'andamento è stato meno regolare negli anni.

Nelle Alpi occidentali (province di Torino, Aosta e Verbania) oltre l'80% delle segnalazioni interessa il territorio del Parco Nazionale del Gran Paradiso. In



**Fig. 4: Gipeto in volo (Foto: F. Genero).**  
**Sl. 4: Brkati ser v letu (Foto: F. Genero).**

quest'area le segnalazioni sono iniziate nel 1989, con un incremento successivo e ben 6 individui presenti nel 1991. Negli anni successivi sono stati segnalati annualmente 3-5 individui. La presenza si registra nell'intero arco dell'anno, con maggior regolarità in inverno e primavera. Gli spostamenti riguardano principalmente l'Alta Savoia e meno frequentemente i rilievi più meridionali.

Sulle Alpi Marittime le segnalazioni sono concentrate in gran parte nel territorio del Parco dell'Argentera, dove sono stati osservati tutti e 4 i gipeti liberati sul versante francese. Questi individui tendono a spostarsi verso nord frequentando vari distretti alpini e giungendo in due casi (Argentera e Topolino) fino in Svizzera. Cinque gli individui segnalati nel 1995, di cui uno adulto. Da ricordare due osservazioni di un individuo marcato nel dicembre 1987 ed una nel 1991 (Rossi & Toffoli, ined.).

Nel Parco Nazionale dello Stelvio i primi gipeti sono stati segnalati nell'estate 1992. All'inizio del 1993 1-2 uccelli vengono segnalati nella parte trentina, mentre dalla primavera frequentano la parte lombarda (cinque diversi individui), che rimarrà successivamente quella maggiormente frequentata (in particolare la Val Zebrù).

In quest'area risulta concentrato un numero relativamente elevato di uccelli, fino a un massimo di 8 visti contemporaneamente nel mese di ottobre 1993. 4-6 gli individui presenti ancora alla fine del 1994, mentre successivamente sembrano diminuiti a 2-3. Si presume che si sia formata una coppia nell'estate 1994 tra Settschient (CH-1991) e Jo (CH-1992), già osservati spesso assieme anche in Engadina. Attualmente una coppia di gipeti (gli stessi?) frequenta costantemente le stesse pareti ed alcune nicchie nella Valle del Braulio e risulta presente anche un altro individuo marcato. Il controllo risulta attualmente meno regolare a causa della divisione della gestione del parco tra le province e la riduzione del Personale (Ricci, ined.).

Nel Parco Adamello Brenta le prime osservazioni risalgono all'inverno 1989/90 e divengono numerose nell'autunno-inverno 1991/92 quando sono presenti almeno 4 individui (di cui i tre liberati in Svizzera nel 1991). Ancora 2-3 risultano presenti nel successivo inverno, mentre successivamente il numero di soggetti e le osservazioni diminuiscono, con un contemporaneo aumento nel Parco dello Stelvio. L'area viene frequentata in particolare da novembre a marzo con sporadiche osservazioni nei mesi estivi. Al di fuori di queste aree le osservazioni risultano molto meno regolari. Da segnalare la scarsità di dati in un ampio settore alpino compreso tra il Parco dello Stelvio e quello del Gran Paradiso (Genero & Pedrini, 1994).

#### LE OSSERVAZIONI SULLE ALPI ORIENTALI

Come rilevato la comparsa degli uccelli liberati interessa solo marginalmente le Alpi orientali, dove l'unico settore regolarmente frequentato corrisponde alla zona degli Alti Tauri. Sulle Alpi meridionali la presenza regolare della specie si ferma al parco dell'Adamello-Brenta in Trentino. Le segnalazioni a est di tale area sono molto rare, se si esclude alcune segnalazioni effettuate in altri settori del Trentino nei primi anni del progetto. Nel Veneto vi sono in totale circa 15 segnalazioni, in gran parte effettuate nella zona di Cortina d'Ampezzo tra il 1990 e il 1994 e riferite a tre diversi individui. Poche anche le segnalazioni (circa 5) nella parte orientale della provincia di Bolzano.

In Austria i gipeti liberati sugli Alti Tauri tendono a spostarsi verso ovest, verso sud non sono mai stati osservati su altre catene montuose, con l'unica eccezione di alcune recenti osservazioni sul Kreuzeck gruppe in Carinzia (Frey, Niebuhr, Roth Callies, ined.).

Nel Friuli-Venezia Giulia il primo soggetto osservato con certezza è stato "Baselisk" il 15 ottobre 1989 a Prosecco presso Trieste. L'avvoltoio volava su una zona rocciosa a breve distanza dal mare ed è stato fotografato da M. Celio (Genero & Perco, 1991). Baselisk era stato

liberato in Austria nel 1989. Dopo la sua comparsa sulla costiera triestina è stato osservato nel Trentino (Val d'Algone) il 7 gennaio 1990 e il 19 dicembre dello stesso anno presso Cortina d'Ampezzo (BL). Nel periodo successivo è stato nuovamente osservato nella zona di reintroduzione sugli Alti Tauri austriaci (Frey, Roth-Callies, ined.).

Il 10 maggio 1991 un Gipeto è stato osservato da P. De Martin in Val Bartolo (Tarvisio, UD) ed ancora un soggetto da P. Molinari sul M. Capin, nella medesima zona, il 15.11.92. In entrambe le osservazioni non è stato possibile notare marcature sulle ali e rimane comunque un certo margine di incertezza sull'identificazione della specie.

Per quanto riguarda la Slovenia sono note fino ad ora due sole segnalazioni, riferite allo stesso individuo, per il territorio del "Triglavski Narodni Park". Verso la metà di novembre 1994 un Gipeto giovane è stato osservato in volo sull'altopiano calcareo del M. Kanin-V. Vrh, a circa 2100 m di quota (A. Zamolo). Pochi giorni dopo (20 novembre) lo stesso individuo è stato fotografato in Val Bavšica (Bovec) da E. Chiandussi e D. Carnelutti, a circa 1900 m di quota. L'uccello proveniva da sud, lungo la Lovska Stena, compiendo un ampio giro all'interno della Val Bavšica e portandosi nuovamente verso l'uscita della stessa. Il Gipeto è stato osservato alle ore 12,00 per circa tre minuti di tempo, a una distanza minima di 40 m. Le marcature evidenti sulle remiganti e sulle timoniere e gli anelli colorati alle zampe consentivano l'identificazione del Gipeto Pisoc. Individuo maschio nato allo zoo di Dortmund (D) e liberato in Engadina (CH) nel 1994. Pisoc, dopo la liberazione, è rimasto in Svizzera fino al 17 settembre, il 12 e 13 novembre era presente nella zona di Cortina d'Ampezzo (BL) e quindi pochi giorni in Slovenia, a 125 Km da Cortina e a 250 Km dal punto di reintroduzione. Dalla fine di maggio dello stesso anno è ritornato in Engadina (Genero, 1995).

Da rilevare che tutte queste osservazioni sulle Alpi orientali si riferiscono a soggetti isolati, perlopiù giovani e immaturi in transito, che non sono mai stati osservati per lunghi periodi (massimo 1-2 settimane) in determinate aree. Difficile risulta capire il perché questo settore alpino non risulti regolarmente frequentato dalla specie. Si può ipotizzare che essendo fino ad ora relativamente pochi gli uccelli liberati, questi tendano a frequentare solamente le aree migliori e più ricche di alimento.

Considerando comunque lo scarso numero di osservatori preparati ed interessati presenti su questo settore alpino, è probabile che le segnalazioni non diano una esatta idea del fenomeno, pur ritenendo improbabile l'esistenza di coppie o individui territoriali, in quanto la presenza di questi uccelli per lunghi periodi in una determinata area difficilmente passa inosservata.



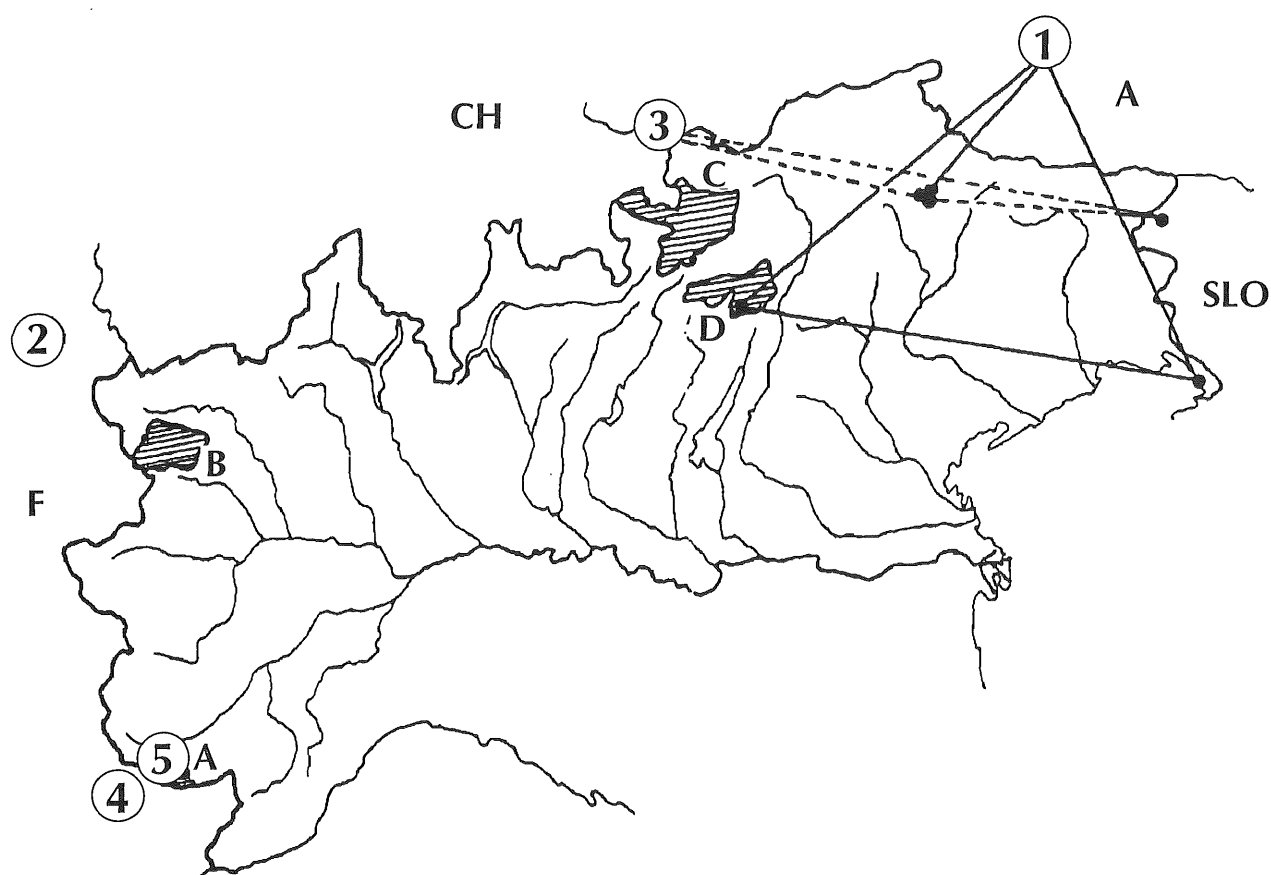


Fig. 5. Punti di reintroduzione (1-5) e aree maggiormente frequentate in Italia (A-D). Spostamenti del Gipeto Baselisk (linea continua) osservato vicino a Trieste il 15.10.1989 e del Gipeto Pisoc (linea interrotta) segnalato due volte nella zona di Bovec nel novembre 1994.

Sl. 5: Predeli reintrodukcije (1-5) in predeli najpogostejših opazovanj brkatega sera v Italiji (A-D). Premiki osebka Baseliska, opazovanega 15.10.1989 pri Trstu so označeni z neprekinjeno črto, osebka Pisoca, ki je bil opazovan dvakrat v bližini Bovca v novembru 1994, pa s prekinjeno črto.

- 1 - Parco Nazionale degli Alti Tauri, Salisburghese (Austria)/ Narodni park Visoke Ture na Solnograškem (Avstrija),
- 2 - Alta Savoia (Francia)/ Haute Savoie (Francia),
- 3 - Parco Nazionale dell'Engadina (Svizzera)/ Narodni park Engadina (Švica),
- 4 - Parco Nazionale del Mercantour (Francia)/ Narodni park Mercantour (Francia),
- 5 - Parco Naturale dell'Argentera (Italia)/ Narodni park Argentera (Italia).

A - Parco dell'Argentera e Alpi Marittime,

B - Parco Nazionale del Gran Paradiso,

C - Parco Nazionale dello Stelvio,

D - Parco Naturale Adamello-Brenta.

## CONCLUSIONI

Dopo dieci anni dall'inizio della reintroduzione il progetto ha fornito risultati positivi, con la presenza di 5-6 coppie ormai formate sull'arco alpino e il primo tentativo di riproduzione nel 1996. Il programma di monitoraggio ha raggiunto un buon livello di organizzazione ed è in grado di fornire numerose informazioni sugli uccelli liberati.

Risulta necessario continuare ed approfondire la

collaborazione avviata a livello internazionale sia per poter contare su una campagna di divulgazione e sensibilizzazione il più vasta possibile sia per controllare gli spostamenti degli uccelli liberati, che si muovono su lunghe distanze.

La presenza del Grifone sugli Alti Tauri del Salisburghese rappresenta un fattore che facilita i gipeti nella ricerca delle fonti alimentari, in quanto questi ultimi sono attirati dalla presenza dei grifoni nei pressi delle carcasse. Tuttavia i gipeti austriaci tendono a

spostarsi verso ovest e sud-ovest e a non seguire i grifoni nei loro spostamenti verso la Slovenia e il Quarnero.

Allo stato attuale le Alpi sud-orientali appaiono meno interessate alla comparsa della specie, anche se si può ipotizzare che con l'aumento della popolazione di Gipeto sulle Alpi questo settore alpino potrà avere in futuro una certa importanza. Le Alpi Giulie costituiscono un habitat adatto, pur se attualmente non possono garantire ovunque una disponibilità trofica adeguata alle potenzialità del territorio. Importanti per il Gipeto risultano le popolazioni di ungulati selvatici e domestici. Gli ungulati selvatici (principalmente Camoscio e Stambecco) costituiscono una potenziale fonte di cibo nell'intero anno per cui rivestono una importanza fondamentale. La loro consistenza risulta buona solamente in alcuni settori delle Alpi Giulie mentre, a

causa di una gestione venatoria non oculata, la situazione non è buona su vasti settori del versante italiano. Gli ungulati domestici (soprattutto pecore e capre) sono ancora numerosi solamente in poche aree, avendo subito un notevole calo negli ultimi decenni. La preferenza dimostrata dai gipeti per i grandi parchi e le aree ricche di ungulati è dovuta probabilmente alla grande disponibilità di alimento. È probabile che con l'aumento della popolazione alpina la specie occupi anche altre aree che, come le Alpi Giulie, possono fornire condizioni ambientali adatte. L'aumento delle aree protette e la miglior gestione degli ungulati dovrebbero creare negli anni condizioni più favorevoli alla presenza di questo avvoltoio sulle Alpi e Prealpi Giulie.

### POVZETEK

*Deset let po začetku ponovne naselitve brkatih serov (Gypaetus barbatus) v Alpe lahko trdimo, da je projekt dal pozitivne rezultate, saj danes na območju Alp živi od 5 do 6 formiranih parov, beležimo pa tudi prvi poskus razmnoževanja v naravi. Program spremljanja je postal dobro organiziran in danes že daje številne podatke o izpuščenih osebkih. Pa vendar je treba utečeno mednarodno sodelovanje še poglobiti, prva tako tudi program izobraževanja in ozaveščanja ljudi.*

*Pomemben dejavnik, ki privlači brkate sere v Visokih Turah (Avstrija), je pojavljanje beloglavih jastreb (Gyps fulvus) v bližini mrhovišč. Čeprav so trenutno jugovzhodne Alpe manj privlačne za brkate sere, avtor meni, da pomenijo primeren življenjski prostor in bodo zato v prihodnosti zanje imele večjo vlogo. Predvsem je pomembno, da življenjski prostor zagotavlja brkatim serom obilo hrane. V tem smislu so še posebej pomembne populacije divjih kopitarjev kot sta gams in kozorog. Domači kopitarji, kot so ovce in koze, pa na žalost izginjajo z gorskih pašnikov in jih najdemo le še v maloštevilnih predelih Alp. Glede na dejstvo, da se brkati seri najraje zadržujejo v velikih narodnih parkih in predelih z velikim številom kopitarjev, je pomembno, da se v prihodnosti poveča število zavarovanih območij in da začnemo bolj smotrno gospodariti s kopitarji v Julijskih Alpah.*

### BIBLIOGRAFIA

**Boano G. & Mingozzi T., 1986.** Gli uccelli di comparsa accidentale nella regione piemontese. Riv. Piem. St. Nat. 6: 3-67.

**Christov C. & Christova S., 1994.** Bearded Vulture-back to the Bird Fauna of Bulgaria. FCBV Bearded Vulture Annual Report: 53.

**Corti U.A., 1958.** Zum Vorkommen des Bartgeiers in den französischen und italienischen Alpen. Anz. Ornithol. Ges. Bayern. 5: 27-30.

**Dvorak M., Ranner A. & Berg H.M., 1993.** Atlas der Brutvögel Österreichs. Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie.

**Fasce P., Fasce L. & Torre J., 1994.** Bearded Vulture in Corsica. FCBV Bearded Vulture Annual Report: 48.

**Framarin F. & Genero F., 1995.** Il Gipeto e le Alpi. Storia di un ritorno. Musumeci ed.

**Frey H., 1992.** Die wiedereingebürgerung des Bartgeiers (*Gypaetus barbatus*) in den Alpen. Egretta 35: 85-95.

**Frey H., 1994.** The situation of the Bearded Vulture (*Gypaetus barbatus*) in the Mediterranean countries. FCBV Bearded Vulture Annual Report: 54-61.

- Frey H. & Walter W., 1989.** The reintroduction of the Bearded Vulture, *Gypaetus barbatus*, into the Alps. Raptors in the Modern World. III Conf. on Birds of Prey and Owls. Berlin. Pp. 341-344.
- Frey H., Knotzinger O. & Llopis Dell A., 1995.** The breeding network - an analysis of the period 1978-1995.
- Genero F., 1994.** Presence of the Bearded Vulture in the Italian Alps in 1994. FCBV Bearded Vulture Annual Report: 38-39.
- Genero F., 1995.** Opazovanje brkatega sera, *Gypaetus barbatus*, v Triglavskem narodnem parku. *Acrocephalus* 16 (73): 171-173.
- Genero F. & Perco F., 1991.** La presenza del Gipeto sulle Alpi orientali. *Fauna* 2: 51-57.
- Genero F. & Pedrini P., 1994.** Il ritorno del Gipeto (*Gypaetus barbatus*) sulle Alpi. Parco Adamello Brenta. Parco documenti.
- Ghidini G., 1914.** Aquile e Avvoltoi nelle Alpi. *Riv. Ital. Orn.* 3: 82-83.
- Glutz von Blotzheim N., Bauer K.M. & Bezzel E., 1971.** Handbuch der Vögel Mitteleuropas-Falconiformes. Vol. IV. Akad. Verlag. Frankfurt am Main.
- Grubač B., 1987.** The Biology of Lammergeier (*Gypaetus barbatus*) in Macedonia. Unpubl. Manuscr. Pp. 111.
- Grubač B., 1994.** Past and presents status, reason for disappearance, conservation measures and possibility of reintroduction of the Bearded Vulture in S. R. Yugoslavia. *Gypaetus barbatus* Bulletin, 15: 41-43.
- Grubač B., 1995.** The Bearded Vulture (*Gypaetus barbatus*) in the stories of people from the southern FYR of Macedonia. FCBV Bearded Vulture Annual Report: 68.
- Handrinos G.L., 1985.** The status of vultures in Greece. In: Conservation studies on raptors. Newton I. & Chancellor R.D. (eds). ICPB Techn. Publ. 5: 103-115.
- Heredia R., 1995.** Bearded Vulture in the Spanish Pyrenees-Reproduction in 1995. FCBV Bearded Vulture Annual Report: 54-55.
- Heredia R. & Heredia B., 1991.** El Quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*) en los Pirineos. ICONA, Coleccion Tecnica.
- Matvejev S.D. & Vasić V.F., 1973.** Catalogus Faunae Jugoslaviae, IV/3, Aves. Academia Scientiarum et Artium Slovenica. Ljubljana.
- Negus S., 1994.** A proposal for the reintroduction of the Bearded Vulture, *Gypaetus barbatus*, in Rumania. FCBV Bearded Vulture Annual Report: 66-68.
- Niebuhr K., 1994.** Distribution of the Bearded Vulture (*Gypaetus barbatus*) in the former Soviet Union. FCBV Bearded Vulture Annual Report: 61-63.
- Tosi G., 1978.** Presenza del Gipeto-*Gypaetus barbatus aureus*, Hablizi-nelle Alpi Marittime. *Riv. Ital. Orn.* 48: 40-51.

## RENATURACIJA ŠKOCJANSKEGA ZATOKA

Andrej SOVINČ

dipl. ing. gr., Vodnogospodarski inštitut, SI-1115 Ljubljana, Hajdrihova 28  
B.Sc. in civil engineering, Watermanagement Institute, SI-1115 Ljubljana, Hajdrihova 28

### IZVLEČEK

V prispevku so predstavljeni rezultati študije idejne zasnove renaturacije Škocjanskega zatoka. Projekt renaturacije je zasnovan na zamisli o ponovni oživitvi delovanja razbremenilnika reke Rižane, ki naj bi zagotavljal stalen dotok minimalnih vodnih količin in občasno prelivanje visokovodnih konic ter dolgoročno ponovno preusmeritev reke Badaševica prek rastlinske čistilne naprave skozi lagune Zatoka v morje. Kot alternativni vodni vir napajanja so predlagane vrtine z dovodom rahlo slane vode, ki naj bi napajale tudi del rezervata, namenjen umetnemu zamočvirjanju. Poleg ukrepov za dovod sladke in slane vode je predvidena tudi odstranitev usedlin in odpadnih snovi iz območja brakične lagune.

**Ključne besede:** Škocjanski zatok, renaturacija, mokrišče  
**Key words:** Škocjan Inlet, restoration, wetland

### UVOD

Škocjanski zatok z okolico je največje brakično mokrišče pri nas in posebnost med slovenskimi ekosistemi (Kaligarič *et al.*, 1993). Obsežna laguna s pol-slano vodo različnih globin in habitatov ter velika pestrost rastlinskih in živalskih vrst v zavetju submediteranske klime uvrščajo Zatok med redka območja na vzhodni jadranski obali, kjer je prehod med kopnim in morjem položen in širok. Takšno obalo v Koprskem zalivu sta ustvarili reki Rižana in Badaševica.

Zaradi zasipavanja Zatoka in pridobivanja novih kopenskih površin sta se v zadnjih desetletjih obseg in prostornina vodnih površin v Zatoku drastično zmanjšala, kar je destabiliziralo brakični ekosistem, hudo prizadelo značilno floro in favno ter spremenilo krajinsko podobo območja.

Na pobudo Društva za opazovanje in proučevanje ptic Slovenije in drugih naravovarstveno osveščenih organizacij in posameznikov se je Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije odločilo, da pripravi zakon o naravnem rezervatu Škocjanski zatok in ga predloži republiški skupščini v potrditev. V sklopu prizadevanj za ohranitev Zatoka je Ministrstvo pri Vodnogospodarskem inštitutu v Ljubljani naročilo študijo

idejne zasnove vodnogospodarske ureditve naravnega rezervata Škocjanski zatok. Naloga je bila izdelana v začetku leta 1996 in je v prispevku na kratko povzeta.

### KRATEK OPIS RAZMER V ZATOKU

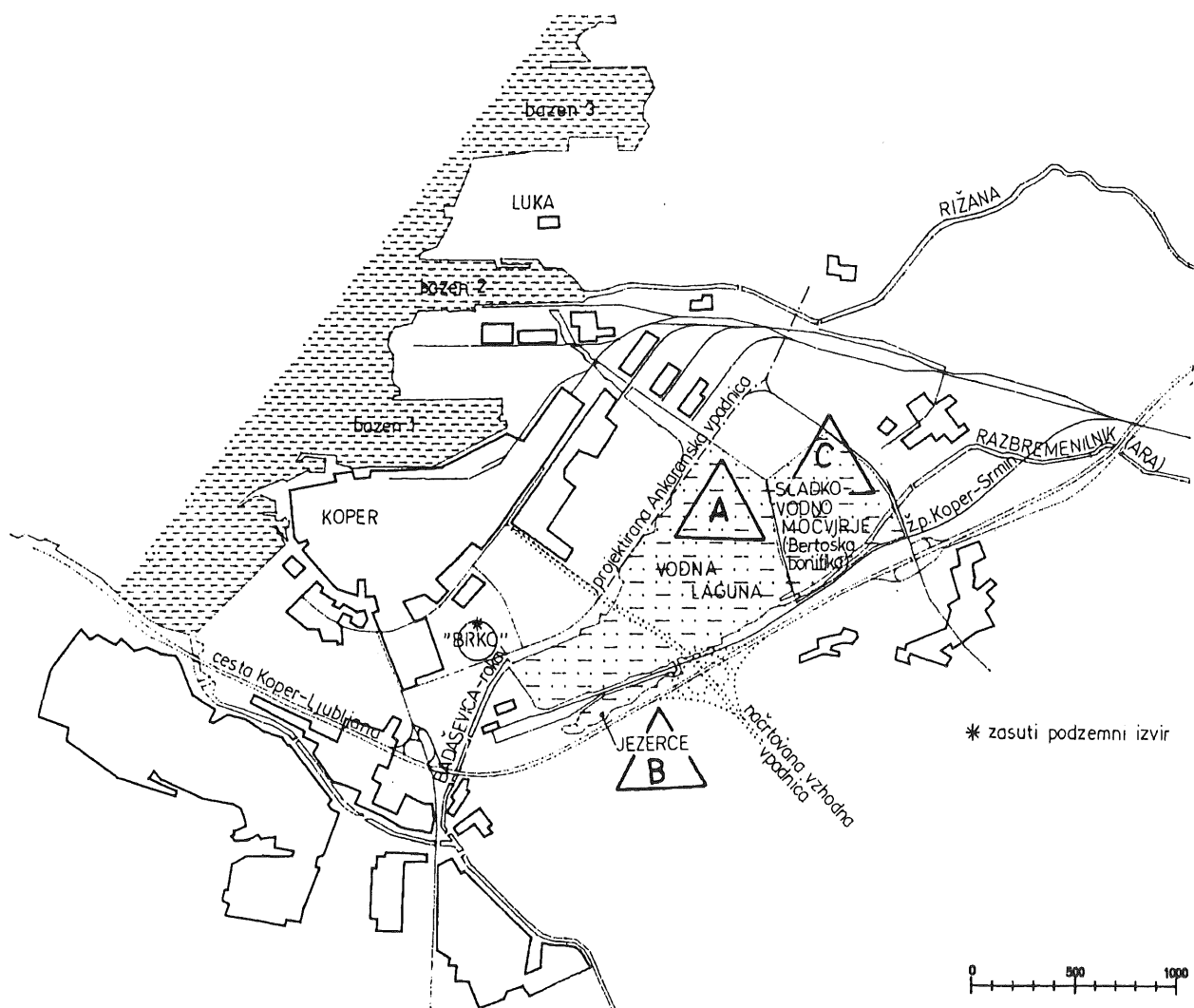
Zgodovinski pregled in nastanek Škocjanskega zatoka je bil že večkrat opisan (npr. VGI, 1993; Kaligarič *et al.*, 1993; Plazar, 1995). Iz omenjenih virov so povzeti in kratko opisani odločujoči mejniki v zgodovini nastanka in razvoja obravnavanega območja.

Nastanek Škocjanskega zatoka je povezan z nastankom mesta Koper in okolice. V Koprskem zalivu je že v rimskih časih na flišnem otočku nastalo mesto Aegida, ki se je kasneje imenovalo Caprea ali Capraria. Benečani so otok povezali s kopnim z nasipom. Večja izsuševalna dela so izvedli Avstrijci ob koncu 19. stoletja. V srednjeveških časih so bile ob izlivu Rižane obsežne soline, ki so verjetno nastale že v antičnem obdobju. Solinarska dejavnost je bistveno vplivala na nastanek Zatoka. Že v začetku 19. stoletja so bili pripravljeni načrti za osušitev okolice Kopra. Avstrijci so postopoma opuščali pridobivanje soli in leta 1911 popolnoma opustili solinarsko dejavnost. Do takrat je nasip semedelske ceste z obeh strani obdajalo morje.

Naslednjih trideset let je območje nekdanjih solin preplavljalo morje in območje solin se je zamočvirilo. Nova italijanska oblast je v letih pred drugo svetovno vojno pričela z izsuševalnimi deli za pridobivanje novih kmetijskih površin. Postavljen je bil nasip med Ankaranom in izlivom Rižane, osušeno je bilo Ankaransko in Semedelsko polje. Rižana in Badaševica sta bili tedaj še v starih strugah. Po drugi svetovni vojni se je severovzhodno od naselja pričela razvijati Luka Koper. Leta 1957 je bil zgrajen skoraj 900 metrov dolg nasip od Kopra do izliva Rižane. S tem posegom je območje nekdanjega Škocjanskega zaliva postalo Škocjanski zatok, ki je meril okoli 230 ha. Velikost morske plitvine v Škocjanskem zatoku se je z refuliranjem materiala, pridobljenega ob poglobljanju bazena 1 v Luki Koper, v naslednjih desetletjih zmanjšala na 190 ha. Po več refuliranjih in nasipavanjih ter z nasipom železniške

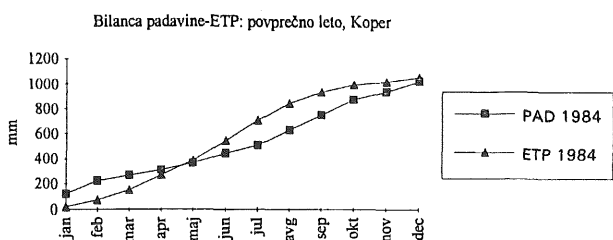
proge med Srminom in mestom Koper leta 1976, ki je pregradil enovito vodno laguno, je površina Zatoka obsegala le še okoli 130 ha.

Reki Badaševica in Rižana sta se prvotno izlivali v Koprski zaliv prek Škocjanskega zatoka. V začetku osemdesetih let je bila Badaševica preusmerjena mimo Zatoka v Koprski zaliv. Podobno je bilo z reko Rižano, natančneje z njenim levim razbremenilnikom Aro (imenuvanim tudi Rekica). Zaprtje dotoka sladkih tekočih voda, nizke globine vode in veliki temperaturni gradienti med plitvejimi in globljimi deli lagune, ki ovirajo horizontalno izmenjavo gibalne količine v nastalih izoliranih conah, so vzrok za šibko mešanje in kroženje vode v laguni. V Zatoku, v katerem so se desetletja kopičili nanosi sedimentov, ki so jih v laguno prinašali Badaševica in Rižana ter morje in so ga dodatno onesnaževali prečrpani (refulirani) material iz dna luških



Slika 1: Škocjanski zatok z okolico - posnetek stanja iz leta 1994.

Figure 1: Škocjan Inlet with its surroundings in 1994.



**Slika 2: Razmerje med padavinami in potencialno evapotranspiracijo v povprečnem padavinskem letu (1984) za območje Kopra.**

**Figure 2: Relation between precipitation and potential evapotranspiration in average precipitation year (1984) for the Koper area.**

bazenov, različni odloženi odpadki in strupene snovi, je pričelo primanjkovati kisika. To je pospešilo anaerobne procese gnitja, odmiranje organizmov in povzročilo neznošen smrad. V drugi polovici osemdesetih let se je refuliranje nadaljevalo, reful pa se je nenadzorovano širil v vseh smereh, saj ni bil zgrajen varovalni nasip, ki bi preprečil razlivanje refula. Refulirane površine so postale odlagališče gradbenih in komunalnih odpadkov pa tudi naftnih derivatov, kislin in drugih nevarnih snovi. Vodna površina se je zmanjšala na današnjih manj kot 100 ha, povprečna globina vode pa se je močno znižala.

Slika 2 prikazuje razmerje med padavinami in potencialno evapotranspiracijo za vodno gladino za povprečno padavinsko leto (1984). Leto 1984 je bilo izbrano kot povprečno padavinsko leto na osnovi izračuna letnega povprečja padavin med letoma 1951-1987, ki je 1035,9 mm. Enaka vrednost za leto 1984 je 1029,2 mm.

### EKOLOŠKI IN NARAVOVARSTVENI POMEN OBMOČJA

Floristični, favnistični podatki in naravovarstvena problematika območja Zatoka so predstavljeni v različnih virih (npr. Geister, 1987; Škornik, 1982, 1987; Sovinc, 1988; Škornik et al., 1990; Kaligarič, 1990; Kaligarič et al., 1993; Makovec et al., 1993; Mozetič, 1993; Trontelj, 1994), ki jih na kratko predstavljam v naslednjem odstavku.

Najbolj razširjena rastlinska združba v Zatonu je združba osočnika (SALICORNIAETUM HERBACEAE), na potopljenih tleh pa združba ozkolistne mrežice (LIMONIETUM VENETUM), v katerih uspevajo številni halofiti. Halofiti so pomešani tudi med sestoji trstičevja. Obmorska triroglja (*Triglochin maritimus*) ima v Zatonu edino rastišče pri nas, spisek redkih in ogroženih rastlin pa je še mnogo daljši.

Med zoološkimi posebnostmi v Zatonu so pomembni tako predstavniki nevretenčarjev (školjke, polži, rako-

vice, kozice, kačji pastirji...) kot vretenčarjev. Med ribami sta posebno zanimivi redka solinarka (*Aphanius fasciatus*) in živородna gambuzija (*Gambusia affinis*). Med dvoživkami zbudjata pozornost žaba debeloglavka (*Rana ridibunda*) in zelena krastača (*Bufo viridis*). Registrirane so bile tri vrste kač in najmanjši evropski sesalec etruščanska rovka (*Suncus etruscus*). Posebno pestra je favna ptic; med letoma 1979-93 je bilo evidentiranih 192 različnih vrst, med katerimi je 77 stalnih ali občasnih gnezdilk. Med njimi je treba posebej omeniti redke in ogrožene, kot npr. beločelega deževnika (*Charadrius alexandrinus*), malo tukalico (*Porzana parva*), malo bobnarico (*Ixobrychus minutus*), rakarja (*Acrocephalus arundinaceus*), svilnico (*Cettia cetti*), brškinko (*Cisticola juncidis*) in rumeno pastirico (*Motacilla flava*). Med številnimi prezimovalci so najpomembnejše različne vrste rac, črna liska (*Fulica atra*), nekatere vrste ponirkov, čapelj in galebov. Med jesenskim in spomladanskim preletom pa so posebej številni predstavniki pobrežnikov.

### ZASNOVA RENATURACIJE ZATOKA

Koncept ureditve naravnega rezervata Škocjanski zatok ne temelji le na zakonskem zavarovanju, ki bo ohranilo obstoječe stanje in značilnosti območja, temveč predvideva tudi njegovo revitalizacijo in ureditev sekundarnih biotopov.

Območje predvidenega naravnega rezervata (okoli 123 ha) se deli na tri prostorsko zaključene enote, ki jih imenujemo brakični del (A; vodna laguna s plitvinami in poloji), jezerce (B) in sladkovodno močvirje (C; Bertoška bonifika) in so označeni na sliki 1.

	površina (ha)	vodna površina (ha)	površina kopnega (ha)	volumen vode (m <sup>3</sup> )
Vodna laguna (A)	80.8	48.9	31.9	186.600
Jezerce (B)	7.3	3.6	3.7	33.300
Sladkovodno močvirje (C)	32.6	0	32.6	0
SKUPAJ	120.7	52.5	68.2	219.900

**Tabela 1: Vodne in kopenske površine ter vodne količine posameznih prostorskih enot predvidenega naravnega rezervata Škocjanski zatok v trenutnem stanju.**  
**Table 1: Water and land surfaces, and water volumes per separate area units of the planned Škocjan Inlet nature reserve in present state.**

Za izdelavo vodnogospodarske zasnove ureditve naravnega rezervata je bilo treba podrobneje opredeliti hidrološke in ekološke razmere, ki jih želimo ustvariti v načrtovanem rezervatu. Za območje vodne lagune so bili na osnovi poznavanja ekoloških zahtev značilnih rastlinskih oziroma živalskih vrst in skupin (Sutherland & Hill, 1995) definirane globine vode z vmesnimi prehodi, stopnja slanosti vode, kroženje vode in vodni režim ter kakovost vode (slika 3).



Globine vode so bile opredeljene tudi za območje Bertoške bonifike, kjer je predvideno umetno zamočvirjanje območja, kot nadomestilo za že izgubljeno sladkovodno močvirje na zahodnem delu Zatoka ("pri Brkotu"). V Jezercu, ki ga železniški nasip ločuje od lagune, pa so bile ugotovljene zadovoljive hidrološke razmere in globine vode, zato dodatni ukrepi za zagotavljanje vode tu niso predvideni. Jezerca so eden redkih predelov z globljo vodo v Škocjanskem zatoku.

Koncept renaturacije območja Škocjanskega zatoka je zasnovan na faznem pristopu, kar je odvisno predvsem od zagotavljanja sredstev za izvedbo del. Za izboljšanje razmer so predvideni tako tehnični ukrepi (odstranitev odloženih materialov in naplavin) kot tudi ukrepi za zagotavljanje zadostnih količin slane in sladke vode.

Renaturacija Škocjanskega zatoka dolgoročno temelji na ponovni vzpostavitvi osnovne sheme odvodnje površinskih voda prek Škocjanskega zatoka v morje. Prvotna varianta odtočnih razmer za območje Kopra (ZVS, 1969) je namreč predvidevala, da naj bi se obalni reki oz. razbremenilnik Rižane še naprej izlivali skozi Škocjanski zaton v morje, ob pogoju, da je na območju Zatoka zagotovljenih vsaj 100 ha retencijskih površin. Zaradi spremenjenih planskih usmeritev, ki so za območje Kopra predvidevale širjenje industrijskih in urbanih površin tudi na območje Zatoka (in s tem izgubo retencijskih površin), so bili ti načrti kasneje

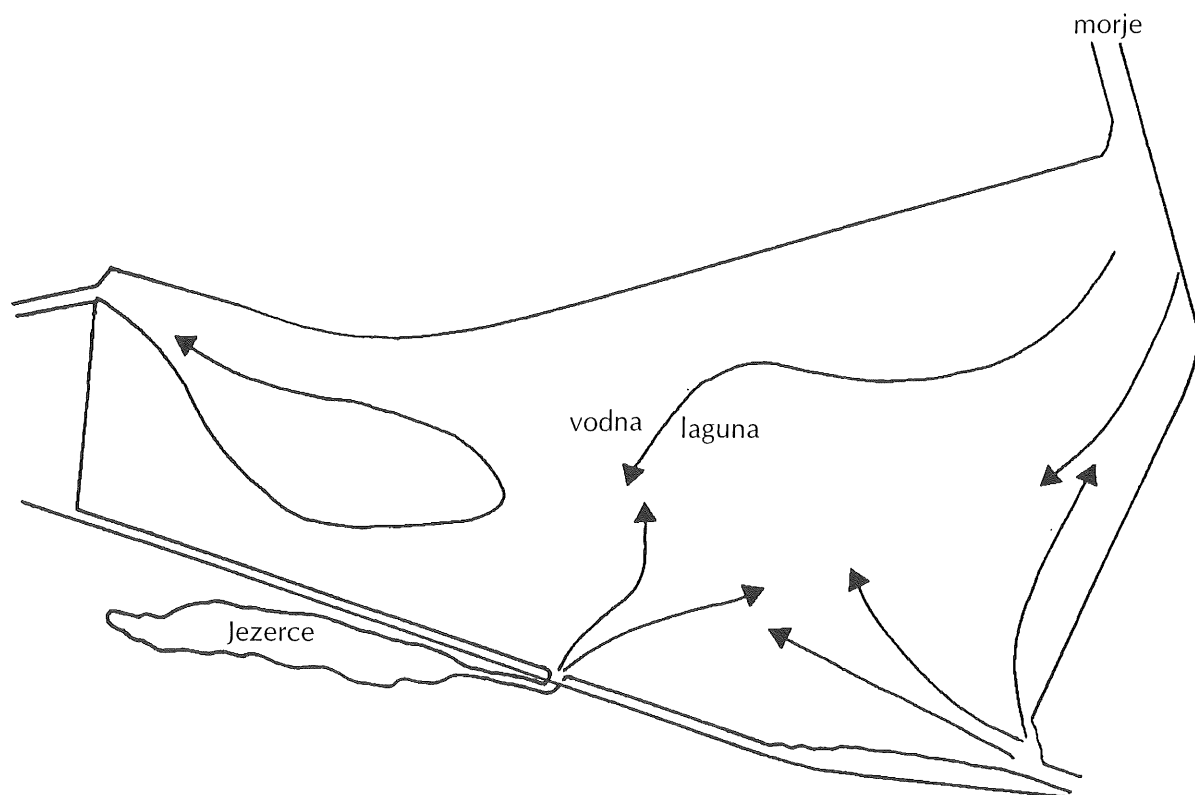
spremenjeni, Badaševica in Rižana pa regulirani in speljani mimo prvotnih strug prek zatoka po novih trasah z neposrednim izlivom v morje. Ureditev naravnega rezervata na okoli 120 ha površin pa zagotavlja tudi potrebne retencijske površine.

### VODNA BILANCA

Zagotavljanje zadostnih količin sladke vode za ohranjanje zelenih ekoloških razmer v naravnem rezervatu v območju Kopra je dokaj zahtevna naloga, saj gre za eno izmed območij, kjer v času poletnih konic primanjkuje celo pitne vode. Položaj je še toliko bolj zapleten, ker so vode glavnih odvodnikov Rižane in Badaševice (HMZ, 1994) in voda v Zatonu (poročilo Zavoda za socialno medicino in higieno Koper, v: VGI, 1993) močno onesnažene, poleg tega pa je ob številnih nedovoljenih odvzemih vode (npr. za namakanje) kritično tudi zagotavljanje t.i. biološkega minimuma v reki Rižani (Hidro Koper, 1993).

Poleg razmerja med padavinami in potencialno evapotranspiracijo ter ovrednotenim površinskim odtokom so bili v računu vodne bilance za območje Škocjanskega zatoka upoštevani še naslednji vodni viri:

- razbremenilnik Rižane,
- reka Badaševica,
- alternativni vodni vir (vrtine).



**Slika 3: Prikaz sledi glavnih vodnih tokov v območju Škocjanskega zatoka.**  
**Figure 3: Traces of the main water courses in the area of Škocjan Inlet.**

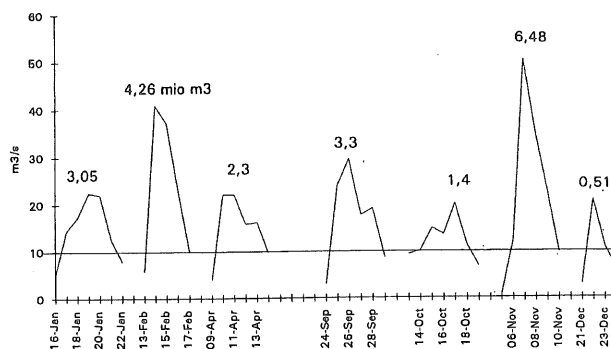
Ker je v območju vodne lagune predvideno zagotavljanje spremenljivih polsanih vodnih razmer, je bila predvidena tudi ureditev prelivnega objekta za zagotavljanje zadostnih količin morske vode. Vodni režim v območju rezervata naj bi se prek leta spreminjal, tako da bi bile zagotovljene najugodnejše razmere za naselitev in obstoj različnih organizmov. Tako je npr. predvidena jesenska preplavitev območja z bolj slano vodo, s čimer bi omejevali pretirano bohotenje vegetacije (zaraščanje) in pripravili ugodne prehranjevalne možnosti za nekatere vrste in skupine ptic, ki se v času jesenske selitve ustavijo tudi v Zatonu. Ob dovajanju jesenskih visokovodnih konic prek razbremenilnika Rižane, ki je predvideno kot vir bogatenja količin sladke vode, bi tako imeli v Zatonu obdobja povečanih količin slane in sladke vode.

Koncept zagotavljanja vodnih količin sloni predvsem na oživitvi delovanja razbremenilnika Rižane. Predlagano je bilo, da bi pretoke reke Rižane, ki so večji od  $10 \text{ m}^3/\text{sek}$  in ki se pojavljajo v spomladanskem in jesenskem obdobju, ponovno odvajali prek razbremenilnika v Škocjanski zaton. Razbremenilnik, ki je bil postavljen že pred II. svetovno vojno, namreč v praksi ni nikoli deloval, saj je bila Rižana regulirana in predimenzionirana, tako da so se skoraj vse visoke vode prelivale le po osnovni strugi. Slika 4 kaže letni hidrogram pretokov Rižane, večjih od  $10 \text{ m}^3/\text{sek}$  za sušno leto. Pretoki, večji od  $10 \text{ m}^3/\text{sek}$ , so se v (sušnem) letu 1973 pojavili trikrat spomladi in trikrat jeseni, izrednotena vrednost vodnih količin, ki bi tako prišle kot osvežitev za Zaton, pa je okoli  $20 \text{ mio m}^3$ . V povprečno mokrem letu je ta vrednost še dvakrat višja. V takšnem letu (1984) so se pretoki, višji od  $10 \text{ m}^3/\text{sek}$ , pojavili kar petkrat spomladi in petkrat jeseni, v skupnem trajanju 52 dni. Leto 1973 je bilo privzeto kot sušno, ker je bila letna vrednost padavin v obalnem pasu le  $818,8 \text{ mm}$ , leto 1984 pa povprečno mokro leto z  $1029,2 \text{ mm}$ , kar je blizu letnega povprečja za obdobje 1951-1987 ( $1035,9 \text{ mm}$ ).

Princip torej temelji na letni bilanci oziroma občasnem bogatenju akvatorija Zaton z "osvežitvami". Problematično obdobje sušnih konic pa bi omilili z zagotavljanjem rednega prelivanja manjših vodnih količin  $Q = 20 \text{ l}/\text{sek}$  prek zapornic novega jezua na Rižani, na mestu vtoka v razbremenilnik. Občasno naj bi prek zapornic spuščali še več vode, skladno z razpoložljivimi vodnimi količinami. Onesnažene vode Rižane so ob visokovodnih konicah tudi nekolike razredčene.

Kot (dolgoročnejša) rešitev je predvideno ponovno prelivanje (vsaj dela) voda Badaševice po prvotni strugi skozi Škocjanski zaton. Badaševica se po preusmeritvi izliva neposredno v morje pod Smedelo, po stari strugi, ki je bila pred nekaj leti pregrajena, pa se trenutno v Zaton prelivajo le viški (dokaj onesnaženih) površinskih odtokov. Kakovost Badaševice je že brez dodatnega onesnaževanja z meteornimi vodami Smedelske bonifike in Šalare katastrofalno nizka (HMZ, 1994). V prvi

Pretoki 1973: Rižana Bertoki



**Slika 4: Letni hidrogram reke Rižane z oznako volumnov, ki presegajo pretoke, večje od  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ .**

**Figure 4: Annual hydrogram of the Rižana river with the volumes exceeding discharges greater than  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ .**

fazi revitalizacije je zato predvidena ureditev rastlinske čistilne naprave na vtoku stare struge Badaševice v Zaton in preusmeritev manjših vodnih količin prek čistilne naprave v laguno. Količinske so te količine, bo možno natančno opredeliti šele ob podrobni preučitvi odvodnje meteornih voda Smedelske bonifike. Razbremenilnik Rižane (Ara) pa je že v sedanjem stanju močno obrasel s trstičjem, ki ima tudi vlogo naravne čistilne naprave, zato dodatno urejevanje rastlinske čistilne naprave ni predvideno.

Kot možna rešitev napajanja območja vodne lagune je predvidena tudi ureditev vrtine. Poleg manj zanesljivih vododržnih plasti z arteško vodo na manjših globinah so evidentirane tudi globlje vodonosne plasti z nekoliko bolj mineralizirano vodo in manj pitno vodo (s tem torej ne posegamo v problematiko zagotavljanja pitne vode za širše koprsko območje; VGI, 1996). Pomankljivost te variante je v večjih stroških izvedbe in obratovanja (energija, upravljanje, nadzor), prednost pa v neodvisnem viru in možnostih uravnavanja dotoka in s tem gladin vode.

## DRUGI UKREPI

*Izkop oziroma odstranitev razlitega refula in odložene materiala v koridorju*

S slike 5 je razviden koridor, iz katerega naj bi v prvi fazi renaturacije odstranili odloženi material. Delo naj bi izvedli s posebnim plovilom (refuler), zato mora biti območje predhodno preplavljeno. Koridor je bil izbran skladno s smermi kroženja vode v laguni, kot so razvidne iz satelitskih posnetkov. Širina koridorja naj bi se spreminjala v razponu med 30 in 50 metri, globina izkopa pa naj bi bila do 2,0 metra. Oblikovanje brežin ni potrebno, saj se bodo zelo blagi nakloni izoblikovali sami. Ob južnem in vzhodnem robu območja je pred-

viden le izkop odvodnega jarka širine 10,0 metrov, kot je to že predvideno v študiji odtočnih razmer za območje Kopa (ZVS, 1977).

Namen izvedbe koridorja je omogočiti kroženje vode in povečati globine vsaj v delu lagune. Količine materiala, ki ga bo treba odstraniti iz lagune, so ocenjene na 100.000 m<sup>3</sup> do 150.000 m<sup>3</sup>. Za toliko se bo povečal tudi volumen vodnih mas v laguni (od trenutnih 186.000 m<sup>3</sup> na 286.000 m<sup>3</sup> do 336.000 m<sup>3</sup>).

#### Ureditev prelivnega objekta na vtoku morske vode v Zatok

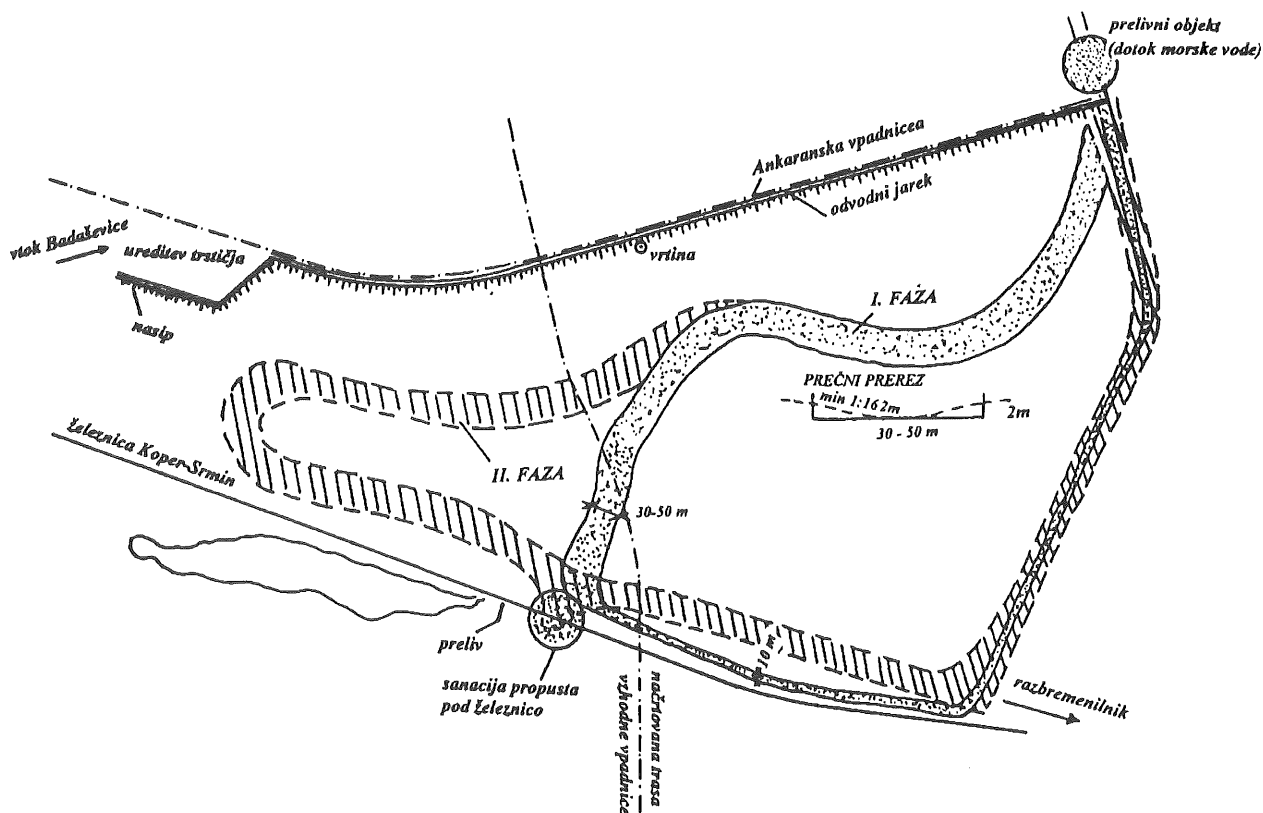
Vodna laguna Škocjanskega zatoka je povezana z morjem prek preliva do II. luškega bazena. Kota dna preliva v II. luškem bazenu je - 0,80 m, širina preliva je od 30 do 40 m. Na mestu vtoka v območje Zatoka je preliv pregrajen, količine morske vode, ki vtekajo v Zatok, so bistveno manjše, natančne vrednosti pa niso poznane. Treba je pripraviti podrobnejši izvedbeni načrt za ureditev prelivnega objekta, prek katerega bo možno povečati oz. uravnati dotok morske vode v Zatok,

ob enem pa ob osekah odvajati vodo iz lagune.

#### Čiščenje propusta pod železniško progo Koper - Srmin (vodna laguna - Jezerce)

Nakopičene usedline in razliti reful so v zadnjih letih zmanjšali prerez propusta pod železniško progo Koper - Srmin, ki povezuje Jezerce z vodno laguno v Škocjanskem zatoku in onemogoča prelivanje voda. Preliv bo urejen tako, da bo voda v Jezercu tudi v prihodnje pretežno sladka, omogočeno pa bo prelivanje v obeh smereh: dotok brakične vode iz lagune (npr. v zimskem obdobju) bi omogočil, da voda v Jezercu ne bi zamrznila ob prvih nizkih temperaturah, viški sladke vode iz Jezerca pa bi tudi v prihodnje bogatili akvatorij lagune s sladko vodo.

Problematičen pa ostaja vpliv spiranja hraniv in škropiv z njiv, ki so nastale na nasipu cestnega telesa nove vpadnice, na površinah, ki niso namenjene za kmetijsko dejavnost. Delna rešitev je ponujena z vegetacijsko ureditvijo v vlogi blažilnega območja (bufferzone).



Slika 5: Grafični prikaz ureditvenih del v okviru renaturacije Škocjanskega zatoka.

Figure 5: Graphical presentation of the layout planned within the framework of the restoration of Škocjan Inlet.

### NASLEDNJE FAZE REVITALIZACIJE

Ureditev sladkovodnega močvirja na območju Bertoške bonifike je načrtovana v drugi fazi urejanja Zatoka in zahteva preplavitev območja (ne izkop!). Za to bo treba postaviti nasip na severnem robu proti Ankaranski bonifiki in ob desnem bregu razbremenilnika. Višina nasipa naj bi bila na koti +2,00 m, naklon brežin 1:3 (enako kot za območje vodne lagune v Zatonu). Območje bi dobilo tudi funkcijo dodatne retencijske površine. Napajanje območja naj bi se izvedlo s pomočjo vrtin. Višine vode bo možno regulirati s spreminjanjem dotoka vode (jesensko preplavljanje, nižanje gladin v predgnezdritvenem času ptic). Globina vode (razen v depresijah) naj ne bi preseгла 0,2 m. Potrebna količina črpanja je ocenjena na  $Q = 11$  l/sek.

Po opisanem postopku naj bi v naslednjih fazah nadaljevali z odstranjevanjem usedlin in urejanjem otokov, polojev in plitvin ter ureditvijo opazovalnic in poti, kot je predvideno v Idejnem načrtu ureditve rezervata (Mozetič, 1994).

### ZAKLJUČEK

V projektu Idejna zasnova vodnogospodarske ureditve naravnega rezervata Škocjanski zatok (VGI, 1996) so podane utemeljitev in rešitve za revitalizacijo oziro-

ma renaturacijo območja Škocjanskega zatoka, iz katerih je razvidno, da je takšen poseg upravičen in potreben. Koncept ureditve temelji na daljnoročnem prelivanju vod razbremenilnika Rižane in omejenih pretokov Badaševica po prvotni strugi skozi območje Zatoka v morje. Zaradi nizkih pretokov Rižane v sušnem obdobju je predvideno prelivanje spomladanskih in jesenskih visokovodnih konic in stalno prelivanje manjših vodnih količin prek jezusa Rižane na vtoku v razbremenilnik (ponovna vzpostavitev osnovne funkcije razbremenilnika). Zaradi velike onesnaženosti Badaševica je predvidena rastlinska čistilna naprava na vtoku v Zatok. Kot dodatni vodni vir za območje vodne lagune, predvsem pa za umetno zamočvirjanje površin na Bertoški bonifiki, je predlagano črpanje rahlo slane vode iz večjih globin. Poleg ukrepov za zagotavljanje dotoka vode so predvideni tudi drugi gradbeni ukrepi, predvsem odstranitev odloženih usedlin in odpadkov z dna lagune in ureditve prelivnih objektov.

Za podrobnejše načrtovanje ukrepov in preverjanje uspešnosti izvedenih ukrepov bo treba v Škocjanskem zatonu izvesti dodatne hidrološke in biološko-kemijske raziskave ter izvajati reden monitoring. Priporočljivo bi bilo tudi dokončanje matematičnega modela za simuliranje razmer v naravnem rezervatu, ki je bil zasnovan v okviru naloge.

### SUMMARY

*The project entitled "Feasibility study of a watermanagement arrangement of the Škocjan Inlet nature reserve" contains a number of solutions and an argumentation for a thorough revitalization and restoration of Škocjan Inlet. The study clearly shows that such intervention would be justifiable as well as indispensable at the same time. The concept of the proposed arrangement is based on a long-term spilling over of the waters of the Rižana discharge channel and of somewhat limited discharges of the Badaševica river along the original course through the area of Škocjan Inlet into the sea. Due to the low discharges of the Rižana river during dry spells, spilling over of spring and autumn high water peaks and a constant spilling over of smaller water masses over the Rižana dam at the entrance to the discharge channel is foreseen (reestablishment of its basic function). As a result of the fact that the Badaševica river is badly polluted, a reed bed is planned at the entrance into the Inlet. As an additional water source for the water lagoon of this area and particularly in order to render the surfaces at the Bertoki Bonifika artificially boggy, pumping of slightly salty water from greater depths is suggested. Apart from the measures to ensure a suitable influx of water, some other constructional measures have been foreseen, especially a removal of sediments from the lagoon floor and arrangement of suitable sluices. For a more detailed planning of the mentioned measures and in order to regularly assess the successfulness of the carried out measures, some additional hydrological and biological-chemical research as well as a regular monitoring will have to be carried out at Škocjan Inlet. It would also be advisable to complete the mathematical model conceived within the project framework to simulate the conditions in this nature reserve.*

## LITERATURA

- Geister, I. (1987):** Prezimovanje in prelet ptic v Škocjanskem zatoku in Zalivu Polje pri Kopru. Varstvo narave 13: 59-68.
- Hidro Koper (1993):** Študija določitve profilov nizkih pragov na Rižani.
- Hidrometeorološki zavod (HMZ, 1994):** Kakovost voda v Sloveniji v letu 1993. Poročilo.
- Kaligarič, M. (1990):** Botanična podlaga za naravovarstveno vrednotenje slovenske Istre. Varstvo narave, 16: 17-44.
- Kaligarič, M, Makovec T. & B. Mozetič. 1993. (1993):** Ohranitev in renaturacija Škocjanskega zatoka. Informativna zbiranka. DOPPS in Slovenski sklad za naravo. Projekt 1/93.
- Makovec, T., Mozetič, B. & Kaligarič, M., (1993)** Oaza na pragu Kopra. Gea 8:7-9.
- Mozetič, B. (1994).** Idejna zasnova ureditve naravnega rezervata Škocjanski zatok. Poročilo DOPPS.
- Plazar, M. (1995):** Ureditev Škocjanskega zatoka pri Kopru. Diplomaska naloga. FAGG, Ljubljana.
- Sovinc, A. (1988):** Ohranitev dela Škocjanskega zatoka pri Kopru v trenutnem stanju kot gnezditveno območje, selitvena postaja in prezimovališče ptic. Falco, 6: 4-14.
- Sutherland, I. & I. Hill (eds.) (1995):** Managing Habitats for Conservation. Cambridge University Press.
- Škornik, I. (1982):** Škocjanski zaliv, ptičji raj skoraj v Kopru. Proteus, 45: 123-125.
- Škornik, I. (1987):** Prezimovanje črne liske (*Fulica atra*) v Škocjanskem zatoku v letih 1982 - 1986. Acrocephalus 8, 3: 31-36.
- Škornik, I., Makovec, T., Miklavec, M. (1990):** Fav-nistični pregled ptic slovenske obale. Varstvo narave, 16: 49-99.
- Trontelj, P. (1994):** Modelni naravovarstveni projekt "Ohranitev in renaturacija Škocjanskega zatoka". Annales 4: 240-241.
- Vodnogospodarski inštitut Ljubljana (VGI, 1987):** Urejevanje Škocjanskega zaliva. Predhodna dela.
- Vodnogospodarski inštitut Ljubljana (VGI, 1993):** Vodnogospodarska in ekološka ocena sprejemljivosti posegov na slovenski obali z aplikacijo pri urejevanju Škocjanskega zaliva.
- Vodnogospodarski inštitut Ljubljana (VGI, 1995):** Poročilo o pregledu projektne dokumentacije in predlogi projektantu k "Idejni zasnovi ureditve odvodnje meteornih vod Semeleške Bonifike - Novo črpališče meteornih vod".
- Vodnogospodarski inštitut Ljubljana (VGI, 1996):** Idejna zasnova vodnogospodarske ureditve naravnega rezervata Škocjanski zatok.
- Zveza vodnih skupnosti (ZVS, 1969):** Odvod voda iz Škocjanskega zaliva.
- Zveza vodnih skupnosti (ZVS, 1977):** Študija odtočnih razmer Koper.

gradivo

UDK 504.06(497.4 Slovensko primorje)  
502.7(497.4 Škocjanski zatok)  
658(497.4) Luka Koper

## OKOLJEVARSTVENA PROBLEMATIKA ŠKOCJANSKEGA ZATOKA

Marjan JARNJAK

dipl. geog. etno., Inštitut za biologijo, ZRC SAZU, SI-1000 Ljubljana, Gosposka ul. 13  
B.Sc. in geography and ethnology, Institute of Biology, Scientific Research Centre of the Slovene Academy of Sciences and Arts,  
SI-1000 Ljubljana, Gosposka ul. 13

## IZVLEČEK

O Škocjanskem zatoku govorimo od leta 1957, ko je bil zgrajen jez med Koprom in izlivom Rižane. Z zasipavanjem Zatoka je Koper pridobil nove površine za širitev in predvsem za nastanek Luke. Ob reševanju prostorskih problemov mesta in pristanišča pa so nastali ekološki problemi, ki sedaj zavirajo razvoj Kopra. S spletom človeškega dejavnika in naravnih razmer se je Zatok medtem razvil v edinstven habitat na ozemlju Slovenije in kot tak sprožil nekajletne polemike o njegovi nadaljnji usodi. Hiter in enostranski razvoj mesta je presejal dejanske možnosti, ta neusklajenost pa se manifestira tudi na primeru Škocjanskega zatoka.

**Ključne besede:** Škocjanski zatok, Koprsko primorje, Luka Koper, varstvo okolja, onesnaženost, brakično močvirje  
**Key words:** Škocjan Inlet, Primorje coastal region, Port of Koper, nature conservation, pollution, brackish lagoon

## UVOD

Na barih 43-ih kilometrih slovenske obale iščejo svoj prostor različne, velikokrat nasprotujoče si dejavnosti, ki se med seboj ovirajo, če ne že tudi izključujejo. Mari-kultura in industrija, turizem in luške dejavnosti, polje-delstvo in sadjarstvo, promet in urbanizacija zahtevajo namreč specifične pogoje za uspešno funkcioniranje.

Ob tako veliki koncentraciji interesov neizbežno prihaja do navzkrižij, njihovo reševanje pa ni preprosto, ker gre za široko in občutljivo problematiko, ki jo je treba reševati dolgoročno.

Tudi pri Škocjanskem zatoku gre za močno križanje različnih interesov, ki si v marsičem nasprotujejo. Na eni strani gre za interese koprške občine in Kopra, ki se širi na območje Škocjanskega zatoka, na drugi pa je naravovarstvo, ki se bojuje za ohranitev edinega brakičnega močvirja v Sloveniji, ki je po mnogočem izjemen (Kaligarič, 1990; Kaligarič *et al.*, 1993; Makovec *et al.*, 1993). Oboji imajo za svoja stališča navidez tehtne razloge, podrobna analiza pa osvetljuje določeno neskladje med željami oziroma prizadevanji z možnostmi. Koprsko primorje je sicer gospodarsko in tudi splošno

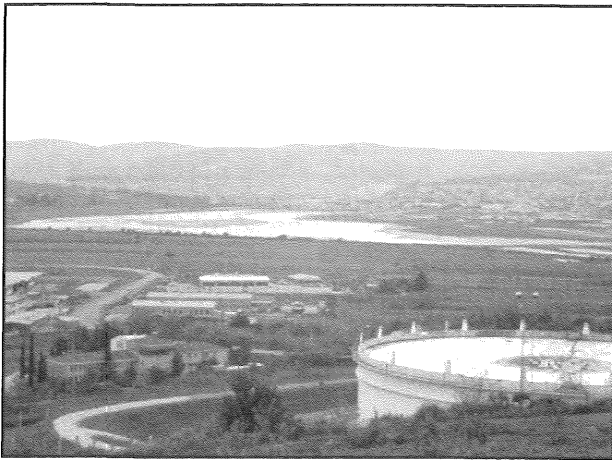
razvojno zelo obetavno območje. Po nekaterih mnenjih se tu lahko ustvari tretji razvojni pol Slovenije.

Koper in pristanišče se v Škocjanskem zatoku širita na zemljo, iztrgano vodi. To sicer odpira nova delovna mesta in povzroča rast prebivalstva, vendar pa hiter gospodarski razvoj že sedaj prerašča lastne okvire. Preveč se zanemarija ekološka problematika, ki je zato že začela zavirati nadaljnji razvoj mesta.

## NASTANEK IN SPREMINJANJE ZATOKA

Koper je nastal kot naselbina na otoku, na nekdanjo otoško lego mesta spominja le še Škocjanski zatok. Leta 1957 je bil od Kopra do izliva Rižane zgrajen 877 m dolg nasip, s katerim so skušali zmanjšati območje vdiranja visokega morja v zaledje po rečnih strugah navzgor, in šele od takrat lahko zares govorimo o Škocjanskem zatoku. Njegova prvotna površina se je od njegovega nastanka zmanjšala z 230 ha na današnjih manj kot 90 ha (Kaligarič *et al.*, 1993). Mesto Koper se je namreč po drugi vojni razvijalo v gospodarsko središče Slovenskega primorja z naglim naraščanjem prebivalstva. Zato se je mesto sredi petdesetih let moralo širiti na





Sl. 1: Pogled na Škocjanski zatok s Srmina proti JZ (Foto: M. Jarnjak).

Fig. 1: View of Škocjan Inlet from Srmin in south-westerly direction (Photo: M. Jarnjak).

območje sededelskih solin, na pobočja Smedele, ob Badaševici, na območju Škocjanskega zatoka je dobila prostor železnica, severovzhodno od Koprja pa je na vodi iztrganih površinah rasla Luka.

Z rastjo mesta pa se širijo tudi negativni učinki urbanizacije. Onesnaževanje okolja v Koprskem primorju in v Škocjanskem zatoku je intenzivno z industrijskimi odpadki, vključno z ekološko najbolj spornimi. Rižana, največji pritok Koprškega zaliva in nekdanji tudi Zatoka je že tako onesnažena, da je ponekod biološko skoraj mrtva. Onesnaženost se iz spodnjih vodnih tokov seli v srednje in višje dele. Kritično je onesnažena tudi Badaševica, po velikosti drugi vodotok na obravnavanem območju.

Tudi obalno morje je zategadelj onesnaženo. Komunalnim in industrijskim odpadkom pa se pridružujejo še občasnimi izpusti z ladij, splošno slabo stanje pa povečujejo tudi drugi viri onesnaženja v Tržaškem zalivu.

Niso pa onesnaženi samo vodni viri. Na območju občine je nad petdeset divjih odlagališč odpadkov. Eno izmed teh je ob stari ankaranski cesti Bivje-Koper pri Bertokih, drugo, prav tako močno problematično, pa je odlagališče samega pristanišča. Obe namreč ogrožata Bertoško bonifiko in Škocjanski zatok.

Za Zatok pa je najbolj problematično odlagališče na njegovem jugozahodnem delu, od železniške postaje pa do Luke, kjer poleg "dovoljenih" gradbenih odpadkov odlagajo tudi naravnemu okolju škodljive snovi, motorna olja in naftne derivate, kisline in težke kovine.

Škocjanski zatok je pravzaprav antropogenega nastanka, kar pomeni, da ni naraven habitat, to dejstvo pa daje občini argument za dokončno zasutje Zatoka. S tem bi Koper pridobil nove "nujno potrebne" površine za svoj razvoj.

Na začetku osemdesetih so oba velika pritoka Škocjanskega zatoka, to je Badaševico in rižanski razbremenilnik (imenovan tudi Rekica ali Ara), preusmerili mimo Zatoka neposredno v Koprski zaliv, kar naj bi pospešilo njegovo izsuševanje.

Obe vodi, ki sta se pred tem izlivali v Zatok, sta bili sicer močno obremenjeni s fekalijami, industrijskimi odpadkami in z mineralnimi ter kemičnimi snovmi s kmetijskih površin, vendar sta vanj vseeno prinašali ne le sladko vodo, temveč tudi v njej raztopljene zadostne količine kisika, preusmeritev pritokov pa je v Zatoku povzročila gnitje organskih snovi. Močno so se spremenile razmere v brakičnem močvirju, saj je ostala le še ozka povezava z morjem, skozi katero ob plimah sicer doteka slana voda, a prinaša premalo kisika.

Na odlagališču odpadkov Luke Koper so torej v Zatoku odlagali tovore pokvarjenega sadja, zelenjave, ribje moke in druge organske odpadke, kar pa je skupaj z odmrliimi organizmi vred ob pomanjkanju kisika povzročalo neznosen smrad, ki se je širil v okolico prav do mesta in bližnjih naselij. Gnitje je pripomoglo k nastanku anoksije v Zatoku, neugodne procese v njem pa so prebivalci Koprja zaznavali predvsem v toplejši polovici leta, ko je zaradi višjih temperatur zraka večje tudi izhlapevanje zastajajoče vode. Do takrat se ni, razen ornitologov, za problematiko Škocjanskega zatoka zanimal še nihče. Tedaj so namreč vse posege v okolje spodbujali predvsem gospodarski razlogi. Koprška občina je Zatok pojmovala kot nekoristen pojav, ki je perspektiven le kot primerna lokacija za širjenje pristaniških kapacitet in industrije.

Tudi javno mnenje je bilo na začetku naklonjeno širitvi, saj so se obetala nova delovna mesta in višja življenjska raven. Pa vendar je že bilo slišati tudi prve polemike o ustreznosti posegov v Zatok. Tega so obravnavali kot vir smradu, niso pa razmišljali, da bi odpravili vzroke zanj. Vse to je leta 1985 pripeljalo do ekološko spornega in brzokone premalo preiščenega posega, namreč do tega, da je Luka Koper takrat nasula v Zatok 286.000 m<sup>3</sup> blata, ki so ga pridobili s poglobljanjem drugega luškega bazena (Kaligarič *et al.*, 1993). S tehničnega oziroma gradbenega vidika je bilo poglobljanje pristanišča in hkratno zasipavanje sosednjega Zatoka zelo pripravna rešitev, sicer bi bile precejšnje težave z izkopanim gradivom. Praktično sterilno refilirano blato se je zaradi svoje židkosti razlilo po celotnem dnu Zatoka in prekrilo prvotno dno, kar je prizadelo rastlinski in živalski svet.

Izsuševanje Zatoka je torej potekalo od njegovega nastanka, proces pa je povzročal spremembe predvsem dveh lastnosti - **dimenzij Zatoka** in **kvalitete vode**.

Dimenzije Zatoka so se spreminjale (manjšale) predvsem s prečrpavanjem blata, ki so ga pridobili pri poglobljanju luških bazenov in ga odlagali v Zatok, in z nasipavanjem trdnjših materialov, kot so odpadni gradbeni material, komunalni odpadki ipd.

Refulirano blato se je razlivalo po celotnem dnu Zatoka in ga tako plitvilo, odlaganje odpadnega materiala vanj pa je Zatok arealno zmanjševalo.

S preusmeritvijo sladkovodnih pritokov pa se je spremenila kvaliteta vode, saj je ta postajala vse bolj brakična.

Ekološke razmere so se tako bistveno spremenile. Brakične površine pa so v Koprskem primorju kot tudi v celotni Sloveniji postale povsem nov, edinstven pojav.

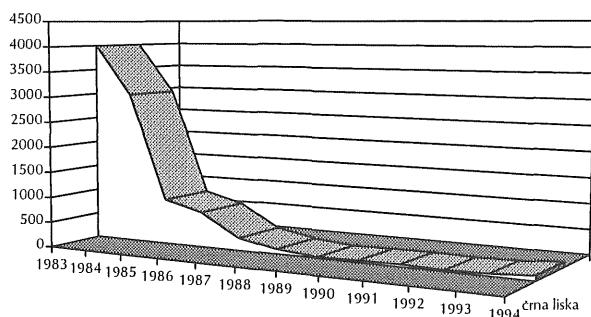
### RAZMERE V ZATOKU

Spremenjene razmere so morda najbolje kažejo na spremembah števila črnih lisik (*Fulica atra*), za katero je bil v osemdesetih Zatok najpomembnejše prezimovališče v Sloveniji (Škornik, 1987). Marca 1983 je v Zatok prezimovalo še 4.000 primerkov črne lisice, leta 1984 3.000, leta 1985 približno 900, po letu 1986 pa komaj 250. Leta 1993 so ornitologi naštel le še borih 50 osebkov.

Kljub vsemu naštetemu pa se je Škocjanski zatok razvijal v zelo zanimiv ekosistem, enkrat v Sloveniji. V njem je namreč nastalo brakično močvirje, ki je zaradi spleta človeških posegov in naravnih procesov postalo stalno ali občasno domovanje mnogih živalskih in rastlinskih vrst, ki so nasploh ogrožene, ker se močvirja in barja po svetu krčijo.

Na oglejenih, zaradi redukcijskih procesov sivozelenih prsteh se je razvila značilna **halofitna vegetacija** (Kaligarič, 1990), ki zaradi manjšega števila rastišč te vrste spada med redko in ogroženo rastje.

V Zatok in bližnji okolici je evidentiranih kar 41% vseh slovenskih dvoživk, 41% vseh plazilcev, 36% vseh sesalcev in 55% vseh v Sloveniji opaženih vrst ptic (Beltram & Lipej, 1996). Kljub tamkajšnjem čedalje slabšim razmeram za življenje organizmov ostaja Zatok zaradi vseh naštetih posebnosti še vedno izjemen habitat našega Primorja in Slovenije.



Sl. 2: Prezimovanje črne lisice *Fulica atra* (arhiv DOPPS; dopolnjeni podatki po Škornik 1987).

Fig. 2: Wintering by the Coot *Fulica atra* (DOPPS - Bird Watching and Bird Study Association of Slovenia - archives; supplementary data after Škornik 1987).



Sl. 3: Žalostna podoba Škocjanskega zatoka kot močno degradiranega življenjskega prostora za mnoge vrste organizmov (Foto: M. Jarnjak).

Fig. 3: A sorrowful picture of Škocjan Inlet as a badly degraded natural surrounding for a number of organisms (Photo: M. Jarnjak).

### POMISLEKI V ZVEZI S PREDVIDENIMI POSEGI V ZATOK

Zatok v današnjem stanju ne koristi nikomur, zaradi moratorija na posege vanj ni mogoče uresničevanje načrtovanih gradbenih del. Kot zavarovano območje pa v takem stanju tudi ne more opravljati svoje funkcije. Ker gre za kompleksno problematiko, je njeno reševanje mogoče le z usklajenim in postopnim pristopom, ki bi dolgoročno zagotavljal obstoj izvedene ureditve, ne glede na to, katera varianta bo potrjena.

V primeru, da bodo obveljali **občinski interesi**, ki so v prid zasutju Zatoka, bi bilo treba upoštevati nekaj omejevalnih podatkov.

Slovenska obala je močno urbanizirana, tu pa iščejo svoj prostor številne dejavnosti, ki potrebujejo različne pogoje za funkcioniranje. Pretirano bohotenje ene dejavnosti izključuje druge. Bližina Luke vpliva na slabšo kvaliteto vode v zalivu in na podobo pokrajine, kar seveda ni ugodno za mestno, ankaransko in druga ko-pališča. Zmanjšuje se tudi privlačnost zdravilišč v Valdoltri in Ankaranu ter možnost za razvoj marikulture. Vse omenjene dejavnosti imajo dolgo tradicijo na tem območju in le veliko večji dobički, ki jih prinaša Luka, ne bi smeli prevladati pri odločitvi, v kakšni smeri razvijati območje.

Luka kot najbolj markantna dejavnost v območju že sedaj zavzema takšno površino kot zavarovani območji Sečoveljskih in Strunjanskih solin skupaj in zaseda 5,23% slovenske obale. Za njeno uspešno delovanje je vitalnega pomena ustrezno razvita prometna infrastruktura, ki pa v sedanjem obsegu ne bo več dolgo zadoščala potrebam.



**Sl. 4: Mala bobnarica (*Ixobrychus minutus*) je ena izmed najbolj ogroženih močvirskih gnezdičk v Sloveniji (Foto: T. Makovec).**

**Fig. 4: Little Bittern (*Ixobrychus minutus*) is one of the most endangered wetland breeders in Slovenia (Photo: T. Makovec).**

Propustna kapaciteta železniške proge Koper - Prešnica, ki prevzema večino luškega tovora, je namreč 5 milijonov ton tovora letno, medtem pa je luški pretovor že večji (Jurinčič, 1989). Glede na pričakovano rast blagovnih tokov in rast Luke zaradi povečanja količin tranzitnega blaga je vprašanje, do katere stopnje je še smiselno spodbujati rast koprskega pristanišča glede na druge funkcije (urbano, prometno, turistično, ekološko), ki jih ima Koper s svojo ožjo in širšo okolico. Za pristanišča je namreč značilno, da okolje precej obremenjujejo in da so zanj v marsičem tudi precej tvegana, zlasti ko gre za pretovarjanje ekološko nevarnih snovi. S tranzitom pa se obremenitve za okolje (onesnaženje zraka, hrup, potencialna nevarnost ob nesrečah) prenašajo ne samo v okolico Luke, pač pa praktično po vsej Sloveniji in širše, to pa gotovo znižuje vrednost širitve pristanišča in nas sili k razmišljanju o primernosti njegove rasti. V načrtu je postavitve drugega tira železniške proge Koper-Divača v dolžini 45,8 km, z graditvijo pa

naj bi pričeli do leta 2000.

Na razbremenitev stare proge bo vendarle treba počakati še nekaj let, kakor tudi na graditev avtoceste med Koprom in Divačo. Do takrat pa bodo večino tovorov (tudi nevarnih) iz Luke v notranjost prevažali po obstoječih preobremenjenih prometnih povezavah tik ob Rižani in prek prvega varstvenega pasu njenega izvira. V primeru razlitja nevarnega tovora in tako z onesnaženjem vode na črpališču bi ostal Koper z okolico brez vode, ta vodni vir pa bi lahko bil za dolgo izgubljen.

Odlaganje odpadkov in drugega materiala v Zatok kmalu ne bo več mogoče, ne glede na to, kakšno vlogo bo imel v prihodnosti.

Ko so Zatok zasipavali, da bi pridobili nove zadržalne površine, so velikokrat uporabljali za te namene povsem neprimerne materiale, kot so komunalni odpadki in kosovni material (hladilnike, vzmetnice, avtomobilske gume ipd.) in tudi posebne odpadke (ostanke naftnih derivatov, barv, kislin ipd.). Čeprav bi te odpadke prekrili z ustrežnejšim materialom, ni mogoče odpraviti potencialne nevarnosti, povezane z njihovim spiranjem in onesnaženjem vode sploh. Tako "shranjeni" odpadki so nekakšna tempirana ekološka bomba, njihovega vpliv na okolje in s tem na zdravje ljudi, ki se največkrat omenja kot merilo onesnaženosti okolja, pa ni mogoče predvideti ali točno časovno določiti. Neustrezne odpadke bi bilo treba zatorej izkopati in jih uničiti ali odložiti na za to primernem mestu tudi zato, ker so skupaj z refuliranim blatom premalo stabilna gradbena podlaga.

Tudi v primeru, da bi obveljali načrti naravovarstvenikov in bi Zatok razglasili za naravni rezervat, obstaja vrsta vprašanj in pomislekov, ki govorijo za in proti temu.



**Sl. 5: Divje odlagališče na jugozahodni strani Škocjanskega zatoka (Foto: M. Jarnjak).**

**Photo 5: Illegal refuse dump in the SW part of Škocjan Inlet SW part of Škocjan Inlet (Photo: M. Jarnjak).**

Rezervat na robu Kopra bi v marsičem oviral njegov razvoj, kakor ga predvidevajo tudi njegovi srednjeročni in dolgoročni načrti. Ne gre pa le za Koper, temveč so predvidene tudi **cestne povezave**, ki naj bi potekale prek Zatoka in niso le občinskega pomena, marveč tudi širšega, državnega in regionalnega. (Dela na ankaranski in vzhodni vpadnici sicer že dve leti stojijo, dokončanje slednje pa bi Zatok razpolovilo ter verjetno povzročilo konec sanj o ornitološkem rezervatu.) Poleg tega je naravovarstveni obseg Zatoka tudi v navzkrižju s **kmetijsko funkcijo** tega območja, saj bi vzhodno od Zatoka rezervat zasedel kmetijsko zemljišče, ki ga v občini uvrščajo v prvo kategorijo.

Da bi del Zatoka vendarle kazalo ohraniti kot rezervat, govori zlasti naslednje:

Ohranitev Zatoka pomeni ohranjanje **kulturne dediščine** Kopra in okolice, saj je območje zdaj obstoječih vodnih površin zadnji ostanek morskega sveta, ki je nekoč obdajal mesto, hkrati pa ohranja pričevanja o preteklosti mesta, ki je začelo nastajati kot naselbina na otoku. Če bi Zatok izginil, bi bila značilna obmorska podoba Kopra okrnjena. Staro mestno jedro bi neposredni stik z morjem ohranilo le na eni strani, saj bi ga z drugih treh obkrožali luški in industrijski objekti.

Z zavarovanjem Zatoka naj bi ohranili tudi **naravno dediščino**. Če bi ga zasuli in pozidali, bi namreč v marsičem izbrisali tudi geološko pokrajinsko poreklo pokrajine.

Živi organizmi so del naravne dediščine pokrajine, v zahtevah po zavarovanju Zatoka je glavni argument prav ohranitev njihovega občasnega ali stalnega življenjskega prostora. Gre sicer za umetno ustvarjen habitat, vendar je bil tu pester rastlinski in živalski svet tudi prej, ko je bil tu še zaliv - šlo je za drugačen ekosistem in drugačne živalske in rastlinske vrste, vendar pa je sedanji ekosistem (z majhnim številom podobnih habitatov porojena) redkost, ki je nova vrednost mednarodnega pomena. Kot je bilo v prispevku že omenjeno, gre namreč za brakično močvirje z zelo specifičnimi življenjskimi razmerami in zato tudi specifičnimi organizmi, ki lahko obstanejo le tu. Pri tem ne gre za pretirano sentimentalnost pri zagotavljanju življenjskega prostora drugim živim bitjem, pač pa za dejansko ohranjanje genetskega sklada nekega območja in vse države.

Med ekološke vidike Škocjanskega zatoka moramo šteti tudi njegov pomen, ki ga ima za Koper in okolico, zlasti za bivalne razmere prebivalcev. Zatok ima nam-

reč **funkcijo** nekakšnega **sanitarnega močvirja**, saj zadržuje in presnavlja onesnaženo vodo, ki bi sicer neposredno odtekala v Koprski zaliv, kar bi kvaliteto zalivske vode še poslabšalo.

Zasutje Zatoka bi pomenilo le prenos onesnaženja iz le-tega v zaliv. Ohranitev Zatoka, z njegovo sanacijo vred seveda, pa bi pomenila ohranitev in pridobitev novih rekreativnih površin. Glede na to, da se onesnaženost morja stopnjuje in da ni realna skorajšnja postavitev ustreznih čistilnih naprav, obstaja nevarnost, da Koprski zaliv za kopanje ne bo več primeren, kar bi omejilo že tako pičle možnosti za rekreacijo. Staro mestno jedro Kopra je brez zelenih površin, vendar ima v neposredni bližini zeleno gričevje in nekaj dlje kraško zaledje. Tu in tam gre sicer za kulturno, a vendar podeželsko pokrajino, omenjene zelene površine zunaj mesta pa zaradi oddaljenosti niso dostopne vsem, zlasti ne starejšim osebam in otrokom.

### SKLEP

Iz prikazanega je razvidno, da je za reševanje ekoloških problemov Škocjanskega zatoka treba poiskati **kompromisno rešitev**, ki bi omogočala usklajene posege v prostor in naj bi vsebovala:

Ohranitev Zatoka v takem obsegu in v takih razmerah, ki bi omogočali vzpostavitev naravnih procesov. Da bi do tega prišlo, je treba sanirati vire onesnaževanja - Rekica bi morala v Zatok dotekati čista (postaviti bi morali ustrezne čistilne naprave, še boljše pa bi bilo sanirati vir onesnaženja), Badaševico pa bi morali preusmeriti in očistiti. Ker zasuti odpadki onesnažujejo za točno vodo, jih je treba odstraniti (za zdaj v občini ni primerne lokacije). Poiskati bi morali primerno lokacijo tudi za odstranitev ali uničevanje organskih odpadkov Luke.

Na obravnavanem območju naj bi torej prilagodili urbanizacijo in število prebivalstva naravnim virom, saj bi bilo to koristno tako za prebivalstvo kot tudi z vidika naravovarstva in vodovarstva. Pretežno enostranski razvoj pokrajine je treba nadomestiti s premišljenim razvojem, ki bi upošteval tudi tradicionalne dejavnosti kot tudi naravovarstvene interese, ki so v bistvu oblikovani na podlagi primernosti življenjskih razmer za zdravje in počutje človeka. Uskladitev njegovih dejavnosti v naravnem okolju pa naj bi pripomoglo k preudarnemu izkoriščanju in ohranjanju naravnih dobrin.

## ABSTRACT

Due to its unique nature and the fact that it is the only brackish lagoon in our country, the Škocjan Inlet was granted, particularly on the initiative of ornithologists, the status of a temporary protected area by the Ministry of Environment and Land use Planning. Similar habitats were also protected, for Slovenia is one of the signatories of various international declarations (namely Ramsar 1971, Grado 1991, Rio 1992, Khios 1992). The endeavours to conserve nature have been more or less successful, since the conservationist measures prevented implementation of the development plans of the Koper council, even though these plans had been basically prepared already prior to the construction of the Port of Koper.

Apart from the two extreme possibilities, i.e. to fill up the Škocjan Inlet completely or to conserve or even expand it within the present framework, a third possibility sprang up, emphasizing a bifunctionality of the Škocjan Inlet, meaning that its separate parts are to assume various functions and that between them a certain part in the midst of otherwise lively and noisy neighbourhood is to be preserved as a reserve. Here it is not so important that the Škocjan Inlet is set up as a nature reserve or a park but that such regime is enforced which would enable survival of this habitat and at the same time survival of its animal and plant inhabitants.

In order to achieve this goal, the sources of pollution should be eliminated and suitable waste depositing and processing provided for, together with appropriate treatment of effluent discharges.

Urbanization in the dealt with area and the number of municipal inhabitants are thus to be adjusted to the natural sources, since this would be beneficial not only to the Koper inhabitants but also to nature and water conservation. The more or less one-sided development of the area should be substituted with a well planned and weighed development which would also allow for traditional activities as well as conservationist interests, which are in effect shaped on the basis of the living conditions suitable for the health of man. Adjustments of this activities in natural surrounding, on the other hand, should contribute towards a deliberate exploitation and preservation of natural goods, as well as towards survival of man as a species.

## LITERATURA

**BELTRAM, G. & L. LIPEJ, 1996.** Conservation and management of Slovenian coastal wetlands. *Journal of Coastal Conservation* 1. (submitted).

**DOPPS, 1994.** Idejni načrt ureditve naravnega rezervata Škocjanski zatok, Društvo za opazovanje in preučevanje ptic Slovenije, Ljubljana.

**JARNJAK, M. 1995.** Okoljevarstvena problematika Škocjanskega zatoka pri Kopru, Diplomaska naloga, OG, FF, Ljubljana.

**JURINČIČ, I. 1989.** Luka Koper, Diplomaska naloga, OG, FF, Ljubljana.

**KALIGARIČ, M. 1990.** Botanična podlaga za naravovarstveno vrednotenje slovenske Istre. *Varstvo narave* 16:17-44.

**KALIGARIČ, M., T. MAKOVEC & B. MOZETIČ.** Ohranitev in renaturacija Škocjanskega zatoka. Informativna zbiranka. DOPPS in Slovenski sklad za naravo. Projekt 1/93.

**MAKOVEC T., MOZETIČ B., KALIGARIČ M., 1993,** Oaza na pragu Kopra, Gea št. 8, Ljubljana.

**ŠKORNIK, I. 1987.** Prezimovanje črne liske *Fulica atra* v Škocjanskem zatoku v letih 1982-1986. *Acrocephalus* 8(3):31-36.

**VGI, 1993.** Vodnogospodarska in ekološka ocena sprejemljivosti posegov na slovenski obali z aplikacijo pri urejevanju Škocjanskega zaliva, Vodnogospodarski inštitut, 1993, Ljubljana.

**KONVENCIJE**  
**CONVENZIONI**  
**CONVENTIONS**

**DELO NAŠIH ZAVODOV IN DRUŠTEV**  
**ATTIVITÀ DEI NOSTRI ISTITUTI E DELLE NOSTRE SOCIETÀ**  
**ACTIVITIES BY OUR INSTITUTIONS AND ASSOCIATIONS**

**OCENE IN POROČILA**  
**RECENSIONI E RELAZIONI**  
**REVIEWS AND REPORTS**





## KONVENCIJE

## CONVENZIONI

## CONVENTIONS

Andrej Sovinc

## RAMSARSKA KONVENCIJA IN SLOVENIJA

Ramsarska konvencija je bila sprejeta februarja 1971 v iranskem mestu Ramsar. Uradno se imenuje Konvencija o močvirjih, ki so mednarodnega pomena, zlasti kot prebivališča močvirskih ptic. Gre za mednarodni dogovor o varstvu in razumni rabi mokrišč in je osnovni instrument za mednarodno sodelovanje na področju globalnega varstva mokrišč. Ustanovljena je bila z namenom, da se prepreči nadaljnje uničevanje mokrišč in zagotovi ustrezno varstvo ob razumni rabi. Podpisnicam omogoča dostop do informacij o varstvu mokrišč in usklajevanju planskih in razvojnih strategij, na načine, ki ohranjajo ekološki značaj mokrišč ob upoštevanju interesov lokalnega prebivalstva in varstva narave. Konvencija je nastala in deluje v okviru UNESCO.

Med mokrišča, ki jih varuje ramsarska konvencija, sodijo različni tipi biotopov, od morskih in obalnih do kopenskih, naravnega in umetnega nastanka. Med njimi so npr. morske plitvine, skalnate in peščene morske obale, izlivi rek, bibavični pasovi, slane, brakične ali sladkovodne lagune, soline, tekoče in stoječe sladke vode, šotišča, vlažni travniki, zalite gramoznice itd.

Pogoj za pristop h konvenciji je uvrstitev vsaj enega mokrišča v državi na seznam mednarodno pomembnih močvirij po posebnih kriterijih. Kriteriji za določitev t.i. ramsarske lokalitete temeljijo na velikem krajinskem pomenu, pestrosti flore in favne in velikem ornitološkem pomenu.

Mokrišče je mednarodno pomembno, če je posebej značilno območje naravnih predelov v biogeografski regiji, če ima pomembno vlogo v globalnem rečnem bazenu ali obalnem sistemu (še posebej, če leži na mejnem območju) ali če pomeni redki ali nenavaden tip mokrišča v določeni biogeografski regiji. Merila za mednarodni pomen mokrišč, ki temeljijo na rastlinah in živalih, vključujejo območja s pomembnimi združbami redkih, ranljivih ali ogroženih vrst, posebnem pomenu mokrišča za vzdrževanje genetske in ekološke pestrosti ali kot habitata za vrste v kritičnem obdobju njihovega biološkega kroga. Pomembno je tudi, da imajo poseben pomen za eno ali več endemičnih vrst ali združb. Najzahtevnejša merila, ki so tudi najbolj natančna, so za močvirske in vodne ptice. Mokrišče je mednarodno pomembno, če se tam redno zadržuje vsaj 20.000 osebkov vodnih in močvirskih ptic, občuten delež določenih (posebej redkih ali ogroženih) vodnih in močvirskih ptic ali 1% osebkov

populacije določene vrste v biogeografski regiji.

Izpolnjevanje meril, ki temeljijo na populacijah vodnih in močvirskih ptic, je za majhne države, kakršna je Slovenija, posebej težavno. V Sloveniji se tem numeričnim merilom zlahka približa edino reka Drava z akumulacijami, ki v zimskem času gostijo tudi prek 20.000 rac oziroma pri nekaterih vrstah (npr. zvonec *Bucephala clangula*, nekoliko manj pa še njivska gos *Anser fabalis*, beločela gos *Anser albifrons*, mlakarica *Anas platyrhynchos*, čopasta črnica *Aythya fuligula* in veliki žagar *Mergus merganser*) dosegajo ali presegajo kriterij 1% populacije v biogeografski regiji. K sreči za razglasitev ramsarske lokalitete zadostuje izpolnjevanje le enega izmed naštetih meril, čeprav je zaznati prizadevanja po zaostitvi meril. Za Slovenijo in druge majhne države pa je pomembno tudi dejstvo, da ramsarska konvencija že vrsto let ni le konvencija za varstvo močvirski ptic, temveč se vse bolj poudarja tudi biotopski pomen in biotska pestrost mokrišč.

Slovenija je postala polnopravna članica ramsarske konvencije že junija 1991 in se s tem pridružila veliki večini evropskih držav, ki so se obvezale, da bodo spoštovale in uresničevale določila konvencije ter resolucije in priporočila, ki se sprejemajo na triletnih srečanjih držav pogodbenic. Ena temeljnih obveznosti podpisnic konvencije je tudi aktivno sodelovanje na teh konferencah in priprava letnih poročil o stanju mokrišč. V Sloveniji je bil že pred leti ustanovljen neformalni odbor za ramsarsko konvencijo, ki pa je bil na podlagi sklepa Ministrstva za okolje in prostor uradno potrjen šele v letošnjem letu.

Program dela odbora obsega pripravo predlogov za nove ramsarske lokalitete, izdelavo nacionalne strategije varstva mokrišč, spremljanje stanja mokrišč in priprava letnih poročil, informiranje javnosti ter sodelovanje z organizacijami, ki so aktivna na področju varstva mokrišč.

Na letošnji konferenci držav podpisnic ramsarske konvencije v Brisbanu v Avstraliji predstavnikov Slovenije žal ni bilo. Med glavnimi sklepi srečanja sta predvsem poudarek na učinkovitejšem spremljanju sprememb ekološkega značaja mokrišč in prizadevanja za revitalizacijo degradiranih mokrišč.

Kot doslej edino mokrišče v Sloveniji so bile leta 1992 na seznam ramsarskih lokalitet uvrščene Sečoveljske soline. Že dalj časa so pripravljene strokovne podlage za naslednji dve potencialni ramsarski mokrišči, Ljubljansko barje in Cerkniško jezero. Glede na veliko pozornost, ki jo ramsarska konvencija namenja pomembnim rečnim odsekom, bi morali ramsarskemu odboru v potrditev predlagati tudi reko Dravo. Kljub temu da je današnji pomen Drave, preoblikovane s številnimi človekovimi posegi, od regulacij do zajezitvenih akumulacij in hidroelektrarn, bistveno drugačen kot nekoč, ko so se tu razprostirale loke in prodišča, sta številčnost in pestrost vodnih ptic na Dravi močan



**Sečoveljske soline so doslej edino slovensko mokrišče, ki so uvrščene na seznam ramsarskih lokalitet (Foto: L. Lipej).**

**Sečovlje salina is the only Slovene wetland so far listed in the Ramsar list (Photo: L. Lipej).**

argument za uvrstitev na ramsarski seznam. Pri tem nas ne bi smelo ustaviti dejstvo, da bo - zaradi izkoriščevalskih interesov gospodarstva in urbanizacije - predlog uvrstitve Drave med ramsarska mokrišča le s težavo prodril skozi politična sita.

Podobno pa je tudi s Škocjanskim zatokom, ki bi v trenutnem stanju le težka izpolnil merila za uvrstitev na ramsarski seznam. Jasno je, da je pred desetletji to območje imelo mednarodni pomen kot prebivališče redkih vrst ptic in edinstveni biotop. Prepričan pa sem, da je možno del tega bogastva vrniti z zavarovanjem in renaturacijo, za katero se že pripravljajo načrti. Podpora javnosti in dela politike bo pri tem procesu imela ključno vlogo. Pomembno je tudi, da večkrat uporabljeni argument nasprotnikov zavarovanja in renaturacije Škocjanskega zatoka, namreč, da gre za območje umetnega nastanka, v primeru razglasitve ramsarske lokalitete nima nobene teže. Kot sem že omenil, pri tej konvenciji ni pomembno, kakšnega nastanka je predlagano mokrišče.

**Pere Tomàs Vives\***

#### THE MEDITERRANEAN WETLANDS CONFERENCE

Last June the city of Venice, Italy, held the Mediterranean Wetland Conference with the participation of

\* Coordinator between 1993 and 1996 of the MedWet sub-project on Inventory and Monitoring at Wetlands International. Address: Avda. del Cid, 76-2. E-07198 Son Ferriol, Palma de Mallorca, Spain.

more than 250 wetland conservationists and scientists of NGOs, research centres and government agencies from 21 states, as well as international and inter-governmental organisations. During four days the participants discussed important problems and aspects affecting Mediterranean wetlands and reviewed the achievements of the first phase of the *MedWet* initiative. Finally they approved and adopted a Declaration and an integrated Strategy for the conservation of Mediterranean Wetlands.

#### The MedWet Initiative

Following the spirit of the International Wetlands Symposium held in Grado, Italy, in February 1991, a pan-Mediterranean initiative, known as *MedWet*, was launched in 1992 with the following main goal: **to stop and reverse the loss and degradation of Mediterranean Wetlands.**

The *MedWet* initiative has completed the first phase (1992-1996) involving the cooperation of the European Commission, the Ramsar Convention Bureau, governmental and non-governmental organisations. This phase has consisted of the development and field testing of methodological tools for the conservation of Mediterranean wetlands applicable throughout the region.

The project was structured in five technical areas, each under the responsibility of a national or international organisation, and coordinated by the Secretariat jointly formed by the Italian Ministry of Environment and the WWF. The sub-actions and the responsible organisations were:

- *Inventory and Monitoring*, Wetlands International and ICN (Portugal).
- *Management*, Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (Spain).
- *Training*, Tour du Valat and Ministry of Environment (France).
- *Information and public awareness*, WWF-Italy, Greek Ministry of Environment and Greek Biotope/Wetland Centre.
- *Application of research results*, Tour du Valat and Ministry of Environment (France).

#### The Mediterranean Wetlands Conference

The conference, which was opened by Italian and the European Union authorities, consisted of a plenary session plus two independent workshops. The plenary session focused on specific aspects of wetlands, namely their functions and values, the achievements of international conventions and European directives, the work of several international agencies and programmes (European Commission, UNEP, GEF, METAP) and the conservation of the important wetlands in the Regione Veneto.

The outputs and products of each sub-action of the

*MedWet* project were presented during a workshop on "Wetland management", as well as the results of the pilot studies carried out at many test sites in different countries. These pilot studies involved preliminary wetland inventories in Portugal and Morocco; wetland mapping in Greece; monitoring programmes at some important wetlands in Portugal, Spain, France and Greece; training programmes in France, Greece and Catalonia; public awareness actions in Italy, Greece and Tunisia; and support to the management of several sites in France.

A second workshop on "Action at international and national level" dealt with the contribution of international legal frameworks and conventions to wetland conservation in the region, the National Policies on wetlands and on water resources in several Mediterranean countries, the legal aspects concerning wetlands, integrated catchment management, and capacity building through training. Many case studies were presented on each of these topics from different countries, such as Italy, Croatia, Morocco, Spain, France, Albania, Greece.

### **The Mediterranean Wetlands Declaration and Strategy**

The participants in the Conference approved a Mediterranean Wetlands Declaration (see text) and endorsed a Strategy "in the conviction of the need to integrate the conservation of wetland biodiversity with sustainable development". Factors that determine the future of wetlands are considered in the Strategy (such as poverty and economic inequality, pressure from population growth, immigration and mass tourism, and social and cultural conflicts). The document aims to contribute to the resolution of these problems, notably through integration of conservation and wise use of wetlands into land-use planning, and wise use of scarce water resources. The general objectives of the Mediterranean Wetland Strategy are:

1. To endeavour to obtain the widest possible acceptance and commitment to the implementation of the Mediterranean Wetland Strategy.
2. To achieve wise use of Mediterranean wetlands, including restoration or rehabilitation of lost and degraded wetlands.
3. To increase knowledge and raise awareness of wetland values and functions throughout the Mediterranean.
4. To reinforce the capacity of institutions and organizations in the Mediterranean to achieve conservation and wise use of wetlands.
5. To ensure that all wetlands in the Mediterranean are effectively managed, particularly those under legal protection.
6. To confer legal protection on the major Mediterranean wetlands and strengthen relevant legal frameworks.
7. To strengthen international cooperation and mobi-

lize international technical and financial assistance for wetlands in the Mediterranean.

8. To strengthen collaboration among governmental and non-governmental organizations at all levels, as well as the private sector, for wetland conservation and wise use in the Mediterranean.

These general objectives are developed in more detailed operational objectives, which are to be achieved through specific actions at international, national, regional and local levels. Copies of the full text of the Strategy are available from the Ramsar Convention Bureau (28 Rue de Mauverney, CH-1196 Gland, Switzerland).

### **The implementation of the MedWet Strategy**

In 1996, two new international initiatives to contribute to the implementation of the Mediterranean Wetlands Strategy are under way. The first is an extension of *MedWet* to five non-EU countries (Albania, Algeria, Croatia, Morocco and Tunisia), funded by the European Commission under LIFE. The second is a project proposal for the wetlands and coastal zones of the Mediterranean; the proposal is currently being developed jointly with the French Conservatoire du Littoral and should be submitted for funding under the Global Environment Facility (GEF).

Together with these initiatives, actions at national and local levels involving governments and non-governmental organisations, individuals (from scientists and managers to administrators and decision-makers) and the local people will certainly be the key for the implementation of the Strategy.

### **Main products of the first phase of MedWet**

#### *Coordination (1)*

- Guidelines for national wetlands plan
- Six Newsletters in different languages
- Brochures, posters
- Glossary of Mediterranean Wetlands

#### *Inventory and Monitoring (2)*

- The Status of Wetland Inventory in the Mediterranean Region
- Manual for Mediterranean Wetland Inventory (5 volumes)
  - A Reference Manual
  - Data Recording- Habitat Description System
  - Photointerpretation and Cartographic Conventions
  - Database Manual
- Monitoring Mediterranean Wetlands, A Methodological Guide

#### *Management (3)*

- Management of Mediterranean Wetlands (4 volumes)

- Legal and Administrative Framework for Mediterranean Wetlands
- Definition and Characterization of the Geography of Mediterranean Wetlands
- Comparative Analysis of Mediterranean Wetlands Problems and Management
- Databases of Mediterranean Wetland Managers and Sites
- Case Studies (inland, coastal and artificial wetlands)

#### Training (4)

- Catalogues of training institutions related to wetlands in 4 countries
- Manuals for trainers on (3 volumes):
  - Wetland values and functions
  - Management planning
  - Managing vegetation of Mediterranean wetlands
- Guidebooks for planning training programmes (3 volumes):
  - Defining a training strategy: methods and tools
  - Site-based assessment of training issues: a methodological guide
  - Holding a training course, a practical guide

#### Information and Public Awareness (5)

- Methodological Guide for Public Awareness Campaigns
- Document on Public Awareness Campaigns carried out in Greece, Italy and Tunisia

#### Application of Research Results (2) Series of booklets on:

- Characteristics of Mediterranean wetlands
- Functions and values of Mediterranean Wetlands



**Camargue (Francija) je eno izmed najpomembnejših evropskih mokrišč (Foto: I. Škornik).**

**Camargue (France) is one of the most important European Wetlands (Photo: I. Škornik).**

- Aquaculture in lagoons and marine environments
- Management of nest sites for colonial waterbirds
- Wetlands and water resources
- Conservation of freshwater fish in the Mediterranean
- The ecology and management of emergent aquatic plants
- The ecology and management of submerged aquatic plants

#### Documents available from:

- (1) MedWet Secretariat, c/o Ministerio dell'Ambiente, Via Volturmo 58, 00185 Roma. ITALY
- (2) NHBS 2-3 Wills Road, Totnes, Devon, TQ9 5XN, UK
- (3) Dirección General de Conservación de la Naturaleza; Gran Vía de San Francisco 4, E-28005 Madrid. SPAIN
- (4) Station Biologique de la Tour du Valat, Le Sambuc 13200, Arles, FRANCE
- (5) WWF-Italia, Via Salaria, 221, 00199 Roma, ITALY

### The Venice Declaration on Mediterranean Wetlands

#### 1. RECOGNIZING

(i) that the wetlands of the Mediterranean are an essential component of the region's natural systems, and that their hydrological and ecological functions - including flood storage, aquifer recharge, water supply and alleviation of pollution - contribute greatly to the maintenance of biotic diversity, provide significant benefits to human populations and can constitute the basis for long-term sustainable development;

(ii) that there has been significant loss and degradation of natural Mediterranean wetlands in the 20th century - with more than 50% of wetland area destroyed by human intervention in many countries of the region - and that degradation continues, with consequent loss of functions, biodiversity and potential for sustainable development;

(iii) that wetlands have a critical importance for the Mediterranean cultural and natural heritage, and that local communities therefore have a key role to play in their wise use and conservation;

#### 2. RECALLING

(i) that the 1991 Grado Conference on Managing Mediterranean Wetlands adopted a Declaration urgently recommending all Mediterranean States, concerned organizations and individuals to adopt the following goal:

TO STOP AND REVERSE THE LOSS AND DEGRADATION OF MEDITERRANEAN WETLANDS

(ii) that the MedWet initiative was launched to achieve this goal;

(iii) that the MedWet initiative has been implemented

since 1993, with significant funding from the European Commission, to develop methodologies and to draft a strategy for the conservation and wise use of Mediterranean wetlands;

3. FURTHER RECALLING that most Mediterranean states are Contracting Parties to the Convention for the Protection of the Mediterranean Sea against Pollution (Barcelona 1975) and its Protocols, and to the Convention on Wetlands (Ramsar, Iran, 1971);

4. NOTING that "Priority fields of activities for the environment and development in the Mediterranean Basin, 1996-2005" of the Mediterranean Action Plan, agreed in Barcelona in June 1995, included enhancing of conservation and rational management of Mediterranean wetlands;

5. FURTHER NOTING

(i) that the Contracting Parties to the Ramsar Convention on Wetlands adopted a Strategic Plan at their Conference in Brisbane, Australia, in March 1996 to guide implementation of the Convention for the period 1997-2002;

(ii) that the Conference of the Contracting Parties to the Ramsar Convention on Wetlands, at its meetings in Kushiro, Japan, in 1993 and Brisbane, Australia, in 1996 adopted recommendations welcoming *MedWet* as a regional wetland initiative and calling for it to be extended to all countries of the Mediterranean region;

(iii) that the Mediterranean Wetland Strategy, annexed to this Declaration, closely follows the goals, objectives and actions of the Ramsar Strategic Plan and adapts them to the needs of the Mediterranean region;

THE PARTICIPANTS IN THE MEDITERRANEAN WETLANDS CONFERENCE CONVENED IN VENICE FROM 5-9 JUNE 1996 BY THE ITALIAN MINISTER OF THE ENVIRONMENT DURING THE ITALIAN PRESIDENCY OF THE EUROPEAN UNION, WITH 250 PARTICIPANTS FROM 21 MEDITERRANEAN STATES AND THE PALESTINIAN AUTHORITY, THE EUROPEAN COMMISSION, INTERGOVERNMENTAL ORGANIZATIONS, INTERNATIONAL AND NATIONAL NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATIONS, AND INDIVIDUAL WETLAND EXPERTS;

6. RECOMMEND that the Mediterranean Wetland Strategy, which has been endorsed during the Venice Conference, be implemented by all Mediterranean States, and by international and national, governmental and non-governmental organizations active in the Mediterranean region, using appropriate existing instruments and mechanisms;

7. REQUEST funding agencies - whether multilateral, bilateral, national, regional or local - to provide financial resources for the implementation of the Mediterranean Wetland Strategy;

8. FURTHER REQUEST that the Mediterranean States

and non-governmental organizations concerned with Mediterranean wetlands consider formal adoption of this Strategy;

9. PROPOSE that the implementation of the Mediterranean Wetland Strategy should build on the experience of MedWet and continue to undertake actions in the priority fields of training to meet national needs, public awareness, inventory and monitoring, applied research, economic evaluation of wetland benefits and functions, and promote wise use of wetland resources;

10. COMMEND to Mediterranean States, and to governmental and non-governmental organizations concerned with Mediterranean wetlands, the *MedWet* tools and methodologies, and call for their further development in the Mediterranean region;

11. CALL ON Mediterranean States to prepare and adopt National Wetland Plans within the next two years, drawing on the Mediterranean Wetland Strategy;

12. THANK the MedWet Steering Committee, successively chaired by the European Commission and the Ramsar Bureau, for coordinating the MedWet initiative and emphasize the need for regular international conferences in the region to review progress in implementing the Strategy.

### Iztok Škornik

NOVA PUBLIKACIJA ORGANIZACIJE MEDMARAVIS  
Convenzione di Alghero 1995

Sulla biodiversità costiera e marina del Mediterraneo  
(Algherska konvencija o obalni in morski biodiverziteti v Sredozemlju)

Zbrala in uredila: Xaver Monbailliu in Antonella Deriu, marec 1996, Založba: Edizioni del Sole.

Tekst in prevodi: Susanna Caruso, Naima Belkacem, Juan Mayol, Xaver Monbailliu, Pepa Molina, Pavel Simeonov, Iztok Škornik.

Zbirka: Colana Mediterranea, vol. 4, 208 strani na reciklažnem papirju.

Ko smo v sedmi številki Annalesa poročali o vsebini Algherske konvencije, seveda nismo pričakovali, da bosta nam že znani založnik s Sardinije in organizacija MEDMARAVIS še v začetku leta 1996 izdala večjezično knjigo o tej konvenciji. Knjiga je nastala v zbirki Colana Mediterranea, kot četrti izdelek te založbe, in nosi naslov Algherska konvencija o obalni in morski biodiverziteti v Sredozemlju. Prav ste razumeli, poleg večjega italijanskega naslova je le-ta v osmih prevodih napisan tudi na ovitku te knjige. In med njimi je tudi slovenski prevod, ki ga je pripravil slovenski udeleženec omenjene konference Iztok Škornik, sicer stalni član sveta Medmaravis.



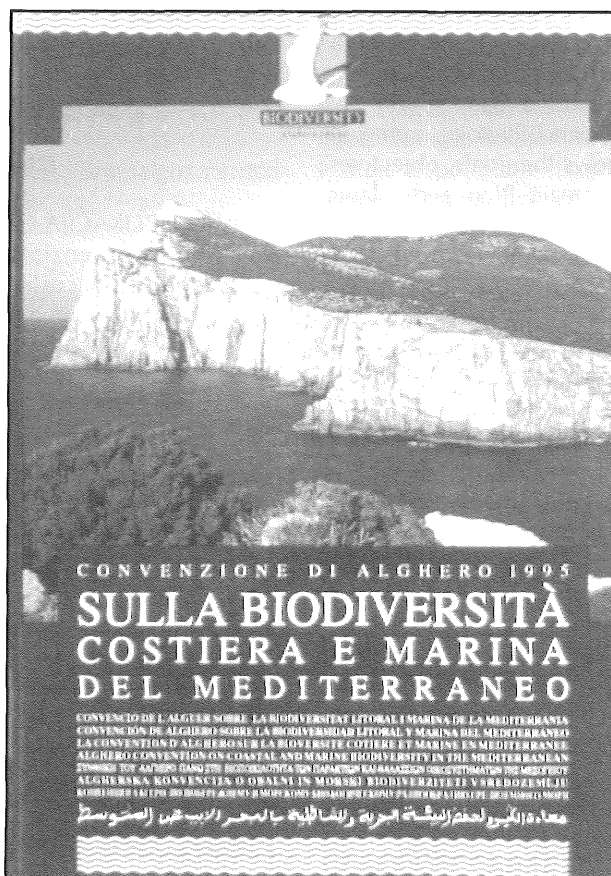
Knjiga je srednjega formata (24 x 17 cm) s trdimi platnicami. Listi v njej so iz reciklažnega papirja. V knjigi je 30 barvnih fotografij, ki ponazarjajo biotsko raznovrstnost Sredozemlja. Nekatere med njimi so bile že objavljene v prejšnjih edicijah Medmaravisa. Poleg običajnega kolofona pa so v knjigi napisani tudi sponzorji in donatorji konference z istim imenom, ki je bila na Sardiniji leta 1995 in o kateri smo v Annalesu tudi poročali. Povsem neobičajen za publikacije te vrste pa je seznam podpornikov konference iz vse Evrope (večinoma so to nevladne organizacije), med katerimi zasledimo tudi Ornitološko društvo Ixobrychus iz Kopra.

Po predgovoru si lahko v uvodu generalnega sekretarja X. Monbaillua in predsednika Medmaravisa A. Torrea preberemo o smotrih Algherske konvencije, ki je zaradi vsesredozemske udeležbe in interdisciplinarnega

poteka v celoti dosegla zastavljene cilje, ter najavo drugega takega foruma, ki bo v istem mestu (Alghero, Sardinija) med 27. in 30. marcem 1997. Rezultati tega zasedanja pa naj bi privedli do aplikativnega pristopa k uresničevanju vseh aktivnosti, ki bodo zagotovile dolgoročno ohranjanje morske in obalne biotske raznovrstnosti.

Algherska konvencija je bila v celoti prevedena v italijanščino, katalonščino, kastiljanščino, francoščino, angleščino, brez aneksov pa še v grščino, slovenščino in bolgarščino.

Knjigo je možno kupiti v italijanskih knjigarnah ali naročiti na obeh sedežih organizacije MEDMARAVIS (96, via Satta 07041 Alghero - Sardegna-Italia ali BP 2-83470 Saint Maximin, France).



**DELO NAŠIH ZAVODOV IN DRUŠTEV**  
**ATTIVITÀ DEI NOSTRI ISTITUTI E DELLE**  
**NOSTRE SOCIETÀ**  
**ACTIVITIES BY OUR INSTITUTIONS**  
**AND ASSOCIATIONS**

**Roger P. Harris & Alenka Malej**

**MARINE ENVIRONMENTAL RESEARCH LINKS**  
**THE UNITED KINGDOM AND SLOVENIA**

The Republic of Slovenia has a short coastline, whereas the United Kingdom is surrounded by the sea. However, it is a common interest in marine research which forms the basis for an ALIS (Academic Links Interchange Scheme; 1994-1996) link between the Marine Biology Station in Piran, a component of the National Institute of Biology in Slovenia, and the Plymouth Marine Laboratory (PLM), a laboratory of the UK Natural Environment Research Council.

Dr. Roger Harris is the partner in Plymouth, and the leader of one of the PML strategic research projects on "Productivity and pelagic structure in pelagic ecosystems", a research group of 35 scientists. Dr. Alenka Malej is the leader of the Slovene research group of the Marine Biology Station, which has a staff of 22.

The British Council link, which has been very effective, has centred on research on the role of microscopic planktonic animals (*zooplankton*) as possible controllers of harmful blooms of algae. The Northern Adriatic has experienced problems with the uncontrolled growth of these single-celled planktonic plant cells (*phytoplankton*), both through production of gelatinous "mucus" which affects bathing beaches and tourism, and through the toxic effects of "red tides" of phytoplankton on fish and shellfish and the resultant potential human health hazards. The Plymouth group have considerable experience of culturing both zooplankton and phytoplankton in the laboratory. This then has been the basis of the link; environmental information from Slovenia combined with laboratory work in Plymouth.

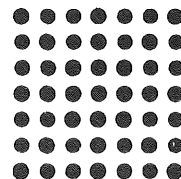
Visits under the link have centred on a number of topics of mutual interest. Results of joint work on the relation between zooplankton feeding and the formation of mucus aggregates have been published in the international scientific literature. Techniques for the analysis of phytoplankton pigments have been evaluated. The role of freshwater run-off from land and its effects on the ecology of the Northern Adriatic has been researched. Both Dr. Malej and a PhD student from Piran attended a major international symposium, organised by Dr. Harris, which was held in Plymouth in 1994 under the auspices of the International Council for the Exploration of the Sea (ICES). During the symposium over 200 scientists

from 30 countries presented research results on the role of zooplankton in marine food chains. Dr. Malej and colleagues from Piran presented a poster (*The annual cycle of Penilia avirostris: an assessment of the trophic role in the Gulf of Trieste (Adriatic)*), to this wide international forum, on their work in the Gulf of Trieste.

One of the strong features of the Plymouth link for the Slovene partners has been the excellent library facilities at PML. The Plymouth Laboratory was formed from elements of Marine Biological Association of the United Kingdom, an academic and research organisation with over one hundred years of history. Hence the library is comprehensive, and contains an internationally regarded collection of marine biological literature, including many valuable historical works. The opportunity to use this resource in writing up research results has been of particular value.

So this ALIS link, which grew out of a personal contact between Drs. Malej and Harris, has developed and prospered with the support of the British Council. It has proved extremely productive for the two partner laboratories, and has enriched both Slovene and UK marine science. Discussions on plans for developing further links, building on ALIS, are well advanced.

## The British Council



**Nadja Zupan Hajna**

### SODELOVANJE INŠTITUTA ZA RAZISKOVANJE KRASA S KITAJSKIMI INŠTITUTI

Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU sodeluje s Kitajsko, prek Ministrstva za znanost in tehnologijo, pri dveh projektih, in to z Inštitutom za geologijo Kitajske akademije znanosti iz Pekinga in z Yunnanskim inštitutom za geografijo iz Kunminga.

Projekta sta bila sprejeta v sporazumu o znanstvenem in tehnološkem sodelovanju med vlado Republike Slovenije in vlado Republike Kitajske februarja 1995 v Pekingju.

Z Inštitutom za geologijo Kitajske akademije znanosti iz Pekinga sodelujemo pri projektu 01 - 3 - 03, SLO - 3 z naslovom "Karst Environment Protection and Exploitation of Cave Resources". Glavni temi projekta sta: a. raziskovanje in razvoj velikih jamskih sistemov in zaščita jamskega okolja, ter b. zaščita in obnova "opustošenih" kraških območij.

Z Yunnanskim inštitutom za geografijo iz Kunminga sodelujemo pri projektu 01 - 3 - 05, SLO - 5 z naslovom "A Cooperative Research on Karst Phenomena's Preservation, Protection and Large Cave System's Exploration in Yunnan Province". Temi projekta sta: a. zaščita kraških pojavov v povezavi z razvojem kraškega turizma, in b. raziskovanje (izkoriščanje) velikih jamskih sistemov.

Sodelovanje se je pričelo v letu 1995 z obiskom kitajskih raziskovalcev v Sloveniji konec septembra in v začetku oktobra ter našim obiskom na Kitajskem novembra 1995.

### V Sloveniji

V okviru projekta Karst Environment Protection and Exploitation of Cave Resources, projekt 01 - 3 - 03, SLO 3, so na izmenjavo na naš inštitut prišli 3 raziskovalci z Inštituta za geologijo Kitajske akademije znanosti. V Postojni so bili od 22.9.1995 do 5.10.1995. Člani delegacije so bili prof. ZHANG Shouyue, geolog, JIN Yuzhang, kemik in SHI Mengxiong, hidrogeolog. Med obiskom so jih zanimale predvsem zadnje novosti na področju krasoslovja in speleogeneze v Sloveniji, zaščita pred erozijo tal in pogozdovanje krasa. Poleg tega so se zanimali tudi za raziskovanje in izkoriščanje velikih jamskih sistemov in zaščito jamskega okolja.

Obiskali so Klasični kras, to je kras okrog Divače in Sežane, se spoznali z geologijo tega območja, geomorfološki značilnostmi in jamo Vilenico pri Lipici. Seznanili so se tudi s problemi graditve avtocest na krasu, Divača - Sežana - Fernetiči in z vsebino ter obliko zasutih jam, ki so jih odkopali pri graditvi avtoceste. Klasični kras, ki je bil pred okrog 100 leti še gol, je sedaj porasel z gozdom, pri tem so dobili predstavo, kaj lahko človek naredi s pogozdovanjem. V Matarskem podolju so si ogledali slepe doline, njihovo morfologijo in geološke razmere in razpravljali o njihovi genezi.

Kraška polja, njihove geološke razmere, morfologijo, hidrologijo, podzemne vodne povezave ter izvire in ponore na njih so si ogledali na primeru podzemeljske Ljubljani, od Loškega polja, Cerknškega polja, Rakovega Škocjana, Planinskega in Logaškega polja do izvirov Ljubljani na Vrhnikih.

Na ekskurziji po Alpskem krasu, po dolini Vrat, Vršiču, Trenti, so spoznali osnovne geološke podatke o terenu, vpliv poledenitve in njene ostanke, kraške izvire Soče in Boke ter nekaj podatkov o naših najglobljih jamah.

Visokogorski kras, njegove morfološke in geološke značilnosti, so si ogledali v Trnovskem gozdu. Obiskali so nekaj vhodnih delov ledenih jam, Velike ledenice v Paradani in Belega brezna, ter lokacije mest, kjer so bila v preteklem obdobju izvedena iniciranja sledil pri sledenju podzemnih vodnih tokov. V zvezi s sledenjem so obiskali tudi kraške izvire ob vznožju Trnovskega gozda in Banjske planote.

Zanimalo jih je tudi vse v povezavi z izkoriščanjem velikih jamskih sistemov, zato so obiskali še Postojnsko jamo, Pivko jamo in Črno jamo ter Škocjanske jame z okolico. Med obiskom so se srečali tudi z dr. P. Nancsikom iz Sežanske bolnišnice, kjer so se spoznali z speleoterapijo in zdravljenjem pljučnih bolezni v jamskih prostorih. Med obiskom v Ljubljani so jih sprejeli na kratek razgovor na Ministrstvu za znanost in tehnologijo, v upravi Znanstveno raziskovalnega centra SAZU in v Ekonomskem ter komercialnem uradu Ljudske Republike Kitajske v Ljubljani.

V okviru projekta "A Cooperative Research on Karst Phenomena's Preservation, Protection and Large Cave System's Exploration in Yunnan Province", projekt 01 - 3 - 05, SLO 5, je na izmenjavo na naš inštitut prišlo 5 raziskovalcev z Yunnanskega inštituta za geografijo iz Kunminga. V Postojni so bili od 4.10.1995 do 19.10.1995. Člani delegacije so bili dr. GUO Laixi, direktor inštituta, turistična geografija; dr. ZHANG Fan, biolog, asist. prof. speleologije; dr. LIU Hong, hidrogeolog, asist. prof. speleologije in geomorfologije; dr. CHEN Xiaoping, geograf, asist. prof. speleologije in ing. HUANG Wenkun, predstavnik znanstvene fundacije province Yunnan. Med obiskom jih je zanimala zaščita kraških pojavov v povezavi z razvojem kraškega turizma in izkoriščanje velikih jamskih sistemov ter nove raziskovalne metode na področju kraške hidrologije in speleogeneze.

Obiskali so Klasični kras, to je kras okrog Divače in Sežane, spoznali geologijo tega območja, geomorfološke značilnosti ter jamo Vilenico pri Lipici. Seznanili so se tudi s problemi graditve avtocest na krasu, na relaciji Divača - Sežana - Fernetiči, ter z vsebino in obliko zasutih jam. Značilnosti kraškega krasa so si ogledali med Črnim kalom, Ospom, Socerbom in Črnotiški kamnolom. V Matarskem podolju so si ogledali slepe doline ter se seznanili z njihovo morfologijo, geološkimi razmerami in genezo.

Kraška polja, geologijo, morfologijo, hidrologijo, podzemne vodne povezave, izvire in ponore na njih so si ogledali na primeru podzemeljske Ljubljani; od Loškega polja, Cerknškega polja, Rakovega Škocjana, Planinskega in Logaškega polja do izvirov Ljubljani na Vrhnikih.

Na ekskurziji po Alpskem krasu, ko so si ogledali Vršič, Trento, Mangartsko sedlo in korita Koritnice, so spoznali osnovne geološke podatke o terenu.

Visokogorski kras, njegove morfološke in geološke značilnosti so si ogledali v Trnovskem gozdu. V zvezi s sledenjem podzemnih vod so obiskali inicirna mesta sledil ter kraške izvire ob vznožju Trnovskega gozda in Banjske planote, obenem so se seznanili s hidrogeološkimi razmerami na njih in mogočimi podzemnimi povezavami.

Obiskali so tudi Postojnsko jamo, Pivko jamo in Črno jamo, ter Škocjanske jame z okolico in Snežno jamo na Raduhi. Seznanili so se z geologijo in spe-

leogenezo jame ter vplivom turističnega obiska na jamsko okolje.

Med obiskom v Ljubljani so jih sprejeli na Ministrstvu za znanost in tehnologijo, v upravi Znanstveno raziskovalnega centra SAZU, v Ekonomskem ter komercialnem uradu Ljudske Republike Kitajske in v Biološkem središču na Biotehnični fakulteti, oddelku za biologijo.

### Na Kitajskem

V okviru programov z obema inštitutoma sva obiskala kitajski kras, v času od 2.11. do 5.12.1995, mag. Andrej Mihevc in mag. Nadja Zupan Hajna. Namen obiska je bil izbrati primerne lokacije za nadaljnje skupne raziskave.

Z Yunnanskim inštitutom za geografijo v Kunmingu smo si ogledali tri kraška območja, ki bi bila najbolj zanimiva za skupno obdelavo. Yunnan je provinca na jugozahodu Kitajske, ki meri 390.000 km<sup>2</sup>. Meji na Vietnam, Laos, Burmo in kitajske province Tibet, Sichuan, Guizhou in Guangxi. Nadmorske višine se gibljejo od 100 m do 5000 m. Hidrogeološki sistem pripada drenažnim sistemom Yangtze, Biserne in Rdeče reke. Ena tretjina površine pripada karbonatnim kamninam. Po starosti so večinoma iz zgornjega paleozoika in triasa. V zahodnem delu province so karbonatne kamnine na površini, največ jih je na površju na meji s provinco Guizhou. V Yunnanu ločijo naslednje tipe krasa: kras tropskega deževnega gozda na jugu, na meji z Burmo; kras tektonskih bazenov, bazen okrog Kunminga, bazen Mengzi; kamniti gozdovi na platoju v Lunnanu; in kopasti kras na jugovzhodu, Xichou. Med obiskom Yunnanskega inštituta za geografijo v Kunmingu smo si skupaj z njimi ogledali kraško površje na Western Hillu, zahodno od Kunminga, turistično jamo Jiu Xiang, Stone Forest, Nai Gu Stone Forest ter območje, kjer bodo gradili podzemeljski vodni rezervar. Shilin Stone Forest ali Kamniti gozd je eno najbolj znanih kraških območij na svetu. Nadmorska višina Shilina - Kamnitega gozda se giblje med 1750 do 1950 m. Razdeljeno je v sedem turističnih predelov s kamnitimi gozdovi, jamami, jezeri in slapovi. Slikovit je lehnjakov slap Da Die Shui, visok 90 m, na nadmorski višini 1540 m v dolini, ki ima smer vzhod-zahod. Območje parka Veliki in Mali kamniti gozd je pokrito z debelo rdečo prstjo. Tam, kjer prsti ni, gledajo ven različno visoke škraplje, največje med njimi 20 do 30 m. Nižje imenujejo kamniti zobje, višje pa kamniti gozdovi. Nastale in oblikovale so se pod prstjo. Kamniti gozdovi so na tem območju razviti v spodnje permijjskih apnencih in dolomitih. Med litološko sestavo, strukturo kamnine in razvojem velikih škrapelj ni nobene povezave. Oblikovale so se tako v apnencih kot dolomitih, z roženci ali brez ali z vložki dolomita. Lahko so razvite tudi v karbonatnih kamninah s sekvencami mnogih različnih genetskih tipov. Za njihovo

stabilnost pa je pomemben majhen nagib plasti, ki znaša 5° in manj. Zato so škraplje stabilne proti večjim podiranjem in dosegajo višine 30 m. To območje se poteguje za vstop na listo Naravne in kulturne dediščine pri UNESCO. V okolici mesta Mengzi smo si ogledali slepo dolino Wulichong, kjer gradijo vodni rezervar na kraškem terenu. Na meji med Vietnamom in Yunnanom, v okolici mesta Xichou, smo obiskali območje kopastega krasa. Med 200 m visokimi kopami leže različno velike kraške depresije, cockpiti in kraška polja, prst je ohranjena le v dnu depresij.

Drugi del obiska Kitajske, organizirali so ga na Inštitutu za geologijo Kitajske akademije znanosti iz Pekinga, je potekal v provinci Guizhou. Guizhou je 170.000 km<sup>2</sup> velika provinca na jugu Kitajske. Nadmorske višine se gibljejo od 1000 m do 3000 m. Hidrogeološki sistem pripada drenažnim sistemoma Biserne in Yangtze reke. Glavna razlika med geologijo Guizhouja in Yunnana je, da so bile v permiju odložene pomembne količine premoga. Glavne premogove plasti so v spodnjem in zgornjem permiju, na severu Kitajske pa so glavne premogove plasti v zgornjem karbonu. Petinsedemdeset odstotkov površine pripada karbonatnim kamninam. Najpomembnejši za razvoj krasa so permijjski apnenci, debeline 400 do 1000 m, lokalno pretrgani z dajki diabaza. Drugi najbolj pogosti apnenci, v katerih je razvit kras, so srednje triasni. Apnenci so masivni in debeli prek 300 m. Prevladujoča oblika površja je kopasti kras, posamezne kope ali humi so različnih oblik. Najbolj impresivna je njihova razprostranjenost. Med njimi ležijo cockpiti, uvale in kraška polja različnih dimenzij. Lokalne reliefne razlike so manjše od 400 m, v nekaterih soteskah pa presegajo 1000 m. V Guizhouju ločijo več tipov krasa glede na različno topografijo, litologijo in tektoniko: kras zahodnega Guizhouja, kras severnega Guizhouja, kras centralnega Guizhouja, kras južnega Guizhouja, kras jugozahodnega Guizhouja in kras vzhodnega Guizhouja. V okolici mesta Pang Xian smo si ogledali več manjših kraških polj, ponikalnic in jam, okrog mesta Liu Pan Shui pa v visoko kraško planoto vrezano sotesko reke Bai Pan Jiang in naravni most Tian Sheng Qiao. Na poti nazaj smo se ustavili še na geološkem Inštitutu za kras v Guilinu.

**Martin Knez**

### UDELEŽILI SMO SE PRVEGA KONGRESA HRVAŠKIH GEOLOGOV

Prvi hrvaški geološki kongres je potekal v Opatiji med 18. in 21. oktobrom preteklega leta. Kongres hrvaških geologov je bil hkrati tudi eden nedvomno pomembnejših počastitev 120. obletnice poučevanja geologije na zagrebškem Vseučilišču in 85. obletnice

delovanja Inštituta za geološka raziskovanja iz Zagreba.

Želja organizatorjev kongresa, ki je prvič potekal v Republiki Hrvaški, je bila zbrati čim večje število znanstvenikov in strokovnjakov s področja geologije in sorodnih znanstvenih vej iz Hrvaške in tujine. To jim je v dobršni meri tudi uspelo, saj se je v hotelu Adriatic, kjer so udeleženci prebivali (z Inštituta za raziskovanje krasi ZRC SAZU iz Postojne sta se ga aktivno udeležila dva predstavnika), zbralo kakih 250 ljudi. Večina udeležencev je bila iz Hrvaške, po nekaj pa tudi iz Albanije, Bosne in Hercegovine, Slovenije, Madžarske, Avstrije, Nemčije in Poljske.

V vodstvu kongresa so bili vsi priznani hrvaški geologi od M. Heraka, da iz častnega odbora navedem le njega, do Đ. Benčka in M. Šparice iz organizacijskega odbora in B. Biondića iz znanstvenega odbora.

Ena glavnih smernic kongresa je slonela na dejstvu, da je geološko znanstveno znanje temelj za celokupno organizacijo življenja v nekem prostoru. Nadalje so poudarili, da je brez natančnega poznavanja geoloških odnosov varovanje okolja, zaščita vodnih potencialov, izkoriščanje mineralnih surovin in drugega pravzaprav nemogoče. Zato so predlagali udeležencem, da s svojimi prispevki prikažejo svoje dosežke in potrebo nadaljnjega razvoja geološke znanosti.

Program kongresa je vključeval vabljen predavanja, predavanja udeležencev in razstavo posterjev. Med kongresom je bilo tudi več drugih razstav, različnih srečanj in okroglih miz. Sicer pa je bilo delo kongresa razdeljeno na štiri sekcije: 1. stratigrafija, paleontologija, sedimentologija in tektonika; 2. mineralogija, petrologija, geokemija, mineralne surovine; 3. hidrogeologija, inženirska geologija, informatika v geologiji; 4. geologija ogljikovodikov in geofizične raziskave.

Za zaključek kongresa so organizatorji pripravili štiri ekskurzije po Istri. Posamezne točke so bile razpršene od Reke na vzhodu do Buzeta na severu in Pule na jugu.

Stratigrafska ekskurzija, ki jo je pripravil I. Velić s sodelavci, je bila v zahodni Istri med Rovinjem in Kanfanarjem. Udeleženci so si ogledali karbonatne plasti, nastale na plitvodnih platformah v času od gornjega doggerja do srednje krede. V tem časovnem razponu so geologi ločili tri megasekvence, ki so med seboj ločene z dvema izrazitima emerzijama (kopnima fazama).

Sedimentološko ekskurzijo je pripravil I. Tišljar s sodelavci. Potekala je v jugozahodni Istri med Pazinom, Rovinjem in Banjolami. Prvi del terenskega dela je potekal na cikličnih plitvomorskih karbonatnih sedimentih gornjega titona in beriasija ter na spodnjeaptskih lagunskih apnencih in albskih transgresivnih karbonatih. Drugi del terenskega dela je bil na kamninah gornjega alba in spodnjega cenomana.

A. Gabrić je s sodelavci v naslednji ekskurziji predstavil mineralne surovine Istre. Posamezne točke so bile na ležiščih boksita, v kamnolomih arhitektonsko-gradbenega kamna in kvarcitnih peskov.

Hidrogeološko, inženirskogeološko in speleološko ekskurzijo je s številnimi sodelavci pripravil B. Biondić. Potekala je med Reko in Pazinom. Udeleženci so spoznali probleme, ki so jih imeli z vodno oskrbo mesta Reke, nadalje s sanacijo večjih plazov in graditvijo tunela Učka. Sklepni del je bil ob znani Pazinski jami.

Kongres sta, poleg več soorganizatorjev, organizirala Hrvaško geološko društvo in Inštitut za geološke raziskave iz Zagreba, pod pokroviteljstvom Ministrstva za znanost in tehnologijo Republike Hrvaške.

Že pred kongresom so predavanja, izvlečke predavanj, besedila k posterjem in vodnik štirih ekskurzij natisnili v izjemno natančno izdelanih in ličnih publikacijah, kar je nedvomno še prispevalo k uspešno zaključenemu srečanju.

Štiridnevno druženje z geologi iz Hrvaške, ki želijo, da bi kongres postal tradicionalen, je bilo v jesenski Opatiji prav prijetno.

**Martin Knez**

#### JUBILEJNA SPELEOLOŠKA ŠOLA O ARKTIČNEM KRASU V SUDETIH

Sodelavci Inštituta za raziskovanje krasi ZRC SAZU smo obiskali jubilejno 15. speleološko šolo na Poljskem. V značilnem sudetskem mestu Landek Zdroj smo med 12. do 18. februarjem preživeli strokovno zanimiv teden.

Mesto Landek, kot ga skrajšano imenujejo domačini, leži v hribovitem območju zahodne Šlezije, kjer vrhovi dosega nadmorske višine med 800 in 1200 m. Najvišji med njimi je Snieznik s 1425 m n.v. Ob njegovem vznožju so odkrili najbolj znano in najlepšo jamo na Poljskem, Medvedjo jamo (Jaskinia Niedzwiedzia). Na območju Snieznika prevladujejo gnajsi in marmorji, v katere je voda vrezala globoke doline. Medvedja jama je oblikovana v slabo prekrystaljenih marmorjih.

Speleološko šolo so, tako kot vse dosedanje, organizirali raziskovalci oddelka za geomorfologijo Univerze v Šleziji. Pod vodstvom svetovno znanega krasoslovca in glaciologa prof. M. Puline je za urejeno pripravljeno teden poskrbel doc. A. Tyc. Pri organizaciji jim je priskočil na pomoč, poleg Znanstvenega odbora za varstvo pri Medvedji jami, tudi Deželni sklad za varstvo okolja in upravljanje z vodami dežele Walbrzych.

Znanstveni odbor so zastopali ugledni profesorji in raziskovalci krasi ter arktičnih območij: A. Jan, M. Pulina, J. Glazek, J. Jania, S. Kozłowski in A. Rożkowski s Šlezijske univerze, univerz iz Wrocława in Poznana ter Nacionalnega geološkega inštituta iz Varšave.

Jasno je, da je bila želja organizatorjev jubilejne speleološke šole zbrati čimvečje število strokovnjakov s področja speleologije oziroma krasoslovja nasplošno ter glaciologije iz Poljske in tujine. Odzvalo se je več kot

50 predstavnikov iz Poljske, Češke, Francije, Rusije, Slovaške, Ukrajine in Slovenije ali, povedano drugače, od Bordeauxa na zahodu do Irkutska na vzhodu.

Tudi na tem srečanju smo poslušali predavanja in si ogledali razstavo posterjev. Med sestankom je bila ekskurzija v Medvedjo jamo, najlepšo poljsko jamo.

Poslušali smo najrazličnejša predavanja: od aplikativnih do popolnoma teoretskih, od raziskav litosfere prek GPS-a do najrazličnejših pogledov na speleogenezo, od določanja starosti sig z metodami TL, ESR, 14C, Th/U do merjenja radona v jamah, od raziskav ledenikov na Spitzbergh do tektonskih jarkov v Nigeriji, od vplivov človeka na kras do varovanja nekaterih kraških predelov. Zato so bili tudi dnevi šole posvečeni posameznim tematikam: kraški hidrologiji, problematiki vplivov človeka na kras, speleogenezi, jamskim sedimentom, glaciologiji ter regionalnim problemom in zaščiti krasa na Poljskem.

Vseh prispevkov je bilo okrog 30. Slovenijo smo predstavljali štirje raziskovalci s prispevki: Začetni razvoj Škocjanskih jam na območju udornice Velika dolina (M. Knez), Podorna dvorana v Postojnski jami in njen odnos do geološke strukture (S. Šebela), Mineralna sestava jamskih mehanskih sedimentov in določitev njihovega izvora (N. Zupan Hajna) ter Popolni model krasa (F. Šušteršič).

Predavatelji so poudarili, da je brez poznavanja kraških zakonitosti varovanje okolja, zaščita vodnih potencialov in drugega, pravzaprav nemogoče. S svojimi prispevki so prikazali svoje dosežke in potrebo nadaljnega razvoja znanosti.

Večere so nam popestrili nekateri udeleženci z diapozitivni in video filmi. Posebej so se nam vtisnile v spomin lepote Urala pa tudi jam, oblikovanih v ledu polarnih območji Spitzbergov.

S svojimi prispevki smo Slovenijo častno zastopali, zato mislim, da je bila udeležba v XV. speleološki šoli ne samo zanimiva in prijetna, temveč tudi upravičena.

Organizatorji bodo predstavljena predavanja natisnili v posebni publikaciji.

### **Patricija Mozetič in Alenka Malej**

RAZISKAVE JADRANSKEGA MORJA PRI EVROPSKI  
KOMISIJI  
KONFERENCA EVROPSKE UNIJE "PHYSICAL  
AND BIOGEOCHEMICAL PROCESSES  
OF THE ADRIATIC SEA"  
Portonovo, 23.-27. april 1996

V Portonovu (Ancona, Italija) je od 23. do 27. aprila 1996 potekala konferenca Evropske unije (EU) z naslovom "Physical and Biogeochemical Processes of the Adriatic Sea". Na njej so bila predstavljena zaključna

poročila projektov, ki so v zadnjih treh letih potekali v Jadranskem morju in jih je sofinancirala Evropska komisija v okviru MAST (Marine Science and Technology) in okoljevarstvenih projektov tretjega okvirnega programa EU. Projekti ELNA, MARE EUMAC, PALOMA, MERMAIDS EUROMARGE-AS so zajemali različne vidike fizikalnih, kemijskih in bioloških značilnosti Jadranskega morja in ekoloških problemov, ki se tu pojavljajo. Poleg tega so Italijani predstavili njihova nacionalna integralna projekta PRISMA in OTRANTO.

Na konferenci je sodelovalo blizu 100 raziskovalcev iz 15 evropskih držav in iz ZDA. V osmih sekcijah je bilo predstavljenih 57 prispevkov, velik del konference pa je bil posvečen tudi diskusiji o rezultatih in smereh za prihodnje raziskave. Konferenco smo zaključili z okroglo mizo, na kateri so poleg raziskovalcev sodelovali tudi predstavniki Evropske komisije DG XII, zadalženi za raziskave morja.

Raziskovalci Morske biološke postaje sodelujemo na projektu EU "Environment" PALOMA (Production and Accumulation of Labile Organic Matter in the Adriatic) in smo na konferenci sami ali v soavtorstvu predstavili sedem prispevkov. Poleg tega je dr. Malejeva predsedovala sekciji "Pelagic production and community structure". PALOMA je mednarodni projekt, kjer poleg naše postaje sodelujejo še tržaški Laboratorij za morsko biologijo, Univerza iz Siene, francoska Laboratorij Arago, Banyuls sur Mer in Univerza Pierre et Marie Curie iz Pariza ter Univerza Tromsø iz Norveške, na osnovi bilateralne pogodbe med Hrvaško in Italijo pa še Inštitut Ruder Bošković iz Zagreba. Na konferenci v Portonovu smo raziskovalci iz omenjenih ustanov predstavili rezultate triletnih raziskav o vplivu hranilnih soli in hidrografije na produkcijo partikulatne in raztopljene organske snovi v naravnih in kontroliranih razmerah. Projekt PALOMA obsega tri eno do dvotedenske obogatitvene laboratorijske poizkuse in dva terenska poizkusa v Tržaškem zalivu, kjer smo z različnimi fizikalnimi, kemijskimi in biološkimi analizami skušali poiskati vzrok oz. mehanizem za nastanek obsežnih sluzastih agregatov, poznanih iz poletnih mesecev 1988., 1989. in 1991. leta.

V zvezi s pojavom sluzastih agregatov je bilo že veliko nacionalnih in mednarodnih projektov, med njimi tudi avstrijsko-hrvaško-italijansko-slovenski Program monitoringa severnega Jadrana v okviru delovne skupnosti Alpe-Jadran, 1990-1993. Navkljub mnogim raziskavam ta ekološki in gospodarsko škodljivi fenomen še ni docela razjasnjen. Nekatera dejstva o izvoru sluzi in njeni biokemični strukturi dobro poznamo, zlasti iz laboratorijskih poizkusov, medtem ko so vzroki za povečano izločanje raztopljene snovi in mehanizmi za njeno združevanje in kopičenje v obliki makroagregatov v naravnih razmerah največkrat neznanka. Videnje, da naraščajoče onesnaževanje severnega Jadrana ni pravi odgovor, saj so ti agregati znani že iz 17. stoletja in se zelo neredno - neperiodično pojavljajo. Po drugi strani



pa se rojevajo vedno nove hipoteze in razlage, kar kaže na izredno kompleksen pojav. Tako je na konferenci najnovejšo hipotezo o obsežnem izločanju sluzi v severnem Jadranu predstavil svetovno priznani ameriški raziskovalec Farooq Azam. Po njegovi hipotezi naj bi za nastanek počasi razpadajoče organske snovi pretežno polisaharidne narave bile odgovorne bakterije, zaradi selektivnega razgrajevanja fitoplanktonske mase.

Drugi projekti so predstavili druge probleme, pri čemer je bilo težišče raziskav bodisi bolj na fizikalno-oceanografskem področju bodisi na geokemijskem ali biološkem. Veliko število prispevkov in udeležencev na konferenci kaže na to, da je Jadransko morje zanimiv predmet raziskav, hkrati pa je tudi znak, da raziskave nekega območja že dolgo niso več regionalnega, temveč mednarodnega značaja. Tako kot sicer po svetu tudi v znanosti prevladuje nagnjenje k povezovanju znanstvenih ustanov, pretoku raziskovalcev in idej, saj le visoko strokoven in kvaliteten projekt lahko prodre skozi veliko konkurenco pri Evropski komisiji. Možnosti majhne Morske biološke postaje, da najde svoj prostor v Evropi, so v njeni strokovnosti - kakovosti in v mednarodnih povezavah, ki iz le-te izhajajo.

### Tanja Čelhar

#### MEDNARODNI SIMPOZIJ "RESEARCH, CONSERVATION, MANAGEMENT"

V času od 30. aprila do 8. maja 1996 sem se udeležila mednarodnega simpozija "Biodiversity monitoring and other research in nature conservation areas as the

basis of nature management" ali na kratko "Research, Conservation and Management". Simpozij je potekal v prostorih nacionalnega parka Aggtelek na Madžarskem. Aggtelek in Jósvald sta majhni vasici na severovzhodu Madžarske, druga od druge oddaljeni 7 km, od Budimpešte pa približno 250 km.

Glavni organizator srečanja je bil Aggtelek National Park, v sodelovanju s Speleological Institute of the National Authority for Nature Conservation, The Ministry of Environment and Regional Policy, Budapest, Slovak Karst Protected Landscape Area (SEA), Banská Bystrica, OUVERTURE "Nature Borders Project", Municipality of B.A.Z. Country, CEE-WEB - Central and East European Working Group for the Enhancement of Biodiversity, Miskolc. Simpozij sta podprla The Ministry of Environment and Regional Policy, Budapest in European Centre for Nature Conservation OMFB, Budapest.

Predmet simpozija je bil predstavitev rezultatov biodiverzitetnega monitoringa in drugih raziskav, povezanih z varovanjem in ohranjanjem narave. Vsi trije koncepti, predstavljeni v naslovu simpozija, so pri novodobnih raziskovanjih neločljivo povezani med sabo. To so v svojih referatih ugotavljali tudi priznani strokovnjaki, raziskovalci, udeleženci simpozija s celega sveta.

Predavanja so bila razvrščena v več skupin, glede na tematiko, in sicer so obravnavala področja speleologije, geologije, varstva narave v obdobju 1992-95, nacionalni biodiverzitetni program monitoringa, popis vegetacije in druge botanične raziskave, raziskave gozdnih sestojev, raziskave talne favne in drugih nevretenčarjev. Predstavljeni so bili tudi rezultati kompleksnih ekoloških raziskav v nacionalnem parku Aggtelek.

Iz Inštituta za raziskovanje krasa ZRC SAZU sem se simpozija aktivno udeležila Tanja Čelhar, s predstavitvijo iz varovanja Škocjanskih jam, z naslovom *Speleological Research for the Protection and Safeguarding of Škocjanske Jame*. Rezultati so delo skupine raziskovalcev iz Inštituta za raziskovanje krasa. Cilj teh speleoloških raziskav je ugotoviti sedanje, ničelno stanje Škocjanskih jam z delno možnostjo ugotovitve dejanskega prvotnega, t.j. naravnega stanja, ugotoviti naravno ravnovesje in zbrati temeljna dognanja o ekoloških osnovah. Na osnovi teh ugotovitev bi bilo mogoče sproti oz. v določenih intervalih primerjati stanje glavnih jamskih parametrov z ničelnim stanjem in potem ugotovljati, ali se jame ustrezno ohranjajo, ali se ekološko stanje regenerira ali celo izboljšuje, ali pa se stanje slabša in bo treba ukrepati.

Po zaključku simpozija sem se udeležila terenskega seminarja, kjer smo si med drugimi zanimivostmi ogledali dva nacionalna parka: Bükk in Hortobágy nacionalni park in več zanimivih jam na Madžarskem in Slovaškem (jama Rakoczi v Bodvaraku, jama Baradla v Aggteleku, jama Gombasek in soteska Zadiel na Slovaškem). Najlepša med vsemi je jama Rakoczi, razvita v hribu, ki je od leta 1937 znižan, zaradi kopanja



Nacionalni park Hortobágy (Foto: T. Čelhar).  
Hortobágy National Park (Photo: T. Čelhar).

apnenca, ki so ga potrebovali za proizvodnjo železove rude. Od hriba sta ostala le dva vrhova, ki ju zaradi rasti zaščitenih rastlinskih vrst niso smeli izkoriščati. To je področje, ki ne sodi več v območje Aggtelek-krasa, je pa še vedno kraško. Geomorfologija in geologija je tu drugačna, s prevladujočimi triasnimi metamorforiziranimi apnenci. Nastanek jame še ni popolnoma znan. Po eni izmed razlag naj bi nastala z raztapljanjem, infiltracijo s površja, drugi omenjajo možnost nastanka iz klsterskih sedimentov, pri nastanku jame naj bi sodelovala tudi termalna voda. Ker je v jami kraška voda 2 m nad reko, je nedvomno, da je nastanek jame potekal na podlagi kemične erozije in ne fizikalne, saj voda ni pronikala z vrha hriba navzdol, tudi ni prinašala delcev kamenja za dodatno erozijo, temveč je delovala samo kemična erozija.

Nacionalni park Bükk (bükk=bukev) obsega 150.000 ha površine in njegova znamenitost je neokrnjen bukov gozd, ki je strogo zaščiten z zakonom. V samem gozdu na več mestih še vedno ogljarijo kot v davnih časih. V nacionalnem parku Hortobágy smo si ogledali rehabilitacijski center za ptiče, večina med njimi so ujede in sove. Celotno območje parka je veliko 70.000 ha in velik del te površine preplavlja močvirje z mnogimi vrstami močvirskega in drugega plavajočega rastlinja. Tu je narava obilno popestrena s številnimi močvirskimi pticami.

Organizatorji so se za prijeten zaključek mednarodnega srečanja potrudili in nas zadnjo noč prenočili v čisto pravem gradu v kraju Tiszafüred.

Udeležba na simpoziju je bila prijetna in koristna, omogočila pa sta mi jo Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU in Ministrstvo za znanost in tehnologijo Republike Slovenije.

### Branko Čermelj

PRIPRAVA OSNOVNIH NAVODIL, NAMENJENIH  
RAVNANJU Z MORSKIM MATERIALOM  
(Srečanje v Valenciji, 20. - 22. maj, 1996)

Morsko dno je nedvomno zelo pomemben segment morskega okolja. Njegov pomen postane še toliko večji, ko se zavemo njegovega vpliva na vodni stolpec, ki leži nad njim. Vpliv je še posebno izražen v plitvih, epikontinentalnih, šelfnih morjih, ki so bodisi izpostavljena izrazitejšemu onesnaževanju in procesom eutrofizacije, ali pa so zaradi geografske lege že po "naravi" bolj zaprta in le slabo komunicirajo z odprtim oceanom. Sredozemsko morje je v tem najlepši primer. Za kopicu držav, ki si ga tako ali drugače lasti, je bilo to morje vedno dobrodošla vreča brez dna, v katero so lahko odlagale svoje odpadke. Temu je bilo treba narediti konec. S sprejetjem t.i. "dumpiškega" protokola smo

tudi v Sredozemskem prostoru dobili protokol, ki prepoveduje kakršno koli odlaganje kopenskega materiala v morje. Pravno nerešeno pa je ostalo vprašanje odlaganja materiala, ki ga je treba zaradi posegov na morskem dnu premestiti in odložiti na neko drugo lokacijo v morju. Taki posegi, kot so graditev novih pristanišč in terminalov, poglobljanje že obstoječih kanalov in luk ter graditev marin, so vedno povezani z velikimi finančnimi sredstvi, velikimi interesi in pogosto tudi z velikimi apetiti. Obenem pomenijo grob poseg v morski ekosistem in so pogosto tudi ekološko oporečni. Številke so zgovorne. Samo Francija je v letih od 1981-1989 z dna svojih sredozemskih pristanišč premestila v globlje ležeča odlagališča nekaj milijonov m<sup>3</sup> materiala, pogosto onesnaženega s težkimi kovinami. V italijanskem primeru so te količine še večje, osupljivo pa je tudi število uradno označenih odlagališč ob njihovi obali (> 60). Od leta 1980 do 1987 so v ta odlagališča odložili prek 14 milijonov m<sup>3</sup> morskega materiala.

Leta 1993 so na sestanku znanstvenih in socialno-ekonomskih komitejev predstavniki večjega števila držav opozorili na pomanjkanje ustreznih mednarodnih predpisov, ki bi urejali ravnanje s premeščenim morskim materialom na območju Sredozemlja. Obenem so zaprosili sekretariat UNEP-a (*United Nations Environmental Program*), naj izdela ustrezna navodila in jih tudi predstavi predstavnikom sredozemskih držav.

Rezultat aktivnosti te mednarodne organizacije in njeje podrejenih organizacij (*MAP-Mediterranean Action Plan*) je bil sestanek, ki sta ga gostiteljici, španska vlada in državno združenje španskih pristanišč priredili od 20. do 22. maja 1996 v prostorih "*Instituto Portuario de Estudios y Cooperacion*" v Valenciji. Na sestanek so bili povabljeni strokovnjaki, predstavniki posameznih držav, izbrani s strani nacionalnih koordinatorjev MED POL-a (*Program raziskav in monitoringa Sredozemskega morja*), kot opazovalke pa so bile povabljene tudi številne medvladne in nevladne organizacije, regionalni (akcijski) centri ter predstavniki Organizacije združenih narodov. Na predlog dr. Alenke Malej (Slovenske nacionalne koordinatorice MED POL-a) sem se v imenu Ministrstva za okolje in prostor ter Morske biološke postaje udeležil sestanka kot predstavnik Slovenije. Izmed povabljenih je bilo na sestanku 20 predstavnikov iz 14 različnih držav ter dva predstavnika nevladnih organizacij.

Na začetku sestanka je dr. Ljubomir Jeftič, predstavnik UNEP-a, vse navzoče seznanil s podatki, ki so na voljo njihovemu sekretariatu v zvezi s premeščanjem in odlaganjem morskega materiala, ter poudaril pomen in značaj sprejetja protokola pri nadzoru odlaganja materiala na morsko dno.

Po uvodnem proceduralnem delu sestanka so na predlog predsedujočega dr. Joaquina Rosa navzoči predstavniki držav udeleženk okvirno predstavili preteklo in sedanje aktivnosti na obravnavanem območju. Iz njihovih izjav je razvidno, da so predvsem države, ki

v morju prelagajo znatne količine materiala (Italija, Francija, Španija), resda naredile določene korake pri zakonski rešitvi problemov, ki v zvezi s tem nastajajo, po drugi strani pa manj razvite države podobnih problemov sploh ne rešujejo, saj nimajo sprejete ustrezne zakonodaje. Med slednje sodi tudi Slovenija, kjer niti **Zakon o vodah** (Ur. l. SRS št. 38/81, 29/86, Ur. l. RS št. 15/91-l) niti podzakonski akti ne urejajo problematike te vrste.

Pred podrobnim pregledom prvega osnutka predloga navodil je g. Ros predstavil shematski prikaz postopkov, potrebnih za:

- izdajo dovoljenj za odlaganje materiala na morsko dno,
- nadzor operacij,
- nadzor kakovosti materiala pred in po deponiranju na morsko dno.

Tak shematski osnutek se je zdel navzočim strukturno zelo dobro zasnovan in razumljiv, zato je bil uvrščen v končno poročilo o sestanku kot aneks.

Osnutek predloga splošnih navodil za ravnanje z morskim materialom, predstavljen na sestanku v Valenciji, je zasnovan na podlagi konvencije OSPAR ter prilagojen razmeram, specifičnim za Sredozemlje, upoštevajoč dumpinški protokol iz leta 1995.

Sestavljen je iz dveh delov. Prvi del predloga navodil je namenjen **ugotavljanju potrebnih pogojev, izvajanju potrebnih ukrepov in izdaji ustreznih dovoljenj za postopek premeščanja morskega materiala**. Predloženi so **načini vzorčevanja in metode ugotavljanja lastnosti in sestave materiala, namenjenega odlaganju**. Posebno poglavje je namenjeno splošnim navodilom za **izbor ustreznega odlagališča v morju in načinom izkopa, transporta in odlaganja morskega materiala**.

Drugi del pa je posvečen ugotavljanju **možnega učinka transportiranega materiala na mesto deponije ter zagotavljanju rednega in pravilnega nadzora kakovosti deponiranega materiala**.

Pri podrobnem pregledu prvega dela predloga navodil so navzoči predlagali številne popravke, ki so se izkazali primernejši za aplikacijo omenjenega dokumenta na območju Sredozemlja. Strinjali so se, da je predlog splošnih navodil s popravki dobro izhodišče za pripravo splošnih kriterijev, potrebnih za izdajo dovoljenj za odlaganje materiala (natančni kriteriji in podrobnosti so prepuščeni specifičnim, nacionalnim, zakonskih rešitvam), sekretariat UNEP-a pa naj bi zbral vse informacije glede že obstoječih kriterijev v posameznih tako sredozemskih kot nesredozemskih državah.

Z obliko drugega dela, dela B, ki je namenjen predlogu izvajanja monitoringa-nadzora kakovosti sedimenta pred in po posegu, se navzoči niso strinjali v celoti. Monitoring in ugotavljanje vpliva posega na okolje ali tako imenovana "Impact Hypothesis" sta že po definiciji dovolj različna postopka in ju je treba tudi v dokumentu ločiti med seboj.

Zaključki sestanka so bili podani v poročilu, v kate-

rem je navedeno, da je popravljeni prvotni osnutek predloga splošnih navodil dovolj dobra podlaga za nadaljnje delo, UNEP pa naj na osnovi poročila ob pomoči strokovnjakov pripravi novo verzijo, upoštevajoč pripombe in komentarje udeležencev sestanka. Nova različica teksta bo ponovno predstavljena strokovnjakom posameznih držav, nato pa prepuščena državam podpisnicam dumpinškega sporazuma v sprejem.

Na sestanku v Valenciji so bili postavljeni temelji izdelave splošnih kriterijev za premeščanje in odlaganje morskega materiala. Samo z urejeno mednarodno regulativo lahko v prihodnosti pričakujemo strožji in učinkovitejši nadzor nad posegi na morskem dnu in v priobalnem območju. Sprejem splošnih mednarodnih predpisov je za Slovenijo še toliko bolj pomemben, saj je Slovensko morje majhno, nepravilno ravnanje z morskim materialom pa je hitro lahko vzrok za nastanek nepopravljive ekološke katastrofe.

### Andrej Kranjc

#### MEDNARODNI SIMPOZIJ O ZGODOVINI SPELEOLOGIJ IN KRASOSLOVJA ALCADI '96 (Postojna 21. - 27. maja 1996)

ALCADI (ALps, CARpathians, DINarids) naj bi bili, po zamisli Kinge Szekely s Speleološkega inštituta v Budimpešti, dvoletni simpoziji o zgodovini speleologije in krasoslovja v Alpah, Karpatih in Dinarskem gorstvu (predvsem na območju nekdanje Avstro-Ogrske) vse do leta 1914, to je na ozemljih in v času, ko sta speleologija in krasoslovje nastajala in se razvijala v mednarodno priznani vеди. Ti simpoziji naj bi bili tudi neke vrste forum ustreznih strokovnjakov in nekakšno koordinacijsko telo za preučevanje zgodovine speleologije in krasoslovja v najširšem smislu.

ALCADI '96 je tretji tak simpozij. Prvi je bil v Budimpešti (1992), drugi pa v Semriachu pri Grazu (1994).

Tla nekdanje "dedne deže" Kranjske niso znana le kot regija, kjer sta se začela razvijati speleologija in krasoslovje, marveč tudi kot zibelka speleobiologije: v okolici Stične je bil najden in opisan prvi primerek močerila (*Proteus anguinus*, 1768), v Postojnski jami pa so odkrili prvega jamskega hrošča (1831), jamskega polža (1837) in jamskega pajka (1848). Prav zato in tudi ker je bil ravno pred stotimi leti (1896) v Trstu rojen znani slovenski speleolog in raziskovalec jamske favne, posebej hroščev, Egon Pretner, se je organizator odločil, da bo na tokratnem simpoziju poseben poudarek tudi na zgodovini speleobiologije, na snovi, ki je bila tokrat sploh prvič v večji meri vključena v ALCADI.

Simpozij je v okviru Jamarske zveze Slovenije in ob sodelovanju Notranjskega muzeja iz Postojne orga-

niziral Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU (Postojna), ob podpori Slovenske nacionalne komisije za UNESCO in Slovenske akademije znanosti in umetnosti ter finančni podpori Ministrstva za znanost in tehnologijo. Simpozija se je udeležilo 53 rednih članov iz dvanajstih držav (Avstrije, BiH, Francije, Hrvaške, Italije, Madžarske, Nizozemske, Slovaške, Slovenije, Švedske, Romunije, Združenega kraljestva).

Simpozij sta sestavljala dva sklopa - predavanja in terenski ogledi. Vsega skupaj je bilo predstavljenih (v klubski sobi hotela Jama) 23 predavanj. Šest predavanj, od tega troje plenarnih, je bilo posvečenih zgodovini speleologije in biospeleologije na Slovenskem (Pregled razvoja speleologije na Slovenskem, Zgodovina raziskovanja jamske favne na Slovenskem, Pomen Egona Pretnerja za biologijo) oziroma v Evropi. Devet predavanj je obravnavalo osebe, pomembne za razvoj speleologije in krasoslovja (Fischer, Jókai, Morlot, Orbán, Racovita, Simony, Townson, francoski botaniki), sedem jih je predstavilo stare dokumente, karte, izmere jam, ipd. (srednjeveški madžarski dokumenti, ilustracije iz 17.-18. stol., izmera Postojnske jame, načrt Vilenice), druga pa so bila posvečena drugim vidikom zgodovine krasoslovja in speleologije, od prazgodovine do polpreteklih časov (arheološke raziskave v madžarskih jamah, zgodovina Caves de Sassenage, obisk Škadavnice, jamarske nesreče na Krasu).

Posebej se mi zdi zanimivo, da so poleg prispevkov slovenskih avtorjev (plenarna predavanja sem že omenil), ki so obravnavala še zgodovino napisov v Škocjanskih jamah in Morlotove (1848) raziskave Krasa, o zgodovini raziskav na našem krasu poročali tudi tuji udeleženci: o delu E. Racovite, o izmeri Postojnske jame 1891, o načrtu Vilenice iz 1818, o Agapitovem delu (1802) in o obisku dveh Angležev v jami Škadavnici 1737.

Inštitutu za raziskovanje krasa, ki hrani podrobni Schmidov načrt Postojnske jame iz 1891, je direktor dunajskega speleološkega inštituta izročil faksimile in transkribiran (iz rokopisne gotice v tiskano latinico) prepis knjige o tej izmeri, ki jo sicer hrani dunajski muzej. Ko bo gradivo s simpozija objavljeno, bo imela tudi širša javnost priložnost videti do sedaj neznani, veliki barvni načrt jame Vilenice. Z dokumentiranim obiskom jame Škadavnice (1737, to je enajst let pred Naglovimi raziskavami našega krasa), v originalnem popotnem dnevniku, shranjenem v angleških arhivih, pa je dokazano, da so "turisti" obiskovali jame na Štajerskem vsaj sto let prej, kot pa smo vedeli doslej.

Terenski del je obsegal podrobnejša popoldanska ogleda za zgodovino najpomembnejših delov Postojnske jame (Rov starih podpisov, Tartar, Kalvarija in Biospeleološka postaja, ki jo je posebej predstavil Polak) in Jame pri Predjami ter dve celodnevni ekskurziji. Prvi dan je bil posvečen Krasu in Kraškemu robu. Udeleženci so si pod strokovnim vodstvom ogledali Divaško

jamo, ledenico (umetno) pod Rodikom, del Škocjanskih jam, jamo nad Podpečjo, Osapsko jamo in Socerbski grad z bližnjo Sveto jamo. Ekskurzijo po dolenskem krasu smo poimenovali "po Valvasorjevih stopinjah": prek Cerknice (Valvasorjeva spominska tabla, Kebetova delujoča maketa Cerkniškega jezera v Dolenjem Jezeru, Steinbergov Marof) in Blok v Županovo jamo (odkrita je bila prav na isti dan pred 70 leti), prek Grosupeljskega in Radenskega polja v Podpeško jamo (Valvasorjev načrt iz 1687), mimo izvirov Krke na Bogenšperk in nazaj v Postojno.

Poleg strokovnega dela se je ob simpoziju dogajalo še marsikaj. Prvi večer je bila pred županovim sprejemom simbolično odkrita spominska plošča E. Pretnerju, ki bo kasneje vzidana v prenovljeno stavbo inštituta. Slovesnosti se je udeležilo blizu sto ljudi, vključno s Pretnerjevimi sorodniki iz Slovenije in tujine. V dvorani "Stare restavracije" pri vhodu v Postojnsko jamo je Notranjski muzej postavil svoji razstavi o starih razglednicah Postojnske jame in o prvem filmu iz Postojne ter pripravil posebno razstavo o E. Pretnerju. Ob tej priliki je J. Carnelutti povedal nekaj svojih spominov na jubilaranta. Muzej jamarstva in varstva narave iz Liptovskega Mikulaša (Slovaška) pa je predstavil svojo razstavo o najstarejših turističnih jamah v Evropi, med katerimi so seveda zastopane tudi naše. Za konec naj dodam, da je ob tej priložnosti K. Mais, direktor speleološkega inštituta z Dunaja, predstavil tiskani zbornik 2. simpozija (ALCADI '94), uspešno opravljene naloge, ki pa nas še čaka. In šele takrat bomo lahko rekli, da je ALCADI '96 res uspešno zaključen.

**Metka Petrič**

MEDNARODNI SIMPOZIJ  
"KARST-FRACTURED AQUIFERS -  
VULNERABILITY AND SUSTAINABILITY"  
(KATOWICE - USTROŃ, POLAND)

Oddelek za hidrogeologijo in inženirsko geologijo univerze iz Sosnowieca na Poljskem je bil gostitelj mednarodne konference "Karst fractured aquifers - vulnerability and sustainability", ki je potekala od 10. do 14. junija 1996 v zdraviliškem kraju Ustroń pri Katowicah. Že sam naziv pove, da je bila glavna pozornost posvečena kraško-razpoklinskim vodonosnikom, ki so v številnih državah sveta pomemben vir za vodno oskrbo. Zaradi njihove značilne zgradbe in velike ranljivosti ter povečevanja porabe in različnih oblik onesnaževanja so ti sistemi vedno bolj ogroženi. Zato je nujna zaščita kakovosti in količine zaloga vode, ki pa mora temeljiti na ustreznih strokovnih podlagah. In prav o teh je bil govor na simpoziju, ki se ga je udeležilo prek 60 raziskovalcev

iz 13 držav. Udeleženci smo prišli iz Francije, Hrvaške, Irske, Italije, Izraela, Kitajske, Nemčije, Poljske, Rusije, Slovaške, Švice, ZDA in Slovenije, ki sem jo predstavljala Metka Petrič z Inštituta za raziskovanje krasa ZRC SAZU iz Postojne.

Na otvoritveni slovesnosti v ponedeljek, 10. junija 1996, so nas pozdravili predstavniki organizatorja in poljskega ministrstva za varstvo okolja, naravne vire in gozdarstvo ter mednarodnega združenja hidrogeologov IAH (International Association of Hydrogeologists), ki je prevzelo pokroviteljstvo nad simpozijem. Posebna dobrodošlica je bila izrečena članom komisije za kras pri IAH, ki je konferenco izkoristila tudi za svoje redno letno delovno srečanje in nato na več večernih sestankih večino časa namenila pripravi nove knjige s področja kraške hidrogeologije v okviru publikacij IAH.

Po uradni otvoritvi se je začel strokovni del simpozija. Referati so bili razdeljeni v pet tematskih sklopov. V prvem, ki je bil posvečen zaščiti podzemne vode v krasu, so bili predstavljeni sistemi in metode varovanja kraških vodonosnikov v različnih državah. Drugi sklop je obravnaval človekov vpliv na kraško okolje. Avtorji so skušali odgovoriti na vprašanje, kakšne posledice ima intenzivno izkoriščanje podzemne vode na stanje vodonosnih sistemov tako v kvalitativnem kot v kvantitativnem pogledu. Referati na temo gospodarjenja s podzemno vodo v krasu so predstavili praktične raziskave za reševanje problemov vodne oskrbe. Posebna pozornost je bila tudi pri teh predavanjih posvečena zaščiti vodnih virov pred onesnaženjem. Bolj splošna problematika kraške hidrogeologije je bila vključena v četrto skupino. Podane so bile značilnosti in posebnosti številnih kraških vodonosnih sistemov iz različnih delov sveta. V petem sklopu smo razpravljali o metodah raziskav v kraško-razpoklinskih vodonosnikih. Med drugim je bila prikazana uporaba hidravličnih in geofizikalnih metod v kraški hidrogeologiji, jaz pa sem poročala o preučevanju odnosov med padavinami in pretoki v eksperimentalnem kraškem bazenu. Ena izmed popoldanskih sekcij je bila rezervirana za predstavitev posterjev, ki so obravnavali predvsem problematiko onesnaževanja in kakovosti podzemne vode v Zgornji Šleziji na Poljskem.

Lokalno je bil obarvan tudi popoldan 11. junija 1996. Ta dan je bil namreč rezerviran za obisk zdraviliškega kompleksa v Ustroňu. Gostitelji so nas najprej seznanili z osnovnimi hidrogeološkimi značilnostmi območja, nato pa še s problematiko izkoriščanja vodnih zalog v zdravilne namene. Izmed tehnoloških rešitev je največ zanimanja vzbudila metoda odvajanja uporabljene slane vode nazaj v vodonosnik. Na koncu smo si ogledali najpomembnejše zdraviliške objekte in računalniško vodeno črpališče podzemne vode.

Drugi del programa je bil rezerviran za ekskurzije. V sredo, 12. junija 1996, sta bili dve celodnevni ekskurziji. Glavni cilj prve je bil svinčevo-cinkov rudnik Olkusz, ki leži 30 kilometrov vzhodno od Katowic.

Sama pa sem se udeležila druge ekskurzije v območje Tarnovsky Gory v severnem delu Zgornje Šlezije. Najprej smo obiskali rudnik svinca, cinka in srebra, v katerem so odkopavali rudo od 12. do začetka 20. stoletja. Rezultat dolgoletnega rudarjenja je gosta mreža rovov, jaškov in drenažnih kanalov v orudenih srednjetrojnih karbonatnih kamninah. Danes je rudnik urejen kot muzej in je odprt samo v turistične namene. Med ogledom smo največ pozornosti posvetili hidrogeološkim razmeram, in sicer predvsem problemom odvajanja podzemnih prostorov. Območje jame obsega dve vodonosni coni, ki sta ločeni z vmesnim paketom slabo prepustnih kamnin. Zgornji vodonosni del je opremljen s horizontalnimi drenažami, ki odvajajo vodo v bližnjo reko, iz spodnje cone pa vodo črpajo. Ogledali smo si Staszic, najstarejše izmed črpališč v Zgornji Šleziji. Voda, ki jo tu načrpajo, je razmeroma čista in je ob primerni obdelavi uporabna tudi kot vir za vodno oskrbo. Drugače pa je z iztoki iz 65 premogovnikov na tem območju. Približno 500 m<sup>3</sup> odpadne vode iz teh rudnikov se vsako minuto zlije v reke in jih tako močno onesnažuje. Tako strokovnjaki kot oblasti se zavedajo razsežnosti tega ekološkega problema, vendar so pri njegovem reševanju šele na začetku poti. Druga neprijetna posledica dolgoletnega rudarjenja je pogrezanje površine nad rudniškimi odkopi. Površje se posega za nekaj centimetrov do enega metra na leto, odvisno od količine izkopanega materiala. K sreči gre za nenaseljena območja, kar omogoča lažjo in cenejšo sanacijo.

Popoldanska ekskurzija 13. junija 1996 nas je vodila v hribovito območje Beskidy, ki ga sestavljajo kredni in terciarni flišni sedimenti. Ogledali smo si izvorno območje rek Visle in Sole, ki sta skupaj s svojim zaledjem glavni vir pitne vode za provinci Katowice in Bielsko-Biala. Še posebej zanimivi so bili vodnjaki slane vode z visoko vsebnostjo Na, Cl, J in Br v okolici mesta Sol. Zvečer je bil simpozij tudi uradno zaključen, naslednji dan pa sem se udeležila še pokongresne ekskurzije v Krakow in rudnik soli Wieliczko. Tudi ta rudnik je urejen za turistične ogleda. Največja atrakcija so skulpture, vklesane v bloke soli. Tako so predstavljene osebe iz poljske zgodovine in legend, prikazani so stari načini pridobivanja soli, največji prostor pa je podzemna cerkev, bogato dekorirana z izklesanimi podobami na vseh štirih stenah.

S tem ogledom je bil simpozij končan. Oddelek za hidrogeologijo in inženirsko geologijo univerze iz Sosnowieca se je izkazal kot dober organizator, k uspešnosti srečanja pa je pripomogla tudi velika udeležba raziskovalcev iz različnih držav. Kot je zapisano v uvodniku knjige referatov, je bil namen konference ponuditi možnost za izmenjavo mnenj in idej o lastnostih kraško-razpoklinskih vodonosnikov ter za predstavitev metod njihovega preučevanja in varovanja. In večina udeležencev bi se verjetno strinjala s trditvijo, da je bil ta osnovni cilj v celoti dosežen.

**Michael Stachowitsch**

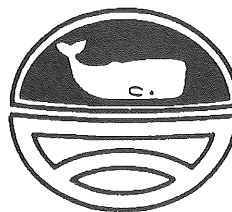
48TH ANNUAL MEETING OF THE INTERNATIONAL  
WHALING COMMISSION, ABERDEEN, SCOTLAND  
June 5 - June 28, 1996

The International Whaling Commission (IWC) was established in 1946 by the International Convention for the Regulation of Whaling, and is the globally recognized body responsible for whaling management. Unfortunately, early attempts to "manage" whales with various quota systems (Blue Whale Units = bwu, New Management Procedure = NMP) led to a drastic drop in the populations of all large whales. This trend led the IWC to adopt a commercial whaling moratorium in 1982; the worldwide moratorium went into effect in 1986 and was further fortified by the establishment of the Southern Ocean Sanctuary in Antarctic waters in 1994. Since then some of the more important tasks of the IWC have included:

1. assessing the stocks of the remaining whale populations (*i. e.* counting whales)
2. developing a new, safer system to calculate possible future whaling quotas (*i. e.* the Revised Management Procedure = RMP)
3. overseeing the so-called scientific whaling programs and aboriginal subsistence whaling
4. discussing a variety of "new" topics such as small cetaceans (*e.g.* dolphins, etc.), the effects on cetacean of pollution and environmental change, whalewatching, human killing of whales, non-lethal, genetic methods of determining stock identity, etc.

These topics were also among the most important items on the agenda at the 48th Annual meeting of the IWC in Aberdeen, Scotland. As in the past years the meeting was divided into two main parts (a) the Scientific Committee meeting (June 5-17) and (b) the IWC Plenary meeting (June 24-28), with intervening sessions by the Technical Committee and Working Groups (June 18-22).

The 1996 annual meeting, following the trend of the last years, was characterized by a polarity between whaling and anti-whaling nations. This was partly reflected in the work of the Scientific Committee (which dealt with approx. 350 original papers and other documents submitted to it) and was more evident in the plenary session, which has a stronger political component. This polarity has led to an uneasy "truce". On one hand, the whaling nations are able to conduct limited legal hunts under IWC rules (Norway commercially based on their objection to the moratorium, Japan under the scientific whaling scheme, certain native peoples under the aboriginal subsistence whaling program). On the other hand, the anti-whaling nations can point to the moratorium, the Southern Ocean Sanctuary, and the knowledge that a number of whales currently being taken



## International Whaling Commission

does not represent a significant threat to any whale species.

Nonetheless, there is growing concern that the number of large whales taken is increasing from year to year (approx. 783 in 1994, 1075 in 1995), that the status of the Revised Management Procedure and Revised Management Scheme is uncertain, that the moratorium and the Southern Ocean Sanctuary are under pressure and will eventually come up for review, and that the environmental situation and other anthropogenic impacts are having an increasingly negative influence.

Important resolution and activities of 1996 include:

1. Abundance of North Atlantic minke whales. The only baleen whale remaining in commercially viable numbers is the minke whale *Balaenoptera acutorostrata*, which is the smallest rorqual. The Atlantic population of this species is subject to commercial whaling by Norway and is therefore of great interest to the IWC. After a long and complex debate (following intense intersessional work) the Scientific Committee accepted the estimate of 118299 minke whales for 1995 as being "adequate for use in the RMP", although a number of unresolved methodological questions remain to be clarified. This number is higher than all previous estimates, and this discrepancy was cause for concern among many delegates. The new value has immediate implications for the Norwegian whaling program, which set a quota of 425 animals (193 more than last year). A resolution was passed asking the Norwegians to cease this commercial operation.

2. Revised Management Scheme. Little progress was made on the implementation of the Revised Management Procedure (RMP) and in defining the attendant supervision and control measures foreseen in the overall system, the Revised Managing Scheme (RMS). The RMP is a very conservative system to calculate future quotas. It basically only requires information on the original number of each whale species in the various regions of the world and current numbers in those regions. This explains why the IWC puts so much effort into counting whales and determining historic catches. It is also a main argument against using lethal methods to study



whales: whale management (*i. e.*, the RMP) does not need this information. The RMP has not been put into effect because, for one, the moratorium is still in place. Secondly, key elements of the RMS have not been decided on. No commercial whaling can begin before an international inspection scheme within the RMS is agreed upon. There was agreement this year that the IWC was less likely to approve one, cheap, simple method of control valid for all types of whaling (which would invite cheating) than complicated systems specifically designed for each of the various whaling operations. A key issue is who would bear the costs of such an expensive approach (*i.e.*, the IWC or the nations that would actually conduct future hunts).

3. Aboriginal Subsistence Whaling. The IWC agreed to devote a major effort over the next few years to develop an improved management scheme for aboriginal whaling. Several candidate procedures have been forwarded and a group was established to develop, evaluate and select an Aboriginal Whaling Management Procedure; it will be more objective and should be broadly compatible with the RMP.

The United States applied then later (after lengthy debate) withdrew an aboriginal whaling quota request for 5 grey whales (*Eschrichtius robustus*) for the Makah Indian tribe of Washington State. The total number of grey whales is estimated to lie between 24000 and 32000 animals, and the species was recently removed from the endangered list. While it was agreed that a quota for 5 whales would not present a significant threat to the stock, there was uncertainty as to whether the conditions for this type of whaling (uninterrupted cultural and nutritional needs) were met; also, a weakening of the moratorium was feared and a dangerous precedent with regard to perhaps dozens of other tribes with similar claims was seen. This request will be reintroduced in 1997.

A quota request by the Russian Federation for 5 bowhead whales (*Balaena glacialis*) for the native people from the Chukotka region (East Siberia) was also rejected. The number of animals in this stock is much lower than of the grey whales mentioned above (7200 to 9400) and is already being hunted by native Alaskans.

The quota of 2 humpback whales (*Megaptera novaeangliae*) annually for St. Vincent and the Grenadines (Caribbean) was extended for the years 1996/1997 and 1998/1999. Thus, the IWC officially sanctioned the killing of only 2 whales this year.

A similar critical review is planned of scientific whaling. For example, 440 minke whales were taken under "special permit" from Antarctic waters by Japanese in 1995, with an additional 110 from the North Pacific. A resolution was passed calling upon Japan to cease these lethal scientific whaling operations in the Antarctic and to respect the Southern Ocean Sanctuary.

4. Small cetaceans. Despite disagreement as to the

IWC's competence to deal with, much less "manage" small dolphins, porpoises and small whales, this topic continues to be on the IWC agenda. The items this year were the status of the genus *Lagenorhynchus* and the status of the harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in the North Atlantic. The discussion centered around a method - the PBR (Potential Biological Removal) - which could be used to determine whether harbour porpoise takes (incidental catches) were at critical level. This method is used in the United States and it was agreed that it represents a major improvement over earlier systems. According to the PBR method, the loss of harbour porpoises in Europe and the Gulf of Maine due to anthropogenic factors is larger (2.5%) than the level allowed by the PBR model (1%). On a positive note, success was reported in reducing net kills in Germany and the USA by using acoustic devices. Also, the number of dolphins killed by the tuna fishery in the Eastern Tropical Pacific dropped by another 20% this year (to 3274 animals from original estimates of around 100000 animals per year!). Next year's topics will include further work on the harbour porpoise, a review of small cetaceans in coastal waters of Africa, and a review of striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*).

5. Environmental factors. This year the IWC made a major step forward to permanently anchoring environmental issues in its official program by passing resolution IWC/48/44 on "the environment and whale stocks". This resolution calls for the establishment of a Standing Working Group to consult on the effect of environmental change on cetaceans; it builds upon the results of two previous intersessional workshops, the first being the Workshop on Chemical Pollution and Cetaceans (March 1995 in Bergen, Norway), the second being the Workshop on Climate Change and Cetaceans (March 1966 in Hawaii). The goal of environmentally concerned nations must now be to maintain the momentum in this direction.

A wide range of other subjects were discussed at length, including the continued revision of Soviet catch data (severe underreporting between 1947 and 1972), humane killing (electric lance as a secondary killing technique versus the rifle for minke whales), whale watching (establishment of comprehensive guidelines to regulate the trade), and genetic techniques for identifying whale stocks (as an alternative to lethal methods).

The broad spectrum of topics covered enables virtually every nation to make useful contribution. Unfortunately, many countries that are affected and that could contribute are not IWC members: the many nations surrounding the Mediterranean are noticeably underrepresented. Every country, regardless of its size, has an equal vote in the IWC and thus the power to determine the direction the IWC will take in the future. More countries should take this opportunity to further our understanding of cetaceans and to make significant progress on an im-

portant global environmental issue. The 49th Annual Meeting of the IWC will be held in September/October 1997 in the UK (Scientific Committee) and Monaco (Working Groups, Technical Committees, Plenary meeting).

### Tadej Slabe

#### 4. MEDNARODNA KRASOSLOVNA ŠOLA "KLASIČNI KRAS": BREZNA

Skoraj polovica slovenskega ozemlja je iz karbo-natnih kamnin, na katerih nastajajo kraški pojavi. Kras je razpoznaven po svojevrstnem površju, v sebi skriva raz-novrstne, toda značilne jame, osnovni podatki o 6700 znanih so zbrani v jamskem katastru, občutljivi kraški vodonosniki hranijo nenadomestljive zaloge pitne vode.

Na (matičnem) Krasu se je začelo razvijati svetovno krasoslovje. Inštitut za raziskovanje krasa velja za enega njegovih najpomembnejših središč. Slovenija je dežela, od koder izvirajo v znanstvenem izrazoslovju uporabljeni krasoslovni pojmi in pojavi kot so: kras, polje, dolina, ponor. Z geološkimi, geomorfološkimi, speleo-loškimi in hidrološkimi raziskavami nam je uspelo pokriti najbolj temeljna področja krasoslovja. To je edinstvena prednost našega inštituta, saj je krasoslovje po svetu praviloma razdrobljeno na številne in razno-vrstne ustanove. Poglobljene raziskave je treba smiselno dopolnjevati in povezovati. V okviru Evropske znanstvene fundacije je naš inštitut koordinator za pripravo evropske mreže za krasoslovne študije. Ta bo zdru-ževala raziskovalce in učitelje krasoslovja ter uprav-ljalce s krasom. Zaupanje inštitutu pa bo tudi enkratna priložnost za promocijo naše znanosti, v kateri se je ta že večkrat izkazal.

Razvoj zahteva številne posege v kraško okolje, ki spreminjajo podobo pokrajine in naravne procese. Dobro in povezano krasoslovno znanje je neobhodno za načrtovanje življenja na krasu. Zatorej je treba ta izhodišča dopolniti in jih narediti širše pristopna in uporabna. Le tako bo moč razširiti krog tistih, ki kras resnično razumejo. Sedanje znanje je za marsikoga še preveč razdrobljeno in pogosto znanstveno zaprto. Pri varovanju krhkega ravnovesja v kraškem okolju, pri načrtovanju oskrbe z vodo, prometnic, odlagališč od-padkov, je treba zajemati celovito znanje o krasu, tako regionalno kot tudi izsledke tujih raziskovalcev.

Znanje o krasu je torej temelj za pomembne raz-vojne cilje Slovenije, kot so preprečevanje onesnaže-nosti, oblikovanje okolja in odstranjevanje onesnaže-nosti iz njega, raziskovanje in izkoriščanje zemeljskih virov ter napredek znanosti.

Pomen krasoslovja je treba širše predstaviti v šolskih

in študijskih programih, kjer mu je še vedno namenjen premajhen delež. S kraškimi značilnostmi morajo biti bolje seznanjeni načrtovalci naših dejavnosti na krasu in bliže naj bi bile vsem, ki živijo na krasu. Inštitut tudi zato vsako leto pripravi Mednarodno krasoslovno šolo, da bi javnosti s pomočjo tujih krasoslovcev karseda nazorno odgovorili na najbolj pomembna in pereča vprašanja krasoslovja.

Letošnja šola, ki smo jo pripravili skupaj z Jamarsko zvezo Slovenije, je bila posvečena breznom. To so globlje votline, skozi katere prenika voda s prepustnega kraškega površja do podzemeljskih vodnih tokov. V ospredju našega zanimanja so bili: oblika in velikost brezen, njihova lega v podzemlju in zlasti njihov na-stanek ter vloga v vodonosnikih. Gosta prevotljenost vodonosnikov nas opozarja na skrajno previdnost na kraškem površju.

Šole se je udeležilo 46 ljudi iz Slovenije, Slovaške, Poljske, Avstrije, Italije, Hrvaške, Romunije in Japonske. Udeleženci so na vabljenih in drugih predavanjih pred-stavili 17 študij krasa. Poleg tematskih predavanj so predstavili še dvoje preglednih predavanj o tropskem krasu ter krasu nekdanje Sovjetske zveze. Dosežki bodo strnjeni v Krasoslovnem zborniku, ki ga izdaja naš inštitut.

Za udeležence šole so bile pripravljene popoldanske tematske ekskurzije v brezna ali na značilna območja z brezni. Obiskali so visoko kraško planoto Nanosa, kjer so spoznali različne tipe kraških depresij ter snežne kotličice in brezna - ledenice. Na Krasu so obiskali vhodna brezna jame Dimnice in Divaške jame ter se spustili v brezno Pod Škrinjarico. Na Notranjskem so se spustili skozi vhodno brezno Logaške jame, si ogledali ponore na Logaškem polju ter vhod v brezno Gra-dišnica. Zadnji dan so si ogledali tudi 329 m globoko brezno Labodnica, ki leži pri Trebčah v Italiji. To brezno je s svojo zgodovino ter izrazitimi pojavi gotovo eno najlepših na Krasu.

Šola je bila s široko mednarodno udeležbo in razširjanjem krasoslovnega znanja brez dvoma uspešna. Zato je tudi del Slovenskega parka znanosti in teh-nologije v okviru Slovenske znanstvene fundacije. V prihodnjih letih pa je treba pritegniti še več šolarjev in študentov, tokrat so prednjačili učitelji, in načrtovalcev posegov v kras.

Krasoslovna šola je del slovenskega parka znanosti in tehnologije, ki ga pripravlja in denarno omogoča Slovenska znanstvena fundacija. Šola je denarno pod-prlo tudi Ministrstvo za znanost in tehnologijo.

#### Seznam predavanj

Buzjak Nenad, Medjame (Samoborske gorje) - An example of shafts forming in the Upper Triassic dolomite  
Čar Jože in Stanka Šebela, Geological structures and location of shafts, Postojnska jama,

Gabrovšek Franci, Brezno pod velbom on Kaninski podi plateau, the world's deepest vertical

Gams Ivan, Development of cavities in view of the climatic and dynamical morphology

Klimchouk Alexander, The epikarst model of the vadose shafts development

Klimchouk Alexander, Hidden shafts at the base of the epikarstic zone: a case study from Altopiano dei Sette Comuni, Venetian Pre-Alps Italy

Lackovič Damir, Caves and karst of Bolivia

Mais Karl, Deep caves and shaft types in North Alpine karst of Austria; some remarks

Mihevc Andrej, Shafts

Morawicka Iwona, Karst pipes preserved in the Tertiary limestones near Stazsow, Poland

Polak Slavko, A classification of the subterranean environment and the cave fauna

Slabe Tadej, The caves in the motorway Dane-Fernetiči Šušteršič France, Vertical shafts, some historical and theoretical remarks

Tulucan Tiberio, Shaft glaciers in the Carpathian range

Tyc Andrzej, Concentrated and dispersed pollution of carbonate aquifers in Cracow-Czestochowa Upland in the light of spring chemograph analysis

Urushibara-Yoshino Kazuko, A comparison of red soils formed from Calcareous Materials in South Australia and Japan

Zupan Hajna Nadja, Karst depressions with precipitated walls on the southern slope of Mt. Snežnik, Slovenia

### Patricija Mozetič

#### TEČAJ O ŠKODLJIVIH MORSKIH MIKROALGAH

"IOC-DANIDA Training Course on the Taxonomy and Biology of Harmful Marine Microalgae, University of Copenhagen, Denmark"

Pod pokroviteljstvom UNESCO-ve komisije IOC (Intergovernmental Oceanographic Commission) in danske organizacije za mednarodno pomoč DANIDA (Danish International Development Assistance) je na sedežu Znanstvenega in raziskovalnega Centra za škodljive alge pri Univerzi v Kopenhagnu potekal tečaj o taksonomiji in biologiji škodljivih morskih mikroalg. Tečaja, ki je potekal od 15. do 26. julija 1996 in je bil namenjen predvsem raziskovalcem iz nerazvitih držav, sem se udeležila kot predstavnica Morske biološke postaje iz Pirana, edine znanstvene ustanove te vrste v Sloveniji.

Med škodljive morske mikroalge uvrščamo vse tiste predstavnike, ki ob izredno velikem povečanju števila celic povzročajo masovna cvetenja (angl. *blooms* oz. v primeru škodljivih cvetenj *harmful algal blooms*), že ob

nekoliko povečani biomasi pa tudi resne zdravstvene probleme. V številnih primerih so cvetenja monospecifična, tako da se morje glede na prevladujočo vrsto obarva rdeče, rjavo, zeleno ali belo. Kljub različni obarvanosti imenujemo ta pojav s skupnim imenom *rdeče plime* (angl. *red tides*), njihov škodljivi vpliv pa sega na ekonomsko (turizem, marikultura) in zdravstveno področje, saj so mnoge vrste strupene. Glede na organizme in posledice, ki jih ti puščajo, lahko škodljiva cvetenja razdelimo v tri skupine:

1. skupina: sem uvrščamo tiste vrste, ki ponavadi povzročajo neškodljive rdeče plime neprijetnega videza. V izrednih razmerah so cvetenja lahko tako obsežna, da poginjajo pridneni organizmi zaradi pomanjkanja kisika. Zelo razširjen in tudi v severnem Jadranu dobro znan povzročitelj rdečih plim je dinoflagelat *Noctiluca scintillans*.

2. skupina: sem sodijo vrste, ki proizvajajo močne strupe. Le-ti se prek vmesnih členov prehranjevalne verige prenašajo na človeka in povzročajo različne zastrupitve. Strupeni organizmi se kopičijo predvsem v školjkah in ribah, zastrupitve pa so naslednje:

- paralitična zastrupitev s školjkami (PSP) - smrtni primeri,
- diaroična zastrupitev s školjkami (DSP),
- amnestična zastrupitev s školjkami (ASP),
- nevrotična zastrupitev s školjkami (NSP),
- ciguatera zastrupitev z ribami - smrtni primeri,
- zastrupitev s cijanobakterijskimi strupi - smrtni primeri.

3. skupina: za človeka nestrupene vrste, ki pa povzročajo masoven pogin rib in nevretenčarjev, ker jim hudo poškodujejo dihalne organe. To se dogaja predvsem v intenzivnih marikulturnih območjih, kjer se gojeni organizmi ne morejo izogniti rdečim plimam.

Škodljive in strupene vrste fitoplanktona najdemo v naslednjih razredih: Dinophyceae (dinoflagelati), Bacillariophyceae (diatomeje), Haptophyceae, Raphidophyceae in Cyanophyceae (cijanobakterije); največ strupenih vrst je med dinoflagelati, sledijo cijanobakterije (predvsem sladkovodne) in diatomeje.

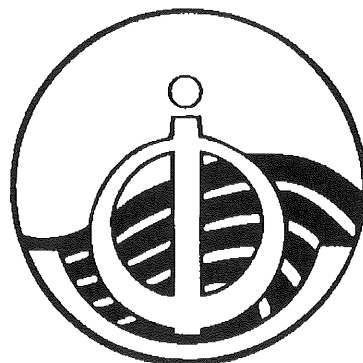
Kljub temu, da so rdeče plime v svojem ožjem pomenu naraven pojav, ki je bil v zgodovini nešteto krat zabeležen, sta se v zadnjih dveh desetletjih pogostnost pojavljanja in geografska razširjenost rdečih plim močno povečali. To povečanje je lahko zgolj navidezno, saj so se povečale in razširile predvsem raziskave in družbena osveščenost. Tako je na primer primerjava med letoma 1970 in 1990 o svetovni razširjenosti paralitične zastrupitve s školjkami pokazala 2,5-kratno povečanje te vrste zastrupitve, pri čemer je najverjetnejši vzrok povečanja pomanjkanje raziskav pred letom 1990. Še vedno pa manjkajo informacije in raziskave o razširjenosti PSP ob obalah Afrike (izjema je le Južnoafriška republika), vzhodnega Sredozemlja, Črnega morja, Perzijskega zaliva in v večjem delu Južne Amerike.

Razlogi za povečano število raziskav in hkrati svetovno razširjenost škodljivih cvetenj so naslednji: povečana znanstvena osveščenost o škodljivih vrstah mikroalg, povečana izraba obalnih območij za marikulturo, povezanost masovnih cvetenj z antropogeno evtrofikacijo in/ali nenavadnimi klimatskimi razmerami, razširjanje dinoflagelatnih počivajočih stadijev (cist) z ladijskimi balastnimi vodami ali skupaj s školjčnimi mladnicami po vsem svetu.

Marikulturna dejavnost je v nekaterih državah (Japonska, države jugovzhodne Azije, Avstralija in Nova Zelandija) ena najpomembnejših gospodarskih panog, morski organizmi, vzgojeni v marikulturi, pa najpomembnejši vir prehrane. Številna poročila o poginu rib, kozic in zastrupljenosti školjk iz omenjenih držav pa tudi iz držav z zahodne in vzhodne strani Atlantskega oceana (ZDA, Španija, Francija, Danska, Norveška) poročajo o veliki gospodarski škodi (tudi več sto milijonov ameriških dolarjev letno) in zdravstvenih težavah ljudi. Ker se te pojavljajo vsako leto, so se države zakonsko odločile za redno spremljanje škodljivih in strupenih vrst v morski vodi ter analize o vsebnosti strupov v gojenih organizmih in morski vodi z marikulturarnih območij. Spremljanje (angl. *monitoring*) opravljajo bodisi državne higiensko-veterinarske službe bodisi znanstvene ustanove v okviru državnega ali mednarodnega programa (npr. ASEAN: Association of South-East Asian Network, v katerega so vključene države jugovzhodne Azije in imajo vzpostavljeno sodelovanje s Kanado).

Na področju znanstvenih raziskav škodljivih morskih mikroalg prednjačijo Japonska, ZDA in nekatere zahodnoevropske države. Poleg številnih prispevkov v strokovnih revijah so njihove zasluge različne publikacije pod pokroviteljstvom komisije IOC (npr. navodila za delo s škodljivimi mikroalgami in strupi, priročniki za vzpostavitev in izboljšavo spremljanj, mesečne novice IOC o škodljivih algah - Harmful Algae News ipd.) in tečaji za manj razvite države, kot je bil julijski tečaj IOC na Danskem. V dvanajstih dneh smo se v sklopu predavanj, vaj in individualnega dela seznanili z razredi in najznačilnejšimi predstavniki škodljivih in strupenih mikroalg. Priznani strokovnjaki so nam v vzorcih morske vode, ki smo jih prinesli s seboj, pomagali določiti škodljive in strupene vrste in velikokrat se je izkazalo, da so bile v vzorcih vrste, ki smo jih do tedaj napačno poimenovali in za katere smo menili, da niso nevarne. Poleg tega se število škodljivih in strupenih mikroalg povečuje, prav tako se strupenost nekaterih vrst ekološko in geografsko spreminja, zato je spremljanje novosti in izmenjava informacij (literatura, kongresi, tečaji) na znanstvenem področju bistvenega pomena.

Kljub majhnemu koščku slovenskega morja je osveščenost o škodljivih mikroalgah in njihovi potencialni strupenosti v Tržaškem zalivu nujna. Čeprav so se prve raziskave ob sodelovanju Morske biološke postaje in današnjega Veterinarskega zavoda Slovenije pričele šele



ob koncu osemdesetih let, so testi o strupenosti pokazali, da so bile školjke zastrupljene skoraj vsako leto v pozno poletnem in jesenskem času. Zaradi marikulture dejavnosti v slovenskem delu Tržaškega zaliva (intenzivna vzgoja rib v Piranskem zalivu in trije nasadi užitne klapavice) bi bilo treba zakonsko določiti predpise, ki bi urejali poleg že vpeljanih mikrobioloških analiz tudi redne mikroskopske preglede morske vode in ob povečanem številu strupenih vrst tudi teste strupenosti. Zahodnoevropske države že imajo podobne zakonske predpise in standarde, zato bi morali ob približevanju Slovenije k Evropski Uniji razmišljati tudi v smeri večje zaščite zdravja slovenskih in evropskih potrošnikov slastnih morskih sadežev.

**Metka Petrič**

#### SLOVENSKI KRASOSLOVCI NA KITAJSKEM

Vlada Republike Slovenije in vlada LR Kitajske sta v letu 1995 podpisali sporazum o znanstvenem in tehnološkem sodelovanju. Ob koordinaciji Ministrstva za znanost in tehnologijo se je v projekt vključil tudi Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU iz Postojne, ki z Inštitutom za geografijo iz kitajske province Yunnan sodeluje pri raziskovalni nalogi "A Cooperative Research on Karst Environmental Protection and Large Cave System's Exploration in Yunnan Province". Ekipo petih raziskovalcev z Inštituta, ki so jo sestavljali mag. Janja Kogovšek, dr. Martin Knez, mag. Metka Petrič, dr. Tadej Slabe in dr. Stanka Šebela, je tako v času od 9. do 29. julija 1996 obiskala kitajskega partnerja in opravila obsežno terensko delo. Glavna pozornost je bila posvečena preučevanju značilnosti toka podzemne vode na območju svetovno znane naravne znamenitosti Kamnitega gozda. Naša ekipa je organizirala in nadzorovala sledilni poizkus, ki naj bi dal odgovore na vprašanja o režimu pretakanja v kraškem vodonosniku v okolici mesta Tianshengan. Na tem izrazito kmetijskem območju se predvsem v sušnem obdobju stalno srečujejo s problemom pomanjkanja vode za namakanje polj, zato

so se odločili za izdelavo temeljnega načrta gospodarjenja z vodami. Za pomoč pri uresničevanju projekta so se obrnili na naš inštitut, ki ima veliko izkušenj z reševanjem podobnih problemov.

Sodelovanje je pomembno še z enega vidika. Kitajska želi, da bi bil Kamniti gozd vpisan v seznam naravne in kulturne dediščine pri UNESCO. Za to pa mora izpolniti določene pogoje, ki jih predpisuje ustrezna konvencija. Pri nas imamo s tem že nekaj izkušenj, saj so v seznam uvrščene tudi Škocjanske jame. Kitajski kolegi so nas zato zaprosili za pomoč pri izdelavi študije o genezi in značilnostih Kamnitega gozda ter za nasvete pri zagotavljanju pogojev za njegovo uvrstitev v UNESCO-vo dediščino.

S pripravami na terenske raziskave smo začeli že pred odhodom v Yunnan. Za izdelavo načrta sledilnega poizkusa se je namreč treba predhodno seznaniti z osnovnimi hidrogeološkimi razmerami študijskega poligona. Od kitajskih kolegov smo dobili hidrogeološko karto ter podatke o padavinah in pretokih najpomembnejših vodnih tokov. Glede na položaj številnih jam, ki so dostopne s površine in je bil v njih zabeležen podzemni vodni tok, so bile predpostavljene glavne smeri pretakanja vode. S primerjavo podatkov o padavinah in pretokih za obdobje dveh let so bile določene značilnosti vodnega režima. Te predhodne ugotovitve smo po prihodu v Kamniti gozd dopolnili z raziskavami na terenu. Tako smo opravili približno 30 osnovnih analiz vodnih vzorcev na območju sledenja ter številne terenske meritve temperature, specifične električne prevodnosti in pH. Rezultati so pokazali, da se voda pretaka nekoliko drugače, kot so predvidevali kitajski kolegi. Vendar je bilo za dokončne zaključke treba opraviti še sledilni poizkus, za katerega smo na osnovi zbranih podatkov naredili natančen načrt. Pripravo in izpeljavo sledilnega poizkusa sta vodili Janja Kogovšek in Metka Petrič, za koordinacijo in organizacijo mreže zajemanja pa je skrbel kitajski kolega Liu Hong.

Odločili smo se za uporabo dveh sledil. Tako smo 19.7.1996 v času med 10.35 in 10.40 v začetnem delu podzemnega toka pri vasi Linkoupu vbrizgali 2 kg raztopljenega uranina, za sledenje stranskega toka pa smo ob 11.15 v jami Wayaodong v vodi raztopili 100 kg natrijevega klorida. Pred samim vbrizgavanjem smo zajeli slepe vzorce na 9 zajemnih mestih, po vbrizgavanju pa so nadaljevali zajemanje po izdelanem načrtu kitajski kolegi. Pri analizi bo najpomembnejša opazovalna točka Dakenyan, kjer je bila gostota zajemanja največja. Poleg tega je bil na tem mestu v času sledilnega poizkusa vsaki dve uri izmerjen pretok, že pred vbrizgavanjem sledila pa smo namestili tudi merilnik temperature in specifične električne prevodnosti s shranjevalnikom podatkov. Tako dobljeni podatki nam bodo skupaj z občasnimi kemičnimi analizami dali podrobnejši vpogled v dogajanje v času vodnega vala. Ugotovljene značilnosti opazovanega vodnega vala bo-

mo lahko primerjali z rezultati meritev na našem krasu. Prve vzorce z zajemnega mesta Dakenyan smo že analizirali in dobljeni rezultati nam bodo v pomoč pri preiskavi vzorcev z drugih zajemnih mest, ki nam jih bodo kitajski kolegi poslali naknadno. Na našem inštitutu bomo potem dokončali analizo in pripravili interpretacijo dobljenih rezultatov.

Drugi del naših raziskav pa je bil povezan predvsem s študijem geneze in značilnosti Kamnitega gozda. Tadej Slabe je preučeval obliko in skalni relief stolpov na območju Lunnan in Naigu. Opazovane podtalne in površinske skalne oblike kažejo na način oblikovanja in razvoja kamnitih stolpov v gozdu. Preučil je tudi skalni relief turistične jame Bei-yun v Naigu kamnitem gozdu in novo raziskane jame Guan Yin pri kraju Tianshengan.

Stanka Šebela je opazovala vpliv tektonike na nastanek kamnitega gozda. Zanimale so jo predvsem smeri in vpadi razpok, saj so se škraplje oblikovale po najbolj pogosto zastopanih smereh razpok. Rezultate je predstavila z rozeto, ki je pokazala, da je od skupno 202 razpok najbolj pogosto zastopana smer  $315^{\circ}$ - $330^{\circ}$  (NW-SE), in sicer z 20.79%. Na drugem mestu je s 15.34% smer  $45^{\circ}$ - $60^{\circ}$  (NE-SW), sledi pa smer  $285^{\circ}$ - $300^{\circ}$  (NW-SE) s 14,35%. Manj je bilo razpok v smeri N-S, čeprav so regionalno pomembnejše geološke strukture prav v tej smeri. To nas napeljuje na sklep, da leži območje Kamnitega gozda med močnejšimi prelomi kot blok, pretrt v dveh glavnih smereh, in sicer v smeri NW-SE in NE-SW.

Z ugotavljanjem stratigrafskih in litološko-petroloških značilnosti karbonatnih kamnin na širšem ozemlju Kamnitega gozda se je ukvarjal Martin Knez. Na terenu je makroskopsko ovrednotil apnenec ter ugotovil njihov tip in značaj. Izmeril je debeline plasti in različnih sekvenc ter ocenil tip in značaj stikov med ponekod izredno različnimi litološkimi in stratigrafskimi kamnin-skimi paketi. Preučeval je makroskopsko vidne teksture in strukture v kamnini, položaj, gostoto, tip, način pojavljanja in s tem genezo kalcitnih žilic, ocenil diagenetske spremembe karbonatne kamnine in podobno. Makroskopsko ugotovljene značilnosti bo dopolnil še z mikroskopskimi preiskavami, ki naj bi pojasnile možno povezavo med določenim tipom matične kamnine, vplivom sedimentnega nekarbonatnega pokrova, vode in kasneje atmosfere ter obliko kamnitih stolpov. V ta namen je v različnih geoloških profilih nabral prek 30 vzorcev matične kamnine, ki so pripravljene za izdelavo mikroskopskih preparatov.

Janja Kogovšek je opravila tudi več kemičnih analiz vod na območju Kamnitega gozda. V času našega obiska je trikrat deževalo in za vse tri zajete vzorce so bili analizirani osnovni kemični parametri. Možna je bila tudi primerjava s sestavo dežja, ki je padel v kotlice in raztapljal apnenec. S kemično analizo vzorca dežja na koncu poti polzenja po približno 7 m visokem kamnitem stolpu je bila izdelana ocena raztapljanja apnenca ob neposrednem stiku padavinske vode s kam-

nino. Vzorci prenikle vode v jamah Jiuxiang, Bei-yun in Xin Shi Dong bodo omogočili primerjavo stopnje korozije apnenca v vadozni coni pri nas in na območju Kamnitega gozda. Ugotovljene so bile sorazmerno visoke trdote, ki padejo v območje največjih zabeleženih vrednosti za prenikle vode na našem krasu. Zanimive rezultate so dale meritve specifične električne prevodnosti v jami Jiuxiang, v kateri prekrasne, sicer suhe ponvice zalivajo umetno z vodo iz reke. Analiza je pokazala zelo nizko mineralizacijo in opozorila na korozijo ponvic kot posledico tega umetnega zalivanja.

Iz kamnitega gozda smo se za tri dni odpravili proti jugovzhodu v mesto Xichou. Za ta del je značilen kopaški tropski kras, kjer so med različno visokimi zabljenimi hribi zaprte kraške depresije. Navdušeni smo bili nad značilnimi kraškimi oblikami in pokrajino nasploh. Med obiskom smo se srečali tudi s predstavniki oblasti, ki so nas seznanili s problematiko vodne oskrbe na širšem območju mesta. Gre za izrazito kmetijsko območje, kjer potrebujejo velike količine vode predvsem za namakanje polj. Ker pa se šele v zadnjih letih problema lotevajo bolj načrtno, bo v ta projekt treba vložiti še veliko dela in sredstev. Težave nastajajo tudi zaradi pomanjkanja strokovnjakov, ki bi pripravili program in opravili raziskave. Zato je razumljiva njihova želja, da bi nadaljnje kitajsko-slovensko sodelovanje razširili še na ta del province Yunnan in jim z našim znanjem in izkušnjami pomagali pri izpeljavi projekta.

Dvajsetdnevno bivanje naše ekipe v kitajski provinci Yunnan je bilo torej plodno, saj je bilo opravljeno obsežno raziskovalno delo. Med naslednjim korakom bomo povzeli zbrane ugotovitve o genezi in značilnostih Kamnitega gozda in jih pripravili za objavo v mednarodni strokovni periodiki. Pomemben je tudi praktičen pomen opravljenih raziskav, saj bodo rezultati sledilnega poizkusa rabili kot strokovna podlaga za načrtovanje ustreznega gospodarjenja z vodami. Z raziskavami na Kitajskem se torej odpira še ena dimenzija delovanja Inštituta za raziskovanje krasa ZRC SAZU iz Postojne. Hkrati pa je to sodelovanje tudi nov dokaz, da je slovenska krasoslovna znanost priznana in cenjena po svetu.

### Nadja Zupan Hajna

#### MEDNARODNA KONFERENCA CLIMATE CHANGE: THE KARST RECORD - BERGEN, NORVEŠKA

V času od 1.8. do 4.8.1996 je na Oddelku za geologijo Univerze v Bergnu v skupni organizaciji s Karst Waters Institute iz Zahodne Virginije potekala konferenca o klimatskih spremembah, zabeleženih na krasu. Na konferenci smo razpravljali predvsem o pomembnosti absolutnega datiranja sig z razpadno shemo

uranovega izotopa  $^{234}\text{U}$  in določanja paleoklimatskih razmer v času rasti sig na osnovi izotopov kisika in ogljika.

Konferenca se je udeležilo 72 raziskovalcev krasa z vsega sveta. Svoje delo so predstavili v obliki predavanj in posterjev. Predavanj je bilo 48, od tega prvi dan 12, drugi dan 19 in tretji dan 17, posterjev pa 22. Uvodna predavanja so imeli vodilni svetovni znanstveniki na področju krasoslovja, prof. D. Ford: *Dating Cave Deposits*; prof. H. P. Schwarcz: *Paleoclimate inferences from stable isotopic studies of speleothem*, oba z univerze McMaster, Hamilton, Kanada; in prof. W. Dreybrodt: *Chemical kinetics, speleothem growth and climate*, z bremenske univerze v Nemčiji.

Iz Slovenije smo se konference udeležili trije predstavniki, z Inštituta za raziskovanje krasa ZRC SAZU sva se konference udeležila dva. Andrej Mihevc je imel predavanje z naslovom *"Pleistocene to Holocene climatic record in speleothems on the SE edge of the Kras plateau in Slovenia"*. Moje prvo predavanje je imelo naslov *"The valuation of absolute speleothem datings from Slovenia"*, drugo v so-avtorstvu z dr. A. Kranjcem pa *"Paleogeomorphologically interesting detail from Ist island"*.

Prvi dan so bila predavanja posvečena stratigrafiji in kronologiji sig, predavanja so bila predvsem teoretske razprave o U/Th datiranju z masno spektrometrijo, o luminiscenci in hitrosti rasti sige. Drugi dan dopoldne smo razpravljali predvsem o stabilnih izotopih in sklepanjih o paleoklimatskih razmerah v času rasti sige ter stratigrafiji jamskih sedimentov in paleomagnetizmu. Popoldne pa je bilo posvečeno jamski biologiji in paleontologiji. Tretji dan so bila predavanja na temo regionalne kraške raziskave in analize jamskih sedimentov.

V večernem času so bile organizirane razprave o problemih datiranja sig, predstavitev posterjev in projekcije diapozitivov. Na koncu konference je bil v zaključni razpravi poudarjen velik pomen absolutnih datacij in izotopskih raziskav jamskih sig za poznavanje paleoklimatskih razmer in s tem za razvoj in oblikovanje krasa. Poleg tega so bili izpostavljeni problemi, na katerih bi bilo treba v prihodnosti več narediti.

V času od 30. do 31.7. sem se udeležila predkongresne ekskurzije - Geomorfologija in kvartarna geologija notranjega dela Sognefjorda na območju južne Norveške. V dveh dneh smo si ogledali tipično pokrajino, ki jo sestavljajo fjordi in vmesne visoke planote. Planote so v povprečju visoke okrog 1000 m, najvišji vrhovi pa dosežejo nekaj čez 2000 m. Na planotah so ohranjene morene in druge ledeniške oblike zadnje poledenitve in v višjih legah tudi sedaj obstoječih ledenikov. Zanimivo je, da se zadnja leta na Norveškem ledeniki večajo, vsako leto se podaljšajo za 20 do 60 m v dolžino in se bližajo velikosti, ki so jo dosegli med vrhom zadnje male ledene dobe v preteklem stoletju. To



pa je ravno obratno, kot se sedaj dogaja v Alpah, kjer se ledeniki zelo hitro manjšajo.

Fjordi so v povprečju globoki od 300 do 400 m, voda v zgornjih delih je brakična, poleti v zgornjih plasteh prevladuje sladka voda, zaradi dotoka sladke vode s kopnega. Voda ima v povprečju 7°C in zato v južnih predelih Norveške tudi pozimi ne zamrzne.

Glede na smeri fjordov ločijo tri tipe: a. prelomne fjorde, ob glavnih prelomnih smereh kaledonskega gubanja v ordoviciju; b. razpoklinske fjorde, ob razpokah, ki so nastale pod kotom 90° na glavne prelome v času kaledonskega gubanja; in c. N-S fjorde, ki so se izoblikovali v odprtih razpokah, nastalih v permiju; ti fjordi imajo tudi najstromejše stene.

Predvsem je bil zanimiv drugi dan ekskurzije po dolini Dummdalen, na nadmorski višini od 960 do 1080 m. V tej ledeniško oblikovani dolini nekaj metrov širok pas kambrijsko-ordovicijskega marmorja večkrat prečka potok, ki teče po osi doline. Ob stiku z marmorjem voda ponikne, teče pod površjem in izvira na stiku med marmorjem in skrilavci. Tako se je v spodnjem delu doline izoblikovalo več krajših vodnih jam. Jame imajo več vhodov, izoblikovane so v več nivojih, glavni vodni tok je v zalitih pasažah, zgornji nivoji so suhi ob nizki vodi in poplavljeni v času največjih količin vode. Drugi tip jam je izoblikovan v v pobočju doline, kjer pas marmorja doseže njeno stransko steno. Te jame so po nastanku starejše od sedaj aktivnih vodnih jam v dnu doline. Nastale so, ko se je voda pod ledenikom iz doline odcejala še v smer, ki je bila s sedanjo ravno nasprotna. Tako lahko v jami Jotunhalen opazujemo fasete na stropu in dnu jame, ki pa kažejo na nasprotno smer vodnega toka. Jame so po obliki in nastanku večinoma freatične cevi, ki jih večkrat sekajo mlajši vadozni kamini. Jame v tej dolini so po velikosti največje kraške jame na južnem Norveškem.

### Martin Knez

#### 30. SVETOVNI GEOLOŠKI KONGRES (Peking, Kitajska, 4.- 14. avgust, 1996)

Kot sodelavec Inštituta za raziskovanje krasa ZRC SAZU in kot edini predstavnik Slovenije sem se udeležil 30. jubilejnega svetovnega geološkega kongresa v Pekingu na Kitajskem. V dvanajstmilijonski prestolnici Kitajcev, ki pokriva 16.800 km<sup>2</sup>, so se med 4. in 14. avgustom zbrali geologi vsega sveta, da bi predstavili stanje geologije danes in hkrati začrtali smernice za tretje tisočletje. V Pekingu smo preživeli deset strokovno zanimivih in pestrih dni.

Svetovni geološki kongres se je na vseh ravneh predstavil v presežnikih. Nanj se je prijavilo okrog 8000

ljudi, prav toliko je tudi objavljenih izvlečkov predavanj. Kasneje se je izkazalo, da je bilo predavanj "le" okrog 6500. Število vseh udeležencev, skupaj z domačini, ki so se udeležili kongresa le za nekaj dni, pa je bilo po neuradnih podatkih Kongresa prek 10.000!

V organizacijskem komiteju je sodelovalo 77 ljudi, v znanstvenem 85, v častnem odboru 26, v drugih komitejih 131, skupaj torej prek 300. Častni predsednik, v spremstvu šestih podpredsednikov, je bil predsednik Kitajske Li Peng, ki je 30. jubilejni kongres po znanstveno in kulturno bogati uvodni slovesnosti v širokopoteznem slogu tudi odprl.

Kitajski geologi so pripravili 10 predkongresnih in 14 medkongresnih krajših tečajev ter 6 medkongresnih in 20 kongresnih delavnic. Organiziranih je bilo tudi 316 pred-, med- in pokongresnih terenskih ekskurzij (nekateri so bile kasneje odpovedane) po ozemlju celotne Kitajske! Največ jih je bilo posvečenih geomorfologiji, mineralnim surovinam, petrologiji, strukturni geologiji, sedimentologiji, stratigrafiji in tektoniki.

Znanstveni simpozijski program je bil razdeljen v 22 sklopov od stratigrafije, paleontologije in sedimentologije, prek morske geologije, strukturne geologije, petrologije, vezane na magmatske kamnine, mineralogije, geologije predkambrija, geologije mineralnih surovin, geologije fosilnih goriv, ekonomije izkoriščanja naravnih virov, geokemije, geofizike, seizmogeologije, kvartarne geologije, hidrogeologije, inženerske geologije, geologije okolja, matematične geologije z geoinformatiko, primerjalne planetologije do geološkega izobraževanja in zgodovine geoznanosti.

Poleg zgoraj omenjenega so bile na programu tudi številne turistične, kulturne in umetniške prireditve, ki so popestrile dan in večer.

Organiziran je bil tudi t.i. posebni znanstveni program v 11 sklopih: Izvor in zgodovina Zemlje, Geoznanosti in preživetje človeka, Globalne spremembe in razvoj v prihodnosti, Struktura litosfere, Sedanji litosferski premiki, Globalna tektonika, Orogenetski pasovi, Sedimentni bazeni, Energija in mineralne zaloge za 21. stoletje, Nove tehnologije geoznanj in Projekti s področja geoznanj.

Med 4. in 9. avgustom je bila na ogled razstava Geoexpo 96, ki jo je z nekaterimi sodelujočimi organiziral Organizacijski komitej 30. svetovnega geološkega kongresa. Predstavilo se je okrog 150 razstavljalcev iz Kitajske in tujine.

30. svetovni geološki kongres so organizirali Mednarodna zveza geoloških znanosti (IUGS), Kitajsko geološko združenje, Kitajsko ministrstvo za geologijo in mineralne surovine in druge kitajske vladne agencije, znanstvene institucije in industrijske organizacije.

Poslušali smo najrazličnejša predavanja, izmed katerih velja posebej omeniti dve predavanji prof. W. Fyfeja z univerze Western Ontario in predsednika Mednarodne zveze geoloških znanosti (IUGS).

Slovenija oz. Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU se je predstavil v sklopu *Formation and evolution of karst and data on environmental changes* s predavanjem *Karst cave development from the bedding-plane point of view* (Škocjan Caves, Slovenia) in s posterjem z naslovom *Development of phreatic channels in Škocjanske jame Caves, Slovenia*. Poleg tega sem sodeloval tudi na sestanku IGCP UNESCO Project 379, *Karst Processes and the Carbon Cycle*, kjer je IZRK eden sooblikovalcev projekta.

Kot se spodobi za kongres omenjenih dimenzij, so organizatorji izdali tudi natančen program z imeni vseh sodelujočih v brošuri s prek 300 stranmi, knjižico s seznamom gostov in njihovi razporeditvi po hotelih, knjižico s seznamom darovalcev finančnih sredstev, kjer so navedeni vsi, ki so darovali vsaj 100 yuanov, tudi tri knjige s skoraj 2000 stranmi izvlečkov predavanj in posterjev, ki so bili predstavljeni na desetdnevem kongresu!

Geologi "vseh dežel" so bodo ponovno sestali čez štiri leta v Braziliji.

### Anton Brancelj

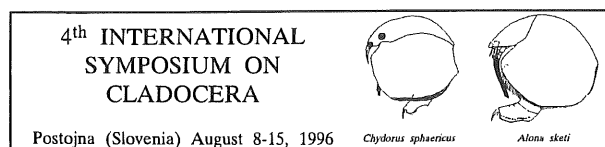
#### 4. MEDNARODNI SIMPOZIJ O VODNIH BOLHAH Postojna, 8. - 15. 8. 1996

Od 8. do 15. avgusta 1996 je v Postojni potekalo 4. mednarodno srečanje izvedencev za vodne bolhe (Crustacea: Cladocera). Srečanje sta organizirala Inštitut za biologijo Ljubljana (IB) in Društvo ekologov Slovenije (DES). Predsednik organizacijskega odbora je bil dr. Anton Brancelj (IB).

Prva srečanja te vrste so bila l. 1985 na Madžarskem, l. 1989 na Češkem in l. 1993 na Norveškem. Sklep zadnjega simpozija je bil, da se organizacija 4. srečanja l. 1996 zaupa Sloveniji. Le-tega se je udeležilo 63 izvedencev iz 16 evropskih držav in iz Mehike. Svoje delo so predstavili v 35 referatih in s 14 posterji. Med najpomembnejšimi udeleženci simpozija so bili prof. dr. Henri Dumont /Ghent/ (specialist za sistematiko in ekologijo), prof. dr. Peter Larsson /Bergen/ (specialist za ekologijo) in prof. dr. Joop Ringelberg /Amsterdam/ (specialist za ekologijo in vedenje).

Ob otvoritvi so goste pozdravili mag. Peter Volasko (Ministrstvo za znanost in tehnologijo), g. Josip Bajc (župan občine Postojna), prof. dr. Tone Wraber (Univerza v Ljubljani) in prof. dr. Matjaž Gogala (Prirodoslovni muzej Slovenije).

Delo je potekalo po tematskih sklopih in sicer: 1) analiza združb (community analysis), 2) morfologija in sistematika (morphology and systematics), 3) prehrana / plenjenje / tekmovalnost (grazing / predation / competition), 4) osebni razvoj (life history), 5) rast in razvoj



populacij (population dynamics), 6) vedenje (behaviour), 7) paleolimnologija in genetika (paleolimnology and genetics). Večji del rezultatov so raziskovalci predstavili na 20-minutnih predavanjih, manjši del pa na posterjih.

V prvem tematskem sklopu so bila predstavljena dela, ki so obravnavala združbe vodnih bolh v različnih okoljih. Največjo pozornost je vzbudilo predavanje o slepih vodnih bolhah, ki so jih odkrili v presihajoči mlaki v Mehiki. To predavanje se je navezovalo na drugi sklop predavanj, kjer je N. Korovchinsky najprej predstavil zgodovinski pregled raziskovanj sistematike vodnih bolh od prvih morfoloških opisov, nekateri od njih so bili celo nekoliko fantastični, pa vse do naj sodobnejših biokemijskih metod, ki so se uveljavile šele v zadnjih letih. Eno od pomembnejših predavanj v tem sklopu je bil opis tretje slepe jamske vodne bolhe, ki so jo odkrili v vodni jami v bližini Vidma pri Dobropolju (Slovenija). V sklopu tega predavanja je organizator izdal tudi poseben plakat, na katerem so upodobljene vse tri doslej znane slepe jamske vodne bolhe - skupaj s prikazom njihovih najdišč. Naslov plakata je "Blind cave-dwelling Cladocera - endemits of the Dinaric region" oz. Slepe jamske vodne bolhe - endemiti dinarskega območja. Na plakatu so predstavljene *Alona hercegovinae* in jame Ljelješnica v Hercegovini, *Alona sketi* iz Osapske jame in *Alona stochi* iz Kompoljske jame. Zelo zanimivo predavanje je imel prof. dr. Henri Dumont, in sicer je obravnaval okušalne organe pri nekaterih vodnih bolhah, s čemer je utrta pot povsem novim raziskavam.

V tretjem sklopu predavanj so predavatelji predstavili medsebojne odnose tako med posameznimi vrstami vodnih bolh kot tudi odnose med vodnimi bolhami in drugimi predstavniki planktonskih združb. V tem delu predavanj so bile, žal, predstavljene predvsem teme, ki se nanašajo na planktonske združbe, medtem ko so raziskave bentoških (talnih) združb še vedno pretrd metodološki oz. tehnični oreh za raziskovalce. V tem tematskem sklopu je bilo tudi predavanje dr. L. Lipeja o vlogi morskih bolh, natančneje vrste *Penilia avirostris*, v prehranjevalnih spletih, ki so jo raziskali člani Morske biološke postaje v Piranu.

V četrtem sklopu predavanj je bilo predstavljenih nekaj podrobnejših ugotovitev, povezanih z rastjo in razvojem osebkov posameznih vrst. To poglavje se je tesno navezovalo na naslednji sklop predavanj, med katerimi je vzbudilo največ pozornosti, in obenem dobilo tudi največ kritičnih pripomb, predavanje o novi vrsti iz rodu *Moina* in o eksplozivni rasti njene popu-

lacije v vodnih telesih, ki so obstojna le kratek čas (predvsem mlake).

Sklop predavanj, ki se je nanašal na vedenje vodnih bolh, je vseboval kar tri zelo zanimiva predavanja. Prof. dr. P. Larsson je predstavil zelo domiselni laboratorijski poizkus, s katerim je poskušal ponazoriti "odločanje" planktonskih vodnih bolh, ki nihajo med lakoto in tveganjem, da jih požro ribe. Prof. dr. J. Ringelberg pa je predstavil vedenje vodnih bolh v naravi, natančneje njihove načine vertikalnih migracij in razporeditev osebkov po posameznih globinah, kjer jih ogrožajo planktivorne ribe. Posebnost tega sklopa je bilo predavanje o paritvenem vedenju vodnih bolh vrste *Moina brachiata*, ki ga je pospremil kratek video posnetek.

V zadnjem sklopu predavanj so bile najprej predstavljene analize združb vodnih bolh iz geoloških vrtin, ki so obsegale obdobje zadnjih nekaj deset tisoč let, in sicer iz južne Norveške. Sledila so predavanja o genetskih raziskavah. Med njimi je bilo najbolj zanimivo predavanje o tem, kako razmeroma redko pride do hibridizacije dveh sorodnih vrst, vendar se zaradi partenogenetskih sposobnosti vodnih bolh njihovi potomci ohranijo v okolju razmeroma dolgo.

Sekcija s posterji je bila zelo pestra, saj je pokrivala vsa že prej navedena področja. Presenetljivo veliko zanimanje je vzbudilo delo, ki smo ga opravili na Inštitutu za biologijo v Ljubljani. Nanašalo se je na indukcijo obrambnih trnov pri vrsti *Daphnia hyalina* v okolju skupaj s plenilskimi ličinkami vrste *Chaoborus flavicans*. Ličinka živi v številnih slovenskih jezerih, vključno z Blejskim jezerom. Isto pa velja tudi za vodno bolho.

Na koncu vsakega sklopa predavanj je bilo nekaj časa prihranjenega za diskusijo. V večini primerov je bilo tega časa premalo na voljo, saj so se ob posameznih predavanjih razvile živahne diskusije, ki so se pogosto nadaljevale tudi med odmori in celo med kosili.

Zunaj specializiranega dela programa o vodnih bolhah so se lahko udeleženci simpozija podrobneje seznanili tudi s Slovenijo in sicer v sklopu treh predavanj, ki so obsegala splošno predstavitev Slovenije, še zlasti pa njeno raznolikost v pokrajinah (P. Skoberne), Kras in kraške pojave v Sloveniji (mag. N. Zupan) ter vodne živali s posebnim poudarkom na jamskih živalih (dr. B. Sket). Med simpozijem smo organizirali tudi popoldanski ogled Postojnske jame in celodnevni izlet. Začel se je v Postojni, pot pa nas je vodila prek Rakovega Škocjana in mimo Cerkniskega jezera do gradu Snežnik. Zatem smo pot nadaljevali prek Mašuna in Ilirske Bistrice do Škocjanskih jam, kjer smo si ogledali udorno dolino in ponor Reke. Na koncu smo si ogledali še Sečoveljske soline in solinarski muzej. Izlet smo zaključili z okusno večerjo v dolini Dragonje.

Med pomembnejšimi sklepi simpozija je treba omeniti predvsem dva. Prvi je ta, da je treba referate izdati v posebni publikaciji, in sicer kot posebno izdajo revije *Hydrobiologia*. Drugi pa je ta, da bo gostitelj naslednjega

simpozija Inštitut za limnologijo Max Planck iz Ploena.

Udeležbo na simpoziju so delno krili udeleženci sami, del sredstev pa smo organizatorji pridobili od domačih sponzorjev. Največji delež je prispevalo Ministrstvo za zanost in kulturo RS. Med drugimi sponzorji so bili še Slovenska znanstvena fundacija, Zavod za zdravstveno varstvo iz Celja, Občina Postojna, Postojnska jama, Droga Portorož, Pivovarna Union, MIP Nova Gorica, Marikultura Portorož, Vipavska klet. Posebna zahvala gre tudi Srednji šoli iz Postojne, ki nam je ponudila prostor za simpozij. Simpozij je imel tudi odmev v medijih, saj sta o njem poročala tako radio kot televizija.

### Andrej Kranjc

#### SUSTAINABLE DEVELOPMENT AND MANAGEMENT OF KARST TERRAINS: NEW KARST COMMISSION OF INTERNATIONAL GEOGRAPHICAL UNION

In 1992, the karst study group within the framework of the International Geographical Union (IGU) was transformed into the Commission on Environmental Change and Conservation in Karst Areas, with Prof. Ugo Sauro (Padova) as a chairman. Commissions of the IGU are not permanent. Considering that some very important and successful work has been carried out in the last four years, the members of the Commission decided to continue to promote karst research, with special emphasis on karst problems and various questions dealing with them.

From 5 - 10 August this year, the 28th International Geographical Congress was held in The Hague (Netherlands). The special symposium on karst "The World karst environments" was organised by the previous Commission and attended by 20 karstologists, great number of the Commission's members among them. From 13 papers presented, four dealt with the karst of Slovenia: The karst of Grosuplje (M. Hrvatina), Pedogeographic characteristics of the karst poljes in Notranjska (F. Lovrenčak), East Adriatic coastal karst, and Motorways across "Kras" - development and threat (both A. Kranjc). Other papers presented coastal karst in Italy, sediments in Wisconsin's dolines, solution rate of limestones in Japan, karst in the Netherlands, deterioration processes in a prehistoric cave in Spain, and geoecological conditions of Hungarian karst. Specially interesting was the paper dealing with marine impacts on cave development; it was presented by J. Gunn, well known to Slovene researchers due to his regular visits to Slovene karst through the British Council and Slovene Ministry of Science and Technology programme ALIS Link.

During the Congress, the General Assembly of the IGU approved the proposed new Commission for the karst. On August 7th the Commission's "Sustainable De-

velopment and Management of Karst Terrains" was thus founded. On the following day, the Commission held its first meeting, with the attendance of more than 10 participants. J. Gunn was elected the chairman of the Commission and ten full-Members from different countries were chosen, too. I am glad to say that Slovenia has its representative among them as well, i. e. A. Kranjc from the Postojna Karst Research Institute.

The chairman J. Gunn (University of Huddersfield, England) presented aims and objectives of the Commission for the period 1996 - 2000, that is for the whole term of the Commission's life. The overall aim of the Karst Commission is to promote geographical research on karst areas, and its specific aim is to develop appropriate theories and technologies for the rational and sustainable use of karst resources. To achieve these aims, the Commission has set primary objectives in the areas of Research and Communication. Research comprises the study of hydrological processes, the processes of solutional erosion and of karst landform development, the clastic sediment dynamics in karst, and karst geocology.

There is still a great deal of ignorance in respect of the characteristics of karst geoecosystems amongst engineers, land managers, planners, and politicians. To overcome this, it is necessary to make the results of the research carried out in the past more readily available. One possibility is to consider producing two volumes: Problems of the Karst Resource Management - A Global Perspective, and second, Karst Resource Management - A Technical Manual. K. Urushibara - Yoshino regularly edited "Newsletter on Annotated Bibliography" of the Commission members, and the new Commission will try to resume this important activity.

We wish that the new Commission will be at least as successful as the previous one and that the role of Slovene researchers will be significant enough. Taking into account the open questions Slovenia has in respect of the karst resource management, in particular the problems of water supply in the Primorska region, motorways and railroad constructions across Kras, the work of the Commission can be very important as well, not only for Slovene geography and karstology, but also for its economic and everyday life.

### Slavko Polak

#### III. MEDNARODNA KONFERENCA O POLHIH Moščenicka Draga (Hrvaška), 9. - 12. oktober 1996

Tretja mednarodna konferenca o polhih (Gliridae), ki jo je v Moščenicki Dragi organiziral Hrvaški prirodoslovni muzej pod vodstvom dr. N. Tvrčkovića, je poka-

zala, da s prvima dvema konferencama poznavanje in zanimanje še ni izčrpano za to skupino sesalcev. Prva konferenca o polhih je potekala leta 1990 v nemškem mestu Grafenau, druga pa v južnoitalijanskem mestecu Fuscaldo. Naraščanje števila udeležencev je pokazalo potrebo tudi po nadaljnjem združevanju in sodelovanju strokovnjakov, ki se ukvarjajo s polhi. Prvi dve konferenci sta tudi vzpodbudili nove raziskave polhov na različnih področjih.

Tretja konferenca, organizirana v Moščenicki Dragi, se je odlikovala po velikem številu udeležencev (40 iz 12 držav), med katerimi je vzpodbudno veliko mladih raziskovalcev. Predstavljenih je bilo 18 referatov in 20 posterjev.

Težko je omeniti le nekatere prispevke, ne da bi delal krivico drugim avtorjem, pa vendar naj izpostavim odmevnejše. Znanstveni program konference je bil razdeljen na več sklopov. V paleontološkem sklopu nam je dr. G. Storch predstavil nove paleontološke izsledke. Dr. B. Kryštufek (PMS) je v sodelovanju z dr. R. Kraftom z referatom o kraniološki variabilnosti mediteranskih vrtnih polhov (*Eliomys*) odprl nekaj novih taksonomskih vprašanj. Velik del referatov in posterjev nam je predstavil razširjenost več vrst polhov po posameznih državah. Najzanimivejša je bila predstavitel dr. P. Morrisa o uspešni akciji kartiranja podleskov (*Muscardinus avelanarius*) v Veliki Britaniji. S posebno oglaševalsko akcijo t.i. "Great Nut Hunt of 1993" so k sodelovanju pritegnili več tisoč sodelavcev, kar je mogoče samo v Veliki Britaniji. Novejše tehnike telemetričnih spremljanj gibanj polhov (pasti, oddajniki, vsajeni mikročipi...) nam širijo obzorje glede poznavanja življenjskih navad teh zanimivih glodalcev, obenem pa nam zastavljajo nova in nova vprašanja. Velik napredek so raziskovalci dosegli pri razumevanju fiziologije hibernacije polhov. Rezultate uspešno zastavljenih eksperimentov je predstavilo več tujih avtorjev. S. Minato nas je seznanil z novimi izsledki o ekologiji japonskega polha. S. Polak (NMP) in mag. A. Mihevc (IZRK) sta zbrala podatke in predstavila nov ekološki aspekt pojavljanja navadnega polha (*Myoxus glis*) globoko v kraških jamah. Dr. T. Trilar (PMS) in K. Prosenec pa sta odprla novo poglavje na tovrstnih konferencah z referatom o ektoparazitih navadnega polha in njegovem medicinskem pomenu prenašanja nalezljivih bolezni. Zadnji dan konference je bil posvečen etnološkim in kulturološkim raziskavam. Več avtorjev je govorilo o tradiciji polhanja v južni Sloveniji, Gorskem Kotarju in na nekaterih severno-jadranskih otokih. Bogato etnološko dediščino polharske tradicije na Slovenskem je predstavila M. Peršič (NMP), kustosinja Polharske zbirke v pristavi gradu Snežnik.

Že med konferenco nam je organizator pripravil zanimivo strokovno ekskurzijo, na kateri smo si ogledali življenjske prostore kar štirih vrst polhov. V NP Risnjak nam je ekipa iz Prirodoslovnega muzeja Hrvaške predstavila svoje ekološke raziskave polhov s postavljanjem

gnezdilnic. Organizatorji so v osnovni šoli v Trščah pripravili tudi priložnostno razstavo o polhah in polharstvu. Tu smo imeli izjemno priliko, da si ogledamo originalne Valvazorjeve akvarele, ki jih hranijo v Zagrebu. Akvarel navadnega polha je bil izdelan veliko prej, preden je Linne žival strokovno opisal, in to prav na osnovi slovenskih primerkov.

Ob sklepu konference je veliko udeležencev izrazilo pohvale odlični organizaciji konference in željo po nadaljevanju mednarodnih srečanj strokovnjakov, ki se ukvarjajo s temi prikupnimi sesalci. Naslednja konferenca o polhah bo v turškem univerzitetnem mestu Edirne (evropski del) jeseni leta 1999.



**OCENE IN POROČILA**  
**RECENSIONI E RELAZIONI**  
**REVIEWES AND REPORTS**

PAKLENIČKI ZBORNIK, vol. 1,  
 Simpozij povodom 45. godišnjice NP "Paklenica".  
 Starigrad, Paklenica, 1995

Paklenica je dobro znana mnogim slovenskim potnikom, še posebej planincem, alpinistom in naravoslovcem. Veličastna naravna soteska Velike Paklenice, nad katero se do 400 m visoko dvigajo gole prepadne stene, je bogato obdarjena z naravnimi lepotami in naravoslovnimi posebnostmi. Že v letih 1928/29 so to območje razglasili za narodni park. Po določitih tedanjega Financijskega zakona je bilo treba razglas vsako leto znova revidirati, kar pa v praksi ni bilo uresničeno. Ponovno je bila Paklenica razglašena za narodni park leta 1949, hkrati s Plitvičkim jezeri, Bjelimi stenami in Štirovačo. Leta 1954 so v Zadru ustanovili tudi samostojno upravo narodnega parka Paklenica. Dve leti kasneje se je uprava preselila v Paklenico, kjer je še danes. Leta 1994 je park slavil 45-letnico obstoja. V počastitev obletnice je Upravni odbor parka v času od 19. do 22. oktobra 1994 organiziral strokovni simpozij. Simpoziju je sledil zbornik, izdan leta 1995. Založila ga je Uprava NP Paklenica, uredil pa dr. Nikola Tvrković.

Na skoraj 400 straneh velikega formata je zbranih kar 55 prispevkov, ki so razdeljeni v štiri tematske sklope. Poleg njih je tudi uvodno poglavje, ki ga je pripravil direktor parka Z. Šikić, in pregled zaključkov simpozija izpod peresa N. Tvrkovića. Na koncu sta še dve kakovostni barvni prilogi: geomorfološka karta bazena porečja Velike in Male Paklenice ter vegetacijska karta NP Paklenica.

Prvi tematski sklop (10 prispevkov) je posvečen klimi in geologiji. Za bralce bodo najbrž zanimivi članki, ki obravnavajo problematiko na celotnem območju Velebita: "Velebit - klimatska preokretnica" (avtorja B. Penzar in I. Penzar) in "Geološka struktura Velebita" (avtor E. Prelogović). Drugi prispevki so omejeni na južni Velebit in na samo Paklenico, obravnavajo pa morfogenezo, glaciofluvialne nanose, sledove poledenitev, krasoslovje in hidrologijo.

V sklopu o flori, vegetaciji in favni je 14 prispevkov. Edini floristični prispevek opisuje floro narodnega parka (avtor I. Trinajstić). Tu uspeva kar 15 taksonov (od tega 12 vrst višjih rastlin), ki so endemični za Velebit. M. Rukavina navaja za območje parka 10 gozdnih združb. Na ostrem južnovelebitskem krasu so gozdovi zelo občutljivi za človekove posege, zato ne preseneča, da se štirje članki ukvarjajo s problematiko te vrste. Izmed živalskih skupin so obdelani hrošči (B. Jalžić in B. Gjurasić), stene (V. Strpić), rastlinske ose (F. Perović) in dnevni me-

tuļji (M. Kućinić s sodelavci). M. Grubešić s sodelavci obravnava lovno-gospodarski potencial narodnega parka.

Dvanajst prispevkov je posvečenih kulturno-zgodovinski dediščini. Časovno zajemajo obdobje od mezolitika prek antike in srednjega veka do sodobnosti. Dva prispevka sta etnološka. Planinarjenje, alpinizem, speleologija, gospodarski pomen in prostorsko planiranje na območju parka so predmet nadaljnjih 19 prispevkov. Z naravoslovnega stališča je morda najzanimivejši pregled speleoloških pojavov v območju Paklenice (S. Božičević). Več avtorjev išče odgovor na vprašanje o trajnostni rabi naravnih virov v narodnem parku in možnosti njihove turistične rabe.

V pregledu zaključkov s simpozija so navedeni argumenti za razširitev parka. S tem bi park pridobil zunanji varovalni pas, ki bi omogočal učinkovitejše varstvo biotske raznovrstnosti. Nekatere lokacije in objekti v parku ali zunaj njega potrebujejo posebno varovanje; navedenih jih je 10. Raziskovalna dejavnost mora dobiti večjo vlogo, kajti boljše poznavanje naravnih in kulturnih danosti parka bo omogočilo učinkovitejše prostorsko načrtovanje. Udeleženci simpozija so tako opozorili na nekatere načrtovane posege v tamkajšnji prostor, ki s stališča varovanja dediščine niso sprejemljivi.

Sodeč po številu narodnih parkov so Hrvati bolj nagnjeni varovanju naravne dediščine kot Slovenci. S pričujočim zbornikom so tudi dokazali, da ne ostajajo samo pri golih, formalnih razglasitvah, marveč naprej iščejo možnosti za boljše poznavanje zavarovane dediščine, s tem pa skrbijo za njeno učinkovitejše varovanje. Vsi, ki jih Narodni park Paklenica zanima, bodo v zborniku našli bogat vir informacij s področja naravoslovnih znanosti in humanistike. Kolikor mi je znano, uprava parka pripravlja tudi 2. številko. Pri izvedbi tega zahtevnega projekta jim lahko samo zaželimo, da bodo enako uspešni, kot so bili pri zbiranju gradiva za pričujoči zbornik.

**Boris Kryštufek**

*Martin Knez: VPLIV LEZIK NA RAZVOJ KRAŠKIH JAM*  
 (Primer Velike doline, Škocjanske jame),  
 Zbirka ZRC 14, Ljubljana, 1996, 186 strani

V novejšem času se vnovič pojavlja vprašanje speleogeneze. V grobem je bilo to vprašanje z nadrobno preučevanjem raztapljanja, kemizma in (makro)tektonskih značilnosti že rešeno. Ob stran je bilo odrinjeno vprašanje, ki ga je bilo bolje obiti: kako in zakaj je lahko voda iz drobne razpoke ustvarila jamski rov, in to ravno na mestu, kjer je, saj je kamnina prepokana tudi drugje in tudi "enakih" lezik (medplastnih razpok) je povsod dovolj. Zdaj so se raziskovalci, tako po svetu kot pri nas, lotili tega vprašanja, ki je vzniklo pod novim imenom "incepcijska teorija". D. Lowe se je tega



vprašanja - incepcije - lotil predvsem teoretično, pravega preučevanja v naravi pa ni, niti ni izdelane metodologije, kako se tega lotiti s konkretnimi raziskavami.

Martin Knez je že več let podrobno raziskoval sedimentološke značilnosti kamnine, v kateri so izoblikovane Škocjanske jame, pri čemer je odkril primere, s katerimi se je lahko kompetentno vključil v omenjeno razpravo. S tem je vključil v te raziskave slovenski Kras, ki ima zgodovinski primat v nastanku in razvoju krasoslovne vede. Ker gre za raziskovanje Škocjanskih jam, ki so edini spomenik slovenske naravne dediščine, vpisan v seznam UNESCO, je pravkar izdana monografija tudi pomemben prispevek k izpolnjevanju obveznosti slovenske države do svetovne javnosti, to je permanentnih raziskav spomenika, svetovne dediščine. To tudi simbolično potrjuje znak Unesco, natisnjen na platnici.

Na podlagi 250 zbruskov je avtor dobil prek 10.000 podatkov, s katerimi je lahko napravil določene sklepe o vplivu lezik na razvoj jam, v konkretnem primeru Škocjanskih jam.

Med uvodna poglavja lahko štejemo kar prvih devet poglavij Knezovega dela, se pravi Uvod in Slovar izrazov z razlago, Problematika raziskav lezik, Izbira terena ter osnovni topografski in geološki parametri, Pregled dosedanje literature (povzetki nekaterih temeljnih izhodišč - raziskav, idej, ugotovitev, ki so vplivali na izvedbo razprave), Metode dela, Problematika razprave, Pojem "lezike" ter kot deveto, Poskus regionalnega ovrednotenja jamskih objektov na različnih stratigrafskih členih kot del prevodnega sistema širše okolice Škocjanskih jam. Iz teh poglavij dobi bralec dober pregled nad celotnim vprašanjem, seznanen se s terenom, podrobno izve, kako je z reševanjem teh vprašanj po svetu in tudi dobi že prvi vtis o avtorjevem temeljitem poznavanju literature in načinu dela oziroma raziskav (regionalni pregled, fotografiranje, identifikacija kraških objektov in lezik, vzorčevanje, priprava preparatov, mikroskopiranje, kalcimetrija).

Deseto poglavje (rezultati raziskav v Veliki dolini) sestavlja glavnino raziskovalnega dela in obsega kar 80 strani (skoraj polovico celotnega dela). Razdeljeno je na enajst podpoglavij, ki podrobno predstavljajo kamnino, v kateri so nastale preučevane lezike in jamski rovi (pregled po geoloških profilih, mikroskopski preparati, geološki stolpec, litologija, razpoke in kalcitne žile, delež kalcijevega karbonata, geodetske izmere). To so v bistvu vsi podatki, ki naj identificirajo posamezno leziko, ki jo (če jo) ločujejo od drugih lezik in v teh podatkih je torej skrit vzrok, zakaj so se iz nekaterih lezik - razpok - razvili jamski rovi, iz drugih pa ne. Kako je avtorju uspelo razvozlati in razložiti, povesta zadnji dve poglavji, Povzetek in Sklep.

Avtorjeve raziskave potrjujejo skoraj popolno navezanost freaticnih rogov na zelo majhno število lezik. Vendar v primeru Škocjanskih jam predpostavke povsem ne odgovarjajo dejanskemu stanju. Ni le potek

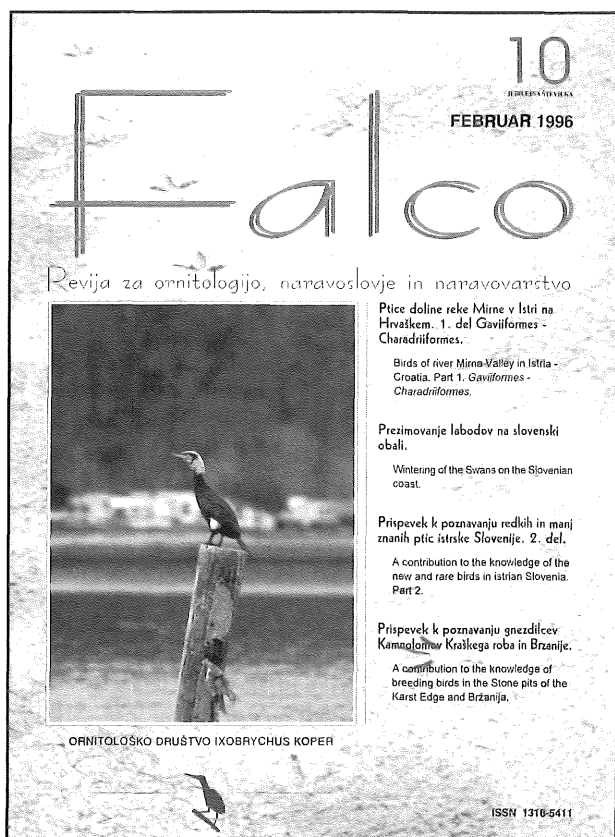
sedimentacije tisti, ki vpliva na nastanek lezik, in tisti, ki vpliva na oblikovanje kraških kanalov. Dokazane so neposredne povezave na nivoju medplastnih zdrsov ali vsaj strižnih napetosti. Geološke značilnosti, ki vplivajo na incepcijo, so na mikroskopski ravni. V prihodnje bi bilo treba sestavljati, združevati in dopolnjevati makrotektonsko in mikrogeološko poznavanje, da bi lahko pravilno razumeli in razložili speleogenezo, predvsem njene začetne stopnje. Na preostalih petdesetih straneh je seznam uporabljene literature (211 bibliografskih enot), table (26 fotografij zbruskov), priloge (opisi lezik in drugih geoloških pojavov), razni sezname, povzetek in sezname prilog v angleškem jeziku ter izvleček v slovenskem in angleškem jeziku. Da si bralec lažje predstavlja obseg in obenem preglednost dela (knjiga je sicer velikega formata, A-4), naj povem, da je poleg že omenjenih 26 tabel še 81 drugih slik (vključno z grafikoni) in 18 preglednic.

Čeprav avtor v sklepu ne more jasno in preprosto povedati, zakaj so Škocjanske jame ravno tam, kjer so, zakaj so se izoblikovale ravno v tisti leziki, v kateri so se (in ki je že zdavnaj ni več, saj je namesto nje velik jamski rov), pa je njegovo delo izredno pomembno z dveh vidikov. Prvič: Velika dolina Škocjanskih jam je geološko oziroma stratigrafsko-litološko s tem delom tako podrobno preučena kot noben drug speleološki objekt v Sloveniji (in redki v svetu). Drugič: raziskava je pokazala, da sta Knezov način dela in metodologija, ki jo je uporabil, pravilna in perspektivna. S Knezovo monografijo smo za Škocjanske jame dobili tako temeljit in podroben prispevek k poznavanju njihovega nastanka, kot se spodobi za spomenik svetovnega pomena in kar bo v strokovnih knjigah gotovo povečalo njihov pomen in zanimanje zanje.

**Andrej Kranjc**

FALCO, Revija za ornitologijo, naravoslovje in naravovarstvo, št. 10,  
Ornitološko društvo Ixobrychus Koper, 76 strani

Koprski ornitologi so držali obljubo, saj so pred nekaj meseci izdali novo številko prenovljene revije Falco. Tako kot so nas pred letom dni z novo obliko in pristopom presenetili, so pri jubilejni številki potrdili, da ostajajo na začrtani poti. Zadnja številka je precej obsežnejša kot prejšnja, prinaša pa tudi nekaj novosti. Kot je že v navadi, je razdeljena v tematske sklope, na začetku pa nas s pozdravnim govorom s srečanja na Krogu septembra 1995 predsednik Tihomir Makovec še enkrat seznanja z naravovarstveno usmerjenostjo društva in naporji, ki jih vlaga v zaščito redkih in edinstvenih biotopov na slovenski obali.



Prvi sklop je posvečen avtorskim člankom s področja ornitologije in je najboljšežnejši, kar je razveseljivo, saj to odseva zelo živahno dejavnost na tem področju. Obsežen članek o pticah doline reke Mirne v Istri je napisal Borut Rubinič, njegovo nadaljevanje pa pričakujemo v naslednji številki. V zadnjem času se na naši obali pozimi ustavljajo tudi labodi, podrobneje pa je njihovo pojavljanje obdelal Iztok Škornik. Miran Gjerkeš se je v svojem prvem prispevku posvetil gnezdilcem kamnolomov črnokalskega Kraškega roba in Bržanije, saj je to območje ornitološko izjemno pestro. V naslednjem članku pa je obdelal redke in manj znane ptice istrske Slovenije. Dare Šere je v kratkem, vendar vsebinsko tehtnem članku objavil nekatera nova opažanja o pojavljanju kratkoperutega vrtnika v osrednji Sloveniji, kar kaže na morebitne spremembe v gnezditveni ekologiji te ptice. Ločevanje sorodnih in po zunanji morfologiji podobnih vrst je na terenu zelo težavno, nekaj koristnih podatkov za ločevanje močvirske sinice in gorske sinice pa je podal Milan Vogrin. Omenjeni članek tudi zaključuje prvi vsebinski sklop revije.

Naslednje poglavje je posvečeno zanimivim opažanjem, nekatera od teh pa so gotovo lahko deležna posebne pozornosti. Med temi sta tudi zapisa o 7 primerkih rjavega jastreba na otoku Rabu poleti 1995 in nekaj opazovanih zimske rase na slovenski obali.

Urednik je v revijo uvrstili tudi pogovor z biologom z Morske biološke postaje dr. Aleksandrom Vukovičem. Lovrenc Lipej se je z njim pogovarjal o začetkih raziskovanja slovenskega morja in njegovi strokovni karieri, pa tudi o drugih aktualnih temah, kot sta na primer zloglasna alga *Caulerpa taxifolia* in novi koncept financiranja znanstvenega raziskovanja v naši državi.

Ob koncu nas v reviji pričakajo še krajši zapisi o različnih prireditvah, ocene novih knjig, pisma bralcev in zapis na temo naravovarstva. Poleti leta 1995 je v domu Rak Centra šolskih in obšolskih dejavnosti v Rakovem Škocjanu potekal seminar o naravovarstvu z mednarodno udeležbo. Andrej Bibič je v svojem prispevku strnil misli in rezultate nekajdnevni predavanj in delavnic s te prireditve. Boris Švagelj je pripravil poročilo o občnem zboru Ornitološkega društva Ixobrychus, ki je v dveh sončnih dneh v septembru 1995 potekal na Krogu nad Sečovljami. Knjižico o opazovanju ptic na Cerknškem jezeru, ki jo je v lanskem letu izdal biolog in ornitolog Slavko Polak, je podrobneje predstavil Iztok Škornik. Sedmi zvezek naravoslovne izdaje revije Annales, ki jo izdaja Zgodovinsko društvo za Južno Primorsko, je za bralce revije predstavila Barbara Švagelj. Uredništvo je prejelo tudi dve pismi bralcev, od katerih je prvo še posebej zanimivo, saj opisuje redko najdbo nenavadne ribe - morskega kuščarja (*Synodus saurus*) v vodah otoka Lastovo - zanimivost najdbe pa povečuje tudi spremljajoča fotografija Mitje Kaligariča. Na koncu revije nas predsednik društva s svojim kritičnim razmišljanjem ob evropskem letu varovanja narave opozarja na negativne pojave v naravovarstveni stroki, ki lahko pripeljejo tudi do nepopravljivih posledic za naravo.

Če imate računalnik in dostop do interneta, si lahko to številko ogledate tudi na ta način, ne pozabite pa tudi na domačo stran društva, kjer lahko tudi sami prispevate svoje zamisli.

Listanje po reviji lahko sklenem z mislijo oziroma željo, naj se njen razvoj le nadaljuje v začetni smeri, saj smo s tako publikacijo ne le ornitologi, pač pa tudi drugi ljubitelji narave in zagovorniki naravovarstva dobili pomembno sredstvo za izražanje svojih misli in zahtev. Tako naj tudi ostane.

**Barbara Švagelj**

*Ivan Jarda*: JADRANSKA IHTIOFAUNA  
Školska knjiga, Zagreb, 1996, 536 strani

Nedavno je izašla iz tiska Monografija "Jadranska ihtiofauna", autora prof. dr. Ivana Jarda, djelatnika Instituta za oceanografiju i ribarstvo u Splitu u nakladništvu izdavačke kuće "Školska knjiga" iz Zagreba. Njezin izlazak iz tiska se upravo poklapa obilježavanjem

značajne obljetnice - 1000 godina ribarstva u Hrvata. Naime, najstarija isprava o hrvatskom ribarstvu potječe oko godine 995., kojom zadarsko plemstvo daruje samostanu sv. Kerševana u Zadru svoje ribarske pošte kod otoka Molata i u uvalu Telaščici na Dugom otoku. Ova monografija prvi je cijeloviti prikaz riba Jadranskog mora napisan na hrvatskom jeziku. Autor je obradio ukupno 407 vrsta i podvrsta riba (bez Cyclostomata), 353 vrsta i podvrsta iz grupe Osteichthyes i 54 vrste iz grupe Selachii ili Chondrichthyes, što iznosi oko 70% poznatih vrsta i podvrsta riba u Sredozemlju (oko 579 vrsta i podvrsta). To je 42 vrste više nego što je bilo u prvom izdanju Šoljanove knjige "Ribe Jadrana" iz 1948., a 22 vrste više nego u četvrtom izdanju iz 1975. "I pesci dell'Adriatico". Ova monografija bi se dakle mogla smatrati logičnim nastavkom Šoljanove knjige "Ribe Jadrana" (ključ za određivanje jadranskih vrsta riba) tiskane 1948. u ediciji "Fauna i flora Jadrana" splitskog Instituta za oceanografiju i ribarstvo. Ta je knjiga doživjela još tri dopunjena i donekle izmijenjena izdanja na engleskom (1963.), hrvatskom (1965.) i talijanskom jeziku (1975.). Slučaj je htio da je autor uspio ubaciti u broj obrađenih vrsta i tri nove vrste za Jadran na nekoliko koćarskih područja u srednjem Jadranu: vrsta *Sphoroides cutaneus* godine 1992., iste godine kod otoka Unije *Didogobius shlieveni*, a u sjevernom Jadranu vrste *Gobius roulei* godine 1992., ali determinirane tek početkom 1995. Nažalost, autor nije uspio uvrstiti i vrstu *Plectorhinchus mediterraneus* pronađene u Tršćanskom i Piranskom zaljevu. Ova monografija izlazi kao rezultat dužih i intenzivnijih ihtioloških istraživanja u Jadranu i objavljivanju niza kapitalnih djela o svim aspektima ihtiofaune Atlantika (sjeveroistočnog dijela) i Sredozemlja. Sve to je bila nužna podloga za pisanje ovakvog djela. Sam autor ističe da se kod niza vrsta riba susretao s nedostatnim ili pak oskudnim podacima o njihovim biološko-ekološkim značajkama, abundanciji i rasprostranjenju i to ne samo u Jadranskom moru. Treba se istaći da je u Jadranskom moru danas podrobnije poznato tek nekih stotinjak vrsta riba, pretežito veće ribarstvene važnosti, a za mnoge vrste suprotno tome, nema gotovo nikakvih podataka osim da se nalaze u Jadranskom moru. U svim takvim slučajevima autor je bio prisiljen koristiti se podacima iz literature za druga susjedna mora.

Monografija se sastoji iz 3 cjeline (Uvodni dio, Ključ za određivanje riba, Pregled jadranskih vrsta riba), Glosarija, Prikaza na engleskom, francuskom, talijanskom i njemačkom jeziku, Literature i Kazala. Uvodni dio je podjeljen na 5 potcjelina: Jadransko more, Osnovne značajke jadranske ihtiofaune, Podjela Jadranskog mora s obzirom na sastav ihtiofaune, Ribarstvo i njegovo gospodarsko značenje, Ugroženost i zaštita ihtiofaune. Ključ za određivanje riba je podijeljen također na 5 potcjelina: Određivanje porodica, rodova i vrsta riba, Kako se koristiti ključem, Ključ za određivanje porodica (a) Hrskavične ribe - Chondrichthyes (b) Koštunjave ribe - Ostei-

chthyes, Ključ za određivanje rodova i vrsta (a) Važnija morfološka i morfometrijska obilježja riba, Hrskavične ribe - Chondrichthyes (b) Koštunjave ribe - Osteichthyes. Pregled jadranskih vrsta riba se sastoji od 3 potcjeline: Znanstveno nazivlje, Sistematski pregled jadranskih riba, Opći pregled jadranskih riba (a) Hrskavične ribe - Chondrichthyes (b) Koštunjave ribe - Osteichthyes. U okviru Općeg pregleda jadranskih riba autor iznosi sistematsku pripadnost (red, porodica, rod), strane nazive za vrstu (engleski, francuski, talijanski i njemački), opis, dužinu, stanište, biologiju, rasprostranjenost kao i ribolov i gospodarsku važnost svake od 407 vrsta riba.

Monografija je bogata ilustracijama. Sve obrađene vrste su prikazane crtežom, a 90 vrsta popraćeno je još jednom ili dvjema fotografijama u boji u prirodnom okolišu. Osim toga tekstu je dodano više od 730 shema i crteža manjeg formata kojima se objašnjava određeni dio teksta, osobito u dijelu knjige u kojem se govori o morfologiji riba i njihovu određenju.

Razumno gospodarenje živim bogastvima mora i strategija razvoja ribarstva na tim osnovama u interesu je svake zemlje koja ima more i želi optimalno iskorištavati njegova živa bogastva. Trebati će uložiti dosta napora da se djelotvorno zaštite i obnove postojeće biološke zalihe Jadranskog mora, osobito one na kojima se temelji koćarski ribolov, i zatim pristupi planskom iskorištavanju i razvoju svekolikog ribarstva. Tu će veliku ulogu imati ribarstveno-biološka znanost (temeljna i primjenjena), koja bi trebala dati okvirne odrednice razumnog gospodarjenja. Najtoplije se nadamo da će i ovo kapitalno djelo, koje obrađuje temelje jadranske ihtiofaune, dati svoj doprinos u tim nastojanjima i time u svakom slučaju pridonijeti razvitku hrvatske (a nadamo se i drugih) ihtiološke znanosti i ribarstva u budućnosti. Sigurno je da će ovakvo djelo oživotvoriti dugovječni san o jadranskoj usmerenosti moru i otocima, ribarima i težacima s toplom vjerom u svekoliki boljitak morskog ribarstva. Još jednom najtoplije zahvaljujemo Prof. dr. Ivanu Jardasu na podarenom djelu.

**Jakov Dulčić**

*Bogdan Jurkovšek, Martin Toman, Bojan Ogorelec, Luka Šribar, Katica Drobne, Marijan Poljak in Ljudmila Šribar:*  
FORMACIJSKA GEOLOŠKA KARTA JUŽNEGA DELA  
TRŽAŠKO-KOMENSKA PLANOTE 1 : 50000.

Kredne in paleogenske karbonatne kamnine  
Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko, Ljubljana  
1996, 143 strani

Natančno po desetih letih, ko je kot zadnja iz serije Osnovnih geoloških kart 1:100.000 SFRJ iz beograjske tiskarne prišla geološka karta slovenskega lista Beljak, je Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko v Ljubljani

založil novo geološko karto južnega dela Tržaško-komenske planote v merilu 1:50.000. Gre za poskusni model formacijske geološke karte, ki se nekoliko razlikuje od konvencionalnega stratigrafskega pristopa. Raziskave zgornje krede so namreč v novejšem času doživele številne spremembe predvsem z uvajanjem novih pogledov, ki temelje na evstatičnem pristopu. Prav ta pa je omogočil, da so lahko avtorji to, v bistvu regionalno delo uvrstili v vrsto globalno zanimive strokovne literature.

Pod naslovom Formacijska geološka karta južnega dela Tržaško-komenske planote se pravzaprav skrivata dve deli. Prvo je geološka karta v merilu 1:50.000 s pripadajočim geološkim stolpcem, profilom, legendo litostratigrafskih enot in standardnih znakov, drugo pa je spremljajoča monografija, ki je v bistvu nekakšen tolmač hkarti.

Geološka karta je sodobno oblikovana s topografsko osnovo v merilu 1:50.000, ki jo je prispeval Geodetski zavod Slovenije. Podrobna topografija omogoča široko uporabo in v nasprotju z Osnovno geološko karto SFRJ 1:100.000 ne pomeni več uradne, vojaške ali kakšne druge tajnosti. Da bi bila dostopna in razumljiva tudi tujim strokovnjakom, je v celoti prevedena v angleški jezik. Pri oblikovanju, pripravi in tehnološki izvedbi karte sta imela dr. Bogdan Jurkovšek iz Inštituta za geologijo, geotehniko in geofiziko in ing. Krešimir Keresteš iz Geodetskega zavoda Slovenije precej posluha, saj jima je uspelo dobro uravnovežiti razmeroma živopisano, nepravilno oblikovano geološko karto z legendami, stolpcem in profilom. Poleg prikazanih členov in horizontov tiči posebna vrednost geološke karte v množici diskretno označenih fosilov, ki dajo poučenemu uporabniku osnovne podatke o starosti, okolju in dogodkih v času nastajanja kamnin današnjega Krasa. Kot obvezni del geoloških kart te vrste so na osmih mestih označene tudi linije tipičnih profilov, v katerih so avtorji ugotovili osnovne značilnosti formacij.

Tolmač h karti je pisan v obliki 146 strani debele monografije velikega formata, ki vključuje triindvajset dvostranskih tabel s fotografijami. Na njih so prikazane najbolj značilne kamnine, mikro- in makrofosili, tipični profili, kamnolomi itd. Čeprav gre za strogo znanstveno oziroma strokovno delo, je knjiga pisana tako, da bi morala biti skupaj z geološko karto razumljiva tudi povprečno izobraženemu naravoslovcu. K boljšemu razumevanju pripomore več celostranskih slik in risb med tekstem.

Poleg uvodnih poglavij in obveznega geografskega pregleda je treba izpostaviti obsežen pregled dosedanjih raziskav, v katerem so avtorji zbrali vse (ali skoraj vse), kar se je v zvezi z geološkimi raziskavami v preteklosti dogajalo na Krasu. Med zanimivejšimi raziskovalci je prav gotovo Guido Stache, ki je z raziskavami plasti edinstvene Liburnijske formacije že v preteklem stoletju dodelil Krasu posebno mesto v svetovni geologiji, med zadnjimi pa so bili geologi na mednarodnem simpoziju

*"The Role of Impact Processes in the Geological and Biological Evolution of Planet Earth"* v Postojni, ki so septembra 1996 spregovorili tudi o dogodkih v kredi in terciarju, torej v času, ko so nastajale tudi kamnine današnje Tržaško-komenske planote. Slednji so se s knjigo prvi seznanili.

V nadaljevanju monografije si slede opisi litostratigrafskih enot, okolje njihovega nastanka, debelina in odnosi s sosednjimi enotami. Večino litostratigrafskih enot višjega reda (formacije) so avtorji karte poimenovali po znanih primorskih krajih, kjer so le-te bolj ali manj tipično razvite.

Najstarejše karbonatne kamnine južnega dela Tržaško-komenske planote pripadajo Brski formaciji, ki jo od stratigrafsko višje ležeče Povirske formacije ločuje zvezni zgornjeaptijski emerzijski horizont. Avtorji ga povezujejo s splošno znanim padcem evstatičnega nivoja morske gladine na Dinarski karbonatni platformi. Naslednji pomembni geološki dogodek na platformi je potekal na meji cenomanij - turonij. Tedaj je bila celotna platforma, ki ji pripada današnji južni del Tržaško-komenske planote, pod vodo. Kot rezultat te pelagične epizode so se odložile plasti Repenske formacije. V zgornjem turoniju je sledil nagel padec evstatičnega nivoja morske gladine, temu pa sledila sedimentacija Sežanske in Lipiške formacije. Rahel odsev druge pelagične epizode na Dinarski karbonatni platformi avtorji karte beležijo v zgornjesantonijem oziroma campanijskem nivoju Tomajskega apnenca v Lipiški formaciji. Naslednji pomembni dogodek na platformi je bila emerzija v zgornjem delu campanija, ki je trajala vse do maastrichtija. Nova epizoda na karbonatni platformi v zgornji kredi in paleocenu so plasti Liburnijske formacije, nad katerimi leži Alveolinsko-numulitni apnenec kot sklepna enota karbonatnega razvoja na tem delu Dinarske karbonatne platforme. Zadnji dogodek zajema razpad karbonatne platforme in začetek sedimentacije eocenskega fliša, ki ga avtorji obravnavajo le informativno.

Pri vsaki formaciji je posebej izpostavljeno poglavje, ki govori o fosilih. Le-ti so bili avtorjem vodilo za določitev sedimentacijskega okolja, starosti in nenazadnje pomoč pri določitvi kdaj in kako izdvojiti in opisati novo formacijo. Bralec lahko odločitve avtorjev preveri na grafično prikazanih tipičnih profilih, na dveh primerjalnih tabelah in na fotografijah vzorcev na tablah.

Poglavje o tektoniki obravnava nekaj osnovnih tektonskih teorij, predvsem pa bralca opozori na geotektonsko lego raziskanega ozemlja v sklopu Zunanjih Dinaridov, popelje ga skozi osnovne geotektonske enote in zaključi s tektonskim razvojem. Priložena mu je pregledna tektonska karta.

V poglavju o mineralnih surovinah avtorji obravnavajo ležišča naravnega kamna in premoga, pojave boksita in rezultate, ki so jih dobili z naftno-geološkimi raziskavami na Krasu. Čeprav je poglavje razmeroma kratko, daje skupaj z opisi litostratigrafskih enot in geo-

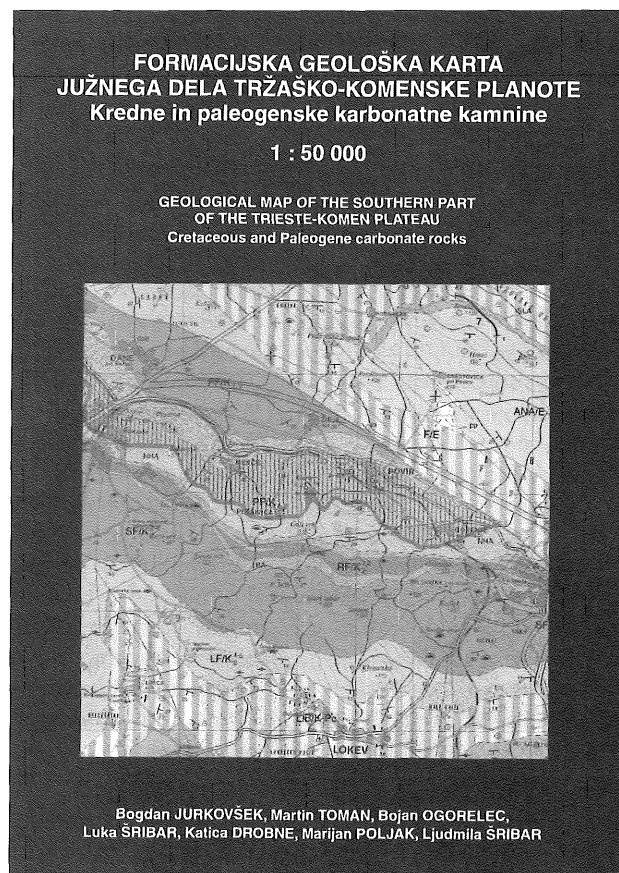
loško karto v bistvu zelo obsežno informacijo o mineralnih surovinah. Ob tem je treba omeniti, da je geološka karta 1:50.000 nastajala na osnovi podrobnega geološkega kartiranja v merilu 1:10.000 in da je bila za to ozemlje izdelana tudi geološka karta v merilu 1:25.000. To pa so že merila, ki omogočajo zelo podrobne študije mineralnih surovin.

V zadnjem poglavju so zapisani zaključki večletnih raziskav na južnem delu Tržaško-komenske planote in primerjava z nekaterimi drugimi območji Dinarske karbonatne platforme. Slednje prikazuje tudi nazorna primerjalna tabela Tržaško-komenske planote z razvojem krednih in paleogenskih plasti otoka Brača ter Tržaškega in Goriškega krasa v Italiji. Tisti, ki se bodo v delo bolj poglobili, bodo v tem poglavju še enkrat preleteli glavne dogodke, ki so na videz monotono karbonatno skladovnico Krasa razdelili na tolikšno število formacij, členov in horizontov.

Delo zaključuje poglavje o uporabljeni in citirani literaturi, v katerem se zvrsti 222 citatov, vsekakor dobro izhodišče za prihodnje raziskovalce.

Prav gotovo imata geološka karta in knjiga tudi kakšno pomankljivost in napako, kar pa je pri tako zahtevnem in obsežnem teamskem delu normalno. Omeniti je treba, da je geološka karta nastajala v času, ki ji ni bil najbolj naklonjen, vendar se zdi, da so avtorji tokrat dobili bitko za kakovost, ki je bila bolj kot običajno odvisna predvsem od finančnih sredstev. Delo je v celoti prevedeno v angleški jezik (prevod prof. dr. Simon Pirč), kar omogoča na eni strani enakopravno nastopanje v svetu znanosti, na drugi strani pa ne diskriminira domačega bralca. Naklada 1500 izvodov pomeni, da bo delo prišlo v roke tudi tistim, ki se z geologijo Krasa ne ukvarjajo le po službeni dolžnosti. Kvalitetne, predvsem pa vsebinsko skrbno izbrane fotografije na triindvajsetih dvostranskih tablah poleg dokumentacijske vrednosti dajejo vpogled v "ozadje" in omogočajo kontrolo pravilnih (ali nepravilnih) odločitev avtorjev pri izbiri in dokončni določitvi litostratigrafskih enot na južnem delu Tržaško-komenske planote.

Tea Kolar Jurkovšek



## KAZALO K SLIKAM NA OVITKU

Slika na naslovnici: Nerazpoznavna babica (*Parablennius incognitus*) je pokukala iz luknje, ki jo je izklesal morski datelj (*Lithophaga lithophaga*) (Foto: M. Richter).

1. Mikroskopski preparat mešičkov nepravilnega kodija (*Codium effusum*) (Foto: M. Richter).
2. Samec in samica črnika (*Chromis chromis*) pri drstenju na piranski Punti v slovenskem obalnem morju (Foto: M. Richter).
3. Kroglasti kodij (*Codium bursa*) je ena najpogostejših vrst kodijev v Tržaškem zalivu (Foto: M. Richter).
4. Kovača ali petrigo (*Zeus faber*) v slovenskem obalnem morju srečamo predvsem v zimskih mesecih (Foto: M. Richter).
5. Nežno babico (*Aidablennius sphinx*) najdemo samo v bibavičnem pasu, zato jo pogosto spregledamo (Foto: M. Richter).
6. Brkati ser (*Gypaetus barbatus*) je ena izmed najbolj ogroženih evropskih vrst ujed, ki gnezdi le še v Španiji in jugovzhodni Evropi. Ornitologi alpskih držav si že več kot desetletje prizadevajo, da bi tega jastreba ponovno naselili v Alpe (Foto: F. Genero).
7. Čeprav je že narejena idejna zasnova ohranitve Škocjanskega zatoka, je usoda tega obalnega mokrišča še vedno negotova (Foto: T. Makovec).
8. Na kraško kuščarico (*Podarcis melisellensis fiumana*) naletimo le v JZ, sredozemskem delu Slovenije (Foto: L. Lipej).
9. Na Tržaško-goriškem Krasu je bil čebulasti gabez (*Symphytum bulbosum*) odkrit šele pred kratkim (Foto: M. Pertot).
10. Sečoveljske soline so edino slovensko mokrišče, ki je uvrščeno v svetovni seznam ramsarskih lokalitet (Foto: L. Lipej).

Front Cover: A pale stag-blenny (*Parablennius incognitus*) peeping out of a small hole chiselled out by a date shell (*Lithophaga lithophaga*) (Photo: M. Richter).

1. A micrograph of the utriculi of *Codium effusum* (Photo: M. Richter)
2. Male and female damselfish (*Chromis chromis*) during spawning off the Piran Punta in Slovene coastal waters (Photo: M. Richter).
3. *Codium bursa* is one of the most numerous *Codium* species in the Gulf of Trieste (Photo: M. Richter).
4. John Dory (*Zeus faber*) can be in the Slovene part of the Adriatic Sea seen mainly in the winter months (Photo: M. Richter).
5. Considering that the hen-like blenny (*Aidablennius sphinx*) is found only in the intertidal belt, it can be often overlooked (Photo: M. Richter).
6. Bearded Vulture (*Gypaetus barbatus*), which still breeds only in Spain and SE Europe, is one of the most endangered European raptors. Ornithologists of the Alpine countries have been striving for more than a decade to reintroduce this vulture into the Alps (Photo: F. Genero).
7. Although a feasibility study for the Škocjan Inlet Nature Reserve has already been made, the fate of this coastal wetland remains uncertain (Photo: T. Makovec).
8. Rock lizard (*Podarcis melisellensis fiumana*) can be found only in the southwestern, Mediterranean part of Slovenia (Photo: L. Lipej).
9. In the Trieste-Gorizia Karst, the *Symphytum bulbosum* has been found for the very first time only recently (Photo: M. Pertot).
10. Sečovlje salina is the only Slovene wetland included in the world list of the Ramsar sites (Photo: L. Lipej).





## NAVODILA AVTORJEM

1. *ANNALES: Anali za istrske in mediteranske študije - Annali di Studi istriani e mediterranei* (do 5. številke: *Anali Koprškega primorja in bližnjih krajev - Annali del Litorale capodistriano e delle regioni vicine*) je znanstvena in strokovna interdisciplinarna revija humanističnih, družboslovnih in naravoslovnih vsebin v podnaslovu opredeljenega geografskega območja.

2. Sprejemamo prispevke v slovenskem, italijanskem, hrvaškem in angleškem jeziku. Uredništvo ima pravico prispevke jezikovno lektorirati.

3. Prispevki naj obsegajo največ 24 enostransko tipkanih strani s po 30 vrsticami. Na levi pustite 3 do 4 cm širok rob. Zaželeno je tudi (originalno) slikovno gradivo, še posebno pa oddaja prispevka na računalniški disketi v programih za PC (osebne) računalnike. V tem primeru avtorji najprej pošljejo besedilo izpisano na papirju, uredništvo pa nato avtorju vrne besedilo v vnos *lektorskih* in *recenzentskih* popravkov. Tako pripravljen tekst avtor pošlje uredništvu na računalniški disketi.

4. Naslovna stran tipkopisa naj vsebuje naslov in podnaslov prispevka, ime in priimek avtorja, avtorjeve nazive in akademske naslove, ime in naslov inštitucije, kjer je zaposlen. Pripišite tudi svoj poštni naslov, občino stalnega bivališča, EMŠO (neslovenski državljani datum rojstva) in številko žiro računa!

Navedite kategorijo prispevka!

Uredništvo razvršča prispevke v naslednje kategorije:

**IZVIRNA ZNANSTVENA DELA** vsebujejo izvirne rezultate lastnih raziskav, ki še niso bili objavljeni. Dela pošlje uredništvo v recenzijo. Avtor se obvezuje, da prispevka ne bo objavil drugje.

**STROKOVNA DELA** prikazujejo rezultate strokovnih raziskav. Tudi te prispevke uredništvo pošlje v recenzijo in avtor se obveže, da prispevka ne bo objavil drugje.

**PREGLEDNI ČLANKI** imajo značaj izvernih del. To so natančni in kritični pregledi literature iz posameznih zanimivih strokovnih področij (review article).

**GRADIVA** imajo ravno tako značaj izvernih del.

**POROČILA** vsebujejo krajše znanstvene informacije o zaključenih raziskovanjih ali kratek opis strokovnih in znanstvenih knjig ali srečanj. Takih prispevkov ne smejo presegati 5 strani.

**MLADINSKE RAZISKOVALNE NALOGE** morajo biti urejene kot strokovna dela.

**KOMENTARJI** so namenjeni aktualnostim s strokovnega področja. Ne smejo presegati 2 strani.

**OBVESTILA** so namenjena društvenemu življenju. Obsegajo 1 stran.

5. Izvirna znanstvena dela in strokovna dela naj vsebujejo **povzetek** in **izvleček**. Izvleček je krajši od povzetka in v nasprotju s povzetkom tudi ne vsebuje komentarjev in priporočil.

V **izvlečku** na kratko opišemo namen, metode dela in rezultate. Navedemo, čemu smo delo opravili ali napisali dokument. Na že objavljeno gradivo se sklicujemo le, če je to glavni motiv dela. Metode: na kratko opišemo metode in tehnike dela - kolikor je potrebno za razumevanje. Nove tehnike opišemo le, kjer se razlikujejo od že znanih. Če v delu ne opisujemo eksperimentalnega ali praktičnega dela, opišemo vire informacij. Rezultate in zaključke lahko združimo. Kar se da informativno navedemo le, kaj smo ugotovili oziroma odkrili. Izvleček vsebuje do 60 besed.

**Povzetke** vsebujejo tudi pregledni članki. Povzetek je en sam odstavek. Začnemo ga s stavkom, ki vsebuje glavno sporočilo dela. Stavki naj bodo popolni in ne predolgi. Pišemo v tretji osebi, le izjemoma uporabimo glagole v neosebni obliki. Uporabljamo pravilni strokovni jezik in se izogibamo slabše znanim kraticam. Ohraniti moramo osnovno informacijo in poudarke iz glavnega besedila. V povzetku ne sme biti ničesar, česar glavno besedilo ne vsebuje.

Povzetki znanstvenih besedil smejo vsebovati 200, strokovnih 150, preglednih člankov pa 50 besed.

6. Avtorji so dolžni definirati in pripisati ustrezne ključne besede (pod izvlečkom) članka. Zaželeni so tudi angleški prevodi podnapisov k slikovnemu in tabelarnemu gradivu. Priporočamo se še za angleški prevod izvlečka, sicer bo za to poskrbelo uredništvo.

7. V besedilu se po možnosti držimo naslednjih poglavij:

1. Uvod.
2. Pregled dosedanjih objav.
3. Materiali in metode (Dokazni postopek).
4. Rezultati.
5. Razprava ali diskusija.
6. Zaključek (Sklepi).
7. Zahvala - če avtor želi.
8. Priloge - če je potrebno.
9. Literatura (Viri, Bibliografija).
10. Povzetek (Summary).
11. Izvleček.

8. Ločimo vsebinske in bibliografske opombe. Vsebinske opombe besedilo še podrobneje razlagajo ali pojasnjujejo, postavimo jih pod črto. Z bibliografsko opombo pa mislimo na citat - torej sklicevanje na točno določeni del besedila iz neke druge publikacije (navedemo tudi točno stran, kjer je citat objavljen) ali na publikacijo (članek) kot celoto (točne strani, kjer smo besedilo prevzeli, ne navajamo).

Bibliografsko opombo sestavljajo naslednji podatki: avtor, leto izida in - le če citiramo točno določeni del besedila - tudi navedba strani. Celotni bibliografski podatki citiranih in uporabljenih virov so navedeni v poglavju *Literatura* (Viri, Bibliografija). Primer citata med besedilom: (Grafenauer, 1993, 11). Primer navajanja vira kot celote, brez citiranja: (Grafenauer, 1993). Po-

polni podatki o tem viru v poglavju Literatura pa se glasijo: Grafenauer, B. (1993): *Miti o "Istri" in resnica istrskega polotoka. V: Acta Histriae I. Koper, Zgodovinsko društvo za južno Primorsko, 9-52.*

Če citiramo več del istega avtorja iz istega leta, poleg priimka in kraticice imena napišemo še črke po abecednem vrstnem redu, toliko, da se viri med seboj razlikujejo. Primer: (Grafenauer, 1993a); (Grafenauer, 1993b).

V primeru, kjer je avtorjev več kot dva, je korekten citat: (Verginella et al., 1995).

Bibliografska opomba je lahko tudi del vsebinske opombe in jo zapisujemo na enak način.

Le na isti strani (ali dvojni strani) smemo uporabiti kratice, če citiramo ponovno:

ibid.=ibidem=v istem delu

id.=idem=isti avtor

inf.=infra=spodaj

loc.cit.=loco citato=na citiranem mestu

op.cit.=opere citato=v citiranem delu

sup.=supra=zgoraj

Posamezna dela ali navedbe virov v isti opombi ločimo s podpičjem, opomba pa zaključimo s piko in vezajem. Primer: Lane (1978); Grafenauer, sup.-

**9.** Pri citiranju arhivskih virov navedemo najprej arhiv, nato ime fonda ali zbirke in signaturo. Če navajamo isti arhiv oziroma fond večkrat, navadno uporabljamo kratiko, ki smo jo navedli na začetku opomb. Primer: *Pokrajinski arhiv Koper (PAK). Rodbinski arhiv Gravisi, arhivska enota (a.e.) 1. Accademia di Belluno: Dissertazione di Bernardo Bernardi sopra il simbolo della Società Accademica.*

**10.** Poglavje o literaturi in virih je obvezno. Bibliografske podatke navajamo takole:

- Opis zaključene publikacije kot celote - knjige: avtor (leto izida): naslov, izdaja, kraj, založba, npr.:

*Verginella, M., Volk, A. & Colja, K. (1995): Ljudje v vojni. Druga svetovna vojna v Trstu in na Primorskem. Knjižnica Annales 9. Koper, Zgodovinsko društvo za južno Primorsko.*

- Če navajamo določeni del iz zaključene publikacije, zgornjemu opisu dodamo še številke strani, od koder smo navedbo prevzeli.

- Opis prispevka v zaključeni publikaciji - npr. prispevka v zborniku:

avtor prispevka (leto izida): naslov prispevka. V: avtor knjige. naslov knjige, izdaja, strani od-do

*Verginella, M. (1995): Poraženi zmagovalci. Slovenska pričevanja o osvobodilnem gibanju na Tržaškem. V: Verginella, M. et al.: Ljudje v vojni. Druga svetovna vojna v Trstu in na Primorskem. Knjižnica Annales 9. Koper, Zgodovinsko društvo za južno Primorsko, 13-51.*

- Opis tekoče publikacije - revije kot celote:

naslov periodike, kraj izdaje

*Annales, Koper*

- Pri opisu posamezne številke revije zgornjemu

opisu dodamo (leto izida), številko letnika in številko zvezka

*Annales (1995), Koper, 5, 7.*

- Opis članka v reviji:

avtor članka (leto izida): naslov članka naslov revije, kraj izdaje, letnik, številka, strani od-do

*Forlani, F. (1994): Dinosauri in Istria. Annales, Koper, 4, 4, 209-214.*

Članki so razvrščeni po abecednem redu priimkov avtorjev ter po letu izdaje, v primeru, da gre za več citatov istega-istih avtorjev.

**11.** Tiskarski znaki za poudarke naj bodo:

podčrtano za **polkrepko**

valovito podčrtano za *ležeče*.

Računalniški zapis naj vključuje ustrezne oznake za **bold** in *italics*.

**12.** Kratice v besedilu moramo razrešiti v oklepaju, ko se prvič pojavijo.

**13.** Pri ocenah publikacij navedemo v naslovu prispevka avtorja publikacije, naslov, kraj, založbo, leto izida in število strani (oziroma ustrezen opis iz točke 10).

**14.** Prvi odtis prispevkov uredništvo pošlje avtorjem v korekturo. Avtorji so dolžni popravljeno gradivo vrniti v treh (3) dneh. Besedilo popravljamo s korekturnimi znamenji, ki jih najdemo na koncu Slovenskega pravopisa, Ljubljana, 1962 ali v: Slovenski pravopis 1. Pravila. Ljubljana, SAZU-DZS, 1990, 13-14.

Širjenje obsega besedila ob korekturah ni dovoljeno. Druge korekture opravi uredništvo.

**15.** Uredništvo prosi avtorje, naj navodila vedno upoštevajo. Ob vseh nejasnostih je uredništvo na voljo za vsa pojasnila.

**Uredništvo**

## INSTRUCTIONS TO AUTHORS

1. *ANNALES: Annals for Istrian and Mediterranean Studies - Annali di Studi istriani e mediterranei (formerly: Annals of the Koper Littoral and Neighbouring Regions - Annali del Litorale capodistriano e delle regioni vicine)* is a scientific and specialist interdisciplinary review with humanistic, sociological and naturalistic contents covering the area as stated in the review's subtitle.

2. Articles (papers) written in Slovene, Italian, Croatian and English languages are accepted. The Editorial Board reserves the right to have them linguistically revised and corrected.

3. Articles should be written on max. 24 pages with double spacing and on one side of the sheet only. On the left side of each page, a 3-4 cm wide margin is to be left. Original photographs, drawings and tables are welcomed, as well as diskettes containing the texts, together with reference to the programme used. In such cases, only printed texts are to be sent initially to us, and once returned to the authors with eventual *linguistic, editorial or reviewer's* corrections, the suitably processed texts (on diskettes) are to be sent back to the Editorial Board.

4. Title page of typescript is to include title and subtitle of the article (paper), author's name, any (academic) titles and name of institution by which employed. Personal address, date of birth and Giro account number are to be added as well.

Please state the category of your article. Articles are arranged in the following eight categories:

**ORIGINAL SCIENTIFIC WORKS** containing not yet published results of the author's own research. Such works are reviewed by scientists chosen by the Editorial Board. Authors oblige themselves that the material is not being offered to any other journal or magazine.

**SPECIALIST WORKS** presenting results obtained by specialist research. They too are reviewed, and authors oblige themselves not to publish them elsewhere.

**REVIEW ARTICLES** bearing the character of original works. These are critical and detailed reviews of literature from various interesting specialist fields.

**MATERIALS AND SOURCES** also with the character of original works.

**REPORTS** include short scientific information on integral research work or a short description of scientific or specialist books or meetings of experts. Such articles are not to exceed 5 pages.

**YOUTH RESEARCH COMPOSITIONS** are to be arranged the same as specialist works.

**EXPLANATORY COMMENTS** include topical issues from various specialist fields and are not to exceed 2 pages.

**NOTICES** include news from various associations and should not exceed 1 page.

5. Each of the original scientific and specialist works is to include both **summary** and **abstract**. *Abstract* is the shorter of the two and does not include, in contrast to *summary*, explanatory comments and recommendations. *Abstract* is to contain a short description of the purpose and methods of work and its results. Author should also state why the work has been carried out and why a document has been written about it. References to the already published material are made only if this is the main purpose of the work. *Methods*: if necessary, work methods and techniques are to be briefly described (new techniques are to be stated only if differing from the already known ones). If no experimental or practical work is described, sources of information are to be given. Results and conclusions may be incorporated. Findings are to be presented as briefly as possible. *Abstract* is to include up to 60 words.

*Summary* is to accompany review articles also and is to contain one chapter only. First of all, the essential points of the carried out work are to be presented. Sentences should be concise and not too long. The text is to be written in the third person; verbs may be used in impersonal form only exceptionally. The not so well known abbreviations are to be avoided. *Summary* is to retain the basic information from the main part of the text, and should not contain anything that does not appear in the main text itself.

*Summary* of scientific text may contain 200 words, *summary* of specialist text 150 words, *summary* of review article 50 words.

6. Authors are obliged to define and state the **key words** (below abstract) in their articles. English translation of texts accompanying figures and tables are welcomed, as well as English translation of abstracts; if this is not convenient, the Board of Editors will provide for it.

7. Texts should include, if at all possible, the following chapters:

1. Introduction
2. Works published to date
3. Material and methods
4. Results
5. Discussion
6. Conclusions
7. Acknowledgements (if desired by author)
8. Supplements (if necessary)
9. References (Sources, Bibliography)
10. Summary
11. Abstract

8. Two kinds of notes are distinguished: those regarding **contents** of the text, and **bibliographical** ones. The first elucidate the text in even greater detail and are to appear at the bottom of the page (under line). *Bibliographical* notes, however, deal with quotations and refer to a precisely stipulated part of the text from some other publication (the page on which quotation appears is to

be therefore stated as well) or to a publication (article) as a whole (in this case no page from which the text has been taken is to be stated).

Bibliographical notes are made up of the following details: author, year when published, and page (but only if a precisely stipulated part of the text is quoted). The entire bibliographical data of the quoted and used sources are to be stated under *References* (Sources, Bibliography). Example of quotation in the text: (*Grafenauer, 1993, 11*). Example of source quotation as a whole, with no citation: (*Grafenauer, 1993*). Complete data about the source under *References* are to read as follows:

(*Grafenauer, B. (1993): Miti o "Istri" in resnica istrskega polotoka. In: Acta Histriae I. Koper, Zgodovinsko društvo za južno Primorsko, 9-52.*)

If a number of works by the same author from the same year are quoted, letters in alphabetical order are to be stated apart from the author's surname and abbreviation of his first name, so that sources are clearly divided between each other. Example:

*Grafenauer, 1993a); (Grafenauer, 1993b).*

*If there are more than two authors, the work can be also cited as: (Verginella et al., 1995).*

Bibliographical note can also be a part of the note referring to the contents and is to be written in the same way.

If quotations are repeated, abbreviations can be used on the same page (or double page) only:

ibid. = ibidem = in the same book

id. = idem = the same author

inf. = infra = beneath

loc.cit. = loco citato = in the place cited

op.cit. = opere citato = in the work cited

sup. = supra = above

Separate works or source quotations under the same note are to be separated with semicolon; the note is to be ended with full stop or hyphen. Example: *Lane (1978); Grafenauer, B., sup.-*

9. When quoting archive sources, the archive is to be stated first, then the name of the fund or collection and shelfmark. If the same archive or fund is stated a number of times, the appropriate abbreviation as shown above is to be used. Example: *Pokrajinski arhiv Koper (PAK). Rodbinski arhiv Gravisi, arhivska enota (a.e.) 1. Accademia di Belluno: Dissertazione di Bernardo Bernardi sopra il simbolo della Società Accademica.*

10. The chapter of references and sources is compulsory. Bibliographical data are to be stated as follows:

- Description of integral publication: author (year when published), title, published by, volume and place of publication, e.g.:

*Verginella, M., Volk, A. & Colja, K. (1995): Ljudje v vojni. Druga svetovna vojna v Trstu in na Primorskem, Knjižnica Annales 9. Koper, Zgodovinsko društvo za južno Primorsko.*

- If a specific part from an integral publication is quoted, the page numbers from which the quotation has been taken are to be added to the above description.

- Description of the article (paper) in integral publication - e.g. text in a collection of scientific papers:

author of the paper (year of its publication): title of the paper. In: author of the book, title of the book, published by, volume and place of publication, pages from - to

*Verginella, M. (1995), Poraženi zmagovalci, Slovenska pričevanja o osvobodilnem gibanju na Tržaškem. In: Verginella, M. et al.: Ljudje v vojni. Druga svetovna vojna v Trstu in na Primorskem. Knjižnica Annales 9. Koper. Zgodovinsko društvo za južno Primorsko, 13-51.*

- Description of current publication - review as a whole:

title of periodical, place of publication

*Annales, Koper*

- When describing separate number of review, its volume, year of publication and number are to be added to the above description

*Annales (1995), Koper, 5, 7.*

- Description of the article in review:

author of the article, name of review, volume, year, number, pages from - to

*Forlani, F. (1994): Dinosauri in Istria. Annales 4, 209-214.*

If the same author(s) is (are) cited a number of times, the articles are to appear in alphabetical order of the authors' surnames and year of publication.

11. On diskettes, the following printer's marks are to be used:

underlined for **bold**

undulatory line for *italics*.

12. Abbreviations in the texts are to be explained in brackets when appearing for the first time.

13. When assessing a publication, its author, address, place, publishing house, year of publication and page numbers (or appropriate description from Item 10) are to be stated in the title of the article.

14. First copies of printed articles will be sent to authors for proof-reading. Authors are obliged to return them in three (3) days. No new sentences are allowed to be added during proof-reading. The second (printing) proofs are read by the Editorial Board.

15. Authors are kindly requested to consider these instructions at all times. In case of any indistinctness, please do not hesitate to contact the review's Editorial Board.

Editorial board

<p>UDC 597.587.2:591.16(262.3-11)</p> <p><b>Jakov DULČIĆ</b>, Ph.D., biologo ittico, Istituto di Oceanografia ed Ittica di Spalato, HR-21000 Split, Šet. I. Meštrovića 63</p> <p><b>Le prime fasi di sviluppo degli Scombridi (Scombridae) nell'Adriatico orientale</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 9-16</p> <p>In questi ultimi anni lo studio sulle prime tappe di sviluppo dei pesci ha subito un notevole impulso, al pari degli studi sistematici e ecologici sullo stesso tema. Oggi ci rendiamo conto che la sopravvivenza di uova e larve rappresenta il fattore più importante fra quelli che influenzano i cambiamenti nel numero della popolazione di una determinata specie. La prima condizione per studi di questo tipo è rappresentata dalla disponibilità di dati dettagliati relativi alla presenza di uova e larve nei campioni di plancton. Gli Scombridi rappresentano una voce molto importante nell'attività ittica dei Paesi che si affacciano sull'Adriatico. In questo studio sono stati pubblicati tutti i dati possibili inerenti la prima fase di sviluppo degli Scombridi nella parte orientale dell'Adriatico.</p>	<p>UDC 591.5(262.3 Tržaški z.)</p> <p><b>Floriana ALEFFI</b>, biologa marina, Laboratorio di Biologia Marina, IT-34100 Trieste, str. Costiera 336</p> <p><b>Francesca GORIUP</b>, biologa marina, Laboratorio di Biologia Marina, IT-34100 Trieste, Str. Costiera 336</p> <p><b>Giuliano OREL</b>, Ph.D., biologo marino, Dipartimento di biologia, Università di Trieste, IT-34100 Trieste, Via L. Giorgeri 5</p> <p><b>Vincenzo ZUCCARELLO</b>, biologo, ricercatore, Laboratorio di Biologia Marina, IT-34100 Trieste, Str. Costiera 336</p> <p><b>Analisi della composizione dell'associazione del benthos in tre zone del Golfo di Trieste</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 39-44</p> <p>Le caratteristiche principali del Golfo di Trieste, a basso fondale, sono l'alta produzione primaria e le notevoli differenze che si registrano nella temperatura, nella salinità e nella presenza di ossigeno sul fondo. Negli ultimi decenni il golfo è stato interessato dall'azione delle maree rosse, dalla carenza continua di ossigeno e dall'azione delle mucillaggini. Per valutare la composizione dell'associazione del benthos nel Golfo di Trieste, gli autori hanno svolto fra il 1990 e il 1993 un dettagliato studio ecologico in tre stazioni, lungo la scogliera di sedimentazione. L'analisi statistica è stata compiuta con l'impiego di metodi non parametrici e con l'analisi (fuzzy sets) della presenza numerica. Nelle tre zone prese in esame sono state evidenziate nette differenze nella presenza delle specie e nella struttura trofica. In tutta l'area è stata riscontrata la presenza, al primo posto, della <i>Corbula gibba</i>, che ben si adatta alle condizioni di vita sull'instabile fondo melmoso misto.</p>
<p>UDC 594.5(262.3 Tržaški z.)"1995/1996" 597(262.3 Tržaški z.)"1995/1996"</p> <p><b>Bojan MARČETA</b>, B.Sc., biologo ittico, Istituto di biologia, SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111</p> <p><b>Presenza di alcune specie di cefalopodi e di pesci nel mare sloveno</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 17-30</p> <p>Nel periodo compreso fra l'aprile 1995 e il settembre 1996 nelle acque territoriali slovene abbiamo catturato con una rete a strascico otto specie di cefalopodi e 56 specie di pesci che compaiono nell'elenco. Per otto specie di cefalopodi da fondale, quattro di pesci cartilaginei e 42 di pesci ossei vengono indicati i periodi di presenza nel pescato. Dati più dettagliati vengono offerti per il calamaro verace (<i>Loligo vulgaris</i>), il polpo muschiato o moscardino (<i>Eledone moschata</i>), il palombo (<i>Mustelus mustelus</i>), l'aquila di mare (<i>Myliobatis aquila</i>), il nasello (<i>Merluccius merluccius</i>), il molo o merlano (<i>Merlangius merlangus</i>), il merluzzo capelano (<i>Trisopterus minutus</i>), il pesce San Pietro (<i>Zeus faber</i>), il sacchetto (<i>Serranus hepatus</i>), la cepola (<i>Cepola rubescens</i>), la triglia di fango (<i>Mullus barbatus</i>), la boga (<i>Boops boops</i>), il sarago sparaglione (<i>Diplodus annularis</i>), il pagello fragolino (<i>Pagellus erythrinus</i>), il garizzo (<i>Spicara flexuosa</i>) e la passera nera (<i>Platichthys flesus</i>).</p>	<p>UDC 59(26.03)(262.3 Tržaški z.)</p> <p><b>Borut VRIŠER</b>, Ph.D., Stazione di Biologia Marina, Istituto di Biologia, SI-6330 Pirano, Fornace 41</p> <p><b>Dinamica stagionale e variabilità della meiofauna nel Golfo di Trieste: una ricerca triennale</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 45-52</p> <p>Il contributo illustra una ricerca triennale della meiofauna bentonica (organismi del fondo marino dalle dimensioni di 0,01-1 mm) nel centro del Golfo di Trieste. I risultati ottenuti ci permettono di osservare gli annuali cicli riproduttivi stagionali della meiofauna e le oscillazioni a lungo termine, piuttosto marcate, dei medesimi. La dinamica stagionale è in positiva correlazione con le condizioni termiche, la salinità e le alghe microfitebentoniche del sedimento marino. L'articolo tratta anche l'influenza della tipica ipossia dei fondali sull'intera meiofauna, con conseguente lieve diminuzione della sua densità e notevole e vario influsso sui singoli gruppi tassonomici.</p>
<p>UDC 597.5:591.13(262.3-11)</p> <p><b>Jakov DULČIĆ</b>, Ph.D., biologo ittico, Istituto di Oceanografia ed Ittica di Spalato, HR-21000 Split, Šet. I. Meštrovića 63</p> <p><b>Cibo e abitudini alimentari della castagnola <i>Chromis chromis</i> (Teleostei: Pomacentridae) nell'Adriatico orientale</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 31-36</p> <p>Si è proceduto a esaminare lo stomaco di 964 castagnole (<i>Chromis chromis</i>) catturate nella parte centrale dell'Adriatico orientale negli anni 1992 e 1993. La castagnola è un pesce carnivoro sin dall'età giovanile e si ciba solo di alcune varietà di plancton e di benthos. L'accresciuta intensità della nutrizione nel periodo primaverile può venire motivata con la variazione di temperatura e con la maturazione delle ghiandole sessuali. Per peso, numero e frequenza, possiamo dire che la sua fonte principale di cibo nell'intero periodo esaminato, è stata costituita dai copepodi (Copepoda), seguiti da tunicati e cladoceri. La sovrapposizione nell'alimentazione delle castagnole è risultata molto elevata, il che significa che le differenze stagionali nell'alimentazione sono minime, insignificante invece se rapportata alla grandezza delle prede, a testimoniare maggiori cambiamenti nello spettro alimentare.</p>	



<p>UDK 591.5(262.3 Tržaški z.)</p> <p><b>Floriana ALEFFI</b>, Meeresbiologin, Laboratorio di Biologia Marina, IT-34100 Trieste, Strada Costiera 336  <b>Francesca GORIUP</b>, Meeresbiologin, Laboratorio di Biologia Marina, IT-34100 Trieste, Strada Costiera 336  <b>Giuliano OREL</b>, Dr., Meeresbiologe, Institut für Biologie der Universität Triest, IT-34100 Trieste, Via L. Giorgieri 5  <b>Vincenzo ZUCCARELLO</b>, Biologe, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Laboratorio di Biologia Marina, IT-34100 Trieste, Strada Costiera 336</p> <p><b>Strukturanalyse der makrobenthischen Vergesellschaftung in drei Zonen des Golfs von Triest</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 39-44</p> <p>Der Golf von Triest ist eine seichte Bucht, die von einer hohen Primärproduktion und großen Schwankungen in den Bereichen Temperatur, Salinität und Anteil des gelösten Sauerstoffes am Meeresgrund gekennzeichnet ist. In den letzten Dekaden wurde der Golf von speziellen Phänomenen, wie der Algenblüte, des wiederkehrenden Sauerstoffmangels und des Auftretens von Schleimaggregaten betroffen. Zur zahlenmäßigen Auswertung der Struktur der makrobenthischen Vergesellschaftung im Golf von Triest wurde eine ökologische Studie von 1990 bis 1993 in drei Zonen entlang eines sedimentären Gradienten durchgeführt. Die statistische Analyse erfolgte unter Verwendung nicht parametrischer Methoden und "Fuzzy sets analysis" über Abundanzdaten. Es zeigen sich in den drei Zonen klare Unterschiede in Hinblick auf die Komposition der Arten sowie die trophische Struktur. Im gesamten untersuchten Bereich aber gibt es eine Dominanz von <i>Corbula gibba</i>, einer Art, die dem Leben am unbeständigen, gemischtschlammigen Meeresboden gut angepaßt ist.</p>	<p>UDK 597.587.2:591.16(262.3-11)</p> <p><b>Jakov DULČIĆ</b>, Dr. der Biologie, Institut für Ozeanografie und Fischerei, HR-21000 Split, B.O.Box 500</p> <p><b>Frühentwicklungsstadien der Familie Scombridae in der östlichen Adria</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 9-16</p> <p>Die Einbeziehung der Frühentwicklungsstadien von Fischen in systematische und ökologische Studien hat in den letzten Jahren zugenommen. Es wurde festgestellt, daß Eier und Larven eine weite Palette von Merkmalen präsentieren, die von den Merkmalen adulter Individuen weitgehend unabhängig und daher für eine systematische Analyse geeignet sind. Fischereistudien konzentrieren sich auf das Überleben von Eiern und Larven als wichtigsten Einflußfaktor für Veränderungen des Populationsreichtums. Für diese Studien erforderlich ist die detaillierte Information über das Auftreten von Fischlaich und Larven um jene in den Planktonproben zu identifizieren. Die Familie der Scombridae ist für die kroatische Fischerei von großem Interesse. Der Beitrag behandelt alle verfügbaren Entwicklungsstadien der Scombridae in der östlichen Adria.</p>
<p>UDK 59(26.03)(262.3 Tržaški z.)</p> <p><b>Borut VRIŠER</b>, Dr., Meeresbiologische Station Piran, Institut für Biologie, SI-6330 Piran, Fornace 41</p> <p><b>Die saisonbedingte Dynamik und Variabilität der Meiofauna im Golf von Triest: eine Dreijahresstudie</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 45-52</p> <p>Dieser Beitrag behandelt eine drei Jahre andauernde Beobachtungsphase der benthischen Meiofauna (von Organismen des Meeresbodens der Größenklasse 0,01 - 1 mm) im zentralen Teil des Golfes von Triest. Die erzielten Resultate bieten einen Einblick in den jährlichen saisonbedingten Reproduktionszyklus der Meiofauna und in die langandauernden sehr ausgeprägten Schwankungen dieser Zyklen. Die saisonbedingte Dynamik steht in positiver Korrelation zu den thermischen Verhältnissen, der Salinität und den mikro-phytobenthischen Algen des Meeressedimentes. Der Beitrag behandelt auch den Einfluß der typischen Hypoxie am Meeresboden auf die gesamte Meiofauna mit einer mäßigen Reduktion der Dichte und mit ganz unterschiedlichem Einfluß auf einzelne taxonomische Gruppen.</p>	<p>UDK 594.5(262.3 Tržaški z.)"1995/1996" 597(262.3 Tržaški z.)"1995/1996"</p> <p><b>Bojan MARČETA</b>, Institut für Biologie, SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111</p> <p><b>Über das Vorkommen einiger Arten von Kopffüßern und Fischen in den slowenischen Küstengewässern</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 17-30</p> <p>In der Zeit von April 1995 bis September 1996 wurden in den slowenischen Küstengewässern mit einem Bodenschleppnetz 8 Kopffüßer-Arten und 56 Fischarten, die hier in einem Verzeichnis vorgelegt werden sollen, aufgefischt. Ein temporäres Vorkommen wird für 8 den Meeresgrund bewohnenden Kopffüßer-Arten, 4 Knorpelfischarten und 42 Knochenfischarten verzeichnet. Die ausführlichsten Angaben zum Vorkommen werden für den gemeinen oder gewöhnlichen Kalmar (<i>Loligo vulgaris</i>), den Moschuspolypen (<i>Eledone moschata</i>), den Glatthai (<i>Mustelus mustelus</i>), den Adlerrochen (<i>Myliobatis aquila</i>), den Seehecht (<i>Merluccius merluccius</i>), den Wittling (<i>Merlangius merlangus</i>), für <i>Trisopterus minutus</i>, den Petersfisch (<i>Zeus faber</i>), den Zwergbarsch (<i>Serranus hepatus</i>), den Bandfisch (<i>Cepola rubescens</i>), die Meerbarbe (<i>Mullus barbatus</i>), den Blöker (<i>Boops boops</i>), die Ringelbrasse (<i>Diplodus annularis</i>), die Rotbrasse (<i>Pagellus erythrinus</i>), die Schnauzenbrasse (<i>Spicara flexuosa</i>) und die Flunder (<i>Platichthys flesus</i>) angeführt.</p>
	<p>UDK 597.5:591.13(262.3-11)</p> <p><b>Jakov DULČIĆ</b>, Dr., Biologe, Institut für Ozeanografie und Fischerei, HR-21000 Split, B.O.Box 500</p> <p><b>Nahrung und Ernährungsgewohnheiten des Mönchsfisches <i>Chromis chromis</i> (Teleostei: Pomacentridae) in der Ostadria</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 31-36</p> <p>Es wurde der Mageninhalt von 964 Mönchsfischen (<i>Chromis chromis</i>), die in der Ostadria in den Jahren 1992 und 1993 gefangen wurden, untersucht. Der Mönchsfisch ist bereits vom jugendlichen Stadium an Fleischfresser, ernährt sich jedoch nur von Plankton und Organismen des Benthos. Die verstärkte Freßlust während des Frühjahres könnte den Temperturveränderungen und der Reifung der Geschlechtsdrüsen zugeschrieben werden. Nach Gewicht, Anzahl und Häufigkeit des Auftretens innerhalb eines Jahres stellten die Ruderfüßer (Copepoda) die wichtigste Nahrungsquelle, gefolgt von geschwänzten Manteltieren und Cladocera (Krebsen), dar. Die Nahrungsdeckung erwies sich als verhältnismäßig ausgeprägt, was bedeutet, daß die saisonbedingten Unterschiede im Nahrungsspektrum der Mönchsfische gering sind.</p>

<p>UDC 595.34:591.5(262.3 Tržaški z.) 591.5:595.34(262.3 Tržaški z.)</p> <p><b>Borut VRIŠER</b>, Ph.D., Stazione di Biologia Marina, Istituto di Biologia, SI-6330 Pirano, Fornace 41</p> <p><b>Dinamica stagionale e variabilità degli Arpacticoidi (Copepoda - Harpacticoida) nel Golfo di Trieste. Indagine triennale.</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 53-60</p> <p>Il contributo presenta i risultati di una ricerca sull'ecologia dei crostacei copepodi arpacticoidi nell'area centrale del Golfo di Trieste. Sono illustrate le specie che compongono gli insediamenti, la percentuale della loro presenza, l'aumento e la diminuzione stagionale e pluriennale delle specie e l'influenza dei fattori ecologici, in particolare le conseguenze dell'abbassamento del tasso di ossigeno registrato nell'autunno del terzo anno di indagine. Caratteristici sono i cambiamenti pluriennali della consistenza di alcune specie, la loro stretta connessione con la quantità di fitoplancton presente nell'ambiente e la loro diversa reattività all'ipossia termoclinea.</p>	<p>UDC 595.384(262 Toskansko otoč.) 595.384(262 otoč. Ponza)</p> <p><b>Paola RINELLI</b>, B.Sc., biologa marina, Istituto Talassografico CNR, IT-98122 Messina, Spianata S. Raineri 86</p> <p><b>Nunziacarla SPANÒ</b>, Ph.D., biologa marina, Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università di Messina, IT-98166 S. Agata, Salita Sperone 31</p> <p><b>Decapodi e echinodermi negli ambienti sabbiosi insulari: Arcipelago toscano e Isola di Ponza</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 73-78</p> <p>Le autrici riportano i risultati ottenuti da campionature di benthos di fondale molle nell'Arcipelago toscano e nell'Isola di Ponza, nel Mediterraneo fra il 1988 e il 1991. La campionatura è stata effettuata in 506 punti sabbiosi, anche se le autrici riferiscono i dati di soltanto 197, caratterizzati dalla presenza di decapodi e echinodermi. Di questi siti 64 si trovano nell'Arcipelago toscano, dove sono state riscontrati 20 specie di decapodi e 21 di echinodermi, e 133 sull'Isola di Ponza, dove sono stati riscontrati 32 tipi di ciascun taxon. I dati raccolti sui rispettivi gruppi faunistici indicano alcune differenze nella composizione specifica dei due arcipelaghi. Per quanto riguarda i granchi, se ne sono trovate solo 12 specie. Tre specie del genere <i>Ebalia</i> (<i>E. cranchi</i>, <i>E. granulosa</i> e <i>E. edwardsi</i>), caratteristiche di fondi sabbiosi, sono state trovate solo nell'Isola di Ponza mentre sul fondale misto DC-DE-DL nell'arcipelago toscano sono stati trovati diversi esemplari di <i>Galathea strigosa</i> e di <i>Galathea squamifera</i>. Per quel che riguarda gli echinodermi la maggior parte delle specie trovate nelle due zone oggetto della ricerca, è tipica di fondali biodetritici più grezzi. Le differenze della composizione faunistica dei due arcipelaghi sono ascrivibili in gran parte ai gruppi Asteroidea, Ophiuroidea e Echinoidea. Confrontando le varie basi biodetritiche biocenotiche dei fondali delle due zone si nota che in entrambi i casi la percentuale maggiore è costituita da biocenosi DC. Accanto ad una visione critica dei dati raccolti le due autrici sottolineano la necessità di ricontrollare le definizioni bionomiche sinora attribuite ai decapodi e agli echinodermi.</p>
<p>UDC 594.14/17:591.13</p> <p><b>Christinamaria SALVI</b>, Dott., Laboratorio di biologia marina, IT-34010 Trieste, Strada Costiera 336</p> <p><b>Barbara MARTINCIC</b>, Dott., Laboratorio di biologia marina, IT-34010 Trieste, Strada Costiera 336</p> <p><b>Tasso di filtrazione, assimilazione e biodeposizione di due specie di vongole <i>Tapes philippinarum</i> (ADAMS &amp; REEVE) e <i>Tapes decussatus</i> L. (JEFFREYS)</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 61-66</p> <p>Allo scopo di valutare i tassi di filtrazione ed assimilazione di due specie di vongole <i>Tapes decussatus</i> e <i>T. philippinarum</i>, sono studiati 25 individui per ogni specie, usando 4 differenti alghe (<i>Thalassiosira pseudonana</i>, <i>Tetraselmis suecica</i>, <i>Isochrysis galbana</i>, <i>Skeletonema costatum</i>) a concentrazioni diverse: una di <math>5 \times 10^7</math> cell/l per ottenere il tasso di filtrazione e una di <math>2 \times 10^8</math> cell/l per ottenere quello di assimilazione e biodeposizione. <i>Tapes philippinarum</i> ha mostrato un tasso di filtrazione più alto rispetto a <i>T. decussatus</i>, ed entrambe le vongole consumavano più velocemente <i>I. galbana</i> e <i>Th. pseudonana</i>, mentre il tasso di filtrazione più basso è stato osservato nutrendo le vongole con <i>T. suecica</i>. Per quanto concerne il tasso di biodeposizione questo è risultato più elevato utilizzando <i>S. costatum</i>, <i>T. suecica</i> e <i>I. galbana</i>, mentre molto basso è risultato quello in cui si è utilizzata l'alga <i>T. pseudonana</i>.</p>	<p>UDC 59(26.03)(262.3 Tržaški z.) 59.084(262.3 Tržaški z.)</p> <p><b>Vesna FLANDER</b>, B.Sc., Istituto di Biologia, Stazione di Biologia Marina, SI-6330 Pirano, Fornace 41</p> <p><b>Borut VRIŠER</b>, Ph.D., Istituto di Biologia, Stazione di Biologia Marina, SI-6330 Pirano, Fornace 41</p> <p><b>Aleksander VUKOVIĆ</b>, Ph.D., Istituto di Biologia, Stazione di Biologia Marina, SI-6330 Pirano, Fornace 41</p> <p><b>Successione mensile della fauna bentonica su sedimenti marini precedentemente congelati - Rapporto preliminare</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 79-86</p> <p>L'articolo illustra la successione su sedimenti marini, precedentemente congelati, collocati a 24 metri di profondità. I risultati ottenuti nel corso dell'esperimento, durato un anno, mostrano la successione della fauna bentonica nell'area del Golfo di Trieste. Il gruppo più numeroso di organismi è rappresentato dai Policheti (Polychaeta), che costituiscono oltre il 60% di tutti gli esemplari individuati. Seguono i Crostacei (Crustacea) con il 30,4%, i Bivalvi (Bivalvia) con il 4,7%, gli Ofiuroidi (Ophiuroidea) con il 2,2% e i Gasteropodi (Gasteropoda) con lo 0,7%. Sulla base dell'osservazione di tutte le specie in questione si è constatato che la successione sui sedimenti è stata molto più rapida nel periodo finale dell'esperimento, in primavera ed estate, che non nel periodo iniziale, in autunno ed inverno. Un aumento evidente della successione mensile, soprattutto di Policheti, è stata registrata nel mese di luglio del 1994.</p>
<p>UDC 594.1:591.5(497.5 Limski k.)</p> <p><b>Vanja EMRIĆ</b>, biologa, HR-21312 Podstrana, Krizine 16</p> <p><b>La macrofauna invertebrata in relazione alla popolazione naturale di mitili (<i>Mytilus galloprovincialis</i> Lamarck, 1819) nel Canale di Leme (Istria)</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 67-72</p> <p>L'autrice esamina la fauna invertebrata in relazione al mitilo (<i>Mytilus galloprovincialis</i>) nella fascia di marea lungo la costa rocciosa del Canale di Leme. Nel periodo compreso fra aprile e ottobre 1994 fra i campioni sono state evidenziate 92 specie di 11 tipi. Fra esse soprattutto molluschi (42 specie), policheti (21 specie) e artropodi (12 specie) ovvero l'81,4% dell'intera fauna. Sulle valve dei mitili dominavano i <i>Balanus perforatus</i>, fra il bisso invece le piccole conchiglie <i>Lasaea rubra</i>.</p>	

<p>UDK 595.384(262 Toskansko otoč.) 595.384(262 otoč. Ponza)</p> <p><b>Paola RINELLI</b>, Dr., Meeresbiologin, Institut für experimentelle Talassografie-CNR, IT-98122 Messina, Spinata S. Raineri 86 <b>Nunziacarla SPANÒ</b>, Dr., Meeresbiologin, Dipartimento di Biologia Animale ed Ecologia Marina, Università Messina, IT-98166 S. Agata, Salita Sperone 31</p> <p><b>Decapoda Crustacea und Echinodermata in detritären Lebensräumen: Toscanischer Archipel und Pontinische Inseln</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 73-78</p> <p>Es werden die Resultate über Untersuchungen der benthischen Makrofauna, die in den Jahren 1988 bis 1991 anhand von Proben aus dem weichen Meeresboden im Bereich des Toskanischen Archipels und der Pontinischen Inseln im Mittelmeer durchgeführt wurden, vorgelegt. Insgesamt wurden an 506 Stellen Proben aus dem detritären Milieu entnommen. Hier werden jedoch nur die Daten von 197 Stellen, die vom Vorkommen von Decapoda-Crustacea und Echinodermata gekennzeichnet waren, behandelt. 64 davon stammen vom Toscanischen Archipel und beinhalten 20 Decapoda Crustacea-Arten und 21 Echinodermata-Arten. 133 stammen von den Pontinischen Inseln, wo pro Taxon 32 Arten verzeichnet wurden. Die Daten der zwei faunistischen Gruppen lassen für jede der beiden Inselgruppen unterschiedliche und ganz spezifische Zusammensetzungen erkennen.</p>	<p>UDK 595.34:591.5(262.3 Tržaški z.) 591.5:595.34(262.3 Tržaški z.)</p> <p><b>Borut VRIŠER</b>, Dr., Meeresbiologische Station, Institut für Biologie, SI-6330 Piran, Fornače 41</p> <p><b>Saisonbedingte Dynamik und Variabilität der Harpacticoida (Copepoda - Harpacticoida) im Golf von Triest: eine Dreijahresstudie.</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 53-60</p> <p>In diesem Beitrag werden die Untersuchungsergebnisse zur Ökologie der Harpacticoida im zentralen Teil des Golfes von Triest vorgelegt. Behandelt werden die vergesellschafteten Arten, der Anteil der einzelnen Arten, die saisonbedingten, mehrjährigen und langzeitigen Veränderungen der Anzahl der Arten und der Einfluß der Ökologie sowie im speziellen die Folgen des herbstlichen Sauerstoffmangels im dritten Beobachtungsjahr. Von Bedeutung sind die mehrjährigen Veränderungen der Dichte einiger Arten, deren enge Verbindung mit der Quantität an Phytoplankton und die verschiedenartigen Reaktionen auf den thermoclinen Sauerstoffmangel.</p>
<p>UDK 59(26.03)(262.3 Tržaški z.) 59.084(262.3 Tržaški z.)</p> <p><b>Vesna FLANDER</b>, Diplombiologin, Institut für Biologie, Meeresbiologische Station Piran, SI-6330 Piran, Fornače 41 <b>Borut VRIŠER</b>, Dr., Biologe, Institut für Biologie, Meeresbiologische Station Piran, SI-6330 Piran, Fornače 41 <b>Aleksander VUKOVIĆ</b>, Dr., Biologe, Institut für Biologie, Meeresbiologische Station Piran, SI-6330 Piran, Fornače 41</p> <p><b>Die monatliche Ansiedlung der Benthosfauna auf vorher tiefgefrorenen Meeressedimenten - ein Vorbericht</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 79-86</p> <p>In diesem Beitrag wird die Besiedlung eines vorher tiefgefrorenen und in einer Tiefe von 24 m befindlichen Meeressedimentes behandelt. Die Resultate der einjährigen Studie zeigten eine Progression in der Besiedlung durch die Benthosfauna im Bereich des Golfes von Triest. Die zahlenmäßig stärkste Gruppe von Organismen waren Vielborster (Polychaeta), die mehr als 605 aller festgestellten Organismen ausmachten. Es folgten Krebstiere (Crustacea) mit 30,4%, Muscheln (Bivalvia) mit 4,7%, Schlangensterne (Ophiuroidea) mit 2,2% und Schnecken (Gastropoda) mit 0,7%. Die monatliche Besiedlung des Sedimentes erwies sich auf Basis der insgesamt beobachteten Abundanz sämtlicher beobachteten Arten als wesentlich schneller im Frühling und Sommer als im Herbst und Winter zu Beginn des Versuches. Sehr deutlich zeigte sich der Höhepunkt der monatlichen Besiedlung, vor allem durch verschiedene Arten von Vielborstern (Polychaeta), im Juli des Jahres 1994.</p>	<p>UDK 594.14/17:591.13</p> <p><b>Christinamaria SALVI</b>, Dr., Laboratorio di biologia marina, IT-34010 Trieste, Strada Costiera 366 <b>Barbara MARTINCIC</b>, Dr., Laboratorio di biologia marina, IT-34010 Trieste, Strada Costiera 366</p> <p><b>Filtration, Assimilation und Effizienz der Biodeposition von <i>Tapes philippinarum</i> (ADAMS &amp; REEVE) und <i>Tapes decussatus</i> L. (JEFFREYS)</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 61-66</p> <p>Um die unterschiedlichen Filtrations- und Assimilationsraten von <i>Tapes decussatus</i> und <i>Tapes philippinarum</i> zu testen, wurden 25 Exemplare jeder Art mit verschiedenen Algen (<i>Thalassiosira pseudonana</i>, <i>Tetraselmis suecica</i>, <i>Isochrysis galbana</i>, <i>Skeletonema costatum</i>) in zwei verschiedenen Konzentrationen verabreicht: eine <math>5 \times 10^7</math> Zellen/l um die Filtrationsrate zu erhalten und eine <math>2 \times 10^8</math> Zellen/l um die Assimilation und Biodepositionsfrequenz der Muscheln zu quantifizieren. <i>Tapes philippinarum</i> zeigte eine höhere Filtrationsrate als <i>T. decussatus</i>. Beide Muscheln konsumierten <i>I. galbana</i> und <i>Th. pseudonana</i> viel schneller als die anderen Algenarten. Eine hohe Biodeposition wurde bei Verabreichung von <i>S. costatum</i>, <i>T. suecica</i> und <i>I. galbana</i> beobachtet. <i>T. pseudonana</i> hingegen wurde besser assimiliert und daher wurden am Ende des Experiments geringere biologische Reste gesammelt.</p>
	<p>UDK 594.1:591.5(497.5 Limski k.)</p> <p><b>Vanja EMRIĆ</b>, Diplombiologin, HR-21312 Podstrana, Krizine 16</p> <p><b>Die mit natürlichen Populationen von Miesmuscheln (<i>Mytilus galloprovincialis</i> LAMARCK, 1819) vergesellschaftete makroinvertebrate Fauna des Lim-Kanals (Limski kanal) in Istrien</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 67-72</p> <p>Über die mit <i>Mytilus galloprovincialis</i> Lmk. vergesellschaftete makroinvertebrate Fauna in der Gezeitenzone der felsigen Küste des Limkanals (Istrien) liegt bereits ein Bericht vor. Zweiundneunzig Arten von neun Phyla wurden in Proben, die während der Monate April und Oktober 1994 genommen wurden, verzeichnet. Als vorherrschend erwiesen sich Mollusken (42 Arten), Polychaeta (21 Arten) und Arthropoda (12 Arten), die zusammen 81,4% der gesamten vergesellschafteten Fauna ausmachten. In Hinblick auf die Abundanz war <i>Balanus perforatus</i> BRUGUIERE auf den Epibionten und <i>Lasaea rubra</i> MONTAGU auf den Byssusfäden dominant.</p>

<p>UDC 551.3.051.:551.44(497.4 Škocjanske j.) 551.44(497.4 Škocjanske j.)</p> <p><b>Martin KNEZ</b>, Ph.D., ing. di geologia, Istituto per lo studio del Carso presso il CRS ASSA, SI-6230 Postojna, Titov Trg 2</p> <p><b>Influenza dei giunti di stratificazione speleogenetica della parte orientale delle grotte di San Canziano</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 89-94</p> <p>L'autore illustra i risultati dello studio sui giunti di stratificazione di una delle maggiori doline di profondamento, la Velika dolina del sistema delle Grotte di San Canziano. Le conoscenze del rapporto tra la formazione delle gallerie e i fenomeni tettonici sono oggi molto maggiori di quelle sull'influenza delle proprietà litopetrologiche e stratigrafiche delle rocce carbonatiche sull'incassamento del sottosuolo.</p> <p>Nella Velika dolina, gli iniziali canali sotterranei si sono formati in presenza di soli tre giunti di stratificazione portanti e questa conformità non è solo apparente.</p>	<p>UDC 551.311.2(497.4 Planinsko p.) 55:311(497.4)</p> <p><b>Metka PETRIČ</b>, M.Sc. di geologia, Istituto per lo studio del Carso CRS ASSA, SI-6230 Postojna, Titov Trg 2</p> <p><b>Esempio di impiego dell'analisi geostatistica nella preparazione delle carte relative allo spessore dei depositi alluvionali della piana di Planina (Planinsko polje)</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 107-110</p> <p>L'uso di metodi statistici nell'interpretazione dei dati geologici sta prendendo sempre più piede anche in Slovenia. In questa ricerca viene presentato un esempio di preparazione di diagrammi sullo spessore dei depositi alluvionali della Piana di Planina, realizzate con l'impiego del software geostatistico GEO-EAS (Geostatistical Environmental Assessment Software). L'immagine ottenuta è il risultato dell'elaborazione numerica dei dati inerenti lo spessore dei depositi alluvionali registrati negli 82 punti di sondaggio. La conformità del modello scelto è stata testata sulla base del rapporto fra i dati effettivi dei sondaggi e quelli stimati. Interessante anche la comparazione con i risultati delle ricerche geofisiche.</p>
<p>UDC 551.44:551.7(497.4 Pivška kotlina)</p> <p><b>Tadej SLABE</b>, Ph.D., Istituto per lo studio del Carso presso il CRS ASSA, SI-6230 Postojna, Titov trg 2</p> <p><b>Morfologia delle rocce nelle grotte ai margini della conca del fiume Pivka</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 95-102</p> <p>La morfologia delle rocce nelle caratteristiche grotte ai margini della conca del fiume Pivka ci indica come si sono formate le singole gallerie e i periodi evolutivi più significativi delle grotte. Nelle grotte inghiottite possiamo osservare le diverse condizioni idrologiche che hanno portato alla loro formazione, il loro periodico riempimento con depositi alluvionali e le attuali tracce lasciate dalla circolazione idrica più rapida. Originale è pure la morfologia delle rocce della sorgente carsica intermittente nella Matijeva jama (Grotta di Mattia).</p>	<p>UDC 628.4:551.444(497.4 Sežana)</p> <p><b>Janja KOGOVŠEK</b>, M.Sc., ing. chim. technol., Istituto per lo studio del Carso CRS ASSA, SI-6230 Postojna, Titov trg 2</p> <p><b>I pericoli rappresentati dalle discariche per la qualità delle acque carsiche</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 111-114</p> <p>L'analisi delle acque di deflusso della discarica di Sesana hanno fatto segnare un elevato tasso di inquinamento organico (COD = 2.000 mg O<sub>2</sub> dm<sup>3</sup>), un terzo del quale composto da sostanze facilmente degradabili (BOD<sub>5</sub> = 700 mg O<sub>2</sub> dm<sup>3</sup>). Se una discarica si trova su un terreno carsico, in mancanza di interventi di sigillatura e di raccolta delle acque di deflusso, queste vengono assorbite in profondità dal terreno. Ciò significa in pratica una dispersione delle acque di scolo direttamente nel carso. Per tale tipo di acque provenienti dai sistemi di depurazione è previsto, per legge, un valore per COD di 160 e per il BOD<sub>5</sub> di 30 mg O<sub>2</sub> dm<sup>3</sup>. Dal processo di decomposizione di sostanze organiche facilmente degradabili si forma una notevole quantità di cloruri, nitrati, fosfati e di altre sostanze che influiscono sulla qualità delle acque carsiche.</p>
<p>UDC 551.442:625.711.3(497.4-14)</p> <p><b>Stanka ŠEBELA</b>, Ph.D. di geologia, Istituto per lo studio del Carso CRS ASSA, SI-6230 Postojna, Titov trg 2</p> <p><b>Ricerche carsologiche preliminari relative all'autostrada Divača - Kozina</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 103-106</p> <p>L'Istituto per lo studio del carso del CRS ASSA collabora già da molti anni al progetto di costruzione delle autostrade in Slovenia. Gran parte di esse attraversa terreni carsici dove spesso le maestranze si imbattono in grotte non conosciute. Queste si aprono anche durante il consolidamento della sede stradale e in seguito, quando l'autostrada è già aperta al traffico. Per tali motivi sono necessari approfonditi studi geologico-carsologici, sia prima che durante la costruzione delle stesse autostrade.</p>	<p>UDC 628.3(497.4 Postojna)</p> <p><b>Tanja ČELHAR</b>, B.Sc. di biologia, Istituto per lo studio del Carso presso il CRS ASSA, SI-6230 Postojna, Titov Trg 2</p> <p><b>Rilevamento del grado di tossicità delle acque di scarico mediante bio-organismi - le pulci d'acqua <i>Daphnia magna</i></b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 115-120</p> <p>È stato effettuato un test tossico per stabilire le influenze inibitorie delle acque di scarico che scorrono nelle condutture di scolo, ovvero nel sistema di canalizzazione, nell'area di Postumia. Sono state usate acque di scarico a concentrazione diversa, acque diluente e bio-organismi. È stata individuata la percentuale di inibizione degli organismi <i>Daphnia magna</i> Straus. Il test può essere usato come prova eliminativa e come base per un'analisi chimica e biologica.</p>

<p>UDK 551.311.2(497.4 Planinsko p.) 55:311(497.4)</p> <p><b>Metka PETRIČ</b>, Mag., DI, Geologin, Institut für Karstforschung ZRC SAZU, (Slowenische Akademie der Wissenschaften und Künste), SI-6230 Postojna, Titov trg 2</p> <p><b>Ein Beispiel zur Anwendung der geostatistischen Analyse für die Erstellung einer Karte über die Mächtigkeit der Sedimentation auf dem Planinsko Polje</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 107-110</p> <p>Die Anwendung statistischer Methoden zur Interpretation von geologischen Daten im Terrain setzt sich auch in Slowenien immer mehr durch. In diesem Beitrag wird als Beispiel die Erstellung von Konturkarten der Mächtigkeit der Sedimentation auf dem Planinsko Polje, die unter Verwendung des geostatistischen Computerprogrammes GEO-EAS (Geostatistical Environmental Assessment Software) aufgezeichnet wurden, vorgelegt. Das räumliche Bild stellt das Resultat der numerischen Aufnahme von Punktabgaben über die Mächtigkeit der Sedimentation an 82 Bohrstellen dar. Die Effizienz des erwähnten Modells wird auf Basis der Relation zwischen geschätzten und gemessenen Werten an diesen Punkten getestet. Von Interesse ist aber auch der Vergleich mit den Resultaten der geophysikalischen Untersuchungen.</p>	<p>UDK 551.3.051.:551.44(497.4 Škocjanske j.) 551.44(497.4 Škocjanske j.)</p> <p><b>Martin KNEZ</b>, Dr., DI, Geologe, Institut für Karstforschung ZRC SAZU (Slowenische Akademie der Wissenschaften und Künste), SI-6230 Postojna, Titov trg 2</p> <p><b>Der Einfluß von Schichtflächen auf die speläologische Entwicklung des Eingangsbereiches der Höhlen von St. Kanzian (Škocjanske jame)</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 89-94</p> <p>Der Autor legt die Untersuchungsergebnisse über Schichtflächen aus einer der größten Versturzdoline, der Velika Dolina, aus dem System der Höhlen von St. Kanzian (Škocjanske jame) vor. Die Kenntnis der Beziehung zwischen der Ausbildung von Höhlenschächten und der tektonischen Erscheinungen ist heute bedeutend größer als die Kenntnis über die Einflüsse der lithopetrologischen und stratigrafischen Eigenschaften der Karbonatgesteine auf die unterirdische Verkarstung. Die unterirdischen Initialkanäle haben sich in der Velika Dolina an lediglich drei tragenden Schichtflächen ausgeformt und diese Kongruenz ist nicht nur scheinbar.</p>
<p>UDK 628.4:551.444(497.4 Sezana)</p> <p><b>Janja KOGOVIŠEK</b>, Mag, DI, Institut für Karstforschung ZRC SAZU, SI-6230 Postojna, Titov Trg 2</p> <p><b>Wie Mülldeponien die Qualität der Karstwässer gefährden</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 111-114</p> <p>Die Analyse der Abwässer aus der Mülldeponie von Sezana hat eine beachtliche organische Verunreinigung (<math>\text{COD}=2000 \text{ mg O}_2 \text{ dm}^3</math>) ergeben, von der ein Drittel abgebaut werden kann (<math>\text{BOD}_5 = 700 \text{ mg O}_2 \text{ dm}^3</math>). Wenn eine Mülldeponie die Abwässer weder klärt noch sammelt, so dringen jene tief in den Karst ein, denn das bedeutet die unmittelbare Ableitung in den Karst. Für die aus den Kläranlagen austretenden Wässer ist ein gesetzlicher Wert für <math>\text{COD } 160</math>, <math>\text{BOD}_5 \text{ } 30 \text{ mg O}_2 \text{ dm}^3</math> vorgeschrieben. Beim Abbau abbaubarer organischer Materie können größere Mengen von Chloriden, Nitraten, Phosphaten und anderen Inhaltstoffen, die auf die Qualität der Karstwässer Einfluß nehmen, entstehen.</p>	<p>UDK 551.44:551.7(497.4 Pivška kotlina)</p> <p><b>Tadej SLABE</b>, Dr., Geograf und Soziologe, Institut für Karstforschung ZRC SAZU (Slowenische Akademie der Wissenschaften und Künste), SI-6230 Postojna, Titov Trg 2</p> <p><b>Das Relief der Höhlenwände ausgewählter Höhlen am Rand des Pivka-Beckens</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 95-102</p> <p>Das Relief der Höhlenwände der typischen Höhlen am Rande des Pivka-Beckens gibt Einblick in die Art und Weise der Entstehung einzelner Höhlenschächte und läßt Rückschlüsse auf den markantesten Zeitraum in der Höhlenentwicklung zu. In Ponorhöhlen können die verschiedenen hydrologischen Verhältnisse und Veränderungen während der Entstehung, der temporären Auffüllung mit Schwemmaterial sowie auch die heutigen Folgen schnellerer Wasserläufe festgestellt werden. Charakteristisch ist auch das Relief der Wände der Estavele der Matija Höhle (Matijeva jama).</p>
<p>UDK 628.3(497.4 Postojna)</p> <p><b>Tanja ČELHAR</b>, Diplombiologin, Institut für Kartforschung ZRC SAZU (Slowenische Akademie der Wissenschaften und Künste), SI-6230 Postojna, Titov trg 2</p> <p><b>Beurteilung der Gefährlichkeit von Abwässern in bezug auf ihren Giftgehalt</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 115-120</p> <p>Es wurde ein Test zur Bewertung des Giftgehaltes der Abwässer, die aus den Abflüssen bzw. der Kanalisation in das Areal von Postojna gelangen, durchgeführt. Dazu wurden verschiedene Konzentrationen von Abwässern und Testorganismen verwendet, wobei der Prozentsatz an Exemplaren von <i>Daphnia magna</i> STRAUS festgestellt wurde. Dieser Test kann als Test per Ausschließung und als Basis für chemische wie biologische Analysen verwendet werden.</p>	<p>UDK 551.442:625.711.3(497.4-14)</p> <p><b>Stanka ŠEBELA</b>, Dr., DI der Geologie, Institut für Karstforschung ZRC SAZU, SI-6230 Postojna, Titov trg 2</p> <p><b>Karstkundliche Voruntersuchungen der Autobahntrasse Divača-Kozina</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 103-106</p> <p>Das Institut für Karstforschung ZRC der SAZU (Slowenische Akademie für Wissenschaft und Kunst) arbeitet bereits seit mehreren Jahren am Autobahnbauprojekt Sloweniens mit. Der Großteil der zukünftigen Autobahnen führt nämlich durch Karstgebiete, wo beim Bau zahlreiche, bisher unbekannte Karsthöhlen entdeckt wurden. Daher sind für den Autobahnbau gründliche vorausgehende wie auch begleitende geologisch-karstkundliche Untersuchungen erforderlich.</p>

<p>UDC 551.781(262.3 Piranski z.)</p> <p><b>Jernej PAVŠIČ</b>, Ph.D., geologo, Università di Lubiana, Cattedra di geologia e paleontologia, SI-1000 Lubiana, Aškerčeva 2  <b>Jörn PECKMANN</b>, M.Sc., ingegnere in geologia, Institut für Geologie und Paläontologie, Georg-August Universität, Goldschmidtstraße 3, DE-37077 Gottinga, e-mail:jpechma@gwdg.de</p> <p><b>Stratigrafia e sedimentologia del bacino di flysch di Pirano (Slovenia)</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 123-138</p> <p>I sedimenti eocenici d'alto fondale del bacino flysch di Pirano si estendono su di una superficie di circa 400 kmq. Alla fanghiglia a globicerine che si trova sul calcare alveolino-nummulitico presso Isola segue il flysch, spesso più di 500 metri. Il flysch è stato suddiviso in cinque gruppi in relazione alla presenza della torbidite calcarea. La fanghiglia a globicerine appartiene al confine tra le biozone nanoplanctoniche NP 15/16, tutti gli altri gruppi di flysch fanno invece parte della biozona nanoplanctonica del paleogene NP 16.</p> <p>La torbidite del bacino e i fossili di <i>Paleodictyon</i> della sottofacies (Seilacher, 1977) indicano un ambiente con alti fondali. Alcune torbidite si possono seguire anche per alcuni chilometri. Il flysch è formato da marna, sedimenti silicoclastici, carbonati puri e da torbidite carbonata arenosa.</p> <p>Le correnti di torbidite, che hanno convogliato la torbidite silicoclastica, correvano in direzione WNW-ENE mentre il materiale della torbidite carbonata proveniva dalla piattaforma carbonatica di direzione SSW.</p>	<p>UDC 551.781(497.4/5 Istra)</p> <p><b>Stanko MARINČIĆ</b>, Ph.D., geologo, Institut za geološka istraživanja, HR-10000 Zagreb, Sachsova 2  <b>Marko ŠPARICA</b>, Ph.D., geologo, Institut za geološka istraživanja, HR-10000 Zagreb, Sachsova 2  <b>Giorgio TUNIS</b>, Ph.D., geologo, Dipartimento di Scienze Geologiche, Ambientali e Marine dell'Università di Trieste, IT-34127 Trieste, Via E. Weiss 2  <b>Alfred UCHMAN</b>, Ph.D., geologo, Institute of Geological Sciences, Jagiellonian University, PL-30-063 Krakow, Oleandry 2</p> <p><b>I depositi eocenici del flysch nella penisola istriana (Croazia, Slovenia): Analisi regionale, stratigrafica, sedimentologica ed icnologica</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 139-156</p> <p>Il bacino di flysch dell' Istria si è originato durante la fase tettonica pirenaica. I sedimenti si accumularono in un ridotto lasso di tempo in un bacino stretto e profondo con una progressione di termini via via più recenti da Nord-Ovest (depositi di età luteziana) verso Sud-Est (depositi di età tardo eocenica). Questa polarità è dovuta al riempimento del solco con materiale di provenienza nord-occidentale. I depositi di flysch sono sovrapposti, in alcune zone, a marne emipelagiche, in altre, a risedimenti grossolani (conglomerati e frane sottomarine) che coprono i depositi della piattaforma carbonatica. Localmente i depositi di flysch ricoprono in discordanza calcari di età variabile dal Cretacico all' Eocene medio della piattaforma carbonatica. I depositi di flysch sono spessi circa 300-350 m e sono caratterizzati dalla prevalenza di torbiditi ibride sottili-molto sottili nella parte basale e inferiore della successione e da torbiditi medio sottili nella porzione medio superiore. Le torbiditi di maggior spessore alla sommità della successione sono probabilmente connesse ad una fase regressiva. Le marne emipelagiche alla base dei depositi di flysch sono totalmente bioturbate e comprendono associazioni di tracce fossili di bassa diversità, che potrebbero rappresentare una icnofacies di transizione tra l'icnofacies <i>Zoophycos</i> e l'icnofacies <i>Cruziana</i>. I depositi di flysch sono solo parzialmente bioturbati ed includono associazioni di tracce fossili ad alta diversità con numerose forme k-selezionate predeposizionali comprendenti vari grafogliptidi. L' associazione può essere confrontata alla icnofacies <i>Nereithes</i> ed indica un ambiente stabile, ben ossigenato, moderatamente oligotrofico, episodicamente interessato da deposizioni torbiditiche. Questa associazione è caratteristica dei depositi eocenici del flysch della regione carpatica, delle Alpi e, probabilmente, di altre aree.</p>
<p>UDC 58.084(262.3 Tržaški z.) 582.27(262.3 Tržaški z.)</p> <p><b>Barbara ŠVAGELJ</b>, B.Sc. di biologia, CŠOD, SI-6330 Piran, Fiesa 80  <b>Patricija MOZETIČ</b>, M.Sc. di biologia, Stazione di biologia marina, SI-6330 Piran, Fornače 41  <b>Senka TERZIČ</b>, Ph.D., Istituto Ruder Bošković, Centro di ricerche marine, HR-10000 Zagreb, Bijenička 54</p> <p><b>Crescita e funzione ecologica di alcune classi del fitoplancton marino</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 157-166</p> <p>Le autrici del contributo hanno studiato la crescita e le caratteristiche biochimiche di sei monoculture di quattro classi del fitoplancton marino. Hanno registrato i parametri riguardanti la dimensione e la crescita, nonché la pigmentazione delle classi prescelte. Lo studio della pigmentazione del fitoplancton naturale del Golfo di Trieste è avvenuto con l'impiego di biomarker chemotassonomici pigmentati. La concentrazione di pigmenti riscontrata mediante il metodo HPLC è stata sostenuta da osservazioni al microscopio dei medesimi campioni.</p>	<p>UDC 582.263(210.5)(497.4)</p> <p><b>Claudio BATTELLI</b>, prof. biol. e chimica, Facoltà per l'Educazione di Lubiana, unità Capodistria, SI-6000 Capodistria, Via Cankar 5, e Ginnasio A. Sema, SI-6320 Portorose, Via dei giardini 8</p> <p><b>Quante specie del genere <i>Codium</i> STACKHOUSE (1797) ci sono nelle acque costiere della Slovenia?</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 167-176</p> <p>Nell' articolo l' autore tratta la presenza delle varie specie del genere <i>Codium</i> Stackhouse (1797) nelle acque costiere della Slovenia e presenta anche una chiave per la loro determinazione. Descrive in generale le singole specie rilevandone le proprietà caratteristiche ed i luoghi di presenza in Slovenia. Presenta pure una specie nuova per le acque costiere slovene, il <i>Codium vermilara</i> (Oliv) Delle Chiaje.</p>

<p>UDK 551.781(497.4/5 Istra)</p> <p><b>Stanko MARINČIČ</b>, Dr., Geologisches Forschungsinstitut, HR-10000 Zagreb, Sachsova 2  <b>Marko ŠPARICA</b>, Dr., Geologisches Forschungsinstitut, HR-10000 Zagreb, Sachsova 2  <b>Giorgio TUNIS</b>, Dr., Abteilung für Geologie, Umwelt und Meereskunde, Universität Triest, IT-34127 Trieste, Via E. Weiss, 2  <b>Alfred UCHMAN</b>, Dr., Institut für Geologie an der Jagellonen Universität, PL-30063 Krakow, Oleandry 2a</p> <p><b>Die eozänen Flyschsedimente der Halbinsel Istrien in Kroatien und Slowenien: eine regionale, stratigraphische, sedimentologische und ichnologische Untersuchung</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 139-156</p> <p>Die Flyschsedimente Istriens stehen tektonisch mit der pyrenäischen Phase in Verbindung. Die Anhäufung der Sedimente in einer engen Tiefseerinne erfolgte im Norwesten während des Lutétien und im Südosten während des späten Eozäns. Diese Polarität ist in der Zufuhr des Materials, das aus norwestlicher Richtung in diese Rinne gelangte, begründet. Die Flyschsedimente gehen in unterlagernde hemipelagische Mergel bzw. durch Gravitationstektonik entstandene Sedimente über, die auf einer Karbonatplattform lagern. Stellenweise ist diese Überlagerung der Karbonatplattform diskordant. Die Flyschsedimente weisen eine Mächtigkeit von 300 bis 350 m auf und werden von dünn und mittel gebankten Turbiditen in den unteren und mittleren Bereichen und von mittel sowie dick gebankten Turbiditen in den oberen Bereichen dominiert. Die dick gebankten Turbidite stehen mit der regressiven Phase in Verbindung. Die unterlagernden hemipelagischen Mergel sind durchwegs von Bioturbation gekennzeichnet und schließen eine wenig differenzierte Spurenfossilienvergesellschaftung ein, die Ähnlichkeiten mit der <i>Zoophycos-Cruziana</i> Übergangs-Ichnofacies aufweist. Die Flyschsedimente sind nur zum Teil von Bioturbation gekennzeichnet und schliessen sehr differenzierte Spurenfossilienvergesellschaftungen mit zahlreichen "K-selected" voredimentären Formen, verschiedene Graphoglyptiden eingeschlossen, ein. Diese Vergesellschaftung kann mit der <i>Nereites</i> Ichnofacies verglichen werden. Sie weist auf ein ökologisch stabiles, gut sauerstoffangereichertes und mässig oligotrophisches Milieu zwischen Sedimentation hin, was für eozäne Flyschsedimente in den Karpaten, Alpen und wahrscheinlich auch anderswo typisch ist.</p>	<p>UDK 551.781(262.3 Piranski z.)</p> <p><b>Jernej PAVŠIČ</b>, Dr. der Geologie, Prof. für Geologie und Paläontologie an der Universität Ljubljana, SI-1000 Ljubljana, Askerčeva 2  <b>Jörn PECKMANN</b>, DI, Institut für Geologie und Paläontologie der Georg-August Universität, Goldschmidtstraße 3, D-37077 Göttingen, e-mail: jpeckma@gwdg.de</p> <p><b>Stratigrafie und Sedimentologie des Piraner Flyschbeckens (Slowenien)</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 123-138</p> <p>Eozäne Tiefseesedimente bedecken ein Areal von etwa 400 qkm im Flyschbereich von Piran in Istrien. Auf Mergel mit Globigerina folgen Flyschserien mit einer Mächtigkeit von mehr als 500 m. Der Flysch wird nach dem Auftreten von eingeschobenen Kalkturbiditen in vier Einheiten gegliedert. Der Globigerinen - Mergel gehört zur kombinierten Nannoplankton Zone NP 16/16, die Flysch-Einheiten 1 bis 4 zu NP 16 des Paläozen. Ebene Turbidite des Beckens und Fossilspuren der <i>Paleodictyon</i> Subfacies (SEILACHER, 1977) weisen auf die Ablagerung in einem Tiefseemilieu hin. Individuelle Turbiditen können über einige Kilometer verfolgt werden. Der Flysch schließt Mergelbänke, Siliklaste, reine und sandige karbonatische Turbiditen ein. Turbiditströmungen aus siliklastischen Turbiditen streichen parallel zur WNW-ESE Achse des Beckens, während karbonatische Turbidite aus der Karbonat-Plattform in Richtung SSW verlaufen.</p>
<p>UDK 582.263(210.5)(497.4)</p> <p><b>Claudio BATTELLI</b>, Prof. der Biologie und Chemie an der Pädagogischen Fakultät Ljubljana, Außenstelle Koper, SI-6000 Koper, Cankarjeva 5, bzw. Gymnasium A. Sema, SI-6320 Portorož, Med vrtovi 8</p> <p><b>Wieviele Arten vom Stamm <i>Codium</i> leben in den slowenischen Küstengewässern?</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 167-176</p> <p>In diesem Beitrag wird die Problematik des Vorkommens von <i>Codium</i> STACKHOUSE (1797) in den slowenischen Küstengewässern behandelt. Es wird eine allgemeine Beschreibung der Arten, deren wesentlichen Charakteristika und deren Standorte in Slowenien sowie ein Bestimmungsschlüssel gegeben. Es wird auch das Vorkommen der Art <i>Codium vermilara</i> (Olivi) Delle Chiaje in den slowenischen Küstengewässern beschrieben, da diese Art bisher in der wissenschaftlichen Literatur unerwähnt geblieben ist.</p>	<p>UDK 58.084(262.3 Trzaški z.) 582.27(262.3 Trzaški z.)</p> <p><b>Barbara ŠVAGELJ</b>, Diplombiologin, CŠOD, SI-6330 Piran, Fiesa 80  <b>Patricija MOZETIČ</b>, Mag, Meeresbiologische Station Piran, SI-6330 Piran, Fornace 41  <b>Senka TERZIČ</b>, Dr., Institut Ruder Bošković, CIM-Zavod Zagreb, HR-10000 Zagreb, Bijenicka 54</p> <p><b>Wachstum und ökologische Bedeutung ausgewählter Klassen marinen Phytoplanktons</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 157-166</p> <p>In sechs Monokulturen von vier Klassen marinen Phytoplanktons wurden Wachstum sowie einige biochemische Merkmale beobachtet. Es wurden Wachstum, Größenparameter sowie Pigmentzusammenstellung der ausgewählten Arten untersucht. Zur Interpretation der "pigment fingerprints" von natürlichem Phytoplankton aus dem Golf von Triest wurden chemotaxonomische Pigmentbiomarker verwendet. Präsenz und Konzentration der mittels HPLC-Methode analysierten Pigmente wurden durch mikroskopische Beobachtung derselben Proben gestützt.</p>



<p>UDC 582.948(497.4-15) 82.948(450.36)</p> <p><b>Marina PERTOT</b>, B.Sc. in biology, IRRSAE - FVG, IT-34010 Trieste, Via Cantù 10</p> <p><b><i>Symphytum bulbosum</i> Schimper on the edge of its distribution in the Northern Adriatic</b></p> <p><b>Annales:</b> Annals for Istrian and Mediterranean Studies, 9, 1996, pp. 177-180</p> <p>The authoress deals with the distribution of the rare and poorly known <i>Symphytum bulbosum</i> Schimper found by her, for the first time in this century, in the area of the Trieste-Gorizia Karst. She further analyses its till now unknown natural sites in the Friuli-Venezia-Giulia region and refers to some new ones which supplement the picture of its distribution on the edge of the Northern Adriatic.</p>	<p>UDC 595.74(497)</p> <p><b>Dušan DEVETAK</b>, Ph.D., Facoltà di Pedagogia, SI-2000 Maribor, Koroška 160</p> <p><b>Il formicaleone <i>Palpares libelluloides</i> (Linnaeus, 1764) nell'area nord-occidentale della penisola balcanica (Neuroptera: Myrmeleontidae)</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 211-216</p> <p>Vengono presentati i risultati di una indagine sulla specie europea di formicaleone <i>Palpares libelluloides</i> (Linnaeus). L'autore descrive e mediante diagrammi illustra la diffusione del formicaleone nella penisola balcanica e presenta alcune caratteristiche riguardanti l'habitat e l'alimentazione di questa specie.</p>
<p>UDC 582.734(497.4-14)</p> <p><b>Igor DAKSKOBLER</b>, Ph.D., Istituto di Biologia presso il CRS ASSA, SI-1000 Ljubljana, Gosposka 13</p> <p><b>La biocenosi <i>Seslerio autumnalis Fagetum</i> (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963 sui colli di Capodistria</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 181-200</p> <p>Usando un metodo fitosociologico standard centro europeo, sui colli di Capodistria (Slovenia sud-occidentale) è stata descritta una nuova variante geografica di <i>Seslerio autumnalis-Fagetum</i> (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963 var. geogr. <i>Sorbus domestica</i> var. geogr. nova. L'autore la suddivide in due subassociazioni, la termofila <i>Seslerio autumnalis-Fagetum</i> var. geogr. <i>Sorbus domestica lathyretosum nigri</i> e la acidofila <i>Seslerio autumnalis-Fagetum</i> var. geogr. <i>Sorbus domestica calamagrostietosum arundinaceae</i>.</p>	<p>UDC 574.9:598.1(497.4) 598.1:574.9(497.4)</p> <p><b>Staša TOME</b>, M.Sc., biologa, Istituto di Biologia presso il CRS ASSA, SI-1000 Ljubljana, Gosposka 13</p> <p><b>Diffusione dei Rettili (REPTILIA) in Slovenia</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 217-228</p> <p>Sulla base di dati storici e contemporanei, il contributo illustra la diffusione di 20 specie di rettili in Slovenia. Detta inoltre le direttrici per un monitoraggio ed una catalogazione cartografica di questo gruppo animale.</p>
<p>UDC 595.33(28)(497.4)</p> <p><b>Huw I. GRIFFITHS</b>, Ph.D., Research Institute for Environmental Science &amp; Management, School of Geography and Earth Resources, University of Hull, GB-Hull HU6 7RX, Cottingham Road</p> <p><b>Anton BRANCELJ</b>, Ph.D., Istituto di biologia, SI-1000-Ljubljana, Večna pot 111</p> <p><b>Elenco preliminare delle specie di ostracodi limnici (Ostracoda: Crustacea) in Slovenia</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 201-210</p> <p>In Slovenia la conoscenza attuale della fauna degli Ostracodi (Crustacea. Ostracoda) è molto scarsa. Ciò vale tanto per gli studi tassonomici che per quelli ecologici e zoogeografici. A dispetto della scarsa conoscenza della fauna di Ostracodi, in Slovenia sono stati evidenziati 47 taxa suddivisi in 22 generi. La maggior parte delle ricerche è stata effettuata prima della II guerra mondiale anche se negli ultimi tre anni sono stati compiuti notevoli passi in avanti. Nonostante ciò in Slovenia non sono state scoperte molte specie o generi, che sono state invece evidenziate nelle sue immediate vicinanze. Attualmente gli habitat maggiormente studiati sono le grotte, le sorgenti e i laghi di alta montagna, mentre risultano ancora quasi completamente non esaminate le altre acque di superficie.</p>	<p>UDC 502.74/.75(262.3-17)</p> <p><b>Ugo FONDA</b>, biologo, ricercatore, SI-6320 Portorose, XXX div. 12</p> <p><b>Scogliere sottomarine artificiali - una soluzione possibile per il mantenimento della biodiversità nelle acque territoriali slovene</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 231-234</p> <p>In molti mari del mondo l'uso di scogliere artificiali sottomarine ha fatto sì che il numero degli organismi nelle loro immediate vicinanze registrasse un sensibile aumento. L'autore, sulla base delle sue osservazioni e delle sue esperienze nelle altre parti del mondo, ha ideato un modello di scogliere sottomarine artificiali che potrebbero venire impiegate nel mare sloveno. Nello studio vengono elencati i dati inerenti il modello ideale, la sua sistemazione e la migliore collocazione.</p>

<p>UDK 595.74(497)</p> <p><b>Dušan DEVETAK</b>, Dr., Biologe, Pädagogische Fakultät Maribor, SI-2000 Maribor, Koroška 160</p> <p><b><i>Palpares libelluloides</i> (LINNAEUS, 1764) im nordwestlichen Teil der Balkanhalbinsel (Neuroptera: Myrmeleontidae)</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 211-216</p> <p>Es werden die Resultate der Beobachtungen an der europäischen Art von <i>Palpares libelluloides</i> (LINNAEUS) vorgestellt. Der Autor beschreibt die Verbreitung von <i>Palpares libelluloides</i> auf der Balkanhalbinsel, stellt sie gleichzeitig aber auch in Diagrammen dar und zitiert einige Daten zu den Charakteristika des Habitats und der Ernährungsgewohnheiten dieser Art.</p>	<p>UDK 582.948(497.4-15) 82.948(450.36)</p> <p><b>Marina PERTOT</b>, Diplombiologin, IRRSAE F.-V.G., IT-34127 Trieste, Via Cantù 10</p> <p><b><i>Symphytum bulbosum</i> SCHIMPER an der Grenze des nordadriatischen Verbreitungsgebietes</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 177-180</p> <p>Die Autorin behandelt die Verbreitung der seltenen wie wenig bekannten Art <i>Symphytum bulbosum</i> SCHIMPER, die sie erstmals in diesem Jahrhundert im Bereich des Triestiner und Görzer Karstes entdeckte. Sie analysiert weiters die noch unbekannt Standorte in Friaul und den Julischen Gebieten, fügt einige neue hinzu und vervollständigt so das Bild der Verbreitung durch Einbeziehung des angrenzenden nordadriatischen Raumes.</p>
<p>UDK 574.9:598.1(497.4) 598.1:574.9(497.4)</p> <p><b>Staša TOME</b>, Mag. der Biologie, Institut für Biologie ZRC SAZU, SI-1000 Ljubljana, Gosposka 13</p> <p><b>Die Verbreitung von Kriechtieren (Reptilia) in Slowenien.</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 217-228</p> <p>In diesem Beitrag wird auf Grundlage historischer und zeitgenössischer Daten die Verbreitung von 20 in Slowenien lebenden Reptilienarten dargelegt. Zugleich ist es Absicht des Beitrages Grundlagen zur Kartierung und zum Monitoring dieser Tiergruppe festzulegen.</p>	<p>UDK 582.734(497.4-14)</p> <p><b>Igor DAKSKOBLER</b>, Dr., Biologe, Biologisches Institut, ZRC SAZU (Slowenische Akademie der Wissenschaften und Künste), SI-1000 Ljubljana, Novi trg 5</p> <p><b>Vergesellschaftung von <i>Seslerio autumnalis</i> - Fagetum (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963 im Hügelland von Koper</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 181-200</p> <p>Der Autor beschreibt laut mitteleuropäischer Standardmethode für Phytocönosen eine neue geografische Variante von <i>Seslerio autumnalis</i> - Fagetum (Ht.) M. Wraber ex Borhidi 1963 im Hügelland von Koper (südwestliches Slowenien). Er unterscheidet zwei Subassoziationen: eine wärmeliebende <i>Seslerio autumnalis</i> - Fagetum var. geogr. <i>Sorbus domestica lathyretosum nigri</i> und eine acidophile var. geogr. <i>Sorbus domestica calamagrostietosum arundinaceae</i>.</p>
<p>UDK 502.74/75(262.3-17)</p> <p><b>Ugo FONDA</b>, Diplombiologe, frei wissenschaftlich tätig, SI-6320 Portorož, XXX. div. 12</p> <p><b>Künstliche Wassergräben - eine mögliche Lösung zur Erhaltung der biologischen Vielfalt der Arten in den slowenischen Küstengewässern</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 231-234</p> <p>Die Anlage künstlicher Wassergräben hat in vielen Fällen in deren unmittelbarer Umgebung zu einem beachtlichen Anstieg der Organismen geführt. Der Autor hat aufgrund eigener Beobachtungen und Erfahrungen, die er in der ganzen Welt gesammelt hat, ein Modell erarbeitet, das den Verhältnissen der slowenischen Küstengewässer entsprechen würde. In diesem Beitrag stellt er sein Modell vor und setzt sich mit der Suche nach einer geeigneten Örtlichkeit zur Installierung dieser Anlage in den slowenischen Küstengewässern auseinander.</p>	<p>UDK 595.33(28)(497.4)</p> <p><b>Huw I. GRIFFITHS</b>, Dr., Research Institute for Environmental Science &amp; Management, School of Geography &amp; Earth Resources, University of Hull, GB-Hull HU6 7RX, Cottingham Road</p> <p><b>Anton BRANCELJ</b>, Dr., Institut für Biologie, SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111</p> <p><b>Ein vorläufiges Verzeichnis von Süßwassermuschelkrebsarten (Ostracoda: Crustacea) in Slowenien.</b></p> <p><b>Annales:</b> Annalen für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 201-210</p> <p>In Slowenien existieren bisher nur geringe Kenntnisse über den Muschelkrebs (Crustacea, Ostracoda). Das gilt sowohl für taxonomische als auch ökologische wie zoografische Studien. Trotz der verhältnismäßig wenig bekannten Welt der Muschelkrebs konnten in Slowenien bisher 47 Taxa, die 22 Stämmen zugeordnet wurden, festgestellt werden. Der Großteil der Untersuchungen wurde bereits vor dem Zweiten Weltkrieg durchgeführt, ein bedeutender Schritt gelang jedoch in den letzten drei Jahren. Obwohl in Slowenien nicht viele Arten oder Stämme entdeckt wurden, sie doch in dessen unmittelbaren Nähe festgestellt. Derzeit gehören zu den am besten untersuchten Habitaten Höhlen, Quellen und hochgelegene Seen, während andere Oberflächengewässer noch nahezu unerforscht geblieben sind.</p>

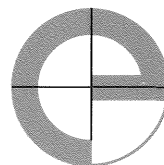
<p>UDC 598.914(497.4)</p> <p><b>Fulvio GENERO</b>, B.Sc., ornithologist, Faunistic Observatory of the Friuli-Venezia-Giulia Region, IT-33100 Udine, Via Diaz 60</p> <p><b>Reintroduction of the Bearded Vulture <i>Gypaetus barbatus</i> in the Alps</b></p> <p><b>Annales:</b> Annals for Istrian and Mediterranean Studies, 9, 1996, p.p. 235-244</p> <p>The project to introduce the Bearded Vulture in the Alps began in 1986 when the first few individuals were released there. On the basis of numerous observations and detailed surveys of the movements made by the released individuals, the researchers were able to gather ample data on the biology and ecology of this large vulture species. In this article the author presents a synthesis of the existing data, with special reference to the occurrence of the Bearded Vulture in Italy and the Eastern Alps.</p>	<p>UDC 504.06(497.4 Slovensko primorje) 502.7(497.4 Škocjanski zatok) 658(497.4) Luka Koper</p> <p><b>Marjan JARNJAK</b>, B.Sc. in geografia e etnologia, Istituto di biologia, Centro per la ricerca scientifica dell'Accademia slovena delle Scienze e delle Arti, SI-1000 Lubiana, Gosposka 13</p> <p><b>Tutela ambientale della Baia di Val Stagnon o Baia di San Canziano</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 253-258</p> <p>Si può parlare della Baia di San Canziano solo a partire dal 1957, quando fra Capodistria e la foce del Risano venne eretta una diga. Con l'interramento della baia, Capodistria ha ottenuto nuove superfici utili, soprattutto per le necessità del porto che stava nascendo. Di pari passo con la soluzione dei problemi di spazio per la città e per il porto, nacquero quelli di natura ecologica che oggi bloccano lo sviluppo di Capodistria. Per un insieme di fattori, legati alle attività umane e alla situazione ambientale, la Baia è diventata un habitat unico nel suo genere in tutta la Slovenia e come tale ha innescato una serie di annose polemiche sul suo futuro. Lo sviluppo rapido e a senso unico della città è andato oltre le sue reali possibilità e questa mancata armonizzazione si riscontra anche nel caso di Val Stagnon.</p>
<p>UDC 502.7(497.4-Škocjanski zatok)</p> <p><b>Andrej SOVINČ</b>, ingegnere edile, Vodnogospodarski Institut, SI-1000 Ljubljana, Hajdrihova 29</p> <p><b>Rivitalizzazione di Val Stagnon o Baia di San Canziano</b></p> <p><b>Annales:</b> Annali di Studi istriani e mediterranei, 9, 1996, p.p. 245-252</p> <p>L'autore presenta i risultati dello studio inerente il progetto ideale di rivitalizzazione di Val Stagnon o Baia di San Canziano. Il progetto si basa sull'idea del ripristino della funzione di sgravio svolta dal fiume Risano, che assicurerebbe un afflusso minimo, ma continuo, di acqua e il saltuario travaso delle acque di piena e, a lunga scadenza, su di una nuova deviazione del fiume Cornalunga attraverso i sistemi vegetali di depurazione e la laguna di Val Stagnon sino al mare. Quali fonti alternative di ricambio idrico vengono proposte delle trivellazioni con conseguente afflusso di acqua a bassa salinità che dovrebbero alimentare anche quella parte di riserva destinata all'impaludamento artificiale. Oltre alle misure destinate a assicurare l'afflusso di acqua dolce e salata è prevista anche l'eliminazione dei depositi e dei materiali di scarico presenti nella laguna salmastra.</p>	

<p>UDK 504.06(497.4 Slovensko primorje) 502.7(497.4 Škocjanski zatok) 658(497.4) Luka Koper</p> <p><b>Marjan JARNJAK</b>, Diplomgeologe, Institut für Biologie, ZRC SAZU, SI-1000 Ljubljana, Gosposka ulica 13</p> <p><b>Die Umweltschutzproblematik in der Bucht von Škocjan (Škocjanski zatok)</b></p> <p><b>Annales:</b> Annales für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 253-258</p> <p>Über die Bucht von Skocjan wird seit dem Jahre 1957, als zwischen Koper und der Mündung des Flusses Rižana ein Damm aufgeschüttet wurde, gesprochen. Mit der Verlandung der Bucht erhielt Koper neues Gelände zur Erweiterung der Stadt und vor allem zum Ausbau des Hafens. Mit der Lösung der Raumprobleme und des Hafens sind aber auch ökologische Probleme entstanden, die nun der Entwicklung Kopers entgegenstehen. Die menschlichen Aktivitäten und die natürlichen Verhältnisse haben in dieser Bucht ein für Slowenien einzigartiges Habitat entstehen lassen. Eine bereits über einige Jahre andauernde Polemik über das weitere Schicksal der Bucht war die Folge. Die rasche und einseitige Entwicklung der Stadt hat die tatsächlichen Möglichkeiten überschritten, was sich auch am Beispiel der Bucht von Škocjan manifestiert.</p>	<p>UDK 598.914(497.4)</p> <p><b>Fulvio GENERO</b>, Dr., Ornithologe, Osservatorio Faunistico der Region Friaul-Julisch Venetien, IT-33100 Udine, Via Diaz 60</p> <p><b>Projekt zur Wiedereinbürgerung des Bartgeiers (<i>Gypaetus barbatus</i>) im Alpenraum</b></p> <p><b>Annales:</b> Annales für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 235-244</p> <p>Das Projekt zur Wiedereinbürgerung des Bartgeiers im Alpenraum nahm mit der Freisetzung der ersten Individuen im Jahre 1986 seinen Anfang. Auf Grundlage zahlreicher Beobachtungen und Untersuchungen der Ortsveränderungen der freigesetzten Individuen haben die Forscher umfangreiche und grundlegende Daten zur Biologie und Ökologie dieses großen Greifvogels gesammelt. In diesem Beitrag legt der Autor eine Synthese der bisher bekannten Angaben unter besonderer Berücksichtigung des Vorkommens von Bartgeiern in Italien in den Ostalpen vor.</p>
	<p>UDK 502.7(497.4-Škocjanski zatok)</p> <p><b>Andrej SOVINČ</b>, DI, Vodnogospodarski Institut (Institut für Hydrologie und Wasserbautechnik), SI-1115 Ljubljana, Hajdrihova 28</p> <p><b>Die Wiederherstellung der natürlichen Verhältnisse in der Bucht von Škocjan (Škocjanski zatok)</b></p> <p><b>Annales:</b> Annales für istrische und mediterrane Studien, 9, 1996, S. 245-252</p> <p>In diesem Beitrag werden die Resultate einer Studie, die sich mit dem Entwurf zur Wiederherstellung der natürlichen Verhältnisse in der Bucht von Škocjan (Škocjanski zatok) befaßt, vorgelegt. Dem Projekt zur Wiederherstellung liegt die Idee zugrunde, den Fluß Rizana als Entlastungsgerinne neuerlich zu beleben. Auf diese Weise wäre der ständige Zufluß geringer Wassermengen gewährleistet. Ebenso wäre der Abfluß von zeitweise auftretendem Hochwasser sichergestellt und auch die immer wieder stattfindenden Umleitungen des Flusses Badaševica über biologische Kläranlagen würden sich durch die Lagune ins Meer ergießen. Als alternative Wasserquelle zur Speisung eines Teils des Reservates, das sonst der Versumpfung ausgesetzt wäre, werden Bohrungen vorgeschlagen, die den Zufluß schwach salzigen Wassers ermöglichen würden. Neben diesen Vorkehrungen für den Zufluß von Süß- und Salzwasser ist auch die Entfernung der Ablagerungen und der Abfallstoffe aus der Nähe der Brackwasserlagune vorgesehen.</p>

# splošna banka koper

Splošna banka Koper d.d.  
Koper

Od 01.05. 1997 ?



emona obala koper d.d.



NAJBOLJ BRAN ČASOPIS NA PRIMORSKEM



**Gepard 1**®

Računalniško, grafično in trgovsko podjetje d.o.o., Ul. 15. maja 19  
6000 Koper, Slovenija, tel. +386 66/ 38-456, fax: 37-354



**LUKA KOPER**

