

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta

Sinice dostříkové zóny pobřeží ostrovů Veruda a
Ugljan, Chorvatsko.

Diplomová práce

Bc. Alžběta Hesounová

Školitel: Doc. RNDr. Jan Kaštovský, PhD.

České Budějovice 2014

Hesounová, A., 2014: Sinice dostřikové zóny pobřeží ostrovů Veruda a Ugljan, Chorvatsko. [Cyanobacteria in the splash zone of the Veruda and Ugljan islands, Croatia. Mgr. Thesis, in Czech.]– 28 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace

Cyanobacterial communities of the splash zone of two Croatian islands, Veruda and Ugljan, were surveyed on 16 localities both in horizontal and vertical directions. In 336 samples 42 cyanobacterial species, 1 green alga, and 1 red alga were found. On both islands *Hyella* spp. and *Gloeocapsopsis crepidinum* dominated. *Solentia* spp., *Kyrtuthrix dalmatica*, and *Mastigocoleus testarum* were also found frequently. According to statistical analyses 3 horizontal parts of the splash zone were shown to host different cyanobacterial communities. In the horizontal direction there were no statistical differences among sampling points; however, for uncovering the whole cyanobacterial diversity more samples from various distances are necessary. The species diversity and distribution were not dependent on the orientation of the locality toward cardinal points.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval/a samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Poděkování

Ráda bych poděkovala v první řadě svému školiteli Janu Kaštovskému za jeho bezbřehou trpělivost, cenné připomínky a rady a za pomoc při odběru vzorků. Za tu bych také ráda poděkovala Romaně Bícové, Kateřině Čapkové a Tomáši Hauerovi. Za rady se statistickými analýzami děkuji Janu Lepšovi a Petru Čapkovi. Poslední a nejdůležitější poděkování patří mé rodině a přátelům, jejichž podpora pro mne byla hlavní motivací.

1. Úvod

1.1. Dostřiková zóna

Dostřiková zóna, v literatuře také často uváděna pod názvem supralitorál, je definována jako oblast litorálu nad hranicí nejvyššího přílivu. Voda se sem dostává pouze díky nárazům vln o skalnatý břeh, poryvům větru nebo jako voda dešťová. Rozsah dostřikové zóny se pohybuje v rozpětí 0,4 – 4,5 m (THURMAN & TRUJILLO 2005). Dostřiková zóna je díky drsným abiotickým podmínkám, které zde panují, řazena mezi extrémní biotopy. Teploty mohou klesat pod bod mrazu a na druhou stranu dosahovat až k 50 °C. Salinita se může pohybovat kolem 240 ‰, ale po silných deštích může být i 0 ‰. Také slunečního záření dopadá na tyto povrchy příliš mnoho. Proti tomu se sinice brání dvěma způsoby. Za prvé mohou produkovat do slizových pochev ochranné pigmenty, jako například gloeocapsin, který způsobuje modré, fialové a černé zbarvení, nebo scytonemim, který zbarvuje pochvy do odstínů žluté a hnědé (AL-THUKAIR 1991). Intenzita barev je ovlivněna intenzitou slunečního záření, čím více záření, tím tmavší je barva pigmentu (PANTAZIDOU 1991). Druhý způsob spočívá v penetraci substrátu do takové hloubky, kam projde dostatek světla pro fotosyntézu. Jeden milimetr pod povrch kamene se podle některých literárních údajů dostane 52,2 % dopadajícího světla, v 5 mm pod povrchem je to již pouze 1,56 % (CARR & WITTON 1982), podle jiných studií (OLSSON-FRANCIS ET AL. (2010) do hloubky 100 µm projde 0,5 % světla o vlnové délce 250 – 400 nm. Stále to ale znamená, že i pod povrchem kamene jsou příhodné podmínky pro fotosyntézu a růst sinic.

1.2. Způsoby osidlování skalnatých pobřeží

Podle typu přizpůsobení se životu na skalnatých biotopech dělíme organismy na:

- epilithy = organismy žijící na povrchu substrátu
- cryptoendolithy = organismy žijící v prostorech substrátu vytvořených euendolithy
- chasmoendolithy = organismy žijící v rýhách a puklinách substrátu
- euendolithy = organismy, které sami aktivně narušují substrát a prorůstají do něj

(GOLUBIC ET AL. 1981)

I když v literatuře se můžeme také setkat s rozdělením pouze na epilithy a endolithy. A obecně tedy všechny organismy žijící uvnitř substrátu (ALLOUC ET AL. 1996, CARR & WITTON 1982, GOLUBIC 1975, KOMÁREK 1998, 2005, 2013, PANTAZIDOU 1991, TATON & HOFFMANN 2003).

Epilithy častěji najdeme v horní části dostřikové zóny, kde nepůsobí tak silný predační tlak a endolithy naopak ve spodní části a v interdiálu (nebo také eulitorálu), kde predaci uniknou právě díky prorůstání do substrátu (SCHNEIDER 1976).

1.3. Sinice dostřikové zóny

Epilithické a endolithické sinice jsou přítomny na všech skalnatých pobřežích po celém světě. Na měkkých vápencových substrátech, na schránkách měkkýšů, i tvrdých substrátech sopečného původu (ALLOUC ET AL. 1996, CARR & WITTON 1982, GOLUBIC 1975, TATON & HOFFMANN 2003). Jsou v tomto biotopu druhově nejpočetnější skupinou (WHITTON & POTTS 2000, RAMIREZ-REINAT & GARCIA PICHEL 2012).

V temperátních oblastech jsou nejčastěji nacházeny epilithické sinice jako např.: *Entophysalis* spp., *Calothrix* spp., *Hormathonema* spp., *Kyrtuthrix* spp., *Rivularia* spp., *Gloeocapsa crepidinum* a *Nostoc entophyllum* (CARR & WHITTON 1982, GOLUBIC 1972). Ze subtropických a tropických oblastí jsou nejčastěji zaznamenávány endolithické sinice *Solentia* spp., *Hyella* spp., *Kyrtuthrix* spp., *Scytonema* spp., *Mastigocoleus testarum* a epilithický druh *Entophysalis deusta*. (CARR & WHITTON 1982). Podrobně se problematice sinicových společenstve litorálu řeckého pobřeží věnovala PANTAZIOU (1991) odkud nejčastěji uvádí rody *Calothrix*, *Hyella*, *Kyrtuthrix*, *Solentia* a druh *Mastigocoleus testarum*. Z této oblasti byly popsány i nové druhy rodu *Cyanosaccus* (ANAGNOSTIDIS & PANTAZIDOU 1985, 1988). Přímou z pobřeží Chorvatska jsou nejvíce zmiňovány epilithické sinice *Pleurocapsa* spp., *Brachynema* spp., *Epilithia* spp., z endolithických zástupců pak *Hyella* spp., *Solentia* spp., *Hormathonema* spp., *Lithonema* spp. a *Mastigocoleus* spp. (ERCEGOVIC 1931, 1932, 1934, SCHNEIDER 1976).

V práci HESOUNOVÁ (2011) je uvedena tabulka druhů sinic s možným výskytem v dostřikové zóně. Vzhledem k tomu, že v nedávné době vyšla nová publikace k determinaci sinic KOMÁREK (2013), byl vyhotoven nový seznam heterocytózních sinic s možným výskytem v dostřikové zóně. Nový seznam byl doplněn do původní tabulky se všemi druhy sinic s možným výskytem v dostřikové zóně v práci HESOUNOVÁ (2011) (příloha II tab.II).

1.4. Zonace

Zabarvení vápencových mořských břehů je především způsobeno přítomností sinic, ale svou roli zde hrají i lišejníky a řasy. Toto zabarvení tvoří rozeznatelné zóny, které byly pozorovány na řeckém pobřeží (PANTAZIOU 1991) i na pobřeží Chorvatska (ERCEGOVIC 1934, SCHNEIDER 1976). Zonace se projevuje bez rozdílu rozsahu exponovaného skalnatého

břehu (ERCEGOVIĆ 1934). SCHNEIDER (1976) rozdělil supralitorál a eulitorál chorvatského pobřeží do 7 barevných zón (jmenováno sestupně od vrcholku útesu k mořské hladině):

- černá zóna: nejvyšší zóna, nejvzdálenější od hladiny moře, tvořená lišejníky
- zóna halofyt;
- šedá zóna;
- černomodrá zóna: tvořená převážně druhem *Hormatonema paulocellulare* (dnes *Solentia paulocellulare*);
- tmavě hnědá zóna;
- žlutohnědá: dominují zde druhy *Hyella tenuior* a *Solentia foveolarum*, přechod mezi supra- a eulitorálem;
- bílá zóna: eulitorál.

ERCEGOVIĆ (1934) tvrdí, že dostřiková zóna je díky přítomnosti sinic členěna na jasné zóny ať je rozsah dostřikové zóny 55cm nebo 4m. Světlá zóna (ta nejbližší hladině moře) je podle Ercegovićova pozorování nejčastěji zastoupena rody *Hyella*, *Solentia*, *Hormathonema*, *Adrianema* (v práci uváděna pod starým jménem *Lithonema*) a *Mastigocoleus*. Tmavá zóna, fialovošedá (nejdále od hladiny moře), je typická výskytem rodů *Ercegovicia* (v práci uváděna pod starým jménem *Brachynema*), *Epilithia* a *Pleurocapsa*. Mezi těmito dvěma zónami je zóna žluto-hnědá, charakteristická výskytem epilithů i endolithů a rodem *Dalmatella*.

Obecně lze říci, že čím vyšší zóna tím tmavší má barvu. Horní část dostřikové zóny je více vystavena slunečnímu záření, tím pádem organismy v této části produkují více ochranných pigmentů a zóna má tmavší barvu (GOLUBIC 1975, HOFFMANN 1999, SCHNEIDER 1977, WHITTON & POTTS 2000). Spodní části dostřikové zóny mají světlejší barvu díky většímu působení predace, které má za následek dominanci endolithů. Oproti dostřikové zóně v eulitorálu již zonace znatelná není (SCHNEIDER 1977).

V litorálu od shora směrem k hladině moře byla také pozorována i hlubší penetrace substrátu a větší velikost buněk (LECAMPION-ALSUMARD 1970, GOLUBIC 1975), ale zároveň je hloubka penetrace limitována světlem. Sinice prorůstají do substrátu jen do takové hloubky, kde bude dostatek světla pro fotosyntézu (GOLUBIC & SCHNEIDER 2003).

1.5. Význam mikroorganismů na skalnatém pobřeží

Na bioerozi, procesu složeného ze dvou dílčích procesů - biokoroze a bioabraze, se podílejí i organismy živící se biofilmem, např. ježovky nebo některé druhy měkkýšů.

Oškrabáváním substrátu přispívají k druhému procesu bioeroze, k bioabrazi. Biofilm je jedním z hlavních činitelů biokoroze. Tvoří jej nejenom zástupci sinic, ale i řas, lišejníků a hub díky schopnosti penetrace substrátu. Zároveň se jak biokorozní tak bioabrazní organismy podílejí svou činností na vápencových pobřežích na koloběhu vápníku v přírodě. Pro koloběh vápníku jsou ale důležité i organismy, které sloučeniny vápníku inkorporují do svých buněčných stěn nebo slizových obalů. Kromě řas inkrustovaných vápencem, jsou to hlavně sinice tvořící stromatolity (SCHNEIDER 1999, GOLUBIC & SCHNEIDER 2003).

Některé sinice mořského pobřeží, díky své schopnosti fixovat dusík, hrají důležitou roli i v koloběhu dusíku v tomto biotopu (DÍEZ ET AL. 2007).

1.6. Kultivace mořských endolitických sinic

Sinice mořského pobřeží nejsou doposud podrobně prozkoumány, zejména z pohledu molekulární biologie a fylogenetiky. A to i přesto, že již několikrát byla kultivace endolitických druhů sinic úspěšná (AL-THUKAIR & GOLUBIC 1991, MONTOYA-TERREROS ET AL. 2006) a byla popsána morfologie a životní cyklus těchto druhů, jsou známy pouze tři částečné sekvence 16S rRNA u druhu *Mastigocoleus testarum*, *Solentia* sp., *Hyella* sp. (CHACÓN ET AL. 2006, RAMIREZ-REINAT & GARCIA PICHEL 2012, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>). Pokud bychom tedy byli schopni endolitické druhy sinic kultivovat, měli bychom větší šanci tyto organismy lépe prozkoumat.

K odběru vzorků se nejvíce osvědčilo obyčejné kladivo (HESOUNOVÁ 2011, OLSSON-FRANCIS ET AL. 2010), kterým odrazíme kousek substrátu. Se získaným vzorkem lze naložit několika různými způsoby:

- odštěpek uložíme do sáčku, či odběrové krabičky. V případě, že byl aktuálně smáčen vodou, je lépe jej nechat oschnout;
- vzorek také může dát ihned po odebrání do kultivačního média, ať už tekutého či 1 % roztoku agaru.

Dalším nemalým úskalím je získání biomasy ze substrátu. Pro pouhé pozorování optickým mikroskopem se nejvíce osvědčilo použití kyseliny octové 8% nebo 3% chlorovodíkové, zejména pro vápenatý substrát (AL-THUKAIR 1991, GOLUBIC 1969, GOLUBIC ET AL. 1996, LE-CAMPION ALSUMARD & GOLUBIC 1985a, LE-CAMPION ALSUMARD ET AL. 1996, CHACÓN ET AL. 2006). Do kádinky nalijeme malé množství kyseliny a vzorek do něj ponoříme. Po určité době (v závislosti na velikosti vzorku) se od substrátu oddělí biomasa sinic, kterou pak stačí jen odebrat a připravit mikroskopický preparát.

Výše zmíněný postup ale není vhodný, pokud biomasu z daného vzorku chceme použít i pro kultivaci. Působení kyseliny sinicím nesevřdí a jejich následná kultivace je neúspěšná. Proto pro kultivaci doporučuji použít jiný postup. Obecně je kultivace endolitických organismů náročná a to hlavně časově, neboť endolitické organismy rostou, pokud vůbec (ANAGNOSTIDIS 1998).

Zpracování vzorku pro účely kultivace:

- odštěpek dáme celý do kultivačního média, po určité době sinice vrostou i kultivačního média;
- odštěpek pomocí kladiva rozdrtíme a vzniklou frakci dáme do kultivačního média.

Nejčastěji používaná kultivační média jsou: ASN-III médium, f/2 medium, SN médium, MN médium, Miguel's médium, Provasoli enriched seawater médium s umělou mořskou vodou, BG11 medium, BG11 medium s umělou mořskou vodou, sterilizovaná mořská voda (AL-THUKAIR 2011, ANAGNOSTIDIS & PANTAZIDOU 1991, CAROPPO 2012, BANO & SIDDIQUI 2003, OLSSON-FRANCIS ET AL. 2010, SILVA & PIENAAR 2000, MONTOYA-TERREROS ET AL. 2006).

Podle RAMIREZ-REINAT & GARCIA-PICHEL (2012) se ASN a BG11 s umělou mořskou vodou pro kultivaci neosvědčilo, naopak růst kultury *Mastigocoleus testarum* podporovalo kultivační médium Provasoli enriched seawater. Kultura *Mastigocoleus testarum* je také úspěšně pěstována na sterilně připravených úlomcích uhličitanu vápenatého.

1.7. Cíle práce

1. Pokračování ve floristickém průzkumu sinic dostřikové zóny dalmatského pobřeží započaté v bakalářské práci (HESOUNOVÁ, 2011).
2. Pokusit se o kultivaci sinic dostřikové zóny za účelem prostudování životních cyklů a získání materiálu pro molekulární analýzy.
3. HALLMANN ET AL.(2012) objevili průkazný vliv orientace smáčených stěn na druhové složení biofilmu na jednotlivých stanovištích. Mým cílem je zjistit, zda se tento vliv projevuje i ve složitějším systému jakým jsou malé ostrovy.
4. Ověřit hypotézu zonace biofilmu dostřikových zón (ERCEGOVIĆ 1934, SCHNEIDER 1976, PANTAZIDOU 1991).
5. Zhodnotit diverzitu druhů na malé škále v rámci jednotlivých horizontálních zón, jelikož doposud není známo, jak moc se od sebe liší mikrolokality ve vzdálenostech několika centimetrů, decimetrů až metrů.

2. Materiál a metody

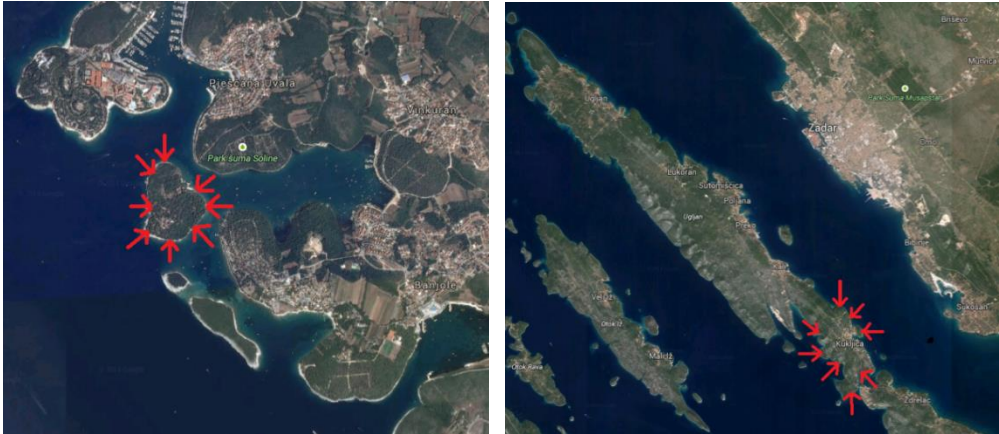
2.1. Odběr vzorků pro kultivaci

Pro účely kultivace byly v roce 2012 v průběhu července odebírány vzorky na jihozápadě ostrova Ugljan. Ještě před odjezdem na lokalitu byla v laboratoři připravena živná média MASM, BG11 s umělou mořskou vodou a sůl pro akvaristy Sea salt SERA PREMIUM v tekuté formě ve sterilních odběrových lahvičkách a ve formě 1,7 % roztoku agarů v dělených plastových Petriho miskách.

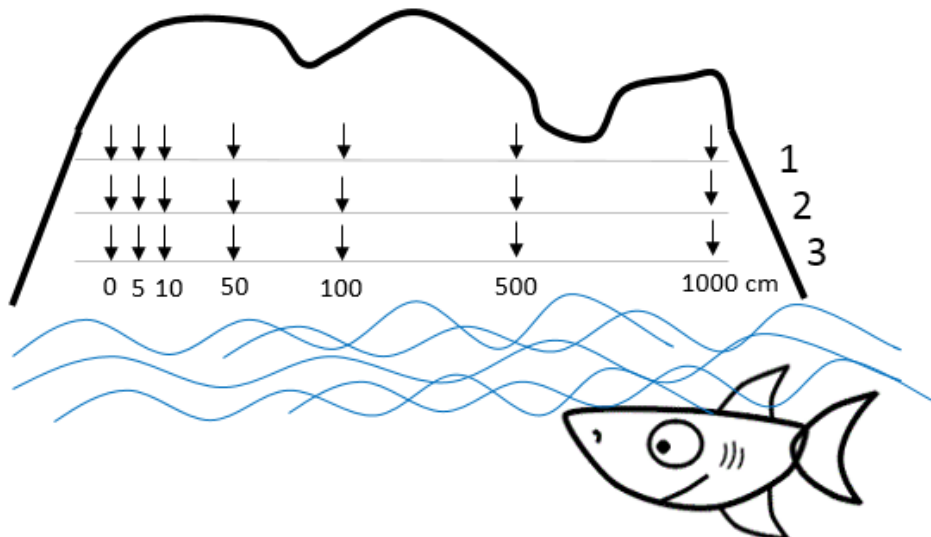
Vzorky byly odebrány z horní, střední a spodní části dostřikové zóny, což odpovídá zónám modročerné, tmavě hnědé a rozhraní hnědé a žlutohnědé dle SCHNEIDRA (1976). Z každé úrovně byly odebrány 3 úlomky, 3 úlomky rozdrčené pomocí kladiva a šuškrab. Přímo na místě odběru byly vzorky dány do připravených živných médií. A to tak, aby každý typ odebraného vzorku byl v každém typu média. Vzorky v médiích byly převezeny do laboratoře a ponechány v kultivační místnosti při 21 °C a světelném cyklu 12 hodin světlo:12 hodin tma.

2.2. Odběr vzorků pro ekologické studie

V červnu roku 2013 byly odebrány vzorky ze dvou chorvatských ostrovů Veruda a Ugljan (Obr. 1). Na ostrovech bylo vybráno 8 lokalit podle světových stran – sever, jih, východ, západ, severovýchod, severozápad, jihovýchod, jihozápad. Na každé lokalitě pak byly vymezeny 3 vertikální úrovně (horní, střední a spodní část dostřikové zóny). V každé z vertikálních úrovní bylo odebráno 7 vzorků v horizontální linii a to od bodu 0 (včetně) ve vzdálenosti 5, 10, 50, 100, 500 a 1000 cm, viz obr. 2. Celkem bylo tedy odebráno 168 vzorků na každém ostrově.



Obr. 1: Mapky odběrových míst na ostrově Veruda a Ugljan. Zdroj: <http://maps.google.com>, 2014.



Obr. 2: Schéma odebrání vzorků z ostrovů Veruda a Ugljan v roce 2013.

Vzorky, v podobě úlomků skal získané pomocí dláta a kladiva, byly po odebrání označeny, osušeny, uloženy do odběrových sáčků a převezeny do laboratoře. Zde byly ze vzorků postupně připravovány mikroskopické preparáty. Ty byly vyhodnocovány pomocí optického mikroskopu Olympus BX 51 s digitální kamerou Olympus DP - 71, ke zpracování snímků byl použit software DP Controller 3.1 (Olympus corp.) a QuickPHOTO MICRO 3.0.

Pro přípravu kvalitnějšího mikroskopického preparátu bylo potřeba vzorky nechat zhruba týden v kultivačním médiu pro mořské sinice a řasy. Pro tento účel byla použita média BG11 s umělou mořskou vodou (součást *Dunaliella* medium) (www.butbn.cas.cz)

2009), MASM (Modified Artificial Seewater Medium) podle návodu CCAP (www.ccap.ac.uk 2010), *Dunaliella* medium (www.butbn.cas.cz 2009) a umělá mořská voda Sea salt SERA PREMIUM. Ze začátku byla média střídána, aby mohl být pozorován případný lepší efekt některého z nich. Při znovu oživení vysušeného vzorku žádné z médií nevykazovalo lepší výsledek, proto byla dále používána jen umělá mořská voda Sea salt SERA PREMIUM, pro nenáročnost její přípravy.

Pouhým seškrabem úlomků by byl preparát plný krystalů vápence, což by zhoršovalo jeho kvalitu, navíc by preparát nemusel obsahovat i endolitické sinice. Proto byl vzorek před mikroskopickým zpracováním ponechán na půl hodiny v 8 % roztoku kyseliny octové. Kyselina rozpustí vápenec, a pro preparát tak získáme biomasu obsahující minimum krystalů vápence.

Při mikroskopickém zpracování byly zaznamenávány nalezené druhy a jejich abundance (Tab. I.) dle HINDÁK (1978), viz příloha III Tab. V. a VI. U některých druhů byly pořízeny fotografie (příloha I). Pro determinaci byla použita literatura KOMÁREK & ANAGNOSTIDIS (1998, 2005, 2013), IRVINE & CHAMBERLINE (1994) a BURROWS (1991).

Získaná data byla statisticky vyhodnocena testovací analýzou CCA v programu CANOCO 5 (vliv orientace na podobnost jednotlivých odběrových lokalit) a permutační MANOVOU na distanční matici (diverzita druhů na malé škále).

Tab. I.: Stupnice abundancí druhů (podle HINDÁK ED. 1978).

Abundance	Slovní popis	%
6	Masově zastoupený druh	90-100
5	Velmi hojný druh	50-90
4	Hojný druh	20-50
3	Dosti hojný druh	5-20
2	Vzácný druh	1-5
1	Velmi vzácný druh	0,1-1
+	Ojedinelý druh	0,1

3. Výsledky

3.1. Vzorky z ostrova Veruda a Ugljan z roku 2013

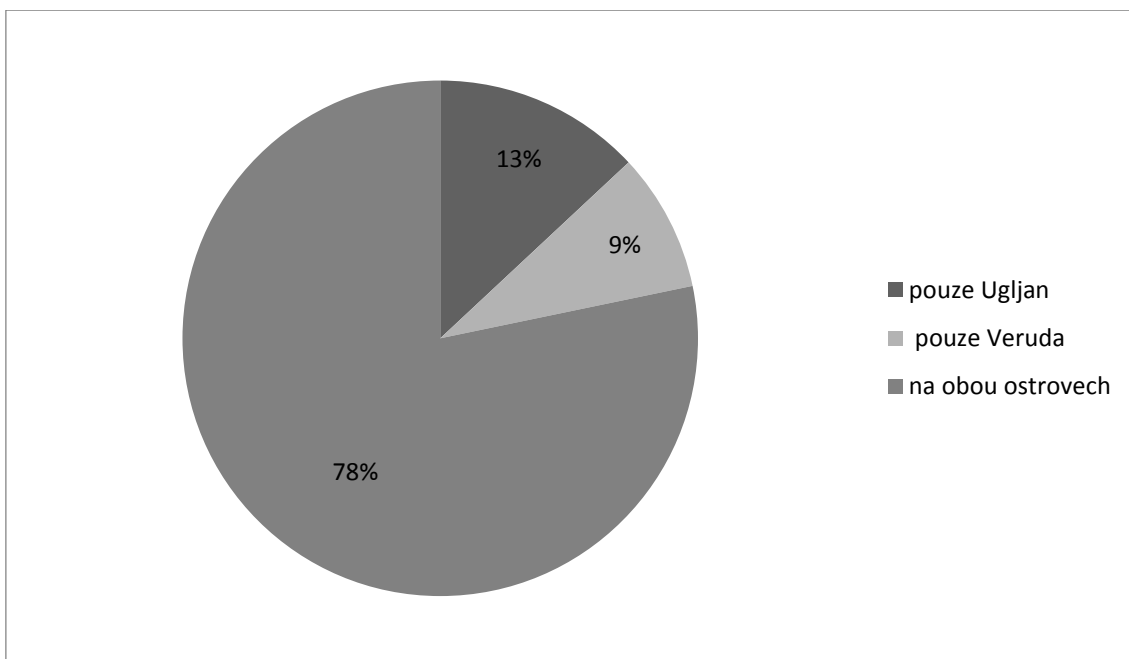
Na ostrově Veruda bylo nalezeno celkem 38 druhů sinic, z toho 27 kokálních, 4 vláknité a 7 heterocytózních, 1 druh zelených řas (příloha III Tab. IV.).

Na ostrově Ugljan bylo nalezeno 39 druhů sinic, z toho 26 kokálních, 5 vláknitých a 8 heterocytózních, 1 druh zelených řas a 1 druh ruduch (příloha III Tab. V.).

Pozice a orientace jednotlivých vzorků je zaznamenána v Tab. V., příloha III.

Celkem bylo nalezeno 42 druhů sinic, 1 druh zelených řas a 1 druh ruduch (příloha II Tab. II.). Druhy *Hyella dalmatica*, *Pleurocapsa hansgirgiana* f. *rosea* a *Scytonematopsis crustacea* (příloha I obr. 10C) byly nalezeny pouze na ostrově Veruda a druhy *Aphanothece marina*, *Oscillatoria nigro-viridis*, *Rivularia bullata*, *Rivularia mesenterica* a ruducha *Hildenbrandia crouanii* pouze na ostrově Ugljan (obr. 3). Žádná ze sinic netvořila dominantu, jen ruducha *Hildenbrandia crouanii* ji tvořila v jediném vzorku.

Na obou lokalitách převládali zejména zástupci rodu *Hyella*. V horní a střední části dostřikové zóny dominovala také kokální sinice *Gloeocapsopsis crepidinum*, méně často pak zástupci rodu *Pleurocapsa*. Ve spodní části dostřikové zóny dominovala kokální sinice *Entophysalis deusta* (příloha I obr. 9B). Heterocytózní sinice dominantu tvořily jen zřídka a to druhy *Kyrtuthrix dalmatica* a *Mastigocoleus testarum* a vláknité sinice se ve vzorcích vyskytovaly ojediněle.



Obr. 3: Zastoupení druhů sinic na obou zkoumaných ostrovech.

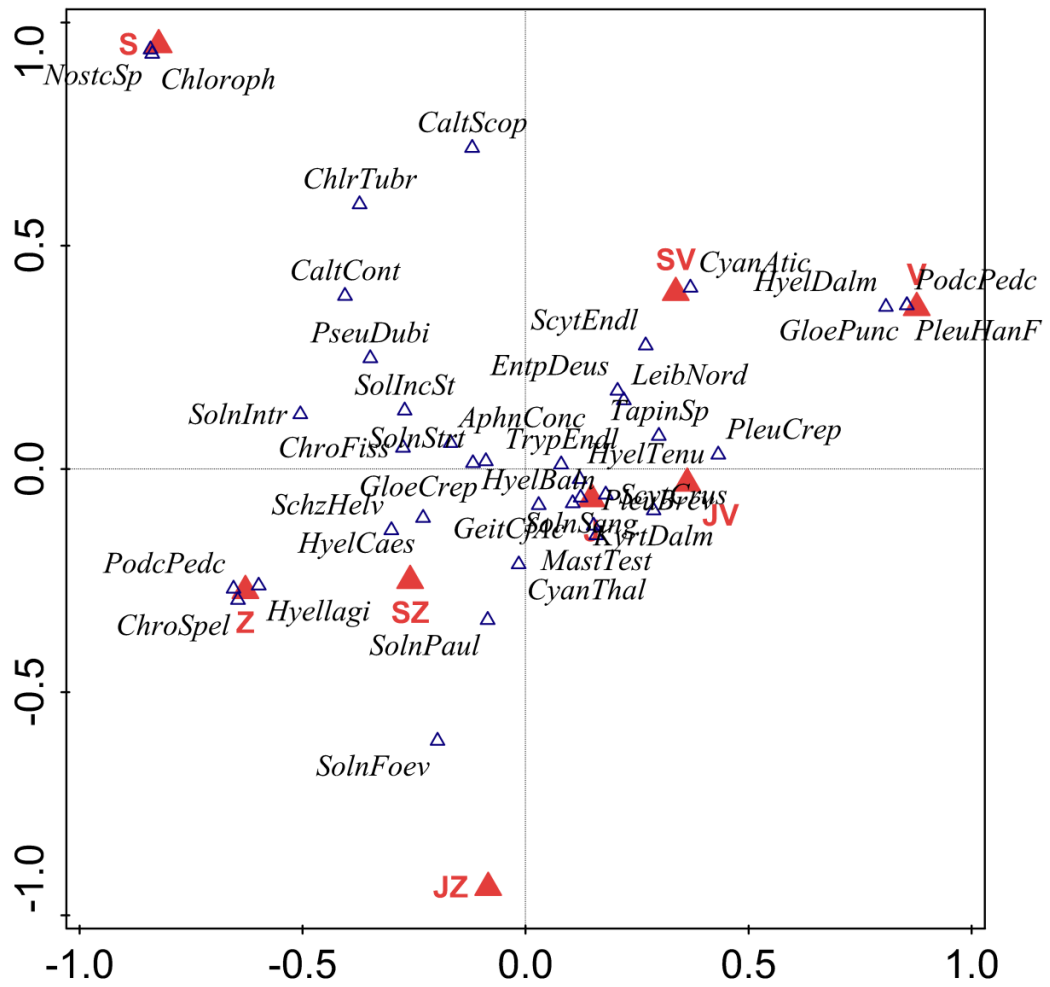
3.2. Kultivace

Kultivace vzorků odebraných v roce 2012 z ostrova Ugljan byla neúspěšná. V kultuře je jediný druh, *Aphanocapsa concharum* (příloha I obr. 9A), který se ovšem po přeočkování do nového média neudrží a po určité době umírá. Dále viz diskuze.

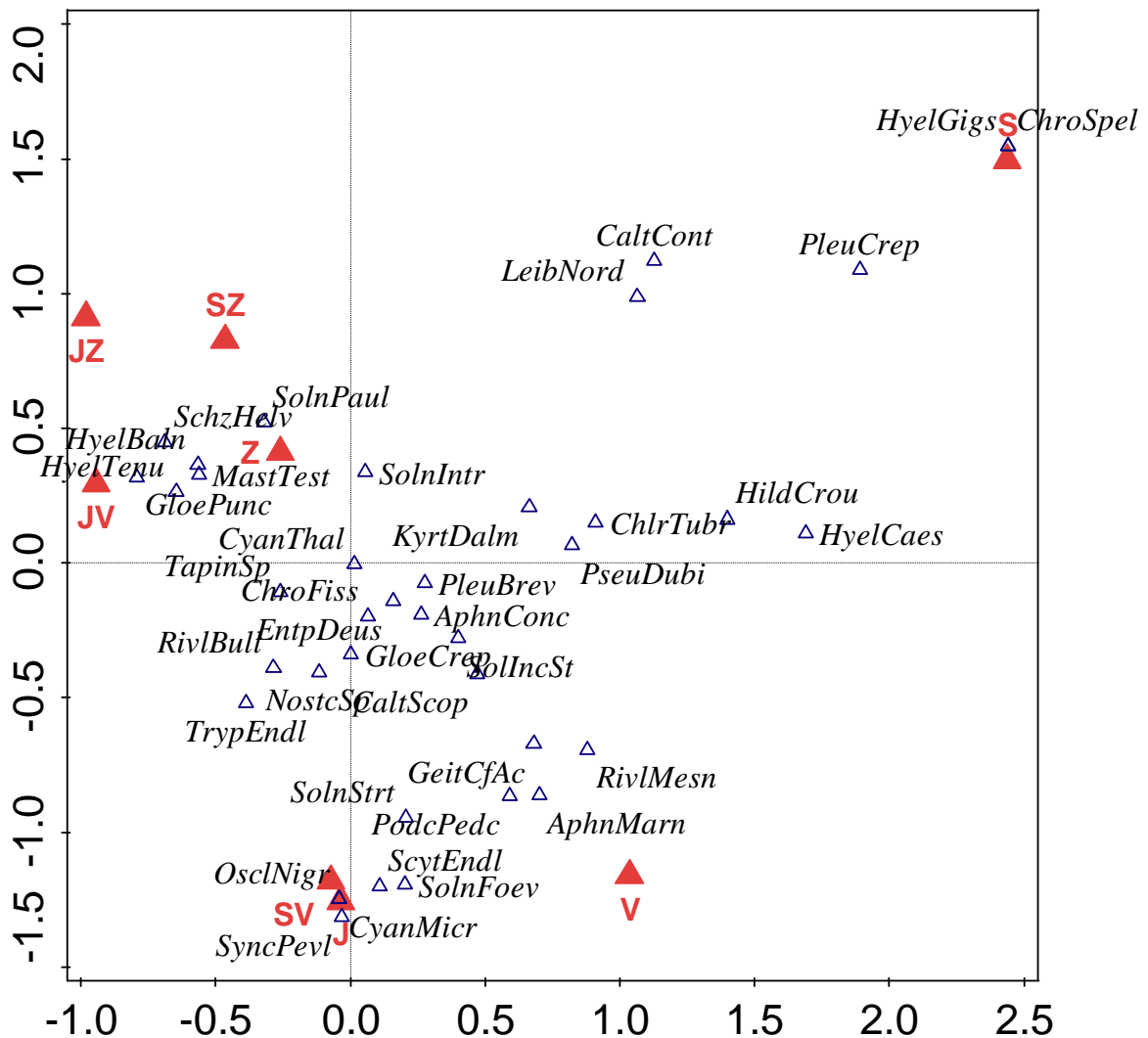
3.3. Vliv orientace substrátu na kvalitativní složení biofilmů na smáčených stěnách

Podle získaných výsledků nemá orientace substrátu vzhledem ke světovým stranám zásadní význam, resp. projevují se rozdíly mezi jednotlivými stanovišti, ale data nevykazují podobnost lokalit z hlediska orientace k jednotlivým světovým stranám.

Výsledky statistické analýzy vlivu orientace substrátu na kvalitativní složení biofilmu v dostřikové zóně ostrova Veruda jsou graficky znázorněny na obr. 4 a ostrova Ugljan na obr. 5.



Obr. 4: Vliv orientace na podobnost jednotlivých odběrových lokalit na ostrově Veruda (CCA: $F=6,8$, $P=0,0002$).



Obr. 5: Vliv orientace na podobnost jednotlivých odběrových lokalit na ostrově Ugljan. (CCA: $F=8,0$, $P=0,0002$).

3.4 Druhové složení v jednotlivých zónách

Druhové složení v horní, střední a spodní části dostřikové zóny se na obou ostrovech mírně liší. Situace na ostrově Veruda je znázorněna na obr. 6 a na ostrově Ugljan na obr. 7 a 8. Z již zmíněných obrázků vyplývá, že jednotlivé zóny jsou od sebe jasně rozlišitelné.

3.4.1. Zonace na ostrově Veruda

Na ostrově Veruda v horní části dostřikové zóny dominuje druh *Gloeocapsopsis crepidinum* a to na každé z osmi zkoumaných lokalit. Často spolu s tímto druhem dominovaly druhy *Hyella balani* a *Scytonema endolithicum*. Dominantu tvořil i druh *Hyella tenuior* a *Solentia foveolarum*, ale pouze na jedné lokalitě. Hojně byly nacházeny i druhy

Tryponema endolithicum, *Pleurocapsa brevissima* a *P. crepidinum*, *Solentia intricata* a iničiální stádium *Solentia*.

Ve střední části dostřikové zóny tvořila dominantu opět *Gloeocapsopsis crepidinum* spolu s *Hyellou balani* a *H. tenuior*, oba druhy r. *Hyella* tvořily dominantu na 4 lokalitách, na druhé polovině lokalit se vyskytovali hojně. Na jedné z lokalit tvořila dominantu i *Solentia foveolarum*. Hojně se zde vyskytovaly opět oba druhy rodu *Pleurocapsa*, dále pak *Tryponema endolithicum*, *Scytonema endolithicum* a *Solentia intricata* a iničiální stadium *Solentia*.

Spodní části dostřikové zóny dominoval druh *Entophysalis deusta* spolu s *Hyella tenuior*, ale v porovnání s horní a střední zónou dominance zde nebyla tak výrazná. Ve vzorcích se objevovalo hojně několik druhů sinic a to již zmíněná *Entophysalis deusta*, *Gloeocapsopsis crepidinum*, *Hyella caespitosa* a *H. tenuior*, *Kyrtuthrix dalmatica*, *Mastigocoleus testarum*, *Solebtia intricata*, *S. foveolarum*, *S. stratosa* a iničiální stádium *Solentia*.

Často, ale jen s malou pokryvností, byl nacházen druh *Aphanocapsa concharum* a *Choroococidiopsis fissurarum* ve všech třech zónách. Tyto druhy spolu tvoří výraznou sinnou vrstvu několik milimetrů pod povrchem substrátu, viz příloha I obr. 9A a 12A.

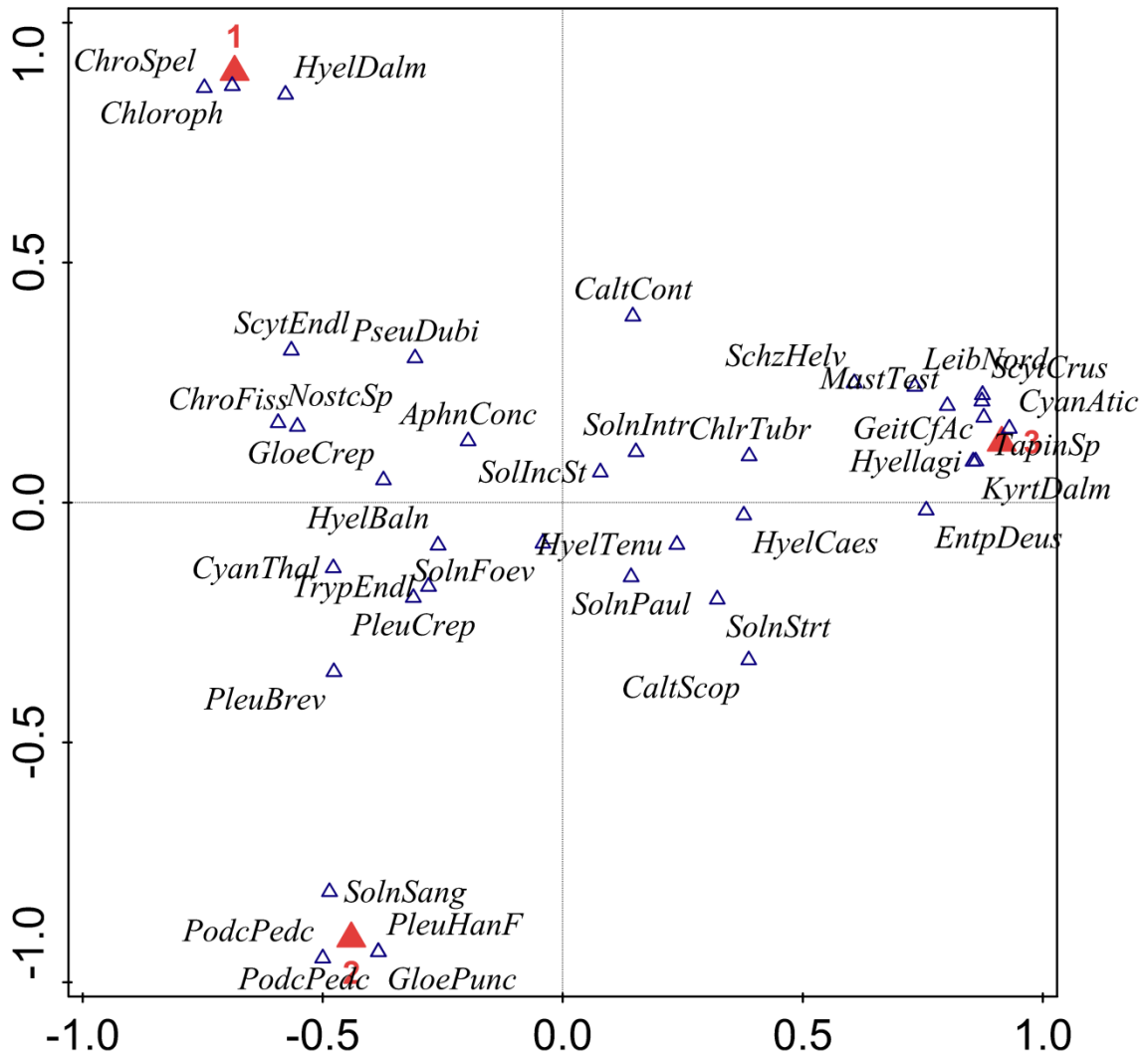
3.4.2. Zonance na ostrově Ugljan

V horní části dostřikové zóny na ostrově Ugljan dominovala na 7 z 8 lokalit *Gloeocapsopsis crepidinum*, často také *Hyella balani* a *Pleurocapsa brevissima*. Hojně se zde vyskytoval i druh *Hyella tenuior*. S malou pokryvností a na více než polovině lokalit se vyskytovaly zástupci rodu *Solentia*.

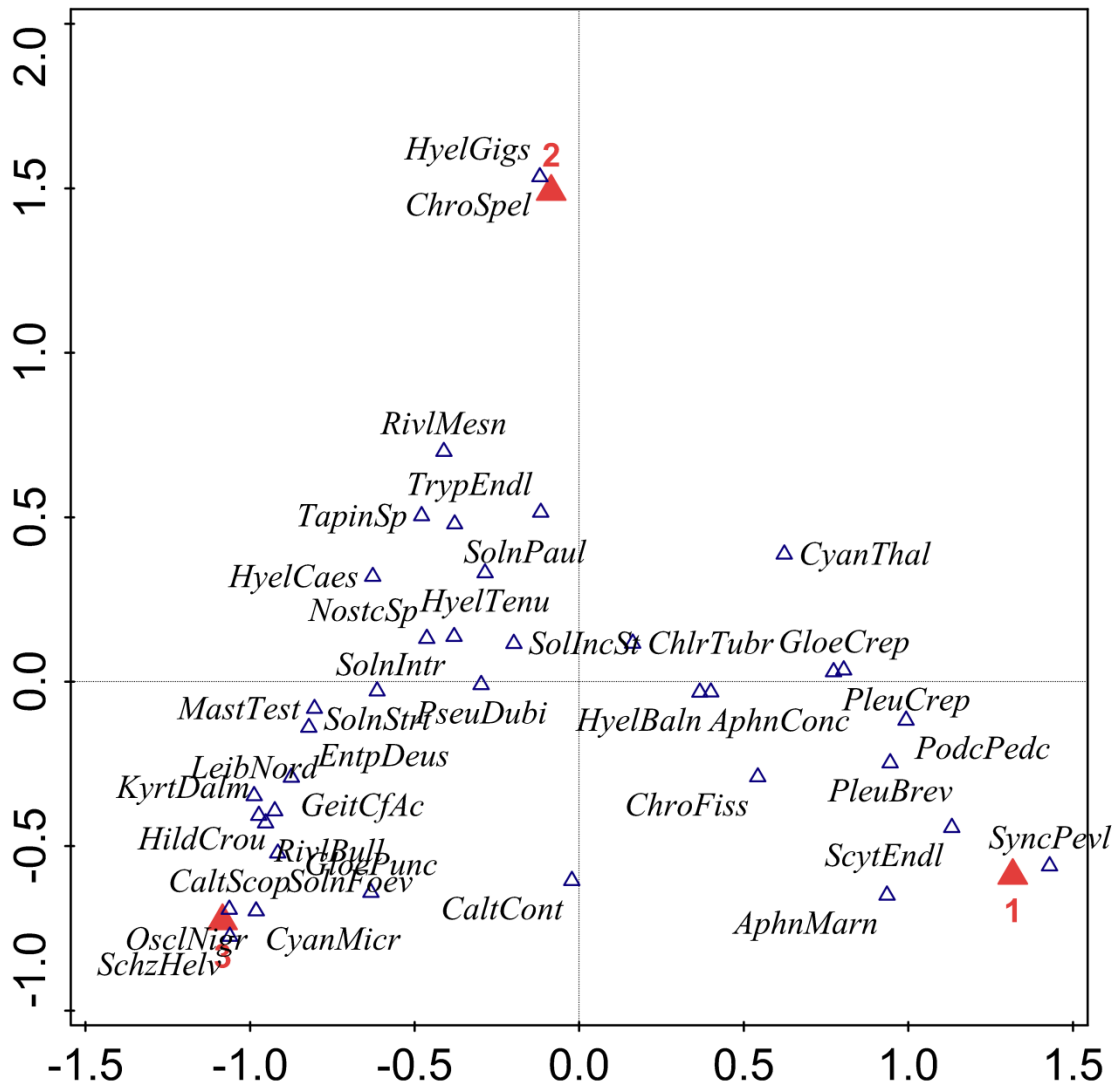
Střední části dostřikové zóny dominovaly druhy *Gloeocapsopsis crepidinum*, *Hyella balani* a *H. tenuior*. Druhy *Pleurocapsa brevissima*, *Tryponema endolithicum*, *Solentia paulocellulare*, *S. intricata* a *Mastigocoleus testarum* se ve střední zóně vyskytovaly hojně, ale dominantu netvořily. Na většině lokalit se s malou pokryvností vyskytovaly druhy *Aphanocapsa concharum* a *Choroococidiopsis fissurarum* a *Tapinothrix* sp.

Dominantou spodní části dostřikové zóny byly druhy *Entophysalis deusta*, *Mastigocoleus testarum* a *Hyella tenuior*. Na dvou lokalitách dominovala i heterocytózní sinice *Kyrtuthrix dalmatica* a na jedné lokalitě endolithický druh *Solentia stratosa*, která se na polovině ostatních lokalit vyskytovala hojně. Hojné byly i další druhy rodu *Solentia*:

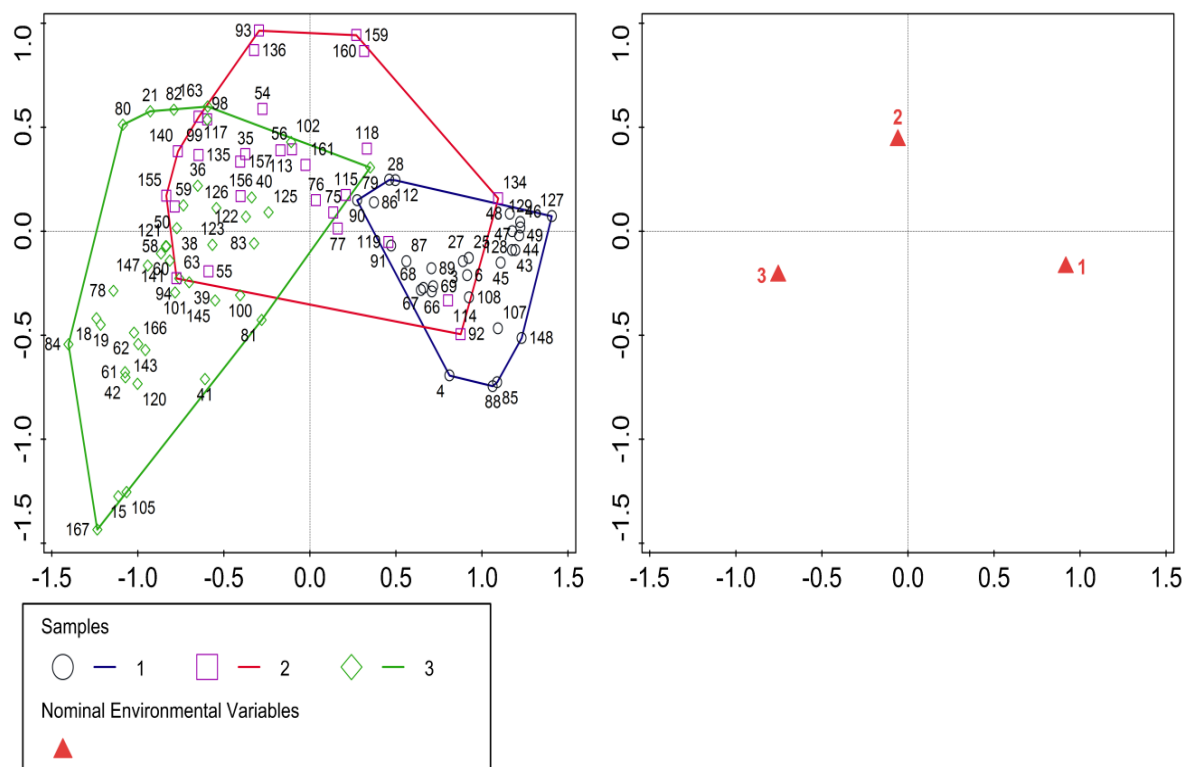
S. intricata, *S. paulocellulare* a *S. stratosa*. Na dvou lokalitách byl hojný i druh *Tryponema endolithicum* a na jedné lokalitě ruducha *Hildenbrandia crouanii*. *Tapinothrix* sp. se opět vyskytovala s malou pokrývností na většině lokalit.



Obr. 6: Druhové zastoupení ve svrchní (1), střední (2) a spodní (3) části dostřikové zóny na ostrově Veruda. (CCA: $F=3,3$, $P=0,0002$).



Obr. 7: Druhové zastoupení ve svrchní (1), střední (2) a spodní (3) části dostřikové zóny na ostrově Ugljan (CCA: $F=3,4$, $P=0,0002$).



Obr.8: Grafické znázornění druhového složení v jednotlivých zónách na ostrově Ugljan s dobře patrným přechodem mezi jednotlivými zónami. (CCA: $F=3,4$, $P=0,0002$).

3.5. Zhodnocení diverzity druhů na malé škále v rámci jednotlivých horizontálních zón

Stanovená hypotéza, že druhové složení se ve vzorcích od sebe vzdálených několik centimetrů, decimetrů a metrů liší, byla vyhodnocena jako neprůkazná. Druhové složení sinic se v jednotlivých vzorcích v horizontálním transektu neliší.

4. Diskuze

4.1. Poznámky k vybraným druhům

Getlerinema cf. acuíforme (příloha I obr. 9E) se vyskytovala ve slizových pochvách heterocytózních sinic *Rivularia* spp. (příloha I obr. 10C) a *Kyrtuthrix dalmatica*. *Getlerinema acuíforme* je druhem s typickým výskytem ve slizových pochvách jiných druhů sinic, ale její nález doposud nebyl uváděn z mořského pobřeží.

Kyrtuthrix dalmatica (příloha I obr. 11A, B, D) se ve vzorcích vyskytovala poměrně hojně. V literatuře je uváděn jako druh euendolithický, nicméně v několika vzorcích byl

zaznamenán jako druh epilithický a chasmoendolithický. Z toho vyplývá, že ne vždy jej najdeme v substrátu a že není striktním euendolithem.

Nostoc sp. (příloha I obr. 9F) nalezený ve vzorcích této studie neodpovídá rozměry jedinému zástupci *Nostoc* se stejnou ekologií, *Nostoc epilithicum* Ercegović 1925.

Často se ve vzorcích vyskytovala drobná kokální sinice s černě pigmentovanou pochvou. Na první pohled byla tato sinice velmi podobná druhu *Entophysalis deusta*, popř. některému druhu z rodu *Placoma*, ale lišila se zbarvením pochvy. Až z pozorování většího množství vzorků bylo patrné, že se jedná o iniciální stadium některého zástupce z rodu *Solentia*. Není ovšem jasné, zda-li se jedná o druh *S. intricata* nebo *S. paulocellulare*. Proto byl nález vždy zaznamenán jako iniciální stádium rodu *Solentia* a pod tímto označením je uváděn i v tabulce nalezených druhů. (příloha I obr. 9C)

Tapinothrix sp. (příloha I obr. 10A, B, D) neodpovídá popisu žádnému z druhů uvedených v determinační literatuře. Zároveň se jedná o první nález tohoto rodu na pobřeží Chorvatska v dostřikové zóně a je možné, že se jedná o nový druh. Za povšimnutí také stojí, že *Tapinothrix* sp. se vyskytovala nejčastěji ve spodní části dostřikové zóny a také často spolu s druhem *Entophysalis deusta*.

Canostylon cf. *microcystoides* je v literatuře udáván z litorálu sladkovodních ekosystému. Ale jeho popis odpovídá druhu, který byl nalezen v předkládané studii

4.2. Kultivace

Jak bylo již zmíněno v úvodu, kultivace endolitických sinic by byla pro bližší poznání těchto druhů velkým přínosem. A proto jsem se o kultivaci pokoušela i v této práci, přestože již v bakalářské práci HESOUNOVÁ (2011) se kultivace endolitických sinic nezdařila. V kultuře je pouze druh *Aphanocapsa concharum*, ale stav této kultury znemožňuje její další použití pro výzkum. Kultura se drží přes půl roku v pomalu vysychající zkumavce, ale jak již bylo zmíněno ve výsledcích, po přeočkování do nového média kultura umírá.

Je ale obecně známo, že kultivace endolitických sinic není snadná a často bývá neúspěšná (ANAGNOSTIDIS 1998, HAUER 2007, POULÍČKOVÁ 2011, SCHNEIDER 1976).

4.3. Srovnání nalezených druhů s jinými pracemi

V bakalářské práci HESOUNOVÁ (2011) bylo odebráno celkem 7 vzorků, každý z jiné lokality na dalmatském pobřeží. V těchto vzorcích bylo určeno 27 druhů sinic.

V předkládané diplomové práci bylo odebráno podstatně větší množství vzorků (168 na každém ze dvou ostrovů) a celkem bylo nalezeno 42 druhů sinic. Obě tyto práce se, co se týče nalezených druhů, poměrně liší. V této studii bylo málo vláknitých druhů, oproti práci HESOUNOVÁ (2011), a to zejména vláknitých sinic z čeledi Oscillatoriaceae. Za zmínku ale stojí nálezy heterocytózních sinic, které ve vzorcích bakalářské práce nalezeny nebyly, a jedná se o druhy v literatuře často uváděné jako typické zástupce sinic litorálu moří: *Kyrtuthrix dalamtica* a *Scytonema endolithicum*.

Ve svých pracech ERCEGOVIĆ (1925, 1931, 1932, 1934) často zmiňuje nálezy rodů/druhů např. *Aphanothece marina*, *Hyella caespitosa*, *H. tenuior*, *Chlorogloea*, *Kyrtuthrix*, *Mastigocoleus*, *Pleurocapsa* (dříve *Scopulonema*), *Rivularia*, *Solentia*, které se shodují s mými nálezy. Uvádí ale také druhy rodů, které jsem ve své práci neobjevila a to jsou: *Adrianema* (dříve *Lithonema*), *Dalmatella*, *Ercegovicia* (dříve *Brachynema*), *Epilithia*, *Hormathonema*, *Placoma*, *Plectonema*. Z toho rody *Adrianema*, *Ercegovicia*, *Epilithia* a *Placoma* nejsou dostatečně morfologicky popsány, v determinační literatuře KOMÁREK (1998, 2005, 2013) jsou uváděny jako rody, u kterých je potřebná revize, a jejich fylogenetické postavení je značně nejasné. Kresby, které jsou k těmto rodům k dispozici, nejsou dostatečně ilustrativní a při jejich srovnání s kresbami druhů s podobnou morfologií lze usuzovat, že se možná jedná jen o vývojová stádia jiných druhů. Této teorii také napovídá fakt, že nálezy výše zmíněných rodů jsou uváděny jen z doby, kdy byl rod popsán. Jejich nález je ojedinělý nebo je v tomto rodu popsán pouze jeden druh. Rody *Dalmatella* a *Hormathonema* ale nejsou uváděné pouze v pracích Ercegovice, jejich nálezy zmiňují i např. LECAMPION-ALSUMARD & GOLUBIC (1985b), LECAMPION - ALSUMARD, GOLUBIC & PANTAZIDOU (1996) a PANTAZIDOU (1991). Druhy rodu *Dalmatella* jsou velmi podobné druhům rodu *Hyella* a v determinační literatuře KOMÁREK (1998) je uvedena poznámka, že rod *Dalmatella* by bylo potřebné zrevidovat. To nasvědčuje tomu, že i přes nálezy toho druhu v jiných pracích, je jeho vymezení stále nejasné. V mé studii se nález toho rodu také nepotvrdil, i přes značné množství odebraných vzorků. Ani druhy rodu *Hormathonema* nebyly ve vzorcích nalezeny, ale tento rod není v jeho současném vymezení uváděn často, většina druhů rodu *Hormathonema* je nyní přesunuta do rodu *Solentia* (KOMÁREK 1998).

V práci SCHNEIDER (1976) bylo na chorvatském pobřeží nedaleko města Rovinj (Istrie) nalezeno 20 druhů sinic a 2 druhy zelených řas. Počet odebraných vzorků v práci bohužel uveden není, nicméně je jasné, že nalezené druhy jsou pouze z jedné lokality. V této práci se objevily pouze 3 epilithické kokální druhy (v mé práci jich bylo nalezeno 14).

Nálezy kokálních endolithických druhů a druhů heterocytózních sinic ze Schneiderovy a mé práce jsou si velmi podobné. Druhy rodu *Plectonema*, které byly na istrijském pobřeží nalezeny od bílé zóny po šedou, se v mých vzorcích neobjevily.

Další již zmíněnou podobnou prací ale z pobřeží Řecka je dizertační práce PANTAZIDOU (1991). Jedná se sice o poměrně podrobnou studii, která uvádí nález 77 druhů, ale přímé srovnání s těmito výsledky není možné kvůli dosti rozdílné metodice. Autorka rozdělila pobřeží pouze na dostřikovou a přílivovou zónu. Práce je tak nepoužitelná i pro porovnávání zonace. Kromě dostřikové zóny zkoumala také zónu přílivovou, na rozdíl ode mne, a v textu nevyznačila explicitně, které druhy jsou z které zóny, tudíž poměrně vyšší počet nalezených druhů bude dán velice pravděpodobně tímto faktem. Práce je navíc psaná v řečtině a z anglického „summary a discussion“ není metodika odběru zcela jasná, proto detailnější srovnání zonace s touto prací není v mých silách ani v silách školitele. Z práce ale jednoznačně plyne, že základ druhové diverzity sinic na smáčených stěnách Jaderského a Egejského moře je ale podobný, ale určitě ne stejný. Navzdory extrémním podmínkám, které v tomto biotopu panují, je společenstvo bohaté a značně různorodé.

Celosvětový seznam druhů sinic s možným výskytem v dostřikové zóně (příloha II Tab. III.) zahrnuje 240 druhů. Shoda s mými nálezy je pouze 14 % (tyto druhy jsou v tabulce zvýrazněny). V první řadě je tento výrazný nepoměr dán zejména tím, že v Tab. II. jsou uvedeny druhy ze všech podnebných pásů, a ne jenom z oblasti Středoziemního moře, kde byla studie provedena. Domníváme se, že tato čísla podporují naši myšlenku, že i u sinic hraje geografická distribuce svou roli a že neplatí teorie o globální distribuci mikroorganismů (FENCHEL & FINLAY 2003). Druhů, uváděných v literatuře explicitně ze Středoziemního moře a druhů kosmopolitních je dle dostupných informací 144. S těmito druhy se jich v mé práci shoduje 36 (z celkového počtu 42). Ze zbývajících 6 druhů 2 nebylo možné určit přímo do rodu (*Tapinothrix* sp. a *Nostoc* sp.), další 2 druhy neodpovídaly svým ekologickým výskytem (*Cyanostylon* cf. *microcystoides* a *Geitlerinema* cf. *acuiforme*), u zbývajících 2 druhů není zaznamenán nález v oblasti Středoziemí. *Rivullaria bullata* je v determinační literatuře uváděna z oblasti tropů a subtropů a *Pleurocapsa crepidinum* je popisována z pobřeží Ameriky. Z toho tedy plyne, že většina druhů mnou nalezených odpovídá čtvrtině druhů uváděných z dostřikové zóny oblasti Středoziemního moře. Tento nepoměr je pravděpodobně způsoben tím, že ze Středoziemní oblasti jsou popsány druhy, jejichž existence je nejistá a u některých z nich se může jednat pouze o životní stádia jiného druhu, která jsou ale popsána jako samostatný druh. Nicméně tato čísla naznačují, že

v biotopu smáčených vápencových stěn se vyskytuje jen omezené množství druhů, které je pro něj specifické.

4.4. Vliv orientace substrátu na kvalitativní složení biofilmu

V práci HALLMANN 2012 byl pozorován vliv orientace na složení biofilmu. Tento jev byl studován na stěnách hradní věže, které byly orientovány podle světových stran. Jedním z našich cílů, vytyčeným na základě výše zmíněného článku, bylo ověřit, zda by se tento jev dal vysledovat i na místě, kde nepanují stálé podmínky. Z výsledků této studie na ostrovech Veruda a Ugljan (viz obr. 4 a 5) vyplývá, že orientace substrátu vzhledem ke světovým stranám nemá zásadní význam, resp. projevují se rozdíly mezi jednotlivými stanovišti, nicméně data nevykazují cyklický trend. Jednotlivé lokality se od sebe sice liší, ale odlišnost není výrazná. Důvodem odlišnosti lokalit je pravděpodobně jejich charakter, na který má vliv množství jiných činitelů, jako je například zastínění vegetací, působení vln nebo sklon skalnatého břehu (ERCEGOVIĆ 1934, JACKSON ET AL. 2013, SCHNEIDER 1976) a samozřejmě vítr, který má podle SCHNEIDRA (1976) významný vliv na druhové složení mikroorganismů na skalnatém mořském pobřeží. Tyto vlivy jsou dobře patrné na obr. 5, kde se lokalita sever (S) na ostrově Ugljan výrazně liší od ostatních lokalit. Lokalita sever byla značně zastíněna vegetací, v důsledku toho byla i vlhkost samotného substrátu výrazně vyšší než na ostatních lokalitách.

4.5. Zonace

4.5.1. Srovnání zonace obou sledovaných ostrovů

Pro horní zónu jsou typickými druhy *Gloeocapsopsis crepidinum* a *Hyella balani*. Na ostrově Veruda, ale dominovala ještě *Scytonema endolithicum*, která se na ostrově Ugljan v horní zóně vyskytovala s větší pokryvností jen na jedné lokalitě. Druhy rodu *Solentia*, *Pleurocapsa* a druh *Typonema endolithicum* se na obou lokalitách objevovaly hojně nebo byly dominantou.

Střední zóna byla druhovým složením na obou ostrovech také velmi podobná. Dominantu tvořily druhy *Gloeocapsopsis crepidinum*, *Hyella balani* a *H. tenuior*. Nejvýraznější odlišností ostrovů v této zóně je hojný výskyt *Mastigocoleus testarum* na ostrově Ugljan, na ostrově Veruda se v této zóně *Mastigocoleus testarum* vyskytoval jen zřídka .

Druhové složení dominant a hojně zastoupených druhů ve spodní zóně bylo téměř identické na obou ostrovech. Pouze ruducha *Hildenbrandia crouanii* byla hojná na jedné lokalitě ostrova Ugljan, jak již bylo zmíněno na začátku této kapitoly, tento druh byl nalezen pouze na tomto ostrově.

Lze tedy říci, že zastoupení dominantních druhů v jednotlivých zónách na obou ostrovech je velmi podobné, jedinou odlišností je dominance ruduchy *Hildenbrandia crouanii* na ostrově Ugljan. Ruducha tvořila dominantu pouze na jedné lokalitě, a proto je tato odchylka z celkového pohledu zanedbatelná.

4.5.2 Srovnání zonace v pracích z oblasti Středozeří

Jak již bylo zmíněno v úvodu, na chorvatském pobřeží byla zonace již studována. Ercegović obecně rozdělil dostřikovou zónu na 3 části, světlá (spodní), žluto-hnědá (střední), tmavá (horní), ale v práci ERCEGOVIĆ (1934) se na 2 lokalitách v Chorvatsku pokusil tyto 3 zóny jemněji rozdělit a navrhnul zóny 4. Na jedné lokalitě byl rozsah dostřikové zóny 118 cm a rozdíly mezi 2. a 3. zónou byly jen nepatrné a jejich rozsah byl zhruba 10 cm. Na lokalitě druhé byl rozsah dostřikové zóny 320 cm a jednotlivé zóny měly jasné vymezení a překryv výskytu druhů byl minimální.

Nejpodrobněji se tímto tématem zabývá SCHNEIDER 1976. Na základě poznatků A. Ercegoviće rozdělil mořský litorál na 7 zón, z nichž nejspodnější se nachází již v přílivové zóně a další na rozhraní přílivové a dostřikové zóny. Zóna nejsvrchnější je naopak typická výskytem lišejníků (SCHNEIDER 1976). Z toho vyplývá, že porovnávat tuto studii se Schneiderovo studií lze pouze z hlediska 5 zón a to: zónu halofyt, šedou zónu, černomodrou, tmavě hnědou a žlutohnědou.

Mé odběry odpovídají pouze zónám šedé s černomodrou, tmavě hnědé a žlutohnědé. Důvodů je několik. Z předchozích odběrů HESOUNOVÁ (nepublikováno) bylo pozorováno jen velmi málo nálezů sinic z nejsvrchnější části dostřikové zóny, kam se voda téměř nedostane, což odpovídá Schneiderově zóně halofyt. Na substrátu odebraném z této zóny byly nacházeny v drtivé většině pouze usazeniny, popř. nánosy pylu, ale sinice jen výjimečně. To byl hlavní důvod, proč v této práci není zahrnut odběr vzorků ze zóny halofyt.

Dále Schneider uvádí, že zóna černomodrá nebývá často vyvinuta anebo splývá se zónou šedou. Ani tato zóna nebyla při předchozích odběrech pozorována jako jasně odlišná, proto tyto dvě zóny také nebyly při odběrech nijak rozlišovány. Těmto zónám v mé studii odpovídá odběr horní části dostřikové zóny. Ze vzorků pak předpokládané rozdělení na zónu

šedou a černomodrou naznačoval nález pouze na jedné lokalitě na ostrově Veruda, kde v horní části dostřikové zóny dominovala *Solentia foveolarum*.

Z mých nálezů vyplývá, že ve střední a spodní části dostřikové zóny (odpovídající tmavě hnědé a žlutohnědé zóně) se často vyskytují i epilitické sinice, *Gloeocapsopsis crepidinum* a hlavně *Entophysalis deusta*, kterou ale SCHNEIDER (1976) ve své práci uvádí ze zóny halofyt a z šedé zóny a navíc jako komplex *Gloeocapsa-Entophysalis*, který není nijak blíže specifikován. *Entophysalis deusta* má četné systematické nejasnosti, např. i Anagnostidis jej uvádí jako vývojové stádium rodu *Solentia* a *Dalmatella* a jeho taxonomický výklad je nejednoznačný (KOMÁREK 2013).

Podle mého názoru a výsledků této studie je Schneidrovo rozdělení příliš detailní a nelze jej pozorovat na většině mořského pobřeží. Nejčastěji můžeme jasně rozlišit 3 části dostřikové zóny: horní (tmavě šedé zbarvení), střední (tmavě hnědé) a spodní (světle hnědé s přechodem do žluté). Toto členění podporují i výsledky statistické analýzy, názorně vyobrazené v grafu (obr. 8), kde se horní a spodní zóna od sebe jasně odlišují a střední zóna je zónou přechodovou. Na obrázku je také vidět, že vymezení dalších zón by nebylo žádoucí, protože jednotlivé zóny by od sebe nebyly jasně rozlišitelné. I v z výše zmíněné práce A. Ercegovice vyplývá, že podmínky pro rozdělení dostřikové zóny na více než 3 části jsou velmi specifické a toto rozdělení není vhodné pro většinu pobřeží.

4.6. Zhodnocení diverzity druhů na malé škále v rámci jednotlivých horizontálních zón

„Druhové složení se ve vzorcích od sebe vzdálených několik centimetrů, decimetrů a metrů liší.“ Tato hypotéza je neprůkazná a z toho tedy plyne, že v rámci dané zóny druhové zastoupení sinic není rozdílné, i přesto že odebíráme vzorky v různých vzdálenostech. Z toho můžeme usuzovat, že pokud bychom chtěli provádět průzkum na mořském pobřeží, pro odběr by stačil pouze 1 vzorek z dané zóny. Zvolený typ statistické analýzy ovšem nedokáže ve výsledcích zohlednit i druhy, jejichž nález je významný z hlediska floristiky, ale jejich zastoupení ve vzorcích je ojedinělé. Manuální kontola ale naznačuje, že jistá rozdílnost mezi vzorky přeci jenom je, ale je dána právě těmi vzácnějšími druhy. To je dobře patrné na příkladu z lokality SEVER ve spodní části dostřikové zóny na ostrově Ugljan, kde se od sebe vzorky č. 16 a 17 naprosto odlišují druhovým složením i přesto, že jsou od sebe vzdálené pouze 5 cm. Ale pro analýzu dat byla záměrně zvolena jednoduchá metoda (permutační MANOVA na distanční matici) s ohledem na rozsah práce. Komplexnější statistická analýza by přesahovala formát této magisterské práce a vyžaduje těsnější

spolupráci s profesionálními statistiky, než je pro diplomovou práci přípustné. Na těchto analýzách se bude pracovat v rámci připravované publikace.

Prozatím lze tedy říci, že v základních rysech (složení dominantních druhů z hlediska biomasy) se od sebe vzorky v jednotlivých horizontálních liniích neliší. Ale pro zachycení diverzity jako celku, je třeba vzorků odebrat více, nicméně nalezení co největšího počtu druhů bude z velké části závislé pouze na náhodě.

5. Závěr

Na 2 chorvatských ostrovech, Veruda a Ugljan, bylo odebráno celkem 336 vzorků. Ve vzorcích bylo nalezeno 42 druhů sinic, 1 druh zelené řasy a 1 ruducha. Statistické analýzy potvrdily členění dostřikové zóny do 3 jasně vymezených horizontálních linií, oproti dříve provedeným studiím, které vymezují v litorálu dostřikové zóny v 4 a více zón. Dále bylo prokázáno, že jednotlivé lokality nevykazují odlišnost druhového složení v závislosti na geografické orientaci, ale jejich rozdílnost je ovlivněna jinými faktory. Odlišné zastoupení druhů v jednotlivých vzorcích na malé škále v rámci jednotlivých horizontálních linií se ukázalo jako neprůkazné, ale manuální kontrola dat naznačuje, že této hypotéze je nutné se ještě věnovat.

6. Použitá literatura

Allouc, J.; LeCampionAlsumard, T. & Track, D. L. (1996): Bioerosion of magmatic rocks in a coastal environment: The example of the Cap Vert peninsula (Western Senegal). *Geobiosis*, 29: 485-502.

Al - Thukair, A. (1991): Five new *Hyella* species from the Arabian Gulf. *Algological Studies/Archiv für Hydrobiologie*, 64: 167-197.

Al - Thukair, A. (2011): Calculating boring rate of endolithic cyanobacteria *Hyella immanis* under laboratory conditions. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 65: 664-667.

Anagnostidis, K. & Pantazidou, A. (1985): *Cyanosaccus aegeus* n. sp., a new marine endolithic cyanophyte from the Aegean Sea, Hellas (Greece). *Archiv für Hydrobiologie/Algological Studies*, 38/39: 105-114.

Anagnostidis, K. & Pantazidou, A. (1988): *Cyanosaccus atticus*, a new marine euednolithic chroococcoid cyanophyte in relation to the epilithic *Podocapsa Ercegović*. *Archiv für Hydrobiologie/Algological Studies*, 48: 279-302.

Anagnostidis, K. & Pantazidou, A. (1991): Marine and aerophytic *Canosarcina*, *Stanieria* and *Pseudocapsa* (Chroococcales) species from Hellas (Greece). *Algological Studies*, 64: 141-157.

Bano, A. & Siddiqui, P. (2003): Intertidal cyanobacterial diversity on rocky shore at Buleji near Karachi, Pakistan. *Pakistan Journal of Botany*, 35(1): 27-36.

Burrows, E. (1991): Seaweeds of the British Isles: Volume 2 Chlorophyta. British Museum (Natural History), London, 238 pp.

Caroppo, C.; Albertano, P.; Bruno, L.; Montinari, M.; Rizzi, M.; Vigliotta, G. & Pagliara, P. (2012): Identification and characterization of a new *Halomicronema* species (Cyanobacteria) isolated from the Mediterranean marine sponge *Petrosia ficiformis* (Porifera). *Olomouc*, 12, 315-326.

Carr, N. & Whitton, B. (1982): The biology of cyanobacteria (Vol. 19). Univ of California Press, 688 pp.

Diez, B.; Bauer, K. & Bergman, B. (2007): Epilithic Cyanobacterial Communities of a Marine Tropical Beach Rock (Heron Island, Great Barrier Reef): Diversity and Diazotrophy. *Applied and Environmental Microbiology*, 73: 3656-3668.

Ercegović, A. (1925): Litofitska vegetacija vapnenaca i dolomita u Hrvatskoj. (La végétation lithophytes sur les calcaires et les dolomites en Croatie.). *Acta Botanica Instituti Botanici Universitatis Zabrabensis*, 10: 64-114.

Ercegović, A. (1931): *Podocapsa* et *Brachynema*, deux genres nouveaux Chamaesiphonales de la côte adriatique de Dalmatie. *Acta botanica Instituti Botanici Universitatis Zagrebiensis*, 6: 33 - 37.

Ercegović, A. (1932): Ekoloske i socioloske studije o litofitskim cijanoficejama sa jugoslovenske obale Jadrana. *Rad Jugoslovenske Akademije Znanosti i Umjetnosti, Zagreb*, 244: 129 - 220.

Ercegović, A. (1934): Wellengang und Lithophytenzone an der ostadriatischen Küste. *Acta Adriatica Instituti Biologico-oceanographici Split (Jugoslavija)*, 3: 1-20.

Fenchel, T. & Finlay, B.: Is microbial diversity fundamentally different from biodiversity of larger animals and plants? *European Journal of Protistology*, 39: 486-490.

Golubic, S. (1969): Distribution, Taxonomy, and Boring Patterns of Marine Endolithic Algae. *Am. Zoologist*, 9: 747-751.

Golubic, S. (1972): Scanning electron microscopy of recent boring cyanophyta and its possible paleontological application. *International Symposium on Taxonomy Biology of Blue-green Algae*, 1: 167-170.

Golubic, S.; Al - Thukair, A. & Gektidis, M. (1996): New euedolithic cyanobacteria from the Arabian Gulf and the Bahama Bank: *Solentia sanguinea* sp. nova. *Algological Studies/Archiv für Hydrobiologie*, 83: 291-301.

Golubic, S.; Friedmann, I. & Schneider, J. (1981): The lithobiontic ecological niche, with special reference to microorganisms. *Journal of sedimentary petrology*, 51: 475-478.

Golubic, S.; Perkins, R. & Lukas, K. (1975): Boring microorganisms and microborings in carbonate substrate. The study of trace fossils. Springer, Berlin, 229-259.

Golubic, S. & Schneider, J. (2003): Microbial endoliths as internal biofilms. In *Fossil and Recent Biofilms*, Springer Science+Business Media Dordrecht, 249-263.

Hallmann, C.; Stannek, L.; Fritzel, D.; Hause-Reitner, D.; Friedl, T. & Hoppert, M. (2012): Molecular diversity of phototrophic biofilms on building stone. *Microbial Ecology*, 84:355-372.

Hauer, T. (2007): Rock-inhabiting cyanoprokaryota from South Bohemia (Czech Republic). *Nova Hedwigia*, 85: 379-392.

Hindák, F. (ed.) (1978): *Sladkovondé riasy*. Slovenské pedagogické nakladateľstvo, Bratislava, 724 pp.

Hoffmann, L. (1999): Marine cyanobacteria in tropical regions: diversity and ecology. *European Journal of Phycology*, 34: 371-379.

Chacón, E.; Berrendero, E. & Pichel, F. G. (2006): Biogeological signatures of microboring cyanobacterial communities in marine carbonates from Cabo Rojo, Puerto Rico. *Sedimentary geology*, 185: 215 - 228.

Irvine, L. & Chamberlain, Y. (1994): *Seaweeds of the British Isles*, 1. Volume Rhodophyta, Part 2B Corallinales, Hildenbrandiales. Natural History Museum, London, 276 pp.

Jackson, A.; Murphy, R. & Underwood, A. (2013): Biofilms on rocky shore: Influence of rockpools, local moisture and temperature. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 443: 46-55.

Komárek, J. & Anagnostidis, K. (1998): Cyanoprocaryota 1. Teil: Chroococcales. In Ettl, H., Gerloff, J., Heyning H. & Mollenhauer, D. (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 19/1. G. Fisher Verlag, Jena - Stuttgart - Lübeck - Ulm, 548 pp.

Komárek, J. & Anagnostidis, K. (2005): Cyanoprocaryota 2. Teil/ 2nd part: Oscillatoriales. In Büdel, B., Krienitz, L., Gärtner, G. & Schagerl, M. (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 19/2. Elsevier/Spektrum, Heidelberg, 759 pp.

Komárek, J. (2013): Cyanoprocaryota 3. Teil/ 3rd part: Heterocytous genera. In Büdel, B., Krienitz, L., Gärtner, G. & Schagerl, M. (eds.). *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Band 19/3. Springer Spektrum, 1130 pp.

LeCampion - Alsumard, T. & Golubic, S. (1985a): *Hyella caespitosa* Bornet et Flahaut and *Hyella balani* Lehman (Pleurocapsales, Cyanophyta): a comparative study. *Algological Studies/ Archiv für Hydrobiologie*, 38/39: 119-148.

LeCampion - Alsumard, T. & Golubic, S. (1985b): Ecological and taxonomic relationships between euendolithic cyanophytes *Hormathonema* and *Solentia*. *Algological Studies/ Archiv für Hydrobiologie*, 38/39: 115-118.

LeCampion - Alsumard, T.; Golubic, S. & Pantazidou, A. (1996): On the euendolithic genus *Solentia* Ercegović (Cyanophyta/Cyanobacteria). *Algological Studies*, 83: 107-127.

Montoya-Terreros, H.; Gómez-Carrion, J. & Benavente-Palacios, M. (2006): Natural population and culture of marine microalga *Mastigocoleus testarum* Lagerheim ex Bornet et Flahault (Cyanophyta, Nostochopsaceae), the first record for the Peruvian flora. *Arnaldoa* 13: 258-269.

Olsson-Francis, K.; de la Torre, R. & Cockell, C. (2010): Isolation of Novel Extreme-Tolerant Cyanobacteria from a Rock-Dwelling Microbial Community by Using Exposure to Low Earth Orbit. *Applied and Environmental Microbiology*, 2155-2121.

Pantazidou, A. (1991): Systematic and ecology of marine euendolithic cyanophytes from lime stone coasts of Greece. Dissertation thesis, University of Athens, Department of Biology Section of Ecology & Systematics Institute of Systematic Botany, Athens, 297 pp.

Pouličková, A. (2011): *Základy ekologie sinic a řas*. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 91 pp.

Ramirez-Reinat, E. & Garcia Pichel, F. (2012): Characterization of marine cyanobacterium that bores into carbonates and the redescription of the genus *Mastigocoleus*. *Journal of Phycology*, 48: 740-749.

Schneider, J. (1976): *Biological and Inorganic Factors in the Destruction of Limestone Coasts*. Contributions to Sedimentology, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 112 pp.

Schneider, J. (1977): Carbonate Construction and Decomposition by Epilithic and Endolithic Micro-organisms in Salt- and Freshwater. Fossil Algae, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 27: 248-260.

Silva, S. & Pienaar, R. (2000): Benthic Marine Cyanophyceae from Kwa-Zulu Natal, South Africa. Bibliotheca Phycologica, Band 107, J. Cramer in der Gebrüder Borntraeger Verlagsbuchhandlung, Berlin, Stuttgart, 456 pp.

Taton, A. & Hoffmann, L. (2003): Marine cyanophyceae of Papua New Guinea. VII. Endoliths. Algological Studies/ Archiv für Hydrobiologie, 109: 537 - 554.

Thurman, H. & Trujillo, A. (2005): Obyvatelé mořského dna. Oceánografie, 1. Vydání, Computer press, Praha, 473 pp.

Whitton, B. & Potts, M (2000): The ecology of cyanobacteria: their diversity in time and space. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 669 pp.

Internetové zdroje:

<http://www.butbn.cas.cz/ccala/index.php?page=me>, 14. 10. 2009

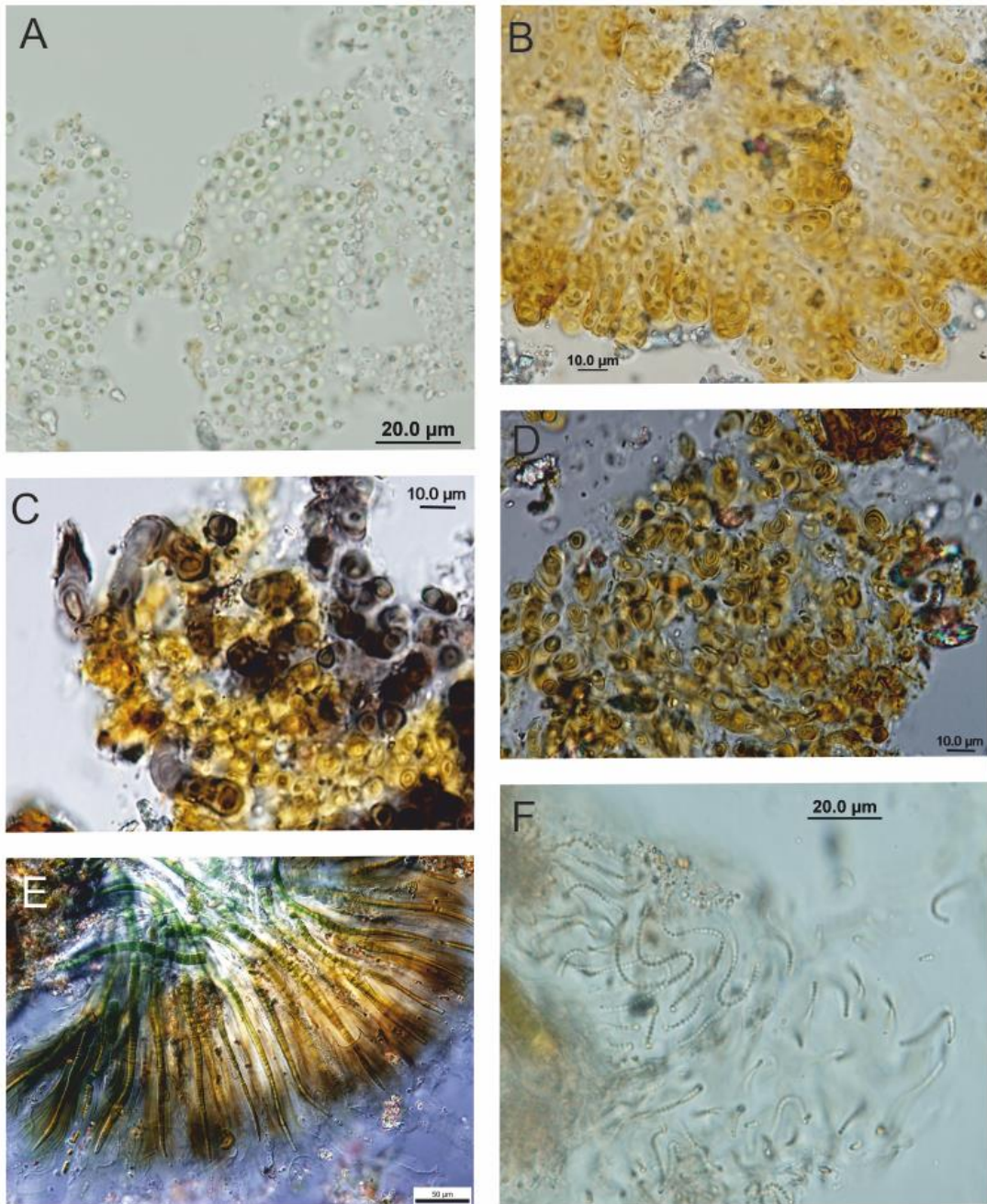
http://www.ccap.ac.uk/media/documents/MASM_000.pdf, 23. 11. 2010

<http://www-cyanosite.bio.purdue.edu/index.html>

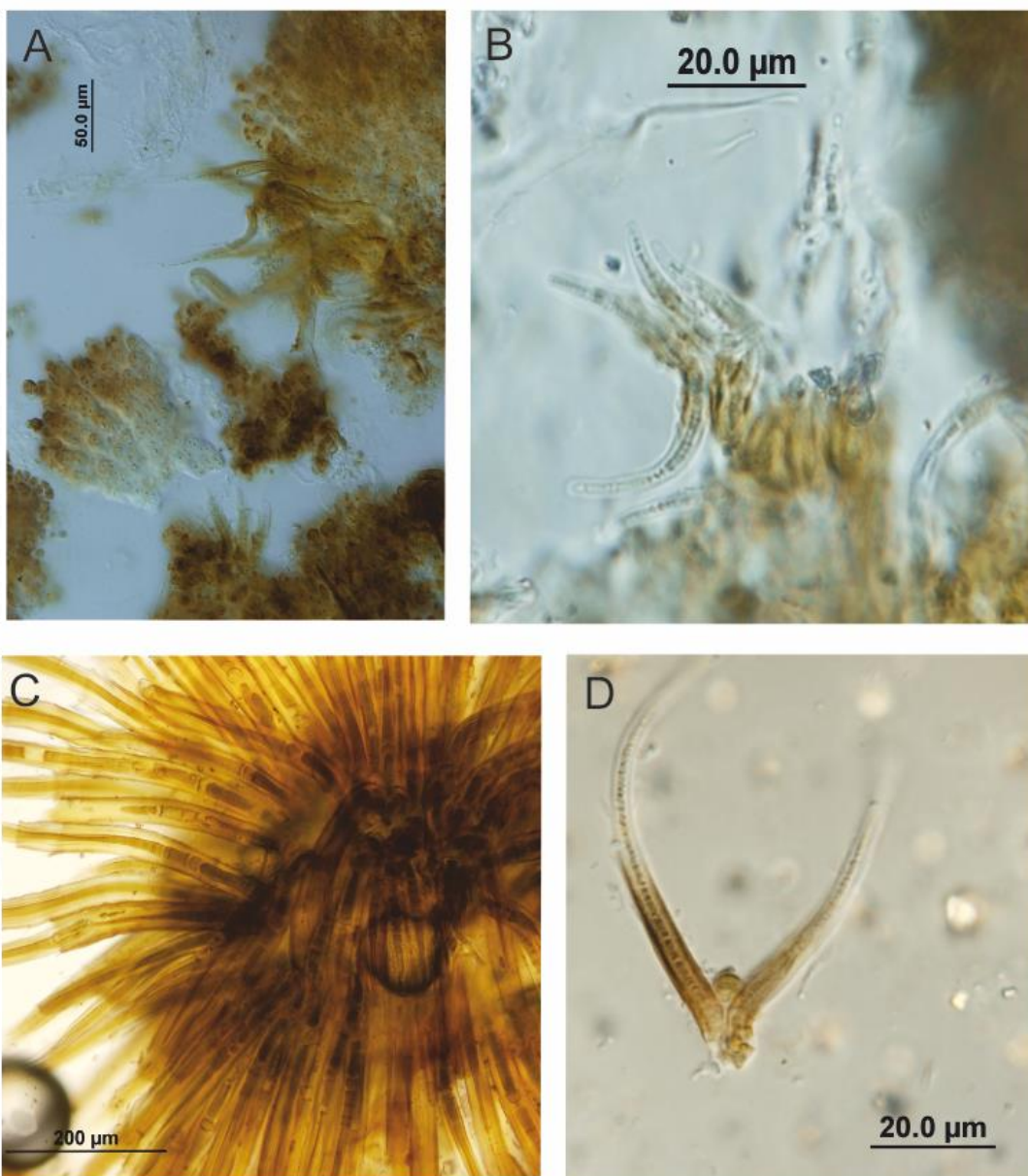
<http://maps.google.com>, 30.10. 2014

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>, 9.11. 2014

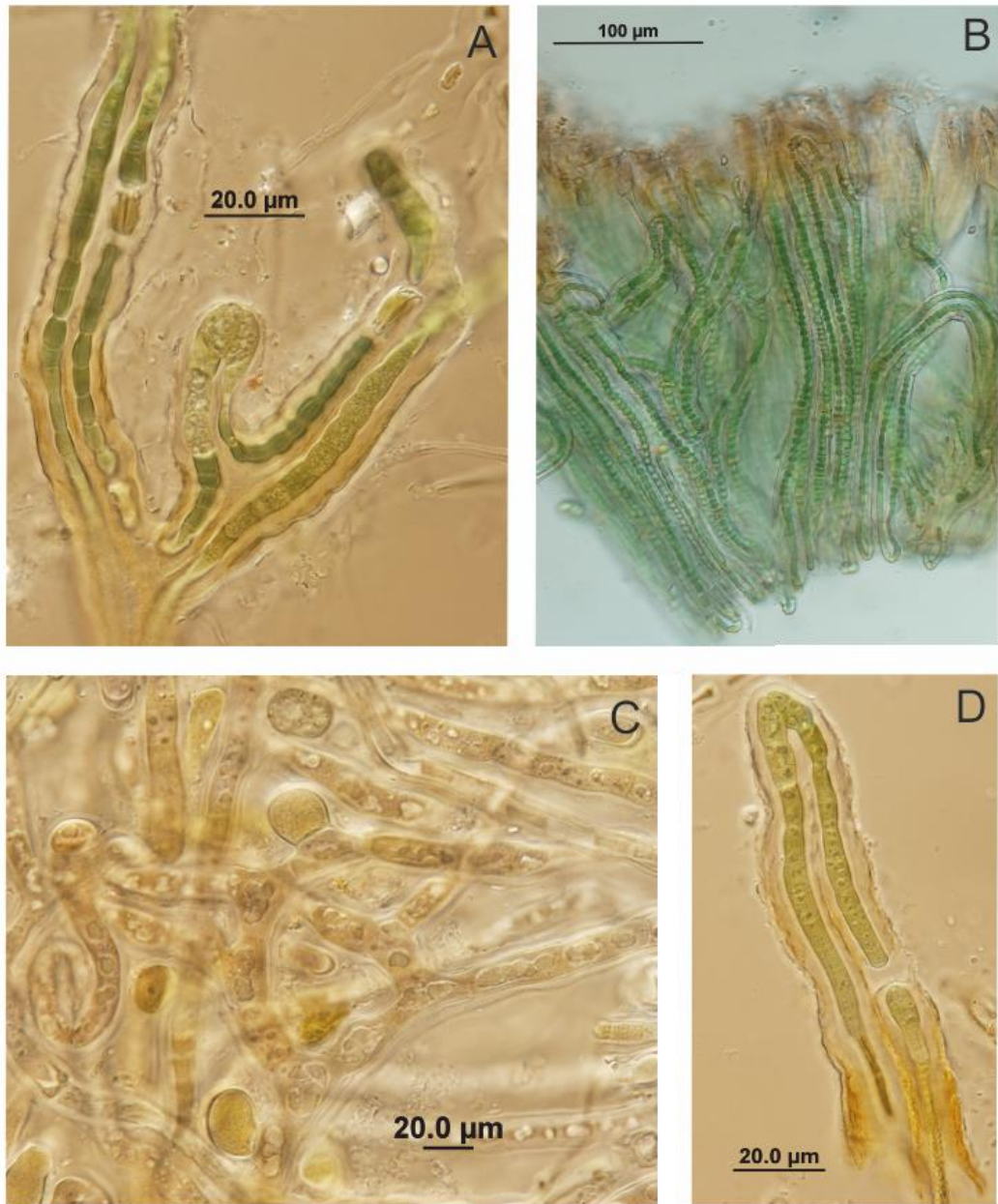
Příloha I



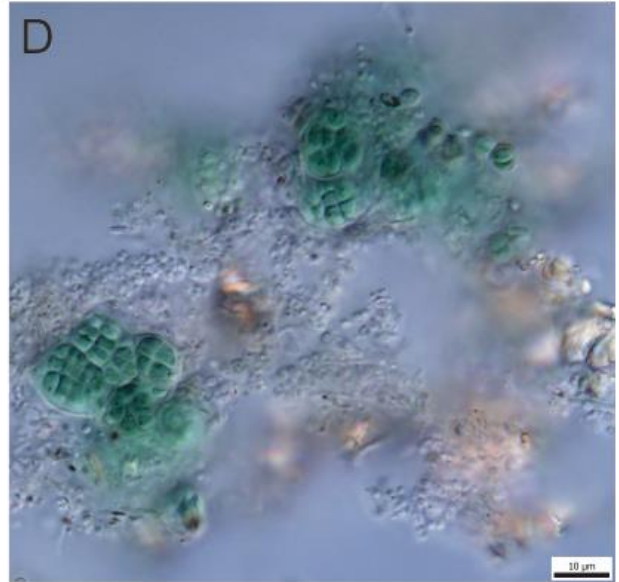
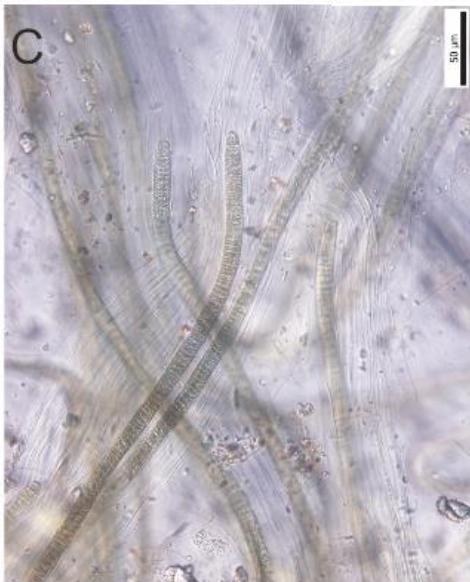
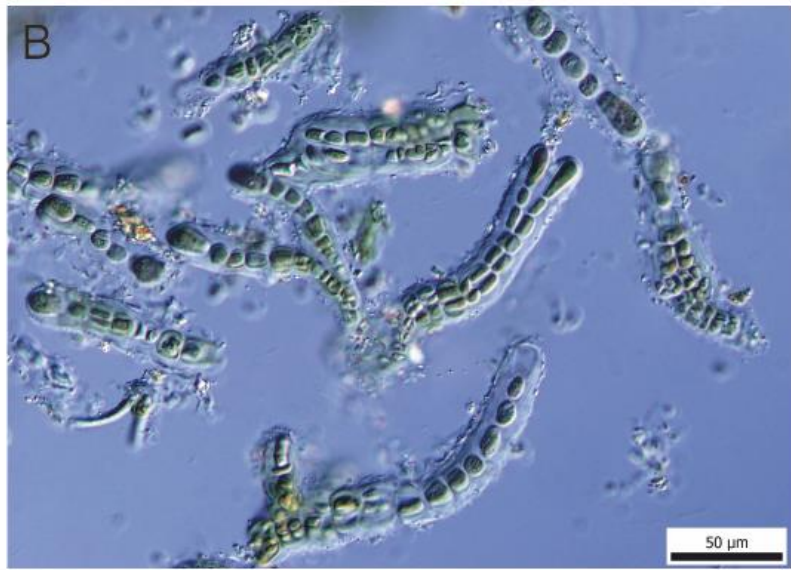
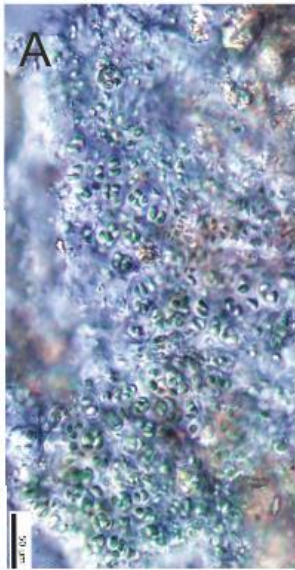
Obr. 9: A *Aphanocapsa concharum*, B *Entophysalis deusta*, C iničiální stádium *Solentia* sp., D *Podocapsa pedicellata*, E *Getlerinea* cf. *acuiforme* v kolonii *Rivularia bullata*, F *Nostoc* sp.



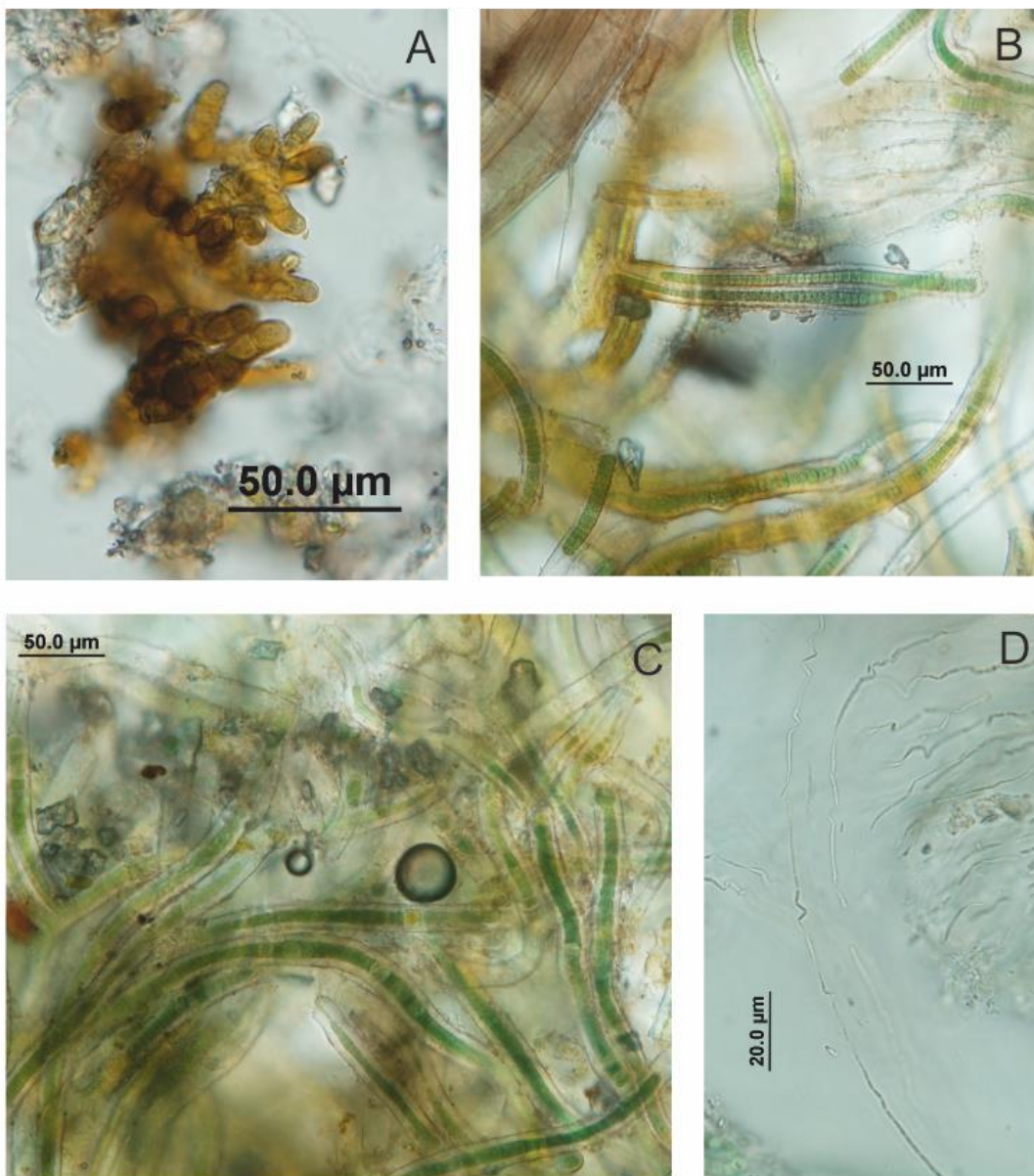
Obr. 10: A *Tapinothrix* sp. v kolonii *Entophysalis deusta*, B,D *Tapinothrix* sp., C *Scytonematopsis crustacea*



Obr. 11: A, B, D *Kyrtothrix dalmatica*, C *Mastigocoleus testarum*



Obr. 12: A *Chroococidiopsis fissurarum*, B *Hyella tenuior*, C *Oscillatoria nigro-viridis*, D *Cyanosarcina thallasia*



Obr. 13: A *Pleurocapsa brevissima*, B a C *Scytonema endolithicum*,
D *Getlerinama cf. acuiforme*

Příloha II

Tabulka II.: Seznam nalezených druhů.

<i>Aphanocapsa concharum</i> Hansgirg 1890
<i>Aphanothece marina</i> (Ercegovic) Komárek & Anagnostidis 1995
<i>Calothrix contrarenii</i> Bornet & Flahault 1886
<i>Calothrix scopulorum</i> Agardh ex Bornet & Flahault 1886
<i>Cyanosaccus atticus</i> Anagnostidis & Pantazidou 1988
<i>Cyanosarcina thalasia</i> Anagnostidis & Pantazidou 1991
<i>Cyanostylon</i> cf. <i>microcystoides</i> Geitler 1928
<i>Entophysalis deusta</i> (Meneghini) Drouet & Daily 1948
<i>Geitlerinema</i> cf. <i>acuiforme</i> (Skuja) Anagnostidis 2001
<i>Gloeocapsa salina</i> Hansgirg 1843
<i>Gloeocapsopsis crepidinum</i> (Thuret) Geitler ex Komárek 1993
<i>Gomontia polyrhiza</i> (Lagerheim) Bornet & Flahault 1888
<i>Hildenbrandia crouanii</i> Agardh 1851
<i>Hyella balani</i> Lehmann 1903
<i>Hyella caespitosa</i> Bornet & Flahault 1888
<i>Hyella dalmatica</i> Ercegovic 1932
<i>Hyella gigas</i> Lukas & Golubic 1983
<i>Hyella tenuior</i> Ercegovic 1932
<i>Chlorogloea tuberculosa</i> (Hansgirg) Wille 1902
<i>Chroococciopsis fissurarum</i> (Ercegovic) Komárek & Anagnostidis 1995
<i>Chroococcus spelaeus</i> Ercegovic 1925
<i>Kyrtuthrix dalmatica</i> Ercegovic 1929
<i>Leibleinia nordgardii</i> (Wille) Anagnostidis & Komárek 1988
<i>Mastigocoleus testarum</i> Lagerheim ex Bornet & Flahault 1886
<i>Nostoc</i> sp.
<i>Oscillatoria nigro-viridis</i> Thwaites ex Gomont 1892
<i>Pleurocapsa brevissima</i> (Ercegovic) Komárek & Anagnostidis 1995
<i>Pleurocapsa crepidinum</i> (Thuret) Ercegovic 1930
<i>Pleurocapsa hansgirgiana</i> f. <i>rosea</i> (Ercegovic) Komárek & Anagnostidis
<i>Podocapsa pedicellata</i> Ercegovic 1931
<i>Pseudocapsa dubia</i> Ercegovic 1925
<i>Rivularia bullata</i> Berkeley ex Bornet & Flahault 1886
<i>Rivularia mesenterica</i> Thuret ex Bornet & Flahault 1886
<i>Scytonema endolithicum</i> Ercegovic 1932
<i>Scytonematopsis crustacea</i> (Thuret ex Bornet & Flahault) Kováčik & Komárek 1988
<i>Schizothrix helva</i> Frémy 1938
<i>Solentia foveolarum</i> Ercegovic 1930
<i>Solentia intricata</i> Ercegovic 1927
<i>Solentia paulocellulare</i> (Ercegovic) LeCampion-Alsumard & Golubic ex Belyakova 1988
<i>Solentia</i> sp. <i>inic. stadium</i>
<i>Solentia stratosa</i> Ercegovic 1927
<i>Synechocystis pevalekii</i> Ercegovic 1925
<i>Tapinothrix</i> sp.
<i>Tryponema endolithicum</i> Ercegovic 1929

Tabulka III.: Druhy s možným výskytem v dostřikové zóně. (Tučně vyznačené druhy byly zaznamenány v této studii).

DRUH	VÝSKYT
<i>Adrianema adriaticum</i> (Ercegović) DeToni 1936	Chorvatsko
<i>Ammatoidea aegae</i> Anagnostidis & Pantazidou 1991	Egejské m.
<i>Ammatoidea murmanica</i> Petrov 1961	oblast Středozeří, Černé a Japonské m.
<i>Aphanocapsa concharum</i> Hansgirg 1890	Francie
<i>Aphanocapsa endolithica</i> var. <i>violascens</i> Ercegovic 1925	Jaderské m.
<i>Aphanocapsa le-jolisii</i> (Thuret) Frémy 1924	Jaderské m., Francie
<i>Aphanocapsa litoralis</i> var. <i>macrococca</i> Hansgirg 1892	Jaderské m.
<i>Aphanocapsa marina</i> Hansgirg 1892	Atlantik-Evropa, oblast Středozeří
<i>Aphanocapsa orae</i> (Kosinskaja) Komárek & Anagnostidis 1995	Atlantik, oblast Středozeří, Pacifik
<i>Aphanocapsa roberti-lamii</i> Frémy 1934	Jaderské m.
<i>Aphanothece castagnei</i> (Kützing) Rabenhorst 1865	Baltské m.
<i>Aphanothece karukerae</i> Lami 1938	Jaderské m.
<i>Aphanothece marina</i> (Ercegović) Komárek & Anagnostidis 1995	Jaderské m., Řecko
<i>Aphanothece protohydrae</i> Häyrén 1923	Baltské m.
<i>Arthrospira miniata</i> f. <i>acutissima</i> Umezaki 1961	Japonské m.
<i>Arthrospira miniata</i> Gomont 1892	oblast Středozeří, Atlantik, Japonské m.
<i>Aulosira marina</i> Weber van Bosse 1926	Indonésie
<i>Bacularia caerulescens</i> Borzi 1905	oblast Středozeří
<i>Blennothrix cantharidosma</i> (Gomont ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988	Atlantik
<i>Blennothrix cosmoides</i> (Gomont) Anagnostidis & Komárek	Indický oceán
<i>Blennothrix glutinosa</i> (Gomont ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 2001	oblast Středozeří, Atlantik (S. Amerika)
<i>Blennothrix lyngbyacea</i> (Kützing ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988	kosmopolitní rozšíření
<i>Blennothrix vermicularis</i> Kützing ex Anagnostidis & Komárek 1988	Jaderské m., Egejské m.
<i>Brachytrichia balani</i> Bornet & Flahault 1886	Atlantik, Pacifik
<i>Brachytrichia quoyi</i> Bornet et Flahault 1887	záp. Francie
<i>Calothrix clausa</i> Setchell et Gardner 1930	Guadeloupe
<i>Calothrix confervicola</i> Agardh ex Bornet et Flahault 1886	pravděpodobně kosmopolitní druh
<i>Calothrix contrarenii</i> (Zanardini) Bornet et Flahault 1886	Středozeří moře, Černé moře, s. Amerika, j. Afrika, Tanzanie, Indický oceán, N. Kaledonie, pacifické ostrovy
<i>Calothrix crustacea</i> Thuret sensu Frémy 1928	Francie
<i>Calothrix fasciculata</i> (Agardh) Bornet & Flahault 1886	Evropa a S. Amerika
<i>Calothrix foveolarum</i> Ercegović 1932	Chorvatsko
<i>Calothrix fusca</i> var. <i>marina</i> Ercegović 1932	Chorvatsko

DRUH	VÝSKYT
<i>Calothrix fusco-violacea</i> Couran ex Bornet et Flahault 1886	záp. Francie, Japonsko, sev. Amerika
<i>Calothrix chrysaloidea</i> An 1989	sev. Korea
<i>Calothrix litoralis</i> Anand 1937	Anglie
<i>Calothrix minuta</i> (Reinisch) DeToni 1907	Chorvatsko
<i>Calothrix parietina</i> Pitschman 1969	Jaderské moře
<i>Calothrix prolifera</i> Flahault ex Bornet et Flahault	Evropa, S. Amerika, Čína
<i>Calothrix pulvinata</i> C.Agardh ex Bornet et Flahault	pravděpodobně kosmopolitní druh
<i>Calothrix sancta</i> An 1989	sev. Korea
<i>Calothrix scopulorum</i> (Webervet Mohr) Agardth ex Bornet & Flahault 1886	pravděpodobně kosmopolitní druh
<i>Calothrix vivipara</i> Harvey ex Setchell & Gardner 1919	Norsko, S. Amerika
<i>Cyanosaccus aegus</i> Anagnostidis & Pantazidou 1985	oblast Středozeří, j. Afrika
<i>Cyanosaccus atticus</i> Anagnostidis & Pantazidou 1988	oblast Středozeří
<i>Cyanosarcina thalassia</i> Anagnostidis & Pantazidou 1991	Egejské m., Brazílie
<i>Dalmatella anomala</i> Ercegović 1932	Jaderské m.
<i>Dalmatella buaensis</i> Ercegović 1929	oblast Středozeří, Aldabra
<i>Dalmatella litoralis</i> Ercegović 1932	Jaderské m.
<i>Dalmatella polyformis</i> Ercegović 1932	oblast Středozeří
<i>Dalmatella violacea</i> Ercegović 1932	Jaderské m.
<i>Dichothrix eylathensis</i> Rayss & Dor 1963	Izrael
<i>Dichothrix olivacea</i> Bornet & Flahault 1886	Afrika
<i>Dichothrix penicillata</i> Zanardini ex Bornet et Flahault 1886	Argentina
<i>Dichothrix rupicola</i> Collins 1901	S. Amerika, Argentina
<i>Dichothrix seriata</i> Setchell & Gardner 1918	S. Amerika
<i>Entophysalis deusta</i> (Meneghini) Drouet & Daily 1948	oblast Středozeří
<i>Entophysalis granulosa</i> Kützing 1843	kosmopolitní rozšíření
<i>Entophysalis magnoliae</i> Farlow 1881	Atlantik-S. Amerika
<i>Entophysalis maior</i> Ercegović 1932	Jaderské m., Egejské m.
<i>Ercegovicia littoralis</i> (Ercegović) De Toni 1936	Jaderské m.
<i>Gardnerula corymbosa</i> (Harvey) DeToni 1936	Singapur, Filipíny, j. Japonsko, ostrovy Tonga, Hawajské o., Perský záliv, Karibské o., USA, Bahamské o.
<i>Gardnerula fasciculata</i> Tseng & Hua 1982	Čína
<i>Gardnerula jensenii</i> (Weber van Bosse) Tseng & Hua 1982	Indonésie, j. Pacifik
<i>Gardnerula spongiosa</i> (Zanardini) Tseng & Hua 1982	Singapur
<i>Gleotheca rhodochlamys</i> Skuja 1949	Brazílie
<i>Gloeocapsa deusta</i> (Meneghini) Kützing 1849	Jaderské m.
<i>Gloeocapsa salina</i> Hansgirg 1893	oblast Středozeří
<i>Gloeocapsopsis crepidinum</i> (Thuret) Geitler ex Komárek 1993	pravděpodobně kosmopolitní druh
<i>Herpyzonema intermedium</i> Weber van Bosse 1913	Filipíny, Halmaherské m.
<i>Herpyzonema rupicola</i> Weber van Bosse 1914	Indonésie- Malajsie
<i>Homoeothrix rubra</i> Crouan & Crouan ex Kirchner 1898	Atlantik
<i>Hormathonema epilithicum</i> Ercegović 1932	oblast Středozeří, Indický oceán

DRUH	VÝSKYT
<i>Hormathonema longicelulare</i> Ercegović 1932	Jaderské m., Egejské m., Ellice i.
<i>Hormathonema luteo-brunneum</i> Ercegović 1930	oblast Středozeší, Austr., Florida, Bahamy
<i>Hormathonema violaceo-nigrum</i> Ercegović 1930	Jaderské m., Egejské m., Florida
<i>Hormothamnion enteromorphoides</i> Grunow ex Bornet	Karibské m.
<i>Hormathonema sphaericum</i> Ercegović 1932	Jaderské m., Egejské m.
<i>Hydrocoleum floccosum</i> Gomont 1892	oblast Středozeší, Indický oceán
<i>Hydrocoleum confluens</i> (Setchell & Gardner) Drouet	Atlantik (S. Amerika, j. Afrika)
<i>Hyella balani</i> Lehmann 1903	kosmopolitní rozšíření
<i>Hyella caespitosa</i> Bornet & Flahault 1888	kosmopolitní rozšíření
<i>Hyella dalmatica</i> Ercegović 1932	oblast Středozeší
<i>Hyella gigas</i> Lukas & Golubic 1983	oblast Středozeší, Bahamy
<i>Hyella pyxis</i> Lukas & Hoffman 1984	Egejské m., Florida, Bahamy
<i>Hyella tenuior</i> Ercegović 1932	oblast Středozeší, Atlantik, Indický oceán
<i>Chlorogloea tuberculosa</i> (Hansgirg) Wille 1900	Jaderské m. Helénské m., Pacifik
<i>Chroococidiopsis fissurarum</i> (Ercegović) Komárek	oblast Středozeší
<i>Chroococcus ercegovicii</i> Komárek & Anagnostidis	Jaderské m.
<i>Chroococcus submarinus</i> (Hansgirg) Kováčik 1988	Jaderské m., Atlantik-S. Amerika
<i>Chroococcus lithophilus</i> Ercegović 1925	Jaderské m.
<i>Chroococcus smaragdinus</i> Hauck 1888	Jaderské m.
<i>Chroococcus spelaeus</i> Ercegović 1925	Jaderské m.
<i>Jaaginema cavanillesianum</i> (González Guerrero)	oblast Středozeší
<i>Komvophoron halobium</i> Anagnostidis 2001	Egejské m., Severní m.
<i>Kyrtuthrix dalmatica</i> Ercegović 1929	Chorvatsko, Francie, Řecko, Itálie
<i>Kyrtuthrix maculans</i> (Gomont) Umezaki 1958	Atlantik, Pacifik
<i>Leiblenia agardhii</i> Crouan ex Anagnostidis & Komárek	Atlantik, oblast Středozeší
<i>Leiblenia nordgaardii</i> (Wille) Anagnostidis	oblast Středozeší, Japonské m.
<i>Leptochaete marina</i> Hansgirg in Foslie 1890	Jaderské m., Atlantik
<i>Leptolyngbya ectocarpi</i> (Gomont) Anagnostidis &	oblast Středozeší, Severní m., Rudé m.,
<i>Leptolyngbya fragilis</i> (Gomont) Anagnostidis &	kosmopolitní rozšíření
<i>Leptolyngbya hendersonii</i> (Howe) Anagnostidis &	kosmopolitní rozšíření
<i>Leptolyngbya jadertina</i> (Kützing ex Hansgirg)	Jaderské m.
<i>Leptolyngbya membraniporae</i> (Lindstedt) Anagnostidis	Severní m.
<i>Leptolyngbya minuta</i> (Lindstedt) Anagnostidis et	oblast Středozeší, Severní m.
<i>Leptolyngbya norvegica</i> (Gomont) Anagnostidis &	Atlantik, Egejské m.
<i>Leptolyngbya saxicola</i> (Gardner) Anagnostidis 2001	Egejské m., Karibské m.
<i>Leptolyngbya terebrans</i> (Bornet & Flahault ex Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988	kosmopolitní rozšíření
<i>Leptolyngbya wessii</i> (Drouet) Anagnostidis 2001	Atlantik
<i>Limnothrix</i> sp.	j. Afrika
<i>Lithocapsa fasciculata</i> Ercegović 1925	Jaderské m.
<i>Lithococcus ramosus</i> Ercegović 1925	Jaderské m.
<i>Lithonema adriaticum</i> Ercegović 1929	Jaderské m.

DRUH	VÝSKYT
<i>Lyngbya adriae</i> Ercegović 1957	Jaderské m.
<i>Lyngbya aestuarii</i> Gomont 1892	kosmopolit
<i>Lyngbya arenaria</i> (Agardh ex Gomont) Hansgirg 1893	Jaderské m.
<i>Lyngbya confervoides</i> (Kützing) Elenkin 1949	oblast Středozeší, Atlantik
<i>Lyngbya gracilis</i> Rabenhorst ex Gomont 1892	Atlantik
<i>Lyngbya lithophila</i> Ercegovic 1932	Jaderské m.
<i>Lyngbya longeranticulata</i> Hansgirg ex Hansgirg 1892	Jaderské m.
<i>Lyngbya lutea</i> Gomont ex Gomont 1892	kosmopolitní rozšíření
<i>Lyngbya majuscula</i> Harvey ex Gomont 1892	kosmopolitní rozšíření
<i>Lyngbya margaritacea</i> Kützing ex Gomont 1892	oblast Středozeší
<i>Lyngbya minuta</i> Hansgirg 1890	Jaderské m.
<i>Lyngbya semiplena</i> Agardh ex Gomont 1892	oblast Středozeší, Atlantik
<i>Mastigocoleus testarum</i> Lagerheim ex Bornet & Flahault 1887	kosmopolitní rozšíření
<i>Merismopedia affixa</i> Richter 1895	Baltské m., Indický oceán
<i>Merismopedia gardneri</i> (Collins) Setchell in Gardner 1906	Pacifik-S. Amerika
<i>Merismopedia litoralis</i> (Oersted) Rabenhorst 1865	oblast Středozeší, Černé a Sev. m.
<i>Merismopedia meditteranea</i> Nägeli 1849	oblast Středozeší
<i>Merismopedia warmingiana</i> Lagerheim 1883	Severní m.
<i>Microcoleus acutirostris</i> Gomont 1892	Atlantik
<i>Microcoleus confluens</i> Setchell & N.L.Gardner 1918	Pacifik (S. Amerika)
<i>Microcoleus hospita</i> f. <i>eepilithicus</i> Ercegović 1925	Jaderské m.
<i>Microcoleus chthonoplastes</i> Thuret ex Gomont 1892	kosmopolitní rozšíření
<i>Microcoleus weeksii</i> Setchell et Gardner in Gardner 1918	Pacifik
<i>Microcrocis sabulicola</i> (Lagerheim) Geitler 1942	Baltské m.
<i>Microchaete vitiensis</i> Askenasy ex Bornet & Flahault 1887	Fidži, Pacifik
<i>Myxosarcina gloeocapsoides</i> (Setchell & Gardner) Komárek & Anagnostidis 1995	Jaderské m.
<i>Oscillatoria bennenmaisonii</i> Crouan ex Gomont 1892	kosmopolitní rozšíření
<i>Oscillatoria corallinae</i> (Kützing) ex Gomont 1892	oblast Středozeší, Černé m., Perský záliv
<i>Oscillatoria funiformis</i> (Vouk) Komárek in Anagnostidis 2001	oblast Středozeší, Černé m., Perský záliv
<i>Oscillatoria helperiana</i> Corda 1836	Jaderské m.
<i>Oscillatoria littoralis</i> Mertens in Corda 1836	Jaderské, Severní m., Baltské m.
<i>Oscillatoria margaritifera</i> Kützing ex Gomont 1892	kosmopolitní rozšíření
<i>Oscillatoria maricola</i> Gardner 1932	Karibské m.
<i>Oscillatoria nigro-viridis</i> (Thwaites in Harvey) Thwaites ex Gomont 1892	oblast Středozeší
<i>Oscillatoria pulchra</i> (Thwaites in Harvey) Thwaites ex Gomont 1892	Severní moře
<i>Oscillatoria salina</i> var. <i>boetica</i> González Guerrero 1946	Španělsko-oblast Středozeší
<i>Oscillatoria subviolacea</i> Crouan ex Forti 1907	Atlantik (Francie)

DRUH	VÝSKYT
<i>Phormidium corallinae</i> (Gomont ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988	kosmopolitní rozšíření
<i>Phormidium endolithicum</i> Ercegović 1932	Jaderské m.
<i>Phormidium gracile</i> Lindstedt 1943	oblast Středozeří, Karibské m., Japonské m., Severní m.
<i>Phormidium holdenii</i> (Forti) Anagnostidis 2001	Atlantik, Pacifik, Černé m.
<i>Phormidium laetevirens</i> Couran ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988	Atlantik, Indický oceán
<i>Phormidium litorale</i> Golubic 1960	Jaderské m.
<i>Phormidium monile</i> Setchell & Gardner 1930	Karibské m.
<i>Phormidium penicillatum</i> Gomont 1893	Japonské m., Indický oceán
<i>Phormidium roseum</i> (Crouan ex Gomont) Anagnostidis 2001	Atlantik
<i>Phormidium salinarum</i> (Collins) Anagnostidis & Komárek 1988	Porto Riko
<i>Phormidium submembranaceum</i> (Ardissonne & Strafforello 1877) ex Gomont 1872	Atlantik, Pacifik
<i>Phormidium subuliforme</i> (Kützing ex Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988	Egejské m., Atlantik
<i>Phormidium tenue</i> Gomont 1892	Atlantik
<i>Placoma gloeocapsoides</i> Gomont 1892	oblast Středozeří, Atlantik
<i>Plectonema battersii</i> Gomont 1899	Egej a Černé m., Karibské m.
<i>Plectonema calotrichoides</i> Gomont 1899	oblast Středozeří
<i>Plectonema corynoideum</i> Beljakova 1989	Beringovo m.
<i>Plectonema golenkinianum</i> Gomont 1899	Atlantik (S. Amerika)
<i>Plectonema norvegicum</i> Gomont 1899	Atlantik
<i>Pleurocapsa brevissima</i> (Ercegović) Komárek et Anagnostidis 1995	oblast Středozeří
<i>Pleurocapsa crepidinum</i> Collins 1901	sev. Amerika
<i>Pleurocapsa fuliginosa</i> Hauck 1885	Egejské m., Baltské m., Černé m.,
<i>Pleurocapsa hansgirgiana</i> (Ercegović) Komárek et Anagnostidis 1995	oblast Středozeří
<i>Pleurocapsa minuta</i> Geitler 1932	oblast Středozeří, Baltské m., Japonské
<i>Pleurocapsa mucosa</i> (Ercegović) Komárek et Anagnostidis 1995	Jaderské m., Egejské m.
<i>Podocapsa pedicellata</i> Ercegović 1931	oblast Středozeří
<i>Polythrix cymbosa</i> Grunow ex Bornet & Flahault 1886	Atlantik
<i>Porphyrosiphon luteus</i> (Gomont ex Gomont) Anagnostidis et Komárek 1988	oblast Středozeří, Baltské m., Atlantik
<i>Pseudanabaena</i> sp.	Atlantik
<i>Pseudocapsa dubia</i> Ercegović 1925	oblast Středozeří, Severní m.
<i>Pseudophormidium golenkinianum</i> (Gomont) Anagnostidis 2001	oblast Středozeří, Baltské m.
<i>Pseudoscytonema endolithicum</i> (Ercegović) Anagnostidis 2001	Jaderské m.

DRUH	VÝSKYT
<i>Rivularia arta</i> Roth ex Bornet & Flahault 1886	tropická a subtropická oblast
<i>Rivularia australis</i> Harvey ex Bornet & Flahault 1886	Austrálie, Anglie a Francie pobřeží Atlantiku
<i>Rivularia bornetiana</i> Setchell 1895	S. Amerika, Argentina
<i>Rivularia bullata</i> (Poiret) Berkeley ex Bornet & Flahault	tropická a subtropická oblast
<i>Rivularia litorea</i> An 1989	S. Korea
<i>Rivularia mamillata</i> Setchell & Gardner 1918	Pacifik
<i>Rivularia mesenterica</i> (Kützing) Thuret ex Bornet & Flahault	Středozevní moře, ostrovy St. Peter Port, St. Helier, j. Anglie
<i>Rivularia nitida</i> Agardh ex Bornet & Flahault 1886	pravděpodobně kosmopolitní druh
<i>Rivularia polyotis</i> (Aharth) Bornet & Flahault 1886	Evropa, Japonsko, J. Amerika
<i>Scytonema conchophilum</i> Humprey in Collins 1901	Středozevní moře, Jamajka
<i>Scytonema endolithicum</i> Ercegović 1932	Chorvatsko
<i>Scytonema keiense</i> Weber van Bosse 1926	Indonésie
<i>Scytonema seagriefianum</i> Welsh 1965	j. Afrika
<i>Scytonema siculum</i> Borzi ex Bornet & Flahault 1887	Itálie, Brazílie, Filipíny
<i>Scytonematopsis crustacea</i> (Thuret ex Bornet & Flaut) Kováčik & Komárek 1988	tropická oblast, obl. Středozeví
<i>Scytonematopsis fuliginosa</i> (Tilden) Copeland 1936	Hawajské ostrovy
<i>Scytonematopsis pilosa</i> (Harvey ex Bornet & Flahault) Umezaki & Watanabe 1994	Antily, centrální Amerika, Brazílie, Japonsko, Filipíny, j. Afrika
<i>Schizothrix constricta</i> Copeland 1936	Pacifik
<i>Schizothrix coriacea</i> var. <i>endolithica</i> Kützing ex Gomont 1892	Jaderské m.
<i>Schizothrix cresswellii</i> Harvey ex Gomont 1892	Atlantik
<i>Schizothrix gebeleinii</i> Golubic & Browne 1996	Mexický záliv
<i>Schizothrix gracilis</i> Golubic 1973	kosmopolitní rozšíření
<i>Schizothrix hancockii</i> Drouet 1936	Mexiko
<i>Schizothrix helva</i> Frémy 1939	oblast Středozeví, Karibské m.
<i>Schizothrix minuta</i> (Hansgirg) Forti in de Toni 1907	Jaderské m.
<i>Schizothrix nasri</i> Frémy in Frémy & Nasr 1938	Rudé moře
<i>Schizothrix septentrionalis</i> Gomont 1899	Atlantik
<i>Schizothrix splendida</i> Golubic 1973	kosmopolit
<i>Sirocoleum guyanense</i> Kützing ex Gomont 1892	Karibské m.
<i>Solentia achromatica</i> Ercegović 1932	Jaderské m., Egejské m.
<i>Solentia foveolarum</i> Ercegović 1930	oblast Středozeví, Rudé m., Atlantik
<i>Solentia intricata</i> Ercegović 1927	Jaderské m.
<i>Solentia paulocelulare</i> (Ercegović) LeCampion-Alsumard & Golubic 1985	oblast Středozeví, Japonské m.
<i>Solentia sanguinea</i> Golubic 1996	Arabský záliv
<i>Solentia stratosa</i> Ercegović 1927	Jaderské m., Egejské m.
<i>Spirulina adriatica</i> Hansgirg 1890	Jaderské m., Černé m.

DRUH	VÝSKYT
<i>Spirulina attenuata</i> Umezaki 1952	Japonské m.
<i>Spirulina cavanillesiana</i> González & Guerrero 1945	Španělsko-oblast Středozeří
<i>Spirulina menghiniana</i> Zanardini ex Gomont 1892	kosmopolitní rozšíření
<i>Spirulina miniata</i> Hauck 1878	Atlantik
<i>Spirulina rosea</i> Crouan ex Gomont 1892	Atlantik
<i>Spirulina subsalsa</i> Oersted ex Gomont 1892	kosmopolitní rozšíření
<i>Spirulina versicolor</i> Cohn ex Gomont 1892	Jaderské m., Egejské m., Baltské m., Atlantik
<i>Staniera sublitoralis</i> (Lindstedt) Anagnostidis & Pantazidou 1991	Baltské m., Egejské m.
<i>Symploca aeruginosa</i> Setchell & Gardner in Gardner 1918	Beringovo m.
<i>Symploca atlantica</i> Gomont 1892	Atlantik
<i>Symploca endolithica</i> Beliakova 1989	Beringovo m.
<i>Symploca hydroides</i> Kützing ex Gomont 1892	kosmopolit
<i>Symploca laete-viridis</i> Gomont 1892	Mexický záliv
<i>Synechococcus salinarium</i> Komárek 1956	Egejské m.
<i>Synechocystis primigenia</i> Gardner 1927	Porto Riko
<i>Synechocystis pevalekii</i> Ercegović 1925	Jaderské m.
<i>Tildenia fuliginosa</i> Kossinskaja 1926	Hawai
<i>Trichocoleus sanctae-crucis</i> (Frémy) Anagnostidis 2001	Atlantik, Japonské m.
<i>Trichocoleus polythrix</i> (Forti) Anagnostidis 2001	Atlantik, Japonské m.
<i>Trichocoleus tenerrimus</i> (Gomont) Anagnostidis 2001	kosmopolitní rozšíření
<i>Trichormus subtropicus</i> (Gardner) Komárek & Anagnostidis 1989	j. Afrika
<i>Trypanema endolithicum</i> Ercegović 1929	Jaderské m.
<i>Voukiella rupestris</i> Ercegović 1925	Jaderské m.
<i>Yonedaella litophila</i> (Ercegović) Umezaki 1962	Jaderské m., Egejské m., Černé m., Atlantik, Pacifik

Příloha III