

JACEK SICIŃSKI, KRZYSZTOF PABIS

*Zakład Biologii Polarnej i Oceanobiologii  
Uniwersytet Łódzki  
E-mail: sicinski@biol.uni.lodz.pld*

## ZOOBENTOS ZATOKI ADMIRALICJI

### WSTĘP

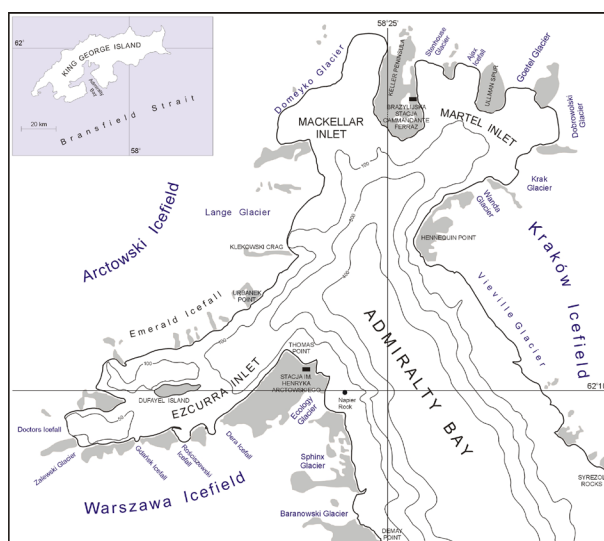
Bentos to ogół organizmów związanych z dnem zbiorników wodnych: strumieni, rzek, jezior oraz mórz i oceanów. Zoobentos, inaczej fauna denna, to zwierzęcy komponent tego zespołu, obejmujący przede wszystkim różnorodne zgrupowania bezkręgowców i niekiedy ryb. Znacząco większa część bogactwa gatunkowego całej morskiej fauny przypada na zoobentos, formację tworzącą nierzadko bardzo złożone i bogate biocenozy. Różnorodność form, sposobów rozrodu, złożoność cykli życiowych, w tym różnorodność form larwalnych bentosowych bezkręgowców, oraz złożoność sieci troficznych, wynikająca z dużej różnorodności sposobów zdobywania pokarmu, sprawiają, że zoobentos jest w najwyższym stopniu interesującym obiektem obserwacji i naukowych dociekań.

Wielkość morskich niekolonijnych zwierząt bentosowych waha się od dziesiątków mikrometrów [np. brzuchorzęski (*Gastrotricha*), ryjkogłowy (*Kinorhyncha*) oraz liczne gatunki nicieni (*Nematoda*), wieloszczety (*Polychaeta*) i skorupiaki (*Crustacea*)] po olbrzymie, kilkudziesięciocentymetrowe (niektóre nawet kilkumetrowe) gąbki (*Porifera*), wieloszczety, skorupiaki, małże (*Bivalvia*), głowonogi (*Cephalopoda*), rozgwiazdy (*Asteroidea*) oraz strzykwki (*Holothuroidea*) i zachwy (*Ascidacea*). Duża rozpiętość rozmiarów zwierząt bentosowych wymusza ich podział na kategorie wielkości i odrębne, stosowne do każdej z nich, podejście metodyczne. Zwierzęta, których rozmiary przekraczają 2 cm określa się mianem megafauny (megabentosu), a grupa o wymiarach zawie-

rających się w granicach od 0,5 mm do 2 cm to makrofauna (makrobentos). Zwierzęta najmniejsze, o wymiarach poniżej 0,5 mm tworzą kategorię mejofauny (mejobentosu) (PINKERTON i współaut. 2010). Treści zawarte w niniejszym artykule odnoszą się do makro- i megabentosu traktowanych łącznie. Wynika to z używanych przez ostatnie 35 lat metod zbierania zwierząt z dna morskiego Zatoki Admiralicji (chwytnice dna, czerpacze osadów dennych, dragi, włoki denne, pułapki oraz połowy prowadzone w płytszym sublitoralu przez nurków) oraz ze sposobu wybierania zwierząt z osadu (do wyplukiwania osadu z próby stosowano sita o średnicy oczek 0,5 mm). Treść artykułu nie dotyczy natomiast mejobentosu.

W historii badań antarktycznej fauny dennej zaznaczyły się dwa główne jej nurty. Najstarszy, realizowany od pierwszej połowy XIX w., to taksonomiczne studia nad różnymi grupami antarktycznych bezkręgowców. Ich spektakularnym podsumowaniem jest m. in. synteza CLARKE i JOHNSTON (2003) oraz taksonomiczna baza RAMS (ang. Register of Antarctic Marine Species; [www.scar.marbin.be](http://www.scar.marbin.be)) (DE BROYER i DANIS 2011).

Drugi nurt, studia ekologiczne, których celem były próby wyjaśniania struktury, organizacji i funkcjonowania biocenoz dna, jest zjawiskiem późniejszym. W ostatnich latach zaowocował on próbą m. in. klasyfikacji szelfowych zespołów antarktycznego makrozoobentosu na podstawie ekologicznych właściwości zgrupowań (GUTT 2007). Polski czytelnik może odnaleźć przegląd zagadnień

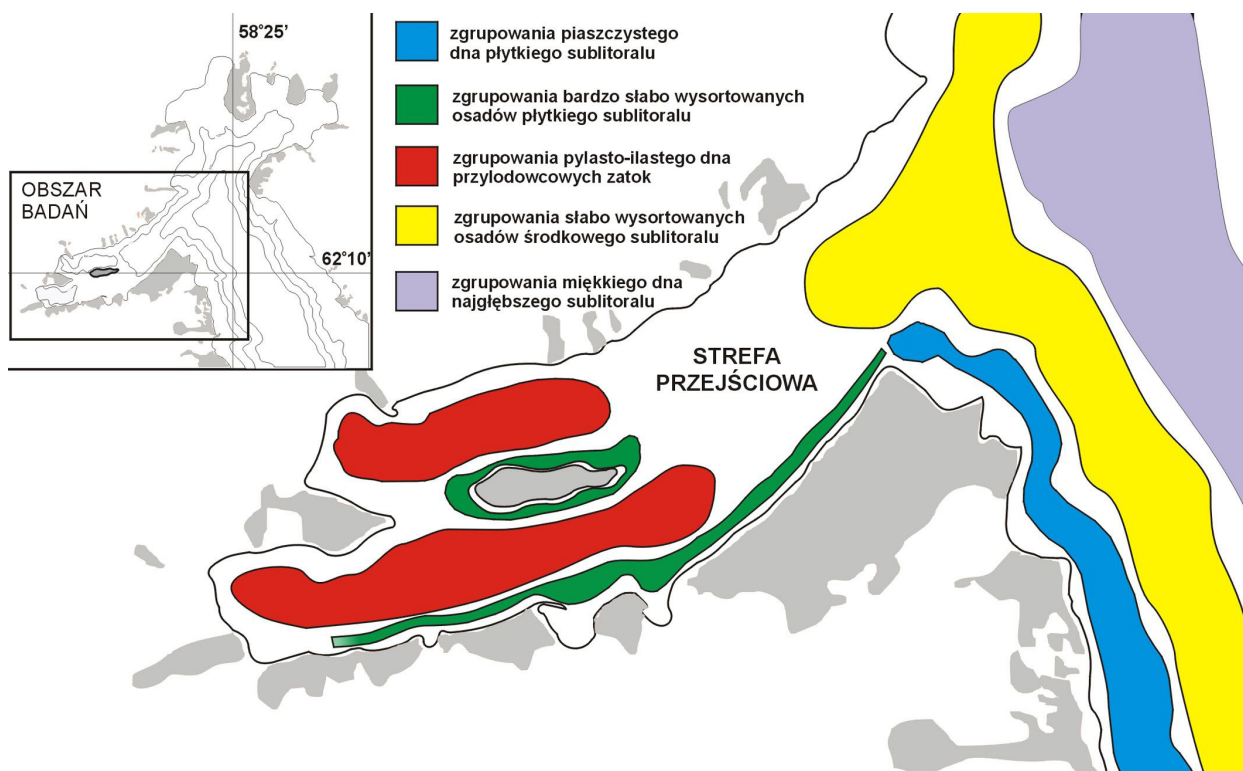


Ryc. 1. Zatoka Admiralicji.

związanych z pochodzeniem i ewolucją fauny dennej Oceanu Południowego w pracy JAŹDŹEWSKIEGO i SICIŃSKIEGO (1998). Natomiast omówienie problematyki związanej z wpływem lodowców i lodu na polarne siedliska bentosowe znajduje się w artykule PABISA (2011).

W lutym 1977 r. otwarta została Polska Stacja Antarktyczna PAN im. H. Arctowskie-

go nad Zatoką Admiralicji (Ryc. 1). Wtedy też zapoczątkowane zostały, trwające do dziś, intensywne studia nad jej fauną denną (m.in. JAŹDŹEWSKI i współaut. 1986, 1991b; JAŹDŹEWSKI i SICIŃSKI 1993). Bogate rezultaty tych badań dotyczą wieloszczetów (SICIŃSKI 1998, 2004; PABIS i SICIŃSKI 2010a, b), małżoraczków (MAJEWSKI i OLEMPKA 2005, BŁAŻEWICZ i PARKER 1997), skorupiaków obunogich (JAŹDŹEWSKI 1992, 1993, 2011; JAŹDŹEWSKI i współaut. 1991a, b, 2001a, b), kleszczug i pośródków (BŁAŻEWICZ i JAŹDŹEWSKI 1996, BŁAŻEWICZ-PASZKOWYCZ i JAŹDŹEWSKI 2000, PABIS i BŁAŻEWICZ-PASZKOWYCZ 2011), kikutnic (BAMBER 2011), mszywiolów (Hara, Presler, Siciński dane niepublikowane) oraz szkarłupni (PRESLER 1993, PRESLER i FIGIELSKA 1997, O'LOUGHLIN i współaut. 2013). Informacje o bogactwie gatunkowym bentosu tego akwenu zostały ostatnio zebrane w bazie danych ABBED (ang. Admiralty Bay Benthos Diversity Database; [www.abbed.uni.lodz.pl](http://www.abbed.uni.lodz.pl)) zawierającej listę ponad 1300 gatunków organizmów bentosowych: okrzemek (157 gatunków), otwornic (140 gat.), makroskopowych glonów (54 gat.) oraz bezkręgowców i demersalnych ryb (920 gat., tj. ponad 70% opisanego z Zatoki Admiralicji bogactwa gatun-



Ryc. 2. Zgrupowania zoobentosu Zatoki Admiralicji na tle zróżnicowania pokrywy osadowej dna.

kowego bentosu). Pod względem bogactwa gatunkowego bentosu Zatoka Admiralicji jest jednym z najlepiej poznanych antarktycznych akwenów (SICIŃSKI i współaut. 2011).

Przedstawiony w niniejszym artykule obraz zoobentosu Zatoki Admiralicji powstał na podstawie badań części obszaru Zatoki obejmującej jej basen centralny oraz Ezcurra Inlet (Ryc. 2).

## RÓŻNORODNOŚĆ I OBFITOŚĆ ZOOBENTOSU ZATOKI ADMIRALICJI

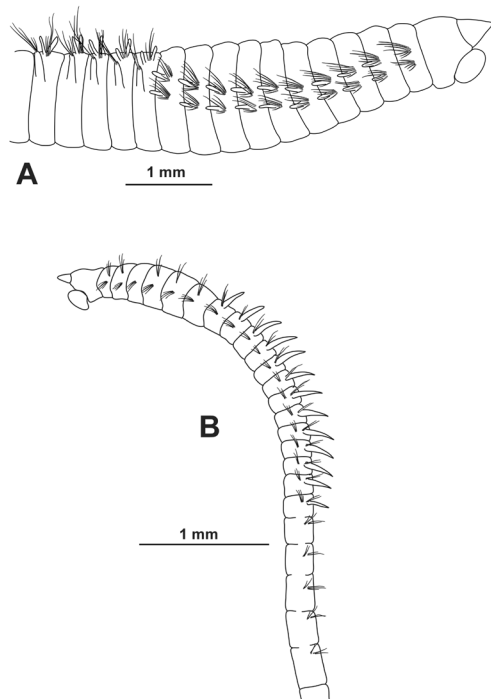
### BOGACTWO GATUNKOWE

Lista bentosowych gatunków zwierząt Zatoki Admiralicji obejmuje niemal 920 gatunków bezkręgowców i ryb zidentyfikowanych w ciągu ponad trzydziestu lat badań miękkiego dna i twardego podłoża akwenu, od strefy litoralu po największe, 530-metrowe głębokości szelfu. Najbogatszymi w gatunki grupami są wieloszczety (162 gatunki), skorupiaki obunogie (172 gat.) i równonogie (55 gat.), otwornice (135 gat.), mszywioly (67 gat.) i ślimaki (48 gat.) (SICIŃSKI i współaut. 2011). Stuletnia już tradycja badań wieloszczetów (GRAVIER 1911) i obunogów (CHEVREUX 1913) Zatoki Admiralicji sprawia, że obecnie są one tutaj jednymi z najlepiej poznanych grup makrozoobentosu. Bogactwo gatunkowe wieloszczetów i obunogów skorupiaków Zatoki Admiralicji przekracza 30% antarktycznego bogactwa każdej z tych

grup. Bogactwo gatunkowe całego omawianego tu zespołu zwierząt zatoki stanowi natomiast około 16% liczby wszystkich znanych nauce przedstawicieli antarktycznego zoobentosu ocenianej przez DE BROYERA i DANISA (2011) na około 5800. Natomiast całkowite bogactwo tego zespołu szelfu Oceanu Południowego jest szacowane przez GUTTA i współaut. (2004) na 11000–17000 gatunków. Lista gatunków makrozoobentosu Zatoki Admiralicji daleka jest od kompletności. Niektóre grupy nie doczekały się jeszcze szczegółowych analiz, bogactwo gatunkowe innych (małże, małżoraczki, równonogi, rozgwiazdy, wężowidła) jest, jak się wydaje, rozpoznane w 20–30% (SICIŃSKI i współaut. 2011).

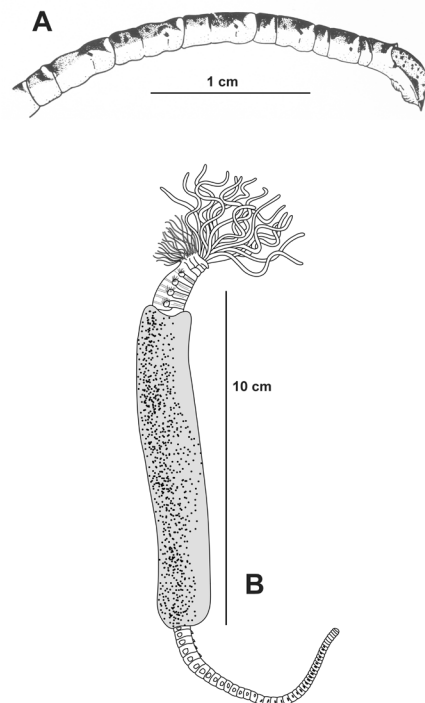
### LICZEBNOŚĆ I BIOMASA

Średnie zagęszczenie zoobentosu miękkich osadów Zatoki wynosi 6500 osob-



Ryc. 3. Pospolite i jedne z najliczniej łowionych wieloszczetów Zatoki Admiralicji.

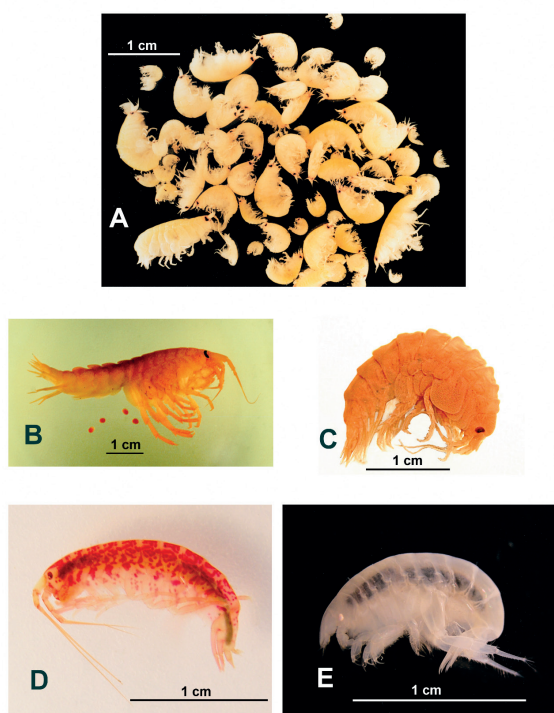
A. *Leitoscoloplos kerguelensis* (przód ciała), B. *Levinsonia gracilis* (przód ciała).



Ryc. 4. Wieloszczety – dominanty biomasy zoobentosu Zatoki Admiralicji.

A. *Maldane sarsi antarctica* (przód ciała); B. *Amphitrite kerguelensis* z fragmentem rurki małwej.



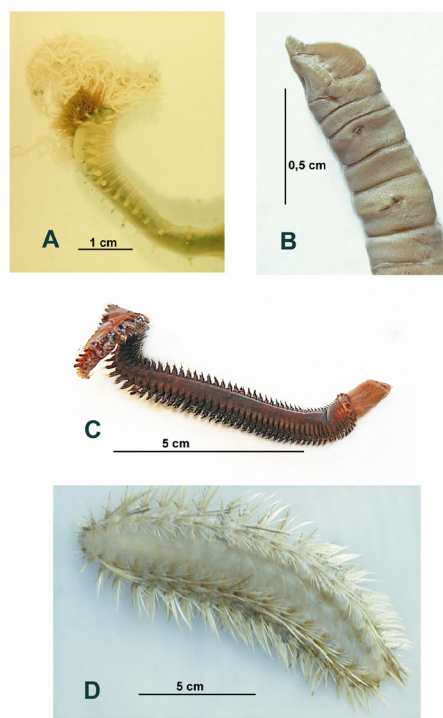


Ryc. 5. Obunogi z Zatoki Admiralicji.

A. *Cheirimedon femoratus*, występujący w płytkim sublitoralu zatoki w zagęszczeniach sięgających kilku tysięcy osobników na m<sup>2</sup>; B. *Bovallia gigantea*; C. *Eurymera monticulosa*, jeden z największych skorupiaków obunogich w Antarktyce; D. *Schraderia gracilis* (fot. A. Jażdżewska); E. *Heterophoxus trichosus* (fot. A. Jażdżewska) (pozostałe zdjęcia z archiwum Zakładu Biologii Polarnej i Oceanobiologii UŁ).

ników niekolonijnych bezkręgowców na 1m<sup>2</sup> dna. Maksymalne wartości zagęszczenia, zwłaszcza w zgrupowaniach płytkiego sublitoralu zdominowanych przez drobne małże (*Mysella charcoti*), ślimaki (*Laevitorina antarctica*), wieloszczety (*Apistobranthus* sp., *Leitoscoloplos kerguelensis* (Ryc. 3A), *Levinsenia gracilis* (Ryc. 3B) i niektóre gatunki skorupiaków obunogich (*Gondogeneia antarctica*, *Paramoera edouardi*, *Hippomedon kergueleni* i *Cheirimedon femoratus* (Ryc. 5A) sięgają 33000-36000 osobników na 1m<sup>2</sup> dna (JAŹDŻEWSKI i współaut. 1986, 1991b, 2001a; SICIŃSKI 1986, 2000; WÄGELE i BRITO 1990; BARBOSA i współaut. 2010).

Średnia wartość biomasy (przeliczona na 1 m<sup>2</sup> powierzchni dna) zoobentosu Zatoki Admiralicji, mierzona jako jej mokra masa, wynosi około 700 g/m<sup>2</sup> (przy 95% przedziale ufności od 500 do 900 g/m<sup>2</sup>) (JAŹDŻEWSKI i współaut. 1986). Trzon bio-



Ryc. 6. Wieloszczety z Zatoki Admiralicji.

A. *Amphitrite kerguelensis* (rodzina Terebellidae), jeden z dominujących pod względem biomasy wieloszczetów na mulistym dnie zatoki; B. *Maldane sarsi antarctica* (rodzina Maldanidae), jeden z najważniejszych gatunków endobentosu ryjący w mulistych osadach środkowego sublitoralu; C. *Aglaophamus trissophyllus*, pospolity drapieżny wieloszczet, który należy do ważniejszych komponentów biomasy zoobentosu; D. *Laetmonice producta*, duży, kilkunastocentymetrowy wieloszczet typowy dla głębszych obszarów antarktycznego szelfu.

masy zoobentosu tworzą duże bezkręgowce: kolonijne i pojedyncze zachwy, jeżowce (głównie pospolite *Sterechinus neumayeri* i *Abatus shackletoni*), węzowidła (*Ophiotus victoriae* i *Amphioplus peregrinator*), wieloszczety *Maldane sarsi antarctica* (Ryc. 4A, Ryc. 6B), *Amphitrite kerguelensis* (Ryc. 4B, 6A); *Aglaophamus trissophyllus* (Ryc. 6C), a w niektórych obszarach dna także gąbki, duże małże (*Laternula elliptica* i *Yoldia eightsi*), obunogie i równonogie skorupki, rozgwiazdy oraz kolonie mszywiolów. Są obszary dna środkowego i głębokiego sublitoralu, gdzie udział wieloszczetów w biomacie zespołu zoobentosu sięga 80% (ARNAUD i współaut. 1986; JAŹDŻEWSKI i współaut. 1986, 1991 b; PABIS i współaut. 2011; SICIŃSKI i współaut. 2011).

## ZGRUPOWANIA ZOOBENTOSU NA TLE RÓŻNORODNOŚCI SIEDLISK

Dynamika, wzajemne oddziaływania oraz przestrzenne (pionowe i poziome) zróżnicowanie czynników środowiska morskiego (dynamika prądów morskich, sposób i tempo sedimentacji zawiesiny mineralnej i sestonu, wartości oraz wielkość amplitudy zasolenia i temperatury, związana z głębokością stabilizacja hydrologicznych i hydrochemicznych warunków środowiska) kształtują odmiennie dno akwenu w rozmaitych obszarach Zatoki. Charakter i struktura dna (charakterystyka granulometryczna osadów, ich natlenienie, uwodnienie, zawartość materii organicznej etc.) są w istocie wypadkową czynników panujących w kolumnie wody. Ich przestrzenne zróżnicowanie skutkuje znaczącą mozaikowością dna i, co za tym idzie, różnorodnością zasiedlających je zgrupowań fauny dennej.

## ZGRUPOWANIA TWARDEGO PODŁOŻA

Twarde, skaliste i kamieniste podłoże, zasiedlone przez rozmaite osiadłe i ruchliwe, epibentoniczne bezkręgowce, stanowi zaledwie niewielki ułamek powierzchni dna zatoki, które poza tym ma charakter dna miękkiego, głównie mulistego, po części także, w płytszym sublitoralu, mulisto-piaszczystego i piaszczystego (SICIŃSKI 1998, 2004).

Obserwowane tu bardzo niskie tempo sedimentacji i znikoma kumulacja osadów są związane z dużą intensywnością zjawisk hydrologicznych (prądów i pływów) oraz dużą odległością od miejsc intensywnej depozycji mineralnej zawiesiny z lodowców (SICIŃSKI i współaut. 2011).

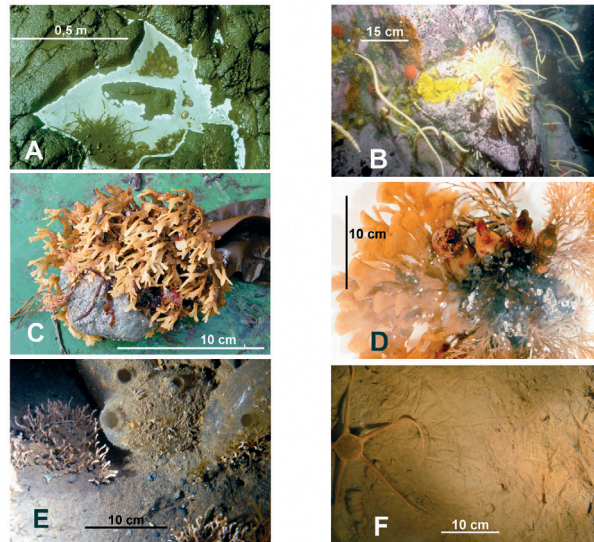
## Strefa pływów

Na skalistym i kamienistym dnie strefy pływów spotyka się liczne obunogi, głównie *Gondogeneia antarctica* i *Paramoera eduardi* (OPALIŃSKI i SICIŃSKI 1995), które gromadzą się masowo w niewielkich, wypełnionych wodą zagłębieniach (ang. rock pools). Znaczącą część biomasy zgrupowania tworzy tu duży ślimak czareczka (*Nacella concinna*) (Ryc. 7A), spotykany niekiedy w bardzo dużych zagęszczeniach, sięgających około 450 os./1m<sup>2</sup> (średnia waha się w zależności od miejsca od około 10 do 190 os./1m<sup>2</sup>), gęstość biomasy waha się od około 40 do 290 g/m<sup>2</sup>, przy średniej wynoszącej około 130 g/m<sup>2</sup> (FILCEK 1993). Bardzo liczne bywają tu także drobne ślimaki *Laevvilitorina antarctica*. Zgrupowanie to jest, na tle innych obszarów dna, skrajnie ubogie w gatunki. Zwraca

natomiast uwagę bardzo wysoka dominacja zaledwie 2-3 gatunków.

## Kamieniste dno najpłytszego sublitoralu

W zakresie głębokości 0-0,1 m kamienie na piaszczysto-żwirowatym dnie, z detrytusem pochodzącym z plech rosnących tu brunatnic, krasnorostów i zielenic, są



Ryc. 7. Niektóre bentoniczne siedliska i zgrupowania zoobentosu Zatoki Admiralicji.

A. agregacje *Nacella concinna* w kałuży odpływowej strefy litoralowej; B. bentos skalistego podłoża, skała porośnięta skorupiastymi, fioletowymi plechami krasnorostu *Lithothamnion* i gąbkami (żółte i zielone), widoczne liczne „lodygi” kolonijnych ośmiopromiennych koralowców z rodziny Primnoidae, czerwone jeżowce *Sterechinus neumayeri*, rozgwiazdy; niewielkie, czerwone *Odontaster validus* i duża *Labidiaster annulatus*, oraz ślimak *Nacella concinna* (z archiwum Instytutu Oceanografii Uniwersytetu w Sao Paulo); C. aparat czepny (holdfast) brunatnicy *Himantothallus grandifolius* na dropstonie; D. krzaczkowate mszywioly i kolonia zachw na dropstonie; E. zachwy ze środkowego sublitoralu zatoki (widoczne otwarte syfony), obok, z lewej strony wieloszczety *Helicosiphon biscoensis* (rodzina Serpulidae) w swych wapiennych rurkach (głębokość 100-120 m); F. ubogie zgrupowanie zoobentosu miękkiego dna w przylodowcowej zatoce Fiordu Ezcurre, widoczne węzowidło *Ophionotus victoriae* (z lewej strony), poniżej mułowa, spiralnie skręcona rurka *Streblosoma* sp. z rodziny Terebellidae oraz krewetka *Notocrangon antarcticus* (z prawej strony) (zdjęcia z archiwum Zakładu Biologii Polarnej i Oceanobiologii UŁ).



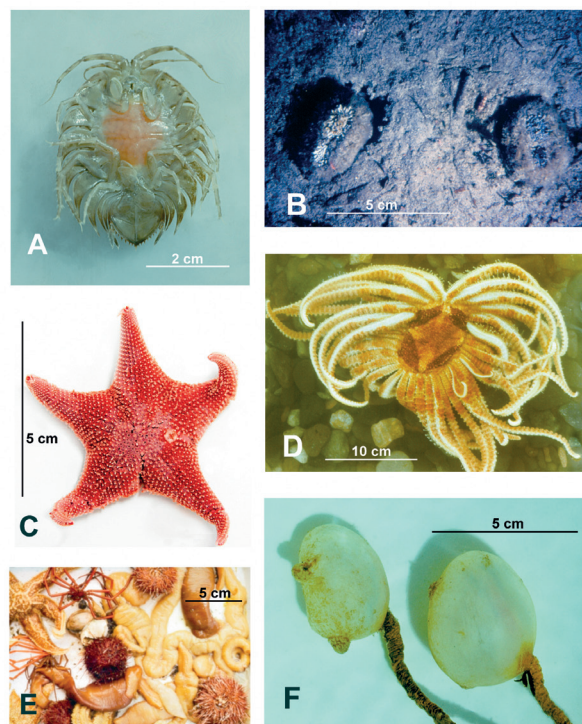
siedliskiem dla zgrupowania uboższego gatunki, ale odznaczającego się wysokimi wartościami zagęszczenia. Składa się ono z masowo tu występujących obunogów z dominującymi *Gondogeneia antarctica* i *Paramoera edouardi*. Zagęszczenia tych ruchliwych skorupiaków sięgają w tej najpłytszej części sublitoralu wyjątkowo wysokiej wartości 50 000 osobników na 1 m<sup>2</sup> dna (przy średniej 13 500 os./1m<sup>2</sup>) i tworzą pod względem liczebności około 85% całości zgrupowania. Drobne ślimaki, głównie *Laevilitorina antarctica*, tworzą dalsze 11%. Maksymalne wartości mokrej masy zgrupowania sięgają niemal 700 g/m<sup>2</sup>, przy średniej 180 g/m<sup>2</sup> (JAŻDZEWSKI i współaut. 2001a).

#### Podłoże skaliste

Nader interesujące zgrupowanie zoobentosu, zdominowane przez osiadłe bezkręgowce, obserwuje się na podwodnych klifach skalnych (Ryc. 7B). Obserwacje tego różnorodnego i barwnego, ale dotąd słabo poznanego zgrupowania, występującego na Napier Rock, pionowym słupie bazaltowym wyrastającym z dna centralnego basenu zatoki z głębokości około 100 m, prowadzone były przez nurków do głębokości 30 m (Brito, Jażdżewski, dane niepublikowane). Na to bogate, złożone w sensie strukturalnym i funkcjonalnym, zgrupowanie składają się zwierzęta zasiedlające plechy brunatnic i ich aparaty czepne, agregacje osiadłych filtratorów oraz ruchliwa fauna skalistego podłoża, w tym także mikrosiedliska szczególne, jakim są szczeliny skalne.

Wśród krzaczkowatych (*Desmarestia*) i liściokształtnych (*Himantothallus grandifolius* i *Cystosphaera jacquinotii*) plech dużych brunatnic uwijają się roje drobnych skorupiaków obunogich, z przykuwającymi wzrok czerwonymi Eusiridae oraz dużymi *Bovallia gigantea* i *Eurymera monticulosa* (Ryc. 5B, C), a obok nich ślimaki, w tym ślimaki nagoskrzelne i drobne strzykwy. Powierzchnię skały porastają obficie osiadłe sestonofagi: barwne, żółte i pomarańczowe gąbki, duże kolonie gorgonii (głównie przedstawiciele rodziny Primnoidae), pojedyncze i kolonijne zachwy, małże, strzykwy z rozwiniętymi drzewkowato czułkami oraz ramienionogi i mszywioly. Na nagiej skale i na agregacjach osiadłych filtratorów występuje bogate zgrupowanie zwierząt wagiłnych. Spotkać tu można kikutnice, nagoskrzelne ślimaki, obunogie i równonogie

skorupiaci oraz wieloszczety. Wśród większych bezkręgowców uwagę przykuwają jeżowce (czerwone *Sterechinus neumayeri* i brązowe *Abatus*), rozgwiazdy – jaskrawoczerwone *Odonaster validus* (Ryc. 8C) i wieloramienne *Labidiaster annulatus* (Ryc. 8D) oraz ślimak czareczka (*Nacella concinna*) (Ryc. 7A). Szczeliny skalne stanowią dogodne miejsce bytowania ramienionogów, mszywiolów, małżów, płozących się po podłożu koralowców z grupy Stoloniifera, ukwiałów oraz niewielkich różowych strzykw. Największa różnorodność tego zgrupowania naskalnego obserwowana była w zakresie głębokości 20–25 m (Brito, Jażdżewski – dane niepublikowane, SICIŃSKI i współaut. 2011).



Ryc. 8. A. *Ceratoserolis trilobitoides* (strona brzuszna) z pomarańczowymi zarodkami w komorze łęgowej, pospolity w płytszym sublitoralu Zatoki Admiralicji gatunek równonoga; B. *Laternula elliptica*, wystające z mulistego dna syfony małżów (fot. J. H. Zamorano); C. *Odonaster validus*; D. *Labidiaster annulatus*; E. duże wstęznice *Parborlasia corrugatus* (żółte, robakowate), cztery jeżowce *Sterechinus neumayeri*, dwie kikutnice i w prawym górnym rogu rozgwiazda *Diplasterias brucei* (fot. P. Presler); F. zachwy *Pyura georgiana* (pozostałe zdjęcia z archiwum Zakładu Biologii Polarnej i Oceanobiologii UŁ).

### Fauna aparatów czepnych brunatnicy *Himantohallus grandifolius*

Przybrzeżne obszary dna do głębokości około 60 m (w niektórych miejscach do 90 m) tworzą strefę *phytal* z obfitymi zaroślami glonów zdominowanych przez brunatnice i krasnorosty. Zajmują one około 1/3 powierzchni dna zatoki (ZIELIŃSKI 1990). Zgrupowania tych dużych glonów stwarzają dogodnie siedlisko dla interesujących, bogatych zgrupowań bezkręgowców i demersalnych ryb (JAŹDŻEWSKI i współaut. 1991b, PABIS i SICIŃSKI 2010b).

Szczególnym i bardzo interesującym mikrosiedliskiem są aparaty czepne (ang. holdfasts) dużych brunatnic. W Zatoce Admiralicji jednym z najobficiej reprezentowanych jest *Himantothallus grandifolius*, której aparat czepny tworzy trójwymiarową sieć z dogodnymi do zasiedlenia przestrzeniami (Ryc. 7C).

Pod względem liczby osobników zasiedlających ten labirynt prym wodą obunogi, tworzące 35% zgrupowania; wieloszczety z 25% dominacją i równonogi, które stanowią 16%. Stałymi, choć nie tak licznymi elementami zgrupowania są inne drobne bezkręgowce: małże, wstężnice, nicienie, skąposzczety i małżoraczki (SICIŃSKI i współaut. 2011).

W przestrzeniach plech aparatów czepnych brunatnicy *Himantothallus grandifolius*, których średnica waha się od kilku do ponad 15 cm, a objętość zamyka się w granicach od około 100 do około 1000 ml (Ryc. 7C) stwierdzono 78 gatunków wieloszczetów, wśród których najliczniejszymi były ruchliwe *Brania rhopalophora* (Syllidae) i *Neanthes kerguelensis* (Nereidae), oraz osiadłe sestonofagi *Oriopsis alata* (Sabellidae) i *Paralaeospira antarctica* (Spirobidae) (PABIS i SICIŃSKI 2010b). Wysokim bogactwem gatunkowym odznaczały się także obunogi (stwierdzono ich w omawianym mikrosiedlisku nie mniej niż 40 gatunków) z dominującymi płytkowodnymi *Ventojassa georgiana*, *Schraderia gracilis* (Ryc. 5D) i *Prostebbingia brevicornis* oraz równonogi z najliczniejszymi *Caecognathia antarctica* i *Cymodocella tubicauda* (Zemko i Jażdżewska dane niepublikowane).

Fauna aparatów czepnych stanowi interesujący przykład ekofunkcjonalnej złożoności zespołu zlokalizowanego na bardzo niewielkiej i w znacznym stopniu izolowanej przestrzeni. Trójwymiarowy labirynt wolnych przestrzeni plechy (Ryc. 7C) stanowi, dogod-

ne siedlisko dla bogatego i złożonego zgrupowania bezkręgowców. Dobrą tego ilustracją może być stwierdzenie tam zgrupowanie aż 78 gatunków wieloszczetów z dziesięciu kategorii troficznych i zdominowane przez mobilne, roślinożerne makrofagi (PABIS i SICIŃSKI 2010b). Na dnie miękkim, stanowiącym otoczenie omawianego tu habitatu, stwierdzono natomiast zaledwie 25 gatunków tych bezkręgowców (SICIŃSKI i JANOWSKA 1993).

#### ZGRUPOWANIA DNA MIĘKKIEGO

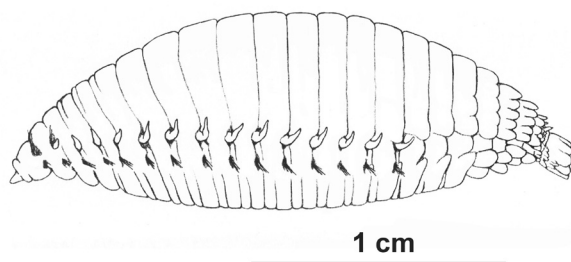
Miękkie osady pokrywają całą niemal powierzchnię dna zatoki. Powstają z mineralnej, rozartej przez lodowiec zawiesiny wnoszonej do zatoki głównie z wodami strumieni roztopowych, a nade wszystko przez strumienie subglacjalne. Wytapiają się także z dryfujących gór lodowych. Zgrupowania zoobentosu miękkiego dna zdominowane są przez wieloszczety, skąposzczety, małże i skorupiaczki, zwłaszcza obunogi i równonogi (JAŹDŻEWSKI i współaut. 1986, PABIS i współaut. 2011). Struktura tych bogatych w gatunki i obfitych zgrupowań zależy w największym stopniu od osadów dennych, których skład i charakter jest warunkowany różnymi czynnikami: odległością od lodowców i ich subglacjalnych strumieni wnoszących do akwenu duże ilości i sedymentującej z różną intensywnością, mineralnej zawiesiny; stopniem izolacji różnych części zatoki, obecnością upwellingsów, ilością opadającej z pelagialu żywej i martwej materii organicznej, dynamiką przydennych prądów wody, stabilnością i zmiennością otaczających warunków.

Rozmieszczenie zgrupowań zoobentosu miękkich osadów jest odzwierciedleniem przestrzennego zróżnicowania charakteru pokrywy osadowej (SICIŃSKI 2004). Mimo ich dość mozaikowego sposobu rozmieszczenia da się na dnie Zatoki Admiracji wyróżnić pewne charakterystyczne zespoły zoobentosu (Ryc. 2). Ich charakter jest warunkowany wypadkową rozmaitych kombinacji w/w czynników oddziałujących na dno zbiornika.

#### Dno piaszczyste płytkiego sublitoralu

Przybrzeżne obszary dna nienarażone bezpośrednio na intensywny spływ zawiesiny mineralnej lodowcowego pochodzenia są miejscem gromadzenia się na dnie średnio- i drobnoziarnistego piasku. Powstają w miejscach, gdzie przeważają silne prądy lub/i falowanie, które wynoszą drobniejsze i lżejsze cząstki poza taki obszar. Piaszczyste dno najpłytszego sublitoralu centralnego ba-





Ryc. 9. *Travisia kerguelensis* – gatunek typowy dla piaszczystego dna płytkiego sublitoralu.

senu zatoki, do głębokości około 15 m, jest domeną bogatego w gatunki i bardzo liczne zgrupowania obunogów złożonego z około 35 gatunków z najliczniejszymi: *Hippomedon kergueleni*, *Monoculodes scabriculosus* i *Cardenio paurodactylus* (JAŹDŹEWSKI i współaut. 1991b). Bardzo liczne, tworzące niekiedy niewielkie przydenne ławice, są tu równonogi z rodziny Serolidae: *Paraserolis polita*, *Spinoserolis beddardi* i *Ceratoserolis trilobitoides* (Ryc. 8A). Duże epibentoniczne jeżowce, *Sterechinus neumayeri* (Ryc. 8E) i *Abatus shackletoni* dopełniają obrazu żyjącej na dnie fauny bezkręgowców.

Schowane w piaszczystym osadzie ryjące wieloszczety tworzą tu złożony z ponad 30 gatunków zespół z licznymi *Scoloplos marginatus*, *Mesospio moorei* i charakterystycznym dla tego typu osadu *Travisia kerguelensis* (Ryc. 9) (SICIŃSKI i JANOWSKA 1993). Bardzo liczne są tu zagrzebane w osadzie małże: *Mysella charcoti* i *Yoldia eightsi*.

Średnia wartość zagęszczenia bezkręgowców wynosi tu 1000 osobników na 1 m<sup>2</sup> powierzchni dna, a wartości maksymalne sięgają około 25000 os./1m<sup>2</sup> (JAŹDŹEWSKI i współaut. 1991b). Większa część biomasy w płytkim sublitoralu, na dnie piaszczystym i piaszczysto mulistym (na głębokościach od 5 do 30m), przypada na jeżowce (*Sterechinus neumayeri*, *Abatus*) i rozgwiazdy (*Odonaster validus*) (Ryc. 8C). Wartości biomasy zoobentosu wahają się tu od kilkudziesięciu do około 500 g/m<sup>2</sup>, a ich średnia wartość wynosi około 340 g/m<sup>2</sup> (PABIS i współaut. 2011).

#### Ślabo wysortowane osady środkowego sublitoralu

Na dnie centralnego basenu zatoki oraz w zewnętrznych obszarach fiordów, w zakresie głębokości około 50–270 m rozwijają się najbogatsze i najbardziej różnorodne zgrupowania zoobentosu. Występujące tu osady

denne to słabo wysortowane pyliste piaski, piaski pylisto-ilaste oraz pyły piaszczysto-ilaste. To w tym zakresie głębokości można znaleźć bogate zgrupowania dużych sestonofagów takich, jak kolonijne i pojedyncze żachwy (Ryc. 7D, E i 8F) oraz mszywioly (Ryc. 7D). Tworzą one trzon biomasy tego zespołu. Wraz z wieloszczetami jest to niemal 87% mokrej masy zoobentosu, która może sięgać 4 kg/1m<sup>2</sup> dna (JAŹDŹEWSKI i SICIŃSKI 1993, PABIS i współaut. 2011). Zwierzęta te są odpowiedzialne w dużym stopniu za transfer energii z toni wodnej do strefy przydennej (PABIS i współaut. 2011). Tworzą one mozaikowo rozmieszczone kępy, co związane jest z faktem, że rozwijają się na nieregularnie rozmieszczonych na dnie kamieniach wytopionych z gór lodowych (ang. dropstones). Takie rozmieszczenie (ang. patchiness) to typowa cecha zgrupowań antarktycznego megabentosu. Ponadto, zgrupowania tych dużych, osiadłych bezkręgowców tworzą wznoszącą się nad dnem, trójwymiarową konstrukcję (biogeniczną strukturę) – dogodnie siedlisko dla licznych mobilnych drobnych bezkręgowców, zwłaszcza skorupiaków, kikutnic i niektórych wieloszczetów (PABIS i SICIŃSKI 2012).

#### Bardzo słabo wysortowane osady płytszego sublitoralu

W wielu obszarach dna zatoki, w miejscach o złożonym sposobie sedymentacji osadów dennych, w zakresie głębokości około 10–40 m, powstają interesujące i swoiste zgrupowania bezkręgowców złożone z bardzo licznych populacji niektórych ryjących w osadzie gatunków Polychaeta (*Apidostobranthus glaciera* i *Levinsenia gracilis* (Ryc. 3B) (SICIŃSKI 1998, 2004), Cumacea (*Eudorella splendida* i *Vaunthompsonia inermis*) (BŁAŻEWICZ i JAŹDŹEWSKI 1995, PABIS i BŁAŻEWICZ-PASZKOWYCZ 2011) i Tanaidacea (*Peraeospinosus* sp., *Nototanais dimorphus* i *N. antarcticus*) (BŁAŻEWICZ i JAŹDŹEWSKI 1996, BŁAŻEWICZ-PASZKOWYCZ i JAŹDŹEWSKI 2000). Bardzo liczne populacje tych endobentonicznych, drobnych bezkręgowców, stanowią najbardziej charakterystyczny rys zgrupowania bardzo słabo wysortowanych osadów (JAŹDŹEWSKI i współaut. 1986, SICIŃSKI 2004, SICIŃSKI i współaut. 2011). Ilościowo znaczące są tu także drobne małże, ślimaki i skąposzczety. Trzon biomasy epibentosu w tych miejscach tworzy megafauna złożona z jeżowców (zwłaszcza *Sterechinus neumayeri*) (Ryc. 8E), węzowideł, głównie *Ophio-*



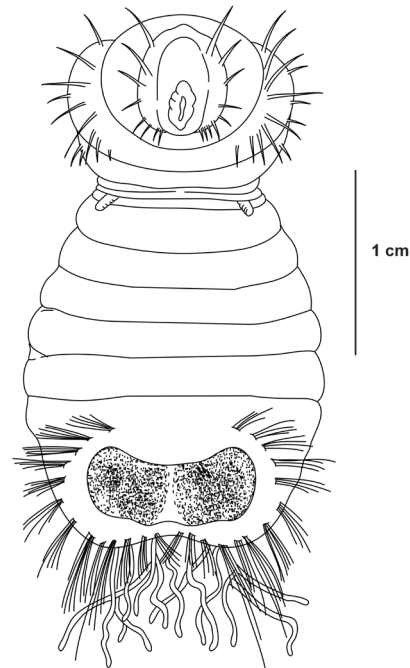
*notus victoriae* (Ryc. 7F) i *Amphioplus acutus*, rozgwiazd *Odontaster validus* (Ryc. 8C) i *Cuenotaster involutus*, dużych wstężnic (*Parborlasia corrugatus*) (Ryc. 8E) i dużych ukwiałów z rodzaju *Urticinopsis* (SICIŃSKI i współaut. 2011).

Osady są w omawianych obszarach dna kształtowane dwoma głównymi czynnikami, które skutkują ich bardzo słabym wysortowaniem (granulometryczną niejednorodnością). W swej bardzo typowej postaci występują w płytszym sublitoralu u podnóża brzegów zwietrzelinowych Ezcurra Inlet (np. wokół Dufayel Island usytuowanej na środku fiordu) (Ryc. 1). Osady denne stanowią tu mieszaninę tej zwietrzeliny o bardzo zróżnicowanym składzie mechanicznym z najdrobniejszą frakcją zawiesiny mineralnej wnoszonej do akwenu przez otaczające lodowce. Wydaje się w najwyższym stopniu prawdopodobnym, że swoistość i struktura obecnego tu zgrupowania endobentonicznych bezkręgowców (epibentos jest tutaj typowy dla miękkiego dna płytszego sublitoralu) pozostaje w ścisłym związku z wielką niejednorodnością osadów.

#### Najgłębszy sublitoral

W najgłębszej części centralnego basenu Zatoki Admiralicji, na głębokości od około 400 do 530 m, stwierdzono bardzo specyficzne zgrupowanie bezkręgowców odmienne od zoobentosu środkowego sublitoralu. Mułiste osady złożone są tu z grubo- i średnioziarnistych pyłów. Ze względu na dużą głębokość siedlisko to charakteryzuje się skrajną stabilnością warunków środowiskowych, w porównaniu z obszarami dna innych głębokości szelfu, oraz niewielkim wpływem takich czynników, jak np. dopływ zawiesiny mineralnej i destrukcja powierzchni dna przez góry lodowe. Niewielkie natężenie przydennych prądów wody stanowi następną cechę właściwą temu szczególnemu habitatowi dna zatoki (SICIŃSKI i współaut. 2011).

Okolo 95% biomasy przypada na duże szczetnice (*Echiura*), ukwiały (*Actiniaria*), duże wstężnice (*Nemertea*) i wieloszczety, w tym głównie ryjące w osadach *Sternaspis* sp. (Ryc. 10) i *Asychis amphiglypta* oraz na dużego, kilkunastocentymetrowego *Laetmonice producta* (Ryc. 6D) (PABIS i SICIŃSKI 2010a, 2012; PABIS i współaut. 2011). Stosunkowo niewielka biomasa zoobentosu waha się od 160 do 630 g mokrej masy na 1 m<sup>2</sup> dna, a jej wartość średnia wynosi około 440 g/1m<sup>2</sup> (JAŹDZEWSKI i SICIŃSKI 1993, PABIS i współaut.



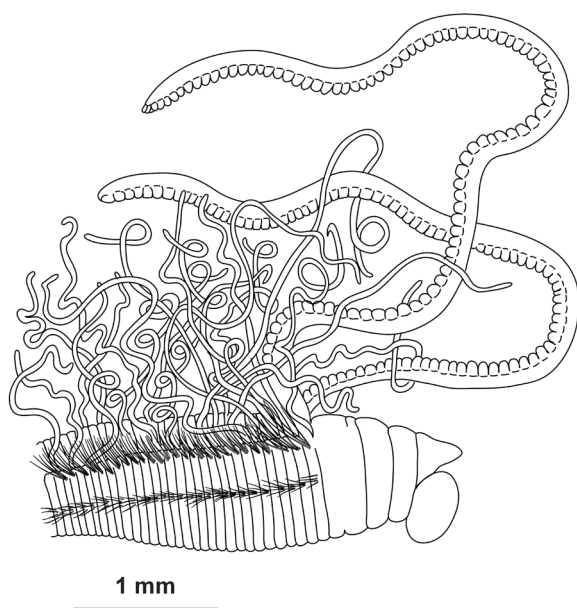
Ryc. 10. *Sternaspis* – wieloszczet charakterystyczny dla najgłębszego sublitoralu zatoki.

2011). Brak tutaj tak typowych dla płytszych obszarów szelfu skupisk dużych filtratorów: żachw, mszywiolów i gąbek (PABIS i współaut. 2011, PABIS i SICIŃSKI 2012).

#### Zaburzone obszary dna

Wśród obszarów dna zatoki wyróżnionych przez MARSZA (1983) oraz RUDOWSKIEGO i MARSZA (1996) uwagę badaczy fauny dennej przykuwają przegłębienia wewnętrznej części fiordów – głębokie zatoki glacialne oraz niewielkie, płytsze laguny glacialne. Jedne i drugie usytuowane są w sąsiedztwie lodowców, bardzo aktywnych pod względem zasilania wód zatoki w zawiesinę mineralną z subglacialnych strumieni. Intensywność i tempo sedymentacji, zwłaszcza jej najdrobniejszych frakcji, czyni to siedlisko niekorzystnym dla kształtowania się zgrupowań zoobentosu równie złożonych i różnorodnych, jak te spotykane w innych obszarach dna na porównywalnych głębokościach.

W zatokach glacialnych dno na głębokości od około 50 do 150 m zalegają grube i miękkie osady złożone z pyłów i ilów. Osad ma tu konsystencję plastycznej gliny. Takie obszary dna odznaczają się bardzo zubożałą fauną denną z kilkunastoma zaledwie gatunkami wieloszczetów, z najliczniejszymi eurytopowymi *Leitoscoloplos kerguelensis* (Ryc.



Ryc. 11. *Tharyx cincinnatus* (przód ciała) podobnie jak wielu innych przedstawicieli rodziny Cirratulidae jest gatunkiem eurytopowym, licznie występującym zwłaszcza w najbardziej zaburzonych obszarach dna.

3A), *Tharyx cincinnatus* (Ryc. 11) i *Ophelina syringopyge* (SICIŃSKI 1998, 2004) oraz kilkunastoma gatunkami obunogów z dominującymi *Heterophoxus trichosus* (Ryc. 5E) i *H. videns*. Niskie i bardzo niskie wartości biomasy zoobentosu (średnio zaledwie kilkadziesiąt gramów mokrej masy na 1 m<sup>2</sup> dna) są wyraźnym rysem tego zespołu. Wartości te mogą być lokalnie wyższe z powodu obecności przedstawicieli epibentonicznej megafauny: węzowideł, rozgwiazd i jeżowców. Zagęszczenie zwierząt, średnio około 1000 osobników na 1 m<sup>2</sup> dna, jest tu najniższe ze wszystkich wyróżnionych na dnie zatoki

zgrupowań fauny dennej (SICIŃSKI i współaut. 2011).

Płytkie glacialne laguny, które mogą być dodatkowo odizolowane od reszty fiordu przez moreny, należą do najsilniej zaburzonych przez lodowce siedlisk. W rejonach tych wysokie jest tempo sedymentacji, a niestabilność warunków wzmacnia dopływ wody słodkiej pochodzącej z subglacialnych strumieni. Średnia roczna zawartość zawiesiny mineralnej w niewielkiej zatoczce Herve Cove sięga 46 mg/dm<sup>3</sup>. Niskie jest tu bogactwo gatunkowe. Średnie wartości biomasy dla całego zoobentosu nie przekraczają 850 g/m<sup>2</sup>. Lokalnie trzon biomasy stanowi ukwiał z rodzaju *Edwardsia* (SICIŃSKI i współaut. 1996). W obszarach zlokalizowanych przy ujściu strumienia dominantem jest niewielki wieloszczet *Mesospio moorei* oraz eurytopowe *Leitoscoloplos kerguelensis* (Ryc. 3A) i *Tharyx cincinnatus* (Ryc. 11). Zagęszczenie zoobentosu nie przekracza w tym rejonie 1000 os./1m<sup>2</sup>. W obszarach nieco oddalonych od źródła zaburzeń tworzy się zgrupowanie silnie zdominowane przez skorupiaki obunogie *Cheirimedon femoratus* (Ryc. 5A) i *Djerboa furcipes*, które osiągają tu stosunkowo wysokie średnie zagęszczenia, równe odpowiednio 6000 i 1760 os./m<sup>2</sup>. *C. femoratus* jest płytkowodnym eurytopowym skorupiakiem, padlinożercą i oportunistą pokarmowym o dużej mobilności i z tego powodu występuje również w takich zaburzonych obszarach dna (SICIŃSKI i współaut. 2012). Ponadto siedliska te charakteryzuje duża dynamika zgrupowań zwierząt. Jest to związane z intensywnością zaburzeń i ich dużą sezonową zmiennością. Te najpłytsze, przybrzeżne obszary dna należą jednocześnie do potencjalnie najbardziej narażonych na zmiany tempa sedymentacji związane z ociepleniem klimatu w rejonie Półwyspu Antarktycznego.

#### PODSUMOWANIE

Wysoka różnorodność gatunkowa fauny dennej i różnorodność zespołów zoobentosu są immanentną cechą morskiego środowiska Antarktyki, cechą ukształtowaną w wyniku długotrwałej, przebiegającej w izolacji i w stabilnych warunkach środowiska, ewolucji biocenoz Oceanu Południowego. Także zoobentos Zatoki Admiralicji odznacza się bardzo dużą różnorodnością gatunkową i różnorodnością zgrupowań. Obie te cechy są w

stopniu znaczącym efektem dużego zróżnicowania siedlisk. Sposób rozmieszczenia i charakter zgrupowań fauny dennej są kształtowane przez złożony, często bardzo dynamiczny, kompleks czynników. Niezwykła różnorodność charakteru brzegów akwenu (lodowe, piaszczysto-żwirowe, kamieniste lub skaliste) wpływa na różnorodność płytkowodnych siedlisk, kształtując w konsekwencji dużą różnorodność płytkowodnych zgrupowań zooben-

tosu. Inną przyczyną ekologicznego bogactwa i przestrzennego zróżnicowania fauny dennej Zatoki Admiralicji są: duża dynamika i różnorodność oddziaływania czynników hydrologicznych, w tym zwłaszcza odmienne sposoby i intensywność sedymentacji mineralnej i organicznej zawiesiny na dnie, zasilanie akwenu masami wód z Cieśniny Bransfielda, schemat i dynamika przydennych prądów wody oraz różny stopień stabilności

czynników środowiska w rozmaitych obszarach dna.

Uzyskane w ciągu minionych 35 lat rezultaty badań nad zoobentosem Zatoki Admiralicji czynią z niej jeden z najlepiej pod tym względem poznanych przybrzeżnych akwenów szelfowych Antarktyki. Przedstawiony tu obraz może stanowić rodzaj wzorca (modelu) typowego zespołu fauny dennej regionu Morskiej Antarktyki.

## ZOOBENTOS ZATOKI ADMIRALICJI

### Streszczenie

Zatoka Admiralicji to wzorcowy dla rejonu Zachodniej Antarktyki przykład ekosystemu. Różnorodność siedlisk morskiego dna Zatoki sprzyja kształtowaniu się różnorodnych zgrupowań fauny. Do chwili obecnej w Zatoce Admiralicji stwierdzono 920 gatunków bezkręgowców dennych. Liczba ta, to około 16% całej fauny Oceanu Południowego. Dokonano przeglądu siedlisk dna tego antarktycznego fiordu, od charakterystyki obszarów twardego dna, w tym między innymi kamienistego dna strefy

plywów, podwodnych skał, aż do specyficznego mikrosiedliska jakim są aparaty czepne dużych brunatnic. Analizie poddano także siedliska dna miękkiego, od płytkich, zaburzonych przez lodowce obszarów przybrzeżnych, aż po charakteryzujące się stabilnymi warunkami najgłębsze obszary szelfu, sięgające 500 m głębokości. Wskazano najbardziej charakterystyczne dla poszczególnych zespołów fauny gatunki i zaprezentowano informacje o biomasi i zagęszczeniu zoobentosu poszczególnych siedlisk.

## ZOOBENTHOS OF ADMIRALTY BAY

### Summary

Admiralty Bay is an example of the model shelf ecosystem for the region of the West Antarctic. High number of various bottom habitats results in the diversity of faunal assemblages. Till now, 920 species of benthic invertebrates were found in this basin. That number constitutes about 16% of the whole Southern Ocean benthic fauna. In this article a review of Admiralty Bay benthic habitats is presented. Zoobenthos of the following hard bottom habitats

was described: intertidal zone, underwater rocks and peculiar habitat of kelp holdfasts. We have analyzed also various soft bottom habitats – from the shallow, glacially disturbed, near-shore areas, to the deepest parts of the shelf characterized by very stable environmental conditions. Key species, typical for each of the described assemblages are presented, together with the information on zoobenthos abundance and biomass in all selected habitats.

## LITERATURA

- ARNAUD P. M., JAŹDŹEWSKI K., PRESLER P., SICIŃSKI J., 1986. *Preliminary survey of benthic invertebrates collected by Polish Antarctic Expeditions in Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands, Antarctica)*. Pol. Polar Res. 7, 7–24.
- BAMBER R., 2011. *The sea-spiders (Arthropoda: Pycnogonida) of Admiralty Bay, King George Island*. Pol. Polar Res. 32, 27–38.
- BARBOSA L. S., SOARES-GOMES A., PAIVA P. C., 2010. *Distribution of polychaetes in the shallow, sublittoral zone of Admiralty Bay, King George Island, Antarctica in the early and late austral summer*. Nat. Sci. 2, 1155–1163.
- BŁAŻEWICZ M., JAŹDŹEWSKI K., 1995. *Cumacea (Crustacea, Malacostraca) of Admiralty Bay, King George Island: a preliminary note*. Pol. Polar Res., 16, 71–86.
- BŁAŻEWICZ M., JAŹDŹEWSKI K., 1996. *A contribution to the knowledge of Tanaidacea (Crustacea, Malacostraca) of Admiralty Bay, King George Island, Antarctica*. Pol. Polar Res. 17, 213–220.
- BŁAŻEWICZ M., PARKER A. R., 1997. *Results of preliminary research on the Myodocopina (Crustacea: Ostracoda) of Admiralty Bay (King George Island, South Shetlands)*. [W:] *24th Polar Symposium*. GŁOWACKI P. (red.). Pol. Polar Stud., Warszawa, 251–252.
- BŁAŻEWICZ-PASZKOWYCZ M., JAŹDŹEWSKI K., 2000. *Quantitative data on Tanaidacea of Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands, Antarctica)*. Pol. Polar Res. 21, 171–180.
- CHEVREUX E., 1913. *Amphipodes*. [W:] *Deuxième Expédition Antarctique Française (1908–1910) commandée par le Dr Jean Charcot*. CHARCOT J., JOUBIN L. (red.). Paris, Masson, 79–186.



- CLARKE A., JOHNSTON N. M., 2003. *Antarctic marine benthic diversity*. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev. 41, 47-114.
- DE BROYER C., DANIS B., 2011. *How many species in the Southern Ocean? Towards a dynamic inventory of the Antarctic marine species*. Deep-Sea Res. II 58, 5-17.
- FILCEK K., 1993. 12. Zoobenthos. 12.6. Patellidae. [W:] *The Maritime Antarctic Coastal Ecosystem of Admiralty Bay*. RAKUSA-SUSZCZEWSKI S. (red.). Department of Antarctic Biology PAS, Warsaw, 120-122.
- GRAVIER C., 1911. *Annélides polychètes recueillies par la seconde expédition antarctique française (1908-1910)*. Deuxième Expédition Antarctique Française 1, 1-165.
- GUTT J., 2007. *Antarctic macro-zoobenthic communities: a review and an ecological classification*. Antarct. Sci. 19, 165-182.
- GUTT J., SIRENKO B. I., SMIRNOV I. S., ARNTZ W. E., 2004. *How many macrozoobenthic species might inhabit the Antarctic shelf?* Antarct. Sci. 16, 11-16.
- JAŻDŻEWSKA A., 2011. *Soft bottom sublittoral amphipod fauna of Admiralty Bay, King George Island, Antarctic*. Oceanol. Hydrobiol. Stud. 40, 1-10.
- JAŻDŻEWSKI K., 1992. Zoobentos. 12.1. Amphipoda. [W:] *Zatoka Admiralicji, Antarktyka*. RAKUSA-SUSZCZEWSKI S. (red.). Oficyna Wydawnicza IE PAN, Dziekanów Leśny, 129-140.
- JAŻDŻEWSKI K., 1993. Zoobenthos. 12.4. Amphipoda. [W:] *The maritime Antarctic coastal ecosystem of Admiralty Bay*. RAKUSA-SUSZCZEWSKI S. (red.). Department of Antarctic Biology PAS, Warsaw, 108-116.
- JAŻDŻEWSKI K., SICIŃSKI J., 1993. 12. Zoobenthos. 12.1. General remarks. [W:] *The Maritime Coastal Ecosystem of Admiralty Bay*. RAKUSA-SUSZCZEWSKI S. (red.). Department of Antarctic Biology PAS, Warsaw, 83-95.
- JAŻDŻEWSKI K., SICIŃSKI J., 1998. *Zoobentos antarktyczny*. Kosmos 4, 499-523.
- JAŻDŻEWSKI K., JURASZ W., KITTEL W., PRESLER E., PRESLER P., SICIŃSKI J., 1986. *Abundance and Biomass Estimates of the Benthic Fauna in Admiralty Bay, King George Island, South Shetland Islands*. Polar Biol. 6, 5-16.
- JAŻDŻEWSKI K., DE BROYER C., TEODORCZYK W., KONOPACKA A., 1991a. *Survey and distributional patterns of the amphipod fauna of Admiralty Bay, King George Island, South Shetland Islands*. Pol. Polar Res. 12, 461-472.
- JAŻDŻEWSKI K., TEODORCZYK W., SICIŃSKI J., KONTEK B., 1991b. *Amphipod crustaceans as an important component of zoobenthos of the shallow Antarctic sublittoral*. Hydrobiologia 223, 105-117.
- JAŻDŻEWSKI K., DE BROYER C., PUDLARZ M., DAUBY P., 2001a. *Amphipods of a stony beach in the maritime Antarctic*. Pol. Arch. Hydrobiol. 47, 569-577.
- JAŻDŻEWSKI K., DE BROYER C., PUDLARZ M., ZIELINSKI D., 2001b. *Seasonal fluctuations of vagile benthos in the uppermost sublittoral of a maritime Antarctic fjord*. Polar Biol. 24, 910-917.
- MAJEWSKI W., OLEMPKA E., 2005. *Recent ostracods from Admiralty Bay, King George Island, West Antarctica*. Pol. Polar Res. 26, 13-36.
- MARSZ A., 1983. *From surveys of the geomorphology of the shores and bottom of the Ezcurra Inlet*. Oceanologia 15, 209-220.
- O'LOUGHLIN P. M., STEPIEŃ A., KUŹNIAK M., VAN DEN SPIEGEL D., 2013. *A new genus and four new species of sea cucumbers (Echinodermata) from Admiralty Bay, King George Island*. Pol. Polar Res. 34, 67-86.
- OPALIŃSKI K. W., SICIŃSKI J., 1995. *Oxygen consumption in Antarctic tidal zone amphipods*. Pol. Arch. Hydrobiol. 42, 537-546.
- PABIS K., 2011. *Wpływ lodowców i lodu na zoobentos obszarów polarnych*. Kosmos 60, 61-80.
- PABIS K., SICIŃSKI J., 2010a. *Distribution and diversity of polychaetes collected by trawling in Admiralty Bay and Antarctic glacial fiord*. Polar Biol. 33, 141-151.
- PABIS K., SICIŃSKI J., 2010b. *Polychaete fauna associated with holdfasts of the large brown alga *Himantothallus grandifolius* in Admiralty Bay, King George Island, Antarctic*. Polar Biol. 33, 1277-1288.
- PABIS K., BŁAŻEWICZ-PASZKOWYCZ M., 2011. *Distribution and diversity of cumacean assemblages in Admiralty Bay, King George Island*. Pol. Polar Res. 32, 341-354.
- PABIS K., SICIŃSKI J., 2012. *Is polychaete diversity in the deep sublittoral of an antarctic fjord related to habitat complexity?* Pol. Polar Res. 33, 181-197.
- PABIS K., SICIŃSKI J., KRYSMARYS M., 2011. *Distribution patterns in the biomass of macrozoobenthic communities in Admiralty Bay (King George Island, South Shetlands, Antarctic)*. Polar Biol. 34, 489-500.
- PINKERTON M. H., BRADFORD-GRIEVE J. M., BOWDEN D. A., 2010. *Benthos: Trophicmodelling of the Ross Sea*. CCAMLR Sci. 17, 1-15.
- PRESLER P., 1993. 12. Zoobenthos. 12.5. Ophiuroidea. [W:] *The Maritime Coastal Ecosystem of Admiralty Bay*. RAKUSA-SUSZCZEWSKI S. (red.). Department of Antarctic Biology PAS, Warsaw, 117-119.
- PRESLER P., FIGIELSKA E., 1997. *New data on the Asteroidea of Admiralty Bay, King George Island, South Shetland Islands*. Pol. Polar Res. 18, 107-117.
- RUDOWSKI S., MARSZ A., 1996. *Cechy rzeźby dna i pokrywy osadowe we współcześnie kształtujących się fiordach na przykładzie Hornsundu (Spitsbergen) i Zatoki Admiralicji (Antarktyka Zachodnia)*. Prace Wydziału Nawigacyjnego Wyższej Szkoły Morskiej w Gdyni 3, 39-81.
- SICIŃSKI J., 1986. *Benthic assemblages of Polychaeta in chosen regions of the Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands)*. Pol. Polar Res. 7, 63-78.
- SICIŃSKI J., 1998. *Wieloszczety (Annelida, Polychaeta) antarktycznego sublittoralu w strefie proglacialnej (wyspa King George, Szetlandy Południowe)*. Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- SICIŃSKI J., 2000. *Polychaeta (Annelida) of Admiralty Bay: species richness, diversity, and abundance*. Pol. Polar Res. 21, 153-169.
- SICIŃSKI J., 2004. *Polychaetes of Antarctic sublittoral in the proglacial zone (King George Island, South Shetland Islands)*. Pol. Polar Res. 25, 67-96.
- SICIŃSKI J., JANOWSKA E., 1993. *Polychaetes of the shallow sublittoral of Admiralty Bay, King George Island, South Shetland Islands*. Antarct. Sci. 5, 161-167.
- SICIŃSKI J., ROŻYCKI O., KITTEL W., 1996. *Zoobenthos and zooplankton of Herve Cove (King George Island, South Shetland Islands, Antarctic)*. Pol. Polar Res. 17, 221-238.
- SICIŃSKI J., JAŻDŻEWSKI K., DEBROYER C., PRESLER P., LIGOWSKI R., NONATO E. F., CORBISIER T. N., PETTI M. A. V., BRITO T. A. S., LAVRADO H. P., BŁAŻEWICZ-PASZKOWYCZ M., PABIS K., JAŻDŻEWSKA A., CAMPOS L. S., 2011. *Admiralty Bay Benthos diversity - A*

- census of a complex polar ecosystem. Deep-Sea Res. II* 58, 30–48.
- SICIŃSKI J., PABIS K., JAZDŻEWSKI K., KONOPACKA A., BŁAŻEWICZ-PASZKOWYCZ M., 2012. *Macrozoobenthos of two Antarctic glacial coves: a comparison with non-disturbed bottom areas. Polar Biol.* 35, 355–367.
- WÄGELE J. W., BRITO T. A. S., 1990. *Die sublitorale Fauna der maritimen Antarktis. Erste Unterwasserbeobachtungen in der Admiralitätsbucht. Natur und Museum* 120, 269–282.
- ZIELIŃSKI K., 1990. *Bottom macroalgae of the Admiralty Bay (King George Island, South Shetland Islands, Antarctica). Pol. Polar Res.* 11, 95–131.