

Podstawy interdyscyplinarnych badań Morza Bałtyckiego



Skrypt do zajęć
dla studentów studiów licencjackich
na kierunku *Oceanografia*



Praca zbiorowa pod redakcją

Ewy Szymczak

Autorzy

Błaszczyk Agata

Burska Dorota

Idczak Jakub

Kendzierska Halina

Kubowicz-Grajewska Agnieszka

Lizińska Anna

Łukawska-Matuszewska Katarzyna

Mańko Maciej

Matciak Maciej

Pałgan Dominik

Panasiuk Anna

Pędziński Jarosław

Sapota Mariusz

Smolarz Katarzyna

Szymczak Ewa

Trzcńska Karolina

Weydmann-Zwolicka Agata



Wydział Oceanografii i Geografii
Uniwersytet Gdański
2020

ISBN 978-83-945891-1-0

„Skrypt został sfinansowany ze środków Projektu „PROgram Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego (ProUG)” realizowanego w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój na podstawie umowy nr POWR.03.05.00-00-Z308/17-00, zawartej pomiędzy Narodowym Centrum Badań i Rozwoju a Uniwersytetem Gdańskim w dniu 11.12.2017 roku.”

Spis treści

1. Podstawowe informacje o r/v <i>Oceanograf</i> (A. Kubowicz-Grajewska)	5
2. Regulamin zajęć na statku (A. Kubowicz-Grajewska)	9
3. Aparatura wykorzystywana do badań	14
3.1. Narzędzia do połowów ryb (M. Sapota, A. Lizińska).....	14
3.2. Sieci planktonowe (A. Błaszczuk, A. Panasiuk, M. Mańko).....	24
3.3. Narzędzia do poboru makrozoobentosu (K. Smolarz, H. Kendzierska).....	31
3.4. Próbniki osadów (J. Pędziński).....	34
3.5. Pomiar w toni wodnej (K. Łukawska-Matuszewska, M. Matciak)	36
3.6. Urządzenia hydroakustyczne (D. Pałgan, K. Trzcicka)	43
Literatura	45
4. Opis zajęć na statku	46
4.1. Połowy ryb do celów naukowych (M. Sapota)	46
4.1.1. Cel zajęć.....	46
4.1.2. Wykorzystywana aparatura/sprzęt.....	46
4.1.3. Lokalizacja poligonu badawczego.....	47
4.1.4. Zakres pomiarów.....	47
4.1.5. Rekomendowane warunki pogodowe do prowadzenia badań.....	47
4.1.6. Przebieg zajęć.....	47
4.1.7. Sprawozdanie.....	49
Literatura.....	52
4.2. Fitoplankton bałtycki - metody pobierania, konserwacji i przechowywania próbek. Analiza składu gatunkowego fitoplanktonu (A. Błaszczuk)	53
4.2.1. Cel zajęć.....	53
4.2.2. Wykorzystywana aparatura/sprzęt.....	53
4.2.3. Lokalizacja poligonu badawczego.....	53
4.2.4. Zakres pomiarów.....	54
4.2.5. Rekomendowane warunki pogodowe do prowadzenia badań.....	54
4.2.6. Przebieg zajęć.....	54
4.2.7. Sprawozdanie.....	55
Literatura.....	58

4.3. Zooplankton bałtycki - metody poboru i konserwacji próbek	
<i>(A. Weydmann-Zwolicka, A. Panasiuk, M. Mańko)</i>	59
4.3.1. Cel zajęć	59
4.3.2. Wykorzystywana aparatura/sprzęt	59
4.3.3. Lokalizacja poligonu badawczego	59
4.3.4. Zakres pomiarów	59
4.3.5. Rekomendowane warunki pogodowe do prowadzenia badań	60
4.3.6. Przebieg zajęć	60
4.3.7. Sprawozdanie	61
Literatura	63
4.4. Zbiór ilościowy i jakościowy makrozoobentosu <i>(H. Kendzierska, K. Smolarz)</i>	64
4.4.1. Cel zajęć	64
4.4.2. Wykorzystywana aparatura/sprzęt	64
4.4.3. Lokalizacja poligonu badawczego	64
4.4.4. Zakres pomiarów	65
4.4.5. Rekomendowane warunki pogodowe do prowadzenia badań	65
4.4.6. Przebieg zajęć	65
4.4.7. Sprawozdanie	67
Literatura	76
4.5. Zmienność natlenienia, pH i zasolenia w toni wodnej	
<i>(K. Łukawska-Matuszewska, D. Burska)</i>	77
4.5.1. Cel zajęć	77
4.5.2. Wykorzystywana aparatura/sprzęt	77
4.5.3. Lokalizacja poligonu badawczego	77
4.5.4. Zakres pomiarów	77
4.5.5. Rekomendowane warunki pogodowe do prowadzenia badań	78
4.5.6. Przebieg zajęć	78
4.5.7. Sprawozdanie	81
Literatura	85

4.6.	Opis makroskopowy morskich osadów dennych (<i>J. Pędziński, E. Szymczak</i>)	86
4.6.1.	Cel zajęć	86
4.6.2.	Wykorzystywana aparatura/sprzęt	86
4.6.3.	Lokalizacja poligonu badawczego	86
4.6.4.	Zakres pomiarów	87
4.6.5.	Rekomendowane warunki pogodowe do prowadzenia badań	87
4.6.6.	Przebieg zajęć	87
4.6.7.	Sprawozdanie	89
	Literatura	93
4.7.	Pomiary morfologii dna akwenu echosondą jednowiązkową (<i>D. Pałgan, K. Trzecińska</i>)	94
4.7.1.	Cel zajęć	94
4.7.2.	Wykorzystywana aparatura/sprzęt	94
4.7.3.	Lokalizacja poligonu badawczego	94
4.7.4.	Zakres pomiarów	94
4.7.5.	Rekomendowane warunki pogodowe do prowadzenia badań	95
4.7.6.	Przebieg zajęć	95
4.7.7.	Sprawozdanie	98
	Literatura	98
4.8.	Pomiary podstawowych własności fizycznych wody, ocena warunków transportu naturalnej energii promienistej oraz propagacja dźwięku w toni wodnej (<i>M. Matciak, J. Idczak</i>)	99
4.8.1.	Cel zajęć	99
4.8.2.	Wykorzystywana aparatura/sprzęt	99
4.8.3.	Lokalizacja poligonu badawczego	99
4.8.4.	Zakres pomiarów	100
4.8.5.	Rekomendowane warunki pogodowe do prowadzenia badań	100
4.8.6.	Przebieg zajęć	100
4.8.7.	Sprawozdanie	102
	Literatura	105
5.	Słownik pojęć	106

1. Podstawowe informacje o r/v *Oceanograf*

(A. Kubowicz-Grajewska)

Oceanograf (Ryc. 1.1) to jedna z najnowocześniejszych jednostek badawczych pływających po Bałtyku, której armatorem jest Instytut Oceanografii Uniwersytetu Gdańskiego.

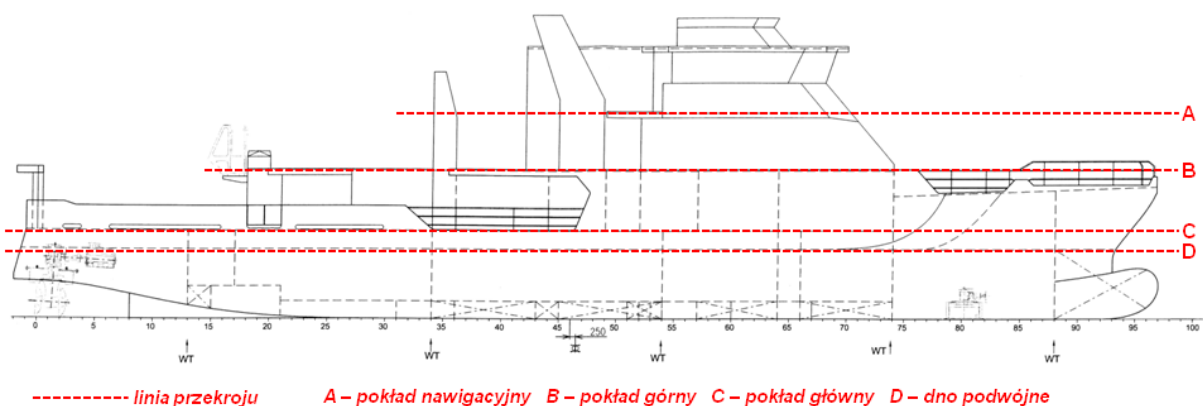


Ryc. 1.1. R/V *Oceanograf*

Dwukadłubowa konstrukcja statku (katamaran) ma 46,03 m długości, 14 m szerokości i 6,55 m wysokości do pokładu górnego. Konstrukcja zapewnia stabilność jednostki minimalizując kąt przechyłu, co jest szczególnie ważne przy prowadzeniu badań na morzu. Umożliwia to wykonywanie pomiarów nawet przy stanie morza 4 i przy sile wiatru 4 w skali Beauforta.

Jednostka posiada napęd spalinowo-elektryczny, maksymalna prędkość wynosi 12 węzłów (22,22 km/h), prędkość ekonomiczna to 10 węzłów (18,5 km/h). Przy tej prędkości zasięg statku to 2 400 Mm (4 444,8 km). Statek może przebywać na morzu nawet 21 dni bez zawijania do portu. Stała załoga składa się z kapitana i sześciu członków załogi.

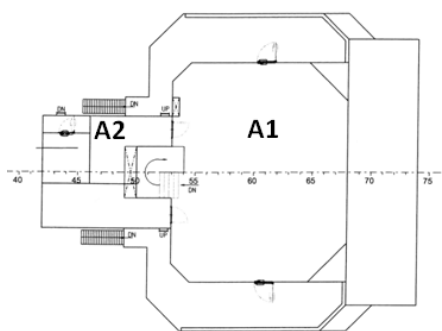
Na jednostce można wydzielić kilka pokładów, w obrębie których znajdują się różne pomieszczenia użytkowe (Ryc. 1.2, Ryc. 1.3). Na pokładzie górnym (B) oraz głównym (C) znajdują się kabiny: dla kapitana (B1), dla I oficera (B2), dla załogi (B3), kierownika rejsu (B4) oraz kabiny dla grupy naukowo-badawczej (B5, B6, B7, B8; C6, C7) (wszystkie wyposażone są w bloki sanitarne i podłączone do pokładowej sieci komputerowej). Ponadto na jednostce znajduje się kuchnia (C8) oraz mesa wraz z salą seminaryjno-wykładową (C9).



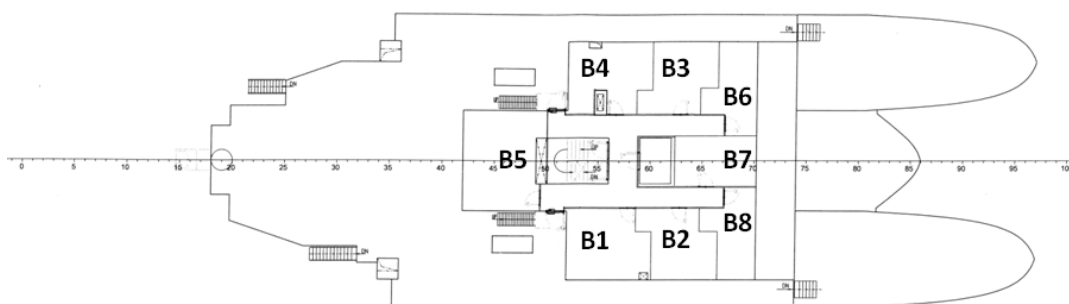
----- linia przekroju A – pokład nawigacyjny B – pokład górny C – pokład główny D – dno podwójne

Ryc. 1.2. R/V *Oceanograf* – widok z boku wraz z zaznaczonymi liniami przekroju poszczególnych pokładów

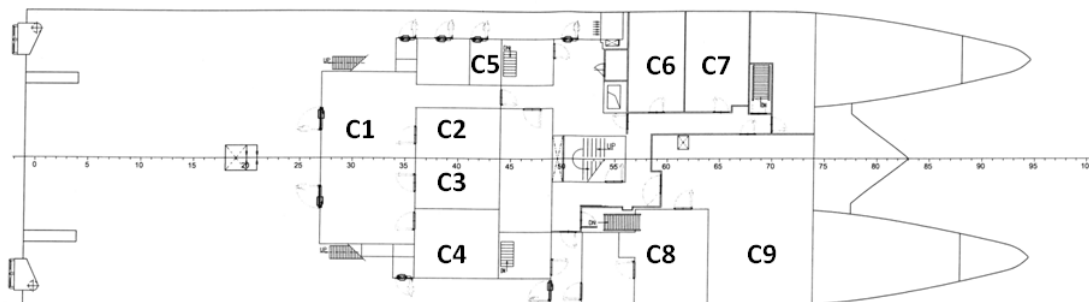
A – pokład nawigacyjny



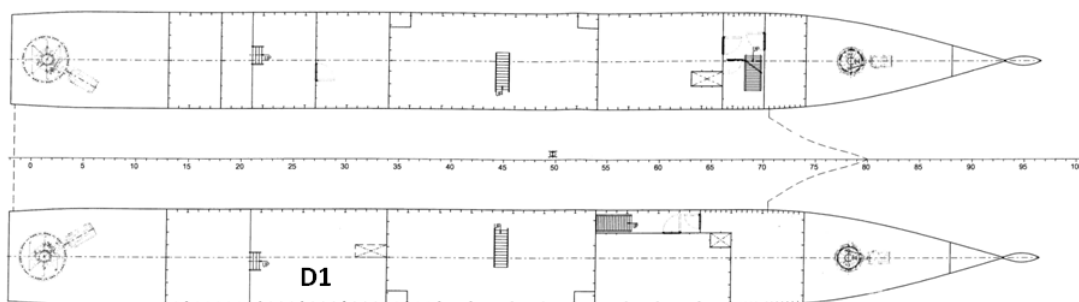
B – pokład górny



C – pokład główny



D – dno podwójne



Ryc. 1.3. Układ wybranych pomieszczeń w poszczególnych pokładach r/v Oceanograf – widok z góry (A1 – stacja badań aerozoli, A2 – sterówka; B1-B8 – kabiny dla poszczególnych uczestników rejsu; C1-C4 – laboratoria, C5 – magazyn nurkowy, C6, C7 – kabiny, C8 – kuchnia, C9 – mesa i sala seminaryjno-wykładowa; D1 – magazyn sprzętu badawczego i próbek)

Jednostka jest wyposażona w specjalistyczne urządzenia do prowadzenia interdyscyplinarnych badań środowiska morskiego, tj.: batymetrycznych, biologicznych, chemicznych, fizycznych, geologicznych oraz geofizycznych. Znajdują się one na pokładzie oraz w magazynie sprzętu badawczego (poziom D – dno podwójne – D1). Ponadto jest przystosowana do połowów ryb. W tym celu na otwartym pokładzie rufowym zainstalowane są urządzenia umożliwiające połow, natomiast w kadłubie zamocowane są wciągarki trałowe i sieciowe oraz magazyn ryb wyposażony w wytwornicę lodu.

Wśród głównych urządzeń badawczych należy wymienić:

- urządzenie do pozycjonowania podwodnego USBL Easytrak Nexcus firmy Applied Acoustics Underwater Technology,
- zestaw 3 echosond typu Split Beam EK80 firmy Simrad,
- echosondę wielowiązkową firmy Reson model SeaBat 7125 SV2,
- echosondę poziomą Farsounder FS-3,
- kablową echosondę sieciową Simrad FS70 z wciągarką i system PI50/60,
- system sonaru holowanego firmy Edge Tech, model 4200,
- profilomierz osadów dennych firmy Edge Tech, model 3100,
- pojazd podwodny ROV sterowany przez kablolinę firmy Subsea Tech, model Mini-ROV Guardian 2.1,
- prądomierz ADCP firmy Teledyne, RD Instruments Workhorse Mariner,
- sonda miniCTD firmy Valeport,
- zestaw urządzeń do badania oświetlenia nad i pod wodą firmy TriOS typu Ramses,
- rufowe urządzenia rybackie do połowu włokami dennymi i pelagicznymi,
- zestaw do połowów włokami rozprzowymi,
- zestaw do połowu sieciami stawnymi,
- sieci planktonowe MultiNet typu Midi,
- optyczny licznik planktonu typu Flow CAM VS-IV,
- cytometr przepływowy firmy Becton Dickinson (BD Biosciences) model FACS Jazz,
- rozetę batometryczną z sondą CTD i z dodatkowymi czujnikami firmy SeaBird Electronics SBE 25plus Sealogger,
- multi-pułapkę sedymentacyjną firmy Hydrobios typu Multi Sediment Trap/24,
- sondę wielordzeniową typu Multicorer model Maxicorer firmy OSIL,
- wibrosondę firmy OSIL model Lightweight Vibrocorer 3+6,
- czerpak skrzynkowy firmy KC Denmark A/S model 80.000,
- pobornik wysokoprzepływowy z głowicą PM-10 do pobierania aerozoli firmy TISCH Environmental,
- próbnik i impaktor do pobierania aerozoli firmy TISCH Environmental (pokład A – A2 – obok sterówki -A1).

R/v Oceanograf posiada bogato wyposażone laboratoria (Ryc. 1.3): laboratorium mokre (C1), termostatyczne (C2), sterylne (C3) oraz pomiarowe (C4), w których przeprowadza się analizy na zebranych w czasie rejsu materiale badawczym.

Poza sprzętem specjalistycznym na jednostce znajdują się urządzenia wspomagające pracę na pokładzie:

- żuraw pokładowy 4 t, sterowany radiowo,
- bramownica rufowa 35 kN lub 70 kN,
- dwie wciągarki trałowe od 32 do 52 kN
- dwie wciągarki sieciowe o pojemności 2,5 m³,
- wciągarka kabloliny 35 kN,
- wciągarka kabloliny 5 kN,
- dwa wychylne żurawiki rufowe 300 kg,
- dwa wychylne żurawiki dziobowe 300 kg,
- bramownica burtowa z dwoma wciągarkami do 300 kg,
- żurawik dziobowy 50 kg,
- wysuwane z kadłuba podnośniki echosond Reson i Split Beam oraz USBL,
- wyposażenie dla pracy ekipy nurków,
- łódź hybrydowa typu RIB S-490 firmy Sportis.

2. Regulamin zajęć na statku

(A. Kubowicz-Grajewska)

Zasady pracy oraz przebywania na statku określa *Regulamin pracy i przebywania na statkach Uniwersytetu Gdańskiego*, stanowiący *Załącznik do zarządzenia Rektora UG nr 111/R/17*. Uzupełnieniem do *Regulaminu* jest dokument zawierający „*Zasady Bezpieczeństwa i Higieny Pracy oraz postępowania na pokładzie statku Oceanograf*”.

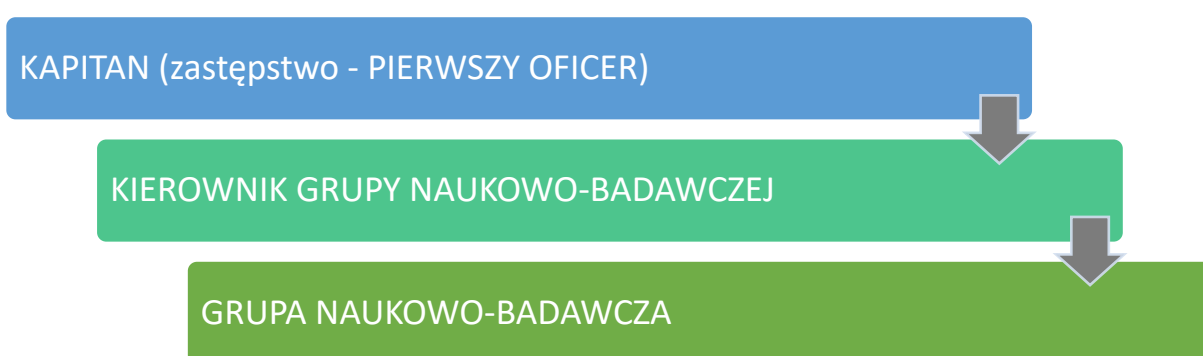
Regulamin pracy oraz przebywania na statkach Uniwersytetu Gdańskiego został ustalony na podstawie:

- 1) art. 104 ustawy z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeksu pracy (t.j. Dz. U. z 2016 r. poz. 1666 ze zm.),
- 2) art. 84 ustawy z dnia 5 sierpnia 2015 r. o pracy na morzu (Dz. U. z 2015 r. poz. 1569),
- 3) ustawy z dnia 18 września 2001 r. Kodeks morski (t.j. Dz. U. z 2016 r. poz. 66 ze zm.).

Każdy członek załogi i ekipy naukowo-badawczej przed podjęciem po raz pierwszy pracy na statku zobowiązany jest do zapoznania się z postanowieniami niniejszego *Regulaminu*, a także z „*Zasadami Bezpieczeństwa i Higieny Pracy oraz postępowania na pokładzie statku Oceanograf*”.

Wymienione dokumenty ustalają organizację i porządek pracy oraz przebywania na statku oraz określają związane z tym prawa i obowiązki zarówno armatora, jak i członków załogi oraz członków ekipy naukowo-badawczej skierowanych do pracy na statku.

FUNKCJE POSZCZEGÓLNYCH OSÓB NA STATKU



Najważniejszą osobą na statku jest KAPITAN. Jest on w pełni odpowiedzialny za bezpieczeństwo statku, jego załogi i pasażerów, a także ładunku. Kapitan dostarcza wszystkim osobom zaokrętowanym na statku wszelkich informacji – poprzez opis, zademonstrowanie i przeprowadzenie ćwiczeń praktycznych – o środkach bezpieczeństwa oraz sposobach zachowania się w podstawowych alarmach, w tym alarmie do opuszczenia jednostki. Zastępcą Kapitana, w razie potrzeby lub jego nieobecności, jest Pierwszy Oficer.

Kapitanowi podlega KIEROWNIK GRUPY NAUKOWO-BADAWCZEJ, który:

- odpowiada za skład zespołu naukowo-badawczego,
- informuje członków ekipy naukowo-badawczej o szczególnych wymaganiach na statku, konieczności utrzymania porządku w przydzielonych kabinach, laboratoriach oraz miejscach pracy, a także w pomieszczeniach przeznaczonych do ogólnego użytku,
- odpowiada za należyłą organizację i dyscyplinę pracy wszystkich członków ekipy naukowo-badawczej, przestrzeganie przez nich przepisów bhp, racjonalne wykorzystanie sprzętu i aparatury naukowo-badawczej znajdującej się na wyposażeniu statku lub zabranej na statek na użytek danego rejsu, racjonalną gospodarkę materiałami koniecznymi dla realizacji zadań badawczych,
- sprawuje ogólny nadzór nad obsługą i bieżącą konserwacją sprzętu oraz aparatury naukowo-badawczej przez wyznaczonych do tego celu członków ekipy naukowo-badawczej,
- odpowiada za prace i badania oraz bezpieczeństwo w laboratoriach,
- zapoznaje wszystkie osoby wystawione na działanie chemicznych materiałów niebezpiecznych o ich wpływie na zdrowie, koniecznych środkach ochronnych, procedur ich usuwania i neutralizacji, postępowania w czasie zaistniałych wypadków.

Kierownik grupy naukowo-badawczej współpracuje z Kapitanem i wymienia informacje na temat codziennej pracy zespołu w celu rozwiązywania wszelkich problemów pojawiających się w trakcie rejsu.

Członkowie GRUPY NAUKOWO-BADAWCZEJ podlegają bezpośrednio Kierownikowi rejsu i zobowiązani są do wykonywania wydawanych przez niego poleceń. Odpowiadają za:

- należyte wykonanie powierzonych mu w ramach programu badań zadań,
- utrzymanie porządku na swoim stanowisku pracy i w pomieszczeniu służbowym lub laboratoryjnym przez nich użytkowanym,
- racjonalne wykorzystanie sprzętu i aparatury naukowo-badawczej będącej w ich użytkowaniu,
- racjonalną gospodarkę materiałami koniecznymi dla realizacji powierzonych im zadań.

W zakresie realizacji programu badań podczas rejsu zobowiązani są do:

- uzgodnienia z kierownikiem naukowym rejsu harmonogramu realizacji powierzonych zadań,
- ścisłej współpracy z kierownikiem naukowym rejsu oraz pozostałymi członkami grupy naukowo-badawczej i załogą statku w zakresie wykonywania prac związanych z realizacją planu badań.

WAŻNE INFORMACJE

Na statku *r/v Oceanograf* znajduje się instrukcja pt. Międzynarodowy System Zarządzania Bezpieczeństwem Statku (ISM Code), do której mają dostęp wszystkie zaokrętowane osoby. W dokumencie tym określono obowiązki osób funkcyjnych oraz wszystkich osób dodatkowo zaokrętowanych. Instrukcje środków bezpieczeństwa i środków ratunkowych zamieszczone są w książce „Instrukcje środków Ratunkowych” znajdującej się w mesie i na mostku.

Obowiązki wszystkich osób w poszczególnych alarmach znajdują się na tablicy informacyjnej, umieszczonej w korytarzu koło mesy oraz w każdej kabinie na rozkładzie umieszczonym nad biurkiem,

- we wszystkich alarmach - miejsce zbiórki znajduje się na **pokładzie rufowym w oznakowanym miejscu**,
- alarmy będą ogłaszane dzwonkiem, a następnie dublowane za pomocą rozgłośni, w momencie usłyszenia alarmu - dzwonki i/lub rozgłośnia - należy się natychmiast udać na miejsce zbiórki.

Statkowy system alarmowy składa się z:

ALARM OGÓLNY



- 🔔 siedem krótkich i jeden długi sygnał; alarmy pożarowy i opuszczania statku, oraz inne zagrożenia będą sygnalizowane alarmem ogólnym i zapowiedzią przez system rozgłośni ustnie;
- 🔔 udając się na miejsce zbiórki należy zabrać ze sobą pas ratunkowy, a w przypadku **Alarmu Opuszczenia Statku (najpierw Alarm Ogólny (dzwonkiem), a potem głosem Alarm Opuszczenia Statku – zabrać także swoje dokumenty i Morski Ubiór Ratunkowy** znajdujący się w przydzielonej kabinie. Należy postępować zgodnie z instrukcjami kapitana lub wyznaczonego członka załogi statku;
- 🔔 po ogłoszeniu alarmu i opuszczeniu kabiny należy zamknąć drzwi (ale nie na klucz).

Takie alarmy ćwiczebne jak **alarm do opuszczenia statku** oraz alarm pożarowy zostaną przeprowadzone w krótkim czasie od momentu opuszczenia portu. Wyznaczeni członkowie załogi i wszyscy nowo zaokrętowani mają obowiązek uczestniczenia w ćwiczeniach.

Na ćwiczenia należy zabrać własną kamizelkę ratunkową oraz ubiór ratunkowy (znajdujące się w przydzielonej kabinie). W trakcie ćwiczenia wszyscy uczestnicy mają obowiązek właściwego ich ubrania (po przeprowadzonym przez załogę pokazie).

O tym należy pamiętać!!!

- **palenie we wszystkich pomieszczeniach wewnętrznych statku tj. na mostku, w laboratoriach, w kabinach, korytarzach oraz mesie JEST ZABRONIONE,**
- palenie jest dozwolone na tylko pokładzie rufowym w miejscu do tego wydzielonym,
- posiadanie i użycie **napojów alkoholowych, narkotyków lub nielegalnych środków medycznych JEST ZABRONIONE.**

Ponadto:

- w morzu nie wolno zamykać się w swojej kabynie na klucz,
- należy używać (zawsze!!!) pełnego osobistego wyposażenia ochronnego,
- należy pamiętać o odpowiednim stroju – odpowiednio dostosowanym do wykonywanych zadań (odzież ochronna, buty, rękawice, kask),
- należy natychmiast meldować Kapitanowi o zauważanych nieprawidłowościach,
- należy niezwłocznie informować Pierwszego Oficera o osobistych dolegliwościach i chorobach,
- wszelkie wypadki lub zranienia muszą być natychmiast zgłaszane do Kapitana, który w zależności od sytuacji zobowiązany jest do podjęcia adekwatnych działań, w tym do powiadomienia odpowiednich służb medycznych na brzegu.

Przebywanie na statku

- ze względów bezpieczeństwa wyjście na pokłady otwarte wymaga uzyskania zgody oficera wachtowego,
- wychodząc na pokład należy poinformować o tym fakcie kogoś z załogi lub grupy naukowej,
- w trakcie: manewrowania, badań naukowych i połowów, przygotowania do wyjścia na morze, podczas kotwiczenia lub podnoszenia kotwicy, wyjścia z lub wejścia do portu, a także przejścia wąskim kanałem na mostku pozostaje tylko niezbędny personel statku: kapitan i/lub oficer wachtowy oraz mechanik oraz naukowcy/operatorzy sprzętu naukowego. Osoby postronne nie będące załogą statku mogą przebywać na mostku tylko po uzyskaniu zgody Kapitana,
- zejście ze statku na ląd odbywa się po zacumowaniu i dopiero wtedy, gdy zostanie udzielona zgoda przez kapitana lub oficera wachtowego – nie wcześniej.

Sprzątanie statku po rejsie

W celu utrzymania czystości w pomieszczeniach mieszkalnych, laboratoriach i pozostawienia ich w dobrym stanie dla kolejnej grupy naukowo-badawczej korzystającej ze statku koniecznym jest, aby każdy użytkownik sprzątał swoją kabinę, przynależną kabinę prysznicową wraz z toaletą, oraz laboratorium przed opuszczeniem statku. Dlatego też członkowie ekipy zaokrętowanej na statek zobligowani są sprzątać wymienione pomieszczenia przed jego opuszczeniem. Niezbędne środki i narzędzia dostarczy załoga.

W następujących pomieszczeniach, takich jak:

- a. **laboratoria:** należy usunąć cały sprzęt badawczy, opróżnione kosze wstawić do uchwytów, wilgotną a następnie suchą ściereczką przetrzeć stoły, krzesła, umyć zlewy i krany, zamieść pokład, jeżeli istnieje konieczność umyć go mokrym mopem.
- b. **kabiny mieszkalne:** należy rozebraną pościel i ręczniki złożyć na koi lub w workach dostarczonych przez załogę, złożony koc położyć w nogach koi, opróżnić kosz na śmieci, przetrzeć meble.
- c. **toaleta i prysznic:** należy umyć miskę muszli toaletowej, umyć zlew i kran, wytrzeć lustro, mydelniczkę, wilgotną a następnie suchą ściereczką przetrzeć szoty, umyć pokład, opróżnić kosz na śmieci.

Kapitan/Oficer statku zobowiązany jest sprawdzić stan pomieszczeń zajmowanych przez ekipę przed ich opuszczeniem.

3. Aparatura wykorzystywana do badań

3.1. Narzędzia do połowów ryb

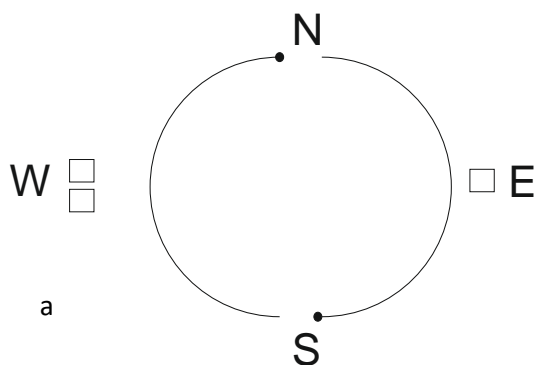
(M. Sapota, A. Lizińska)

Narzędzia wykorzystywane do połowów ryb, do celów naukowych, to m.in. skrzelowe sieci stawne, narzędzia pułapkowe i włoki rozprzowe. Sposób ich wydawania i obsługi może różnić się ze względu na charakterystykę jednostki połowowej, z której są wydawane. W przypadku skrzelowych sieci stawnych i narzędzi pułapkowych można wydawać je zarówno z małych jednostek, typu łódzie wiosłowe czy pontony, jak również z dużych jednostek połowowych. Stopień mechanizacji prac przy narzędziach uzależniony jest od możliwości jednostki połowowej. Do pracy włokami rozprzowymi niezbędna jest jednostka połowowa z napędem mechanicznym, systemem bomów lub bramownicą i wyciągarką trałową.

Skrzelowe sieci stawne

Skrzelowe sieci stawne stosowane do połowów naukowych ryb konstruowane są tak aby charakteryzowały się jak najmniejszą selektywnością. Z zasady zbudowane są z sektorów (paneli) o różnej wielkości oczka, tak aby jedna sieć łowiła ryby o różnej wielkości. Sieci nazywamy skrzelowymi sieciami sektorowymi lub panelowymi. Tkanina sieciowa, w którą zaplątują się ryby jest luźno rozpięta na dwóch linach nośnych: górnej – uszlawnionej i dolnej – obciążonej. Jeżeli uszlawnienie ma wartość większą od masy sieci w wodzie to górna lina znajduje się na powierzchni i mamy do czynienia z siecią pelagiczną. W przeciwnym wypadku, lina dolna pozostaje na dnie i mówimy o sieci dennej.

Sieci skrzelowe pozostawiamy na łowisku, zwykle, na kilkanaście godzin. Wystawia się je wieczorem, a podnosi rano. Wyniki połowu standaryzuje się przeliczając je na 12 lub 24 godziny połowu. Narzędzia połowowe pozostawione na łowisku muszą być w odpowiedni sposób oznakowane. Służą do tego chorągiewki rybackie. Stosowane są chorągiewki w dwóch kolorach. Chorągiewki czerwone oznaczają brak możliwości przepłynięcia nad siecią (pomiędzy chorągiewkami). Chorągiewki czarne oznaczają istnienie możliwości przepłynięcia nad siecią (pomiędzy chorągiewkami), zabraniają ciągnięcia czegokolwiek po dnie w tym rejonie. Jeżeli długość zestawu połowowego przekracza 1 Mm, wtedy w odległości nie większej niż 1 Mm umieszcza się chorągiewki pośrednie, koloru białego. Na końcu zestawu w sektorze zachodnim, licząc od południa przez zachód i obejmując północ, mocuje się bojkę z tyczką zaopatrzoną w 2 chorągiewki oraz 2 pasy taśmy odblaskowej. Na końcu zestawu w sektorze wschodnim, licząc od północy przez wschód i obejmując południe, mocuje się bojkę z tyczką zaopatrzoną w chorągiewkę oraz pas taśmy odblaskowej (Ryc. 3.1).



Ryc. 3.1. Chorągiewka rybacka a) schemat wyjaśniający sposób stosowania podwójnych i pojedynczych chorągiewek; b) chorągiewka gotowa do wydania, (fot. A. Lizińska)

Ponadto, zgodnie z Dz.U. 2016 poz. 1494 oznakowania sieci stawnych powinny spełniać następujące wymogi:

1. chorągiewki – mieć kształt prostokąta o długości boku nie mniejszej niż 40 cm,
2. chorągiewki – być zamocowane do tyczki bojki dłuższym bokiem,
3. chorągiewki – być zamocowane do tyczki bojki w odległości nie mniejszej niż 80 cm od powierzchni wody,
4. chorągiewki – być zamocowane do tyczki bojki, zachowując pomiędzy nimi odległość nie mniejszą niż 20 cm, jeżeli do tyczki bojki mają być przymocowane 2 chorągiewki,
5. chorągiewki użytej do oznakowania tego samego zestawu – mieć jednakowe wymiary,
6. chorągiewki użytej do oznakowania końców tego samego zestawu – być takiego samego koloru,
7. chorągiewki bojek przymocowanych do zestawu wystawionego przy powierzchni wody – być koloru czerwonego,
8. chorągiewki bojek przymocowanych do zestawu wystawionego przy dnie – być koloru czarnego,

9. chorągiewki bojek pośrednich, o których mowa w ust. 1 pkt 5 – być koloru białego,
10. pasa taśmy odblaskowej – mieć szerokość co najmniej 5 cm,
11. reflektora radarowego – mieć kształt kuli o średnicy co najmniej 25 cm,
12. bojki – być koloru innego niż czerwony i zielony,
13. długości linki, za której pomocą bojka jest przymocowana do zestawu wystawionego przy dnie – nie może przekraczać 1,5-krotności głębokości wody w miejscu wystawienia narzędzia połowowego,
14. linki, o której mowa w pkt 13 – być wykonane z tworzywa samotonącego albo obciążone,
15. latarni – świecić jasnym światłem błyskowym o częstotliwości błysku co najmniej raz na 5 sekund (F 1 Y 5s), które jest widoczne z odległości nie mniejszej niż 2 Mm,
16. echa reflektora radarowego – być odbierane z odległości nie mniejszej niż 2 Mm.

Na pływakach chorągiewek powinna znajdować się oznaka rybacka jednostki połowowej lub informacja o uzyskanej zgodzie na połowy do celów naukowych lub dydaktycznych.

W zależności od rejonu badań stosowane są różne typy sektorowych sieci stawnych. Różnią się one liczbą i długością paneli oraz wielkością oczek w panelach. W strefie płytkowodnej często stosowane są sieci Polish coastal net survey net (Tab. 1).

Tabela 1. Charakterystyka sieci skrzelowych Polish coastal net survey net zgodna z „Przewodnik metodyczny do badań terenowych i analiz laboratoryjnych ichtiofauny w wodach przejściowych i przybrzeżnych w ramach monitoringu diagnostycznego ichtiofauny”

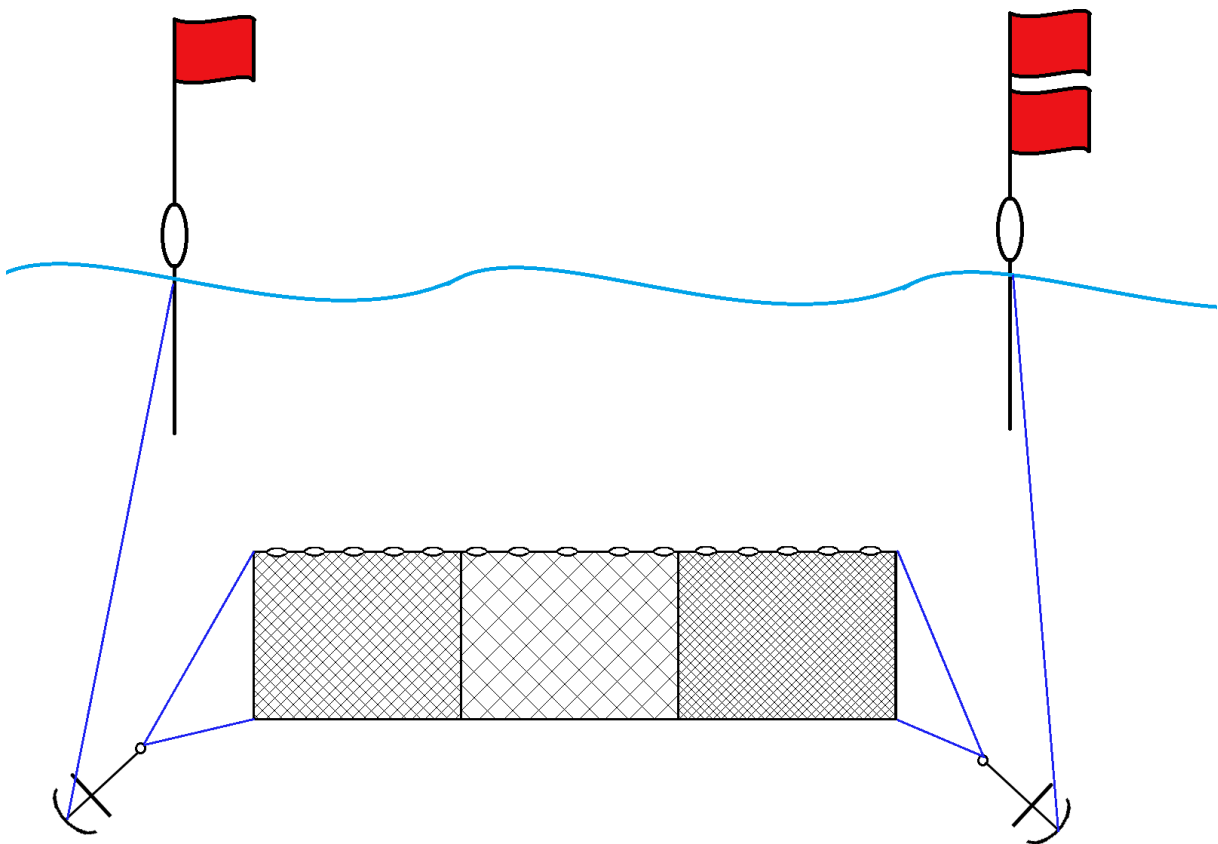
Lp.	Kolejność siatki w zestawie	Wielkość oczka (od węzła do węzła) [mm]	Grubość żyłki [mm]	Długość panelu [m] (górze)
1	1	30	0,15	5
2	2	15	0,14	5
3	3	38	0,16	5
4	4	10	0,12	5
5	5	48	0,20	5
6	6	12	0,12	5
7	7	24	0,14-0,16	5
8	8	60	0,20	5
9	9	19	0,14-0,16	5
Długość całkowita 45 m				

Zwykle poszczególne sieci łączy się ze sobą uzyskując zestawy połowowe o długości kilkuset metrów. W niektórych przypadkach łączy się sieci sektorowe z typowymi sieciami rybackimi przystosowanymi do połowów komercyjnych konkretnych gatunków ryb np. dorsza lub storni.

Do wystawienia sieci niezbędne są kotwice (po jednej na każdą chorągiewkę). Najczęściej stosowane są kotwice czteroramienne o masie 5–6 kg. Wszystkie elementy zestawu połączone są linami.

Kolejność wydania zestawu połowowego jest następująca:

chorągiewka → lina łącząca → kotwica → liny łączące → sieć → liny łączące → kotwica → lina łącząca → chorągiewka (Ryc. 3.2).



Ryc. 3.2. Schemat sposobu wystawienia sektorowej sieci skrzelowej

Zestaw połowowy wydaje się z jednostki poruszającej się z prędkością 1 – 2 węzłów.

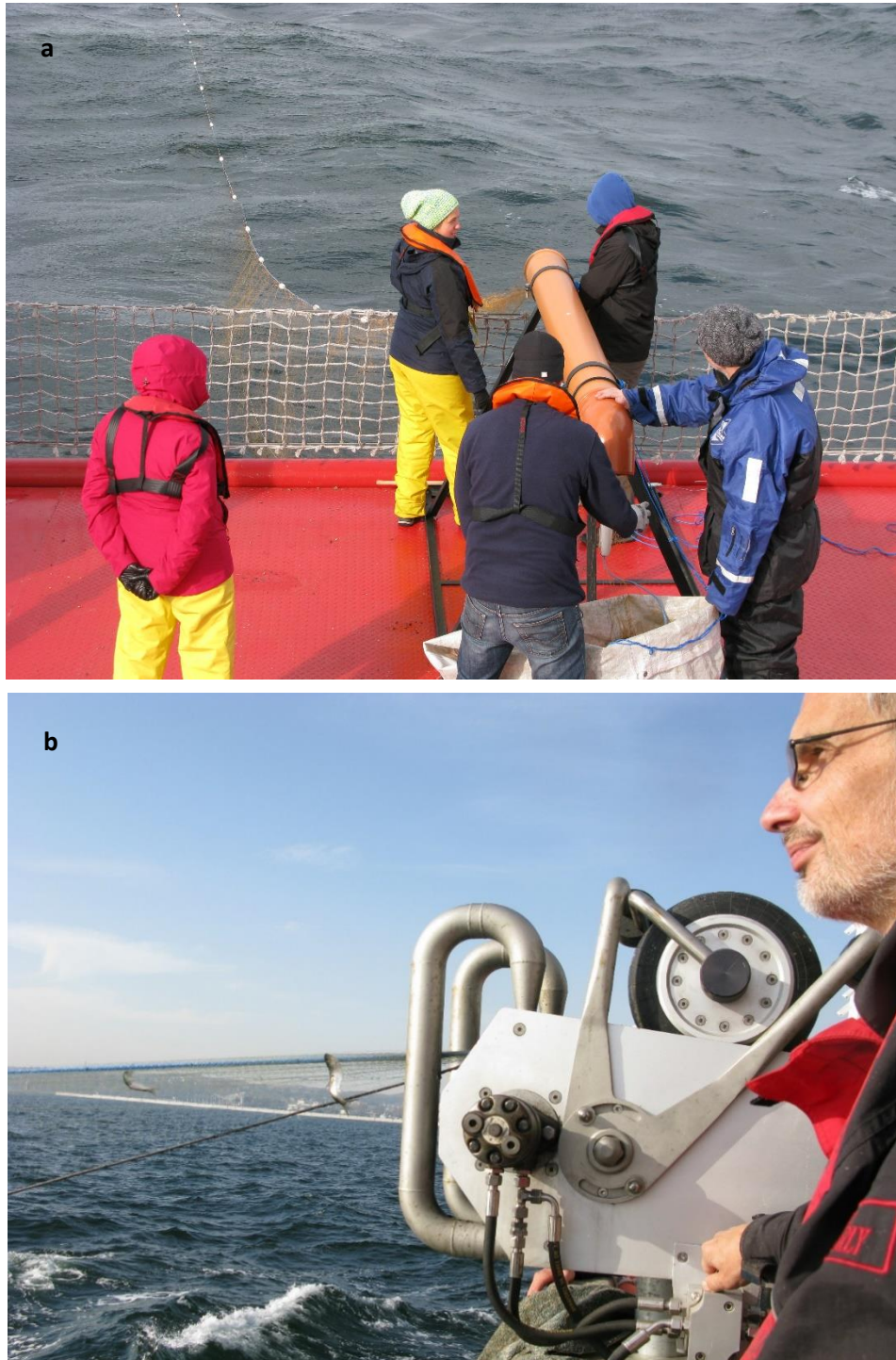
Wybieranie zestawu odbywa się w kolejności odwrotnej do wydawania, zawsze pod wiatr. Przy wybieraniu zestawu połowowego jednostka powinna poruszać się z prędkością 0,8–1 węzła.

Wydawanie i wybieranie zestawu połowowego można wykonać ręcznie (Ryc. 3.3) lub, szczególnie na większych jednostkach z zastosowaniem urządzeń mechanicznych ułatwiających pracę (Ryc. 3.4).

Po wybraniu sieci, znajdujące się w niej ryby należy wypłacać i umieścić w oznakowanych pojemnikach, osobno ryby z każdego panelu. Tak zebrane ryby stanowią materiał do przeprowadzenia analiz ichtiologicznych (przede wszystkim masowej i szczegółowej).



Ryc. 3.3. Ręczna obsługa sektorowych sieci skrzelowych: a) wydawanie; b) wybieranie, (fot. A Lizińska)



Ryc. 3.4. Zautomatyzowana obsługa sektorowych sieci skrzelowych: a) wydawanie; b) wybieranie, (fot. A. Lizińska)

Narzędzia pułapkowe

Narzędzia pułapkowe, podobnie jak sieci skrzelowe, należą do narzędzi stawnych biernych. Sposób oznakowania pułapek pozostawionych na łowisku jest taki sam jak w przypadku sieci skrzelowych. Narzędzia pułapkowe zawsze wystawiane są na dnie. Ze względu na swoją konstrukcję zawsze muszą być mocno napięte. Pułapka składa się z dwóch części: naprowadzającej i usidlającej. Część naprowadzająca to przegroda z tkaniny sieciowej (górną

usplawniona, dół obciążony). Ryba napotykając przegrodę, próbuje ją ominąć płynąc równoległe do niej i jest naprowadzana do części usidlającej. Część usidlająca to rozpięte na stalowym lub wykonanym z tworzywa sztucznego stelażu komory o stożkowych wejściach (Ryc. 3.5). Część usidlającą stanowi kilka takich komór położonych jedna za drugą. Ryba po wejściu do części usidlającej ma bardzo małe szanse na odnalezienie wyjścia.

Narzędzia pułapkowe pozostawiane są na łowisku na kilka do kilkunastu dni.

Wydawanie narzędzi pułapkowych odbywa się zawsze ręcznie, przy prędkości jednostki połowowej do 2 węzłów. Przy wybieraniu możliwe jest zastosowanie wyciągarek mechanicznych jedynie do wybierania lin. Pułapki muszą być wybierane ręcznie.

Po wybraniu pułapek (Ryc. 3.6), znajdujące się w niej ryby należy wysypać z części usidlającej i umieścić w oznakowanych pojemnikach, osobno ryby z każdej pułapki. Tak zebrane ryby stanowią materiał do przeprowadzenia analiz ichtiologicznych (przede wszystkim masowej i szczegółowej).



Ryc. 3.5. Część usidlająca narzędzia pułapkowego, (fot. P. Bałazy)



Ryc. 3.6. Narzędzia pułapkowe z uwięzionymi rybami, wyciągnięte na nabrzeże, (fot. M. Sapota)

Włoki rozprzowe (beamtrawl)

Włoki rozprzowe są narzędziami aktywnymi, podążającymi za rybami. Włók rozprzowy składa się ze stalowej ramy z dwoma płozami na której rozpięty jest worek w tkaniny sieciowej. Nazwa włoka pochodzi od rozprza – belki/rury łączącej obie płozy. Szerokość wlotu ramy jest jednocześnie szerokością włoka. Maksymalna szerokość stosowanych obecnie włoków dochodzi do 6 m., choć najczęściej stosowane są dwu, trzy i czterometrowe.

Włók rozprzowy wydawany jest na jednej linie trałowej (Ryc. 3.7). Może być wydawany z rufy jednostki trałującej lub na bomie z burty. W przypadku trałowania z burty możliwe jest wydanie dwóch włoków z obu burt. Prędkość jednostki trałującej powinna wynosić od 2,5 do 4 węzłów. Długość wydanej liny trałowej powinna wynosić co najmniej trzykrotną głębokość (długość liny należy mierzyć od powierzchni wody, nie od bloku prowadzącego). Istnieje możliwość wydania mniejszej ilości liny, w przypadku gdy zastosowany zostanie system USBL i potwierdzi on poruszanie się włoka po dnie. Trały naukowo-badawcze nie powinny trwać dłużej niż pół godziny.

Po podniesieniu włoka nad pokład (Ryc. 3.8) wszystkie złowione ryby wysypuje się z worka włoka i umieszcza w jednym pojemniku. Tak zebrane ryby stanowią materiał do przeprowadzenia analiz ichtiologicznych (przede wszystkim masowej i szczegółowej).

Wyniki połowu przelicza się na wielkość przetrałowanej powierzchni, którą uzyskuje się mnożąc długość zaciągu [m] przez rozwartość włoka [m].



Ryc. 3.7. Opuszczenie włoka rozprzewego na dno, (fot. M. Sapota)



Ryc. 3.8. Włok rozprzowy podniesiony ponad rufę jednostki połowowej, (fot. A. Dziubińska)

Wszystkie narzędzia połowowe służące do połowów ryb należy czyścić wodą pod dużym ciśnieniem (można stosować wodę morską) (Ryc. 3.9). Wypłukanych narzędzi nie powinno się suszyć na słońcu. Promieniowanie UV i podwyższona temperatura powodują niszczenie tworzyw sztucznych, z których zbudowane są współczesne tkaniny sieciowe.



Ryc. 3.9. Czyszczenie narzędzi pułapkowego, (fot. A. Dziubińska)

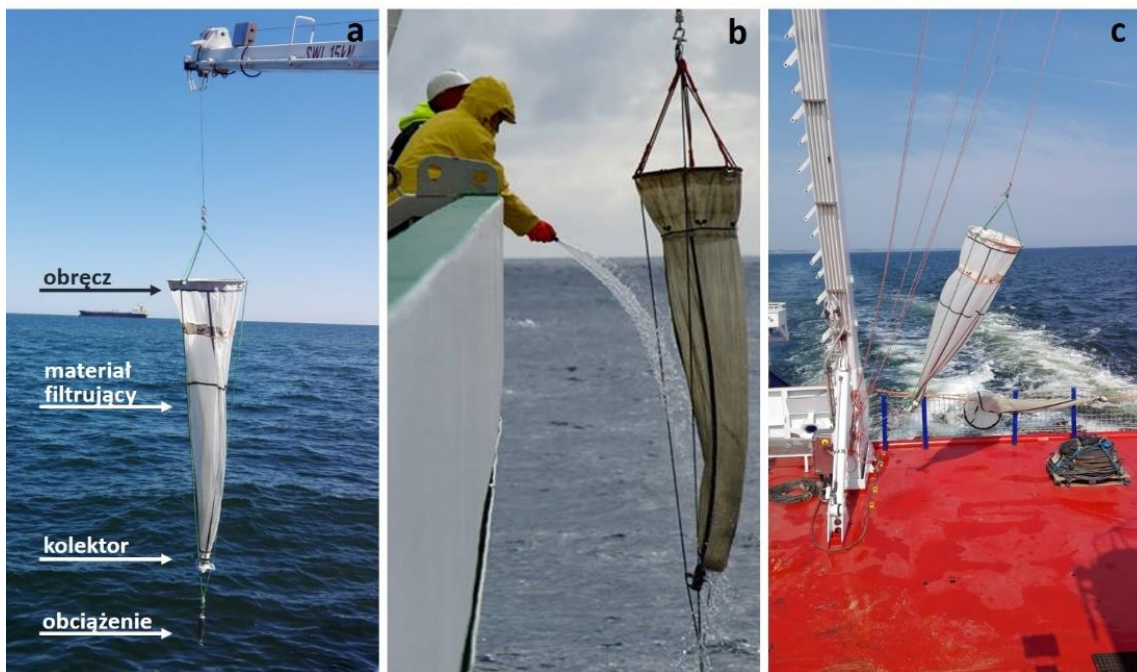
3.2. Sieci planktonowe

(A. Błaszczyk, A. Panasiuk, M. Mańko)

Sieci planktonowe są szeroko stosowanymi urządzeniami umożliwiającymi pobieranie próbek fitoplanktonu i zooplanktonu.

Budowa sieci planktonowej

Sieci do pobierania planktonu mają długi lejkowaty kształt, który pozwala zbierać plankton o różnej wielkości, w zależności od średnicy oczek części cedzącej. Standardowa sieć planktonowa składa się z worka, wykonanego z gazy, w kształcie stożka. Część wlotowa wyposażona jest w metalowy lub plastikowy pierścień, na końcu sieci znajduje się kolektor - pojemnik zbierający plankton (Ryc. 3.10). Szersza, wlotowa część siatki przymocowana jest do liny stalowej będącej elementem wyciągarki. Na końcu liny holowniczej przymocowany jest ciężarek. Stosunek długości sieci do średnicy wlotu powinien wynosić od 3:1 do 5:1. Przednia i tylna część sieci wzmocniona jest dodatkowymi mankietami tekstylnymi.



Ryc. 3.10. Sieć planktonowa typu WP2: a) typowe elementy budowy sieci planktonowej, (fot. A. Błaszczyk), b) płukanie sieci, (fot. A. Barańska), c) suszenie sieci, (fot. A. Błaszczyk)

Materiał filtracyjny zastosowany w sieciach planktonowych powinien wykazywać odporność na czynniki fizyczne i chemiczne. Gazy stosowane w sieciach wykonane są zazwyczaj z włókien syntetycznych, takich jak nylon, czy poliester. Włókna te zachowują wytrzymałość w temperaturach od poniżej 0°C do 100°C. Oba materiały są nietoksyczne i odporne na wiele związków chemicznych, w tym chlorowane węglowodory i ketony (np. aceton). Poliester jest bardziej odporny niż nylon na kwasy, podczas gdy nylon jest bardziej

odporny na zasady. Materiały te są rozpuszczalne przez fenol i niektóre inne związki organiczne. Światło słoneczne i silne wybielacze, a także środki utleniające degradują włókna nylonowe i sprawiają, że siatka staje się sztywniejsza, podczas gdy gazy poliestrowe pozostają prawie nienaruszone. Sieci planktonowe wykonane z gazy nylonowej należy zatem przechowywać w ciemnym miejscu.

Właściwości filtracyjne sieci

Materiały stosowane w sieciach planktonowych produkowane są w szerokiej gamie rozmiarów, począwszy od dużych oczek większych niż 5 mm, do bardzo drobnych oczek o średnicy od 0,5 μm . Gazy, stosowane w sieciach planktonowych, powinny mieć kwadratowe oczka o stałej wielkości. W wyniku użytkowania oczka sieci mogą ulec odkształceniu, stąd wskazane jest, by okresowo zbadać siatkę pod mikroskopem w celu określenia wielkości i jednorodności oczek (Tangen K., 1978)

Skuteczność filtrowania gazy jest funkcją porowatości (swobodnej powierzchni przesiewania), którą określa stosunek między powierzchnią otwartą a powierzchnią całkowitą. W przypadku sieci o drobnych oczkach procent porowatości jest bardzo niski. Właściwości filtracyjne sieci zależą również od składu gatunkowego planktonu, np. w przypadku gatunków tworzących struktury łańcuchowe albo gatunków z kolcami lub rozbudowanymi wyrostkami. Ponadto sam plankton może tworzyć cienką warstwę wewnątrz sieci, co skutkuje zatrzymaniem małych pojedynczych organizmów, które w innych warunkach nie są wyłapywane. Ze względu na selektywne właściwości filtrujące sieci, nie należy stosować ich do ilościowego pobierania fitoplanktonu. W przypadku próbek zooplanktonu, opracowane metody umożliwiają obliczenie objętości przefiltrowanej wody (przepływomierze), a tym samym ilościową analizę próbek.

Zalety sieci planktonowych:

- możliwość filtrowania dużych objętości wody,
- pozwala na „wychwycenie” rzadszych taksonów (względem np. batometru),
- dzięki zagęszczeniu dużej ilości organizmów dodatkowa sedimentacja próbki badanej nie jest wymagana,
- łatwość w zaciągu z brzegu lub z jednostki pływającej (w przypadku małych sieci planktonowych).

Metody pobierania próbek

Próbkę planktonu uzyskuje się z określonej warstwy głębokości, holując sieć poziomo lub pionowo, podczas gdy ciężar utrzymuje siatkę na wybranej głębokości; do monitorowania głębokości sieci podczas holowania można użyć rejestratora głębokości. Prędkość holowania nie powinna przekraczać 1 m/s (1–2 węzły). Jeśli prędkość holowania jest zbyt duża, nacisk na sieć może skutkować pęknięciem materiału filtrującego i uszkodzeniami organizmów. Przy stosowaniu sieci z drobnymi oczkami (mniej niż 20 μm) zalecane są niższe prędkości, najlepiej poniżej 0,3 m/s (0,5 węzła). Sieci, które są wyposażone w niefiltrujący stożek z przodu lub

długie sieci mogą być holowane z nieco większą prędkością niż standardowa sieć o tej samej porowatości.

W zaciągu pionowym próbka pobierana jest z całego słupa wody lub z jego części. Sieć jest opuszczana z zakotwiczonego lub dryfującego statku na pożądaną głębokość i powoli ponownie podnoszona. Jeśli ciężar jest przymocowany do liny holowniczej przed siatką, siatka również filtruje wodę po opuszczeniu; sieci z obciążeniem zamocowanym na końcu siatki zbierają plankton tylko wtedy, gdy są holowane.

Plankton zbierany jest do kolektora zamontowanego na dolnej części sieci planktonowej. Po zaciągu kolektor sieci jest opróżniany, a organizmy planktonowe zbierane do pojemnika/kolektora. Dodatkowo plankton przylegający do siatki jest wymywany z zewnętrznej lub wewnętrznej powierzchni sieci wodą morską. Do płukania sieci nie należy stosować wody słodkiej, gdyż może ona niszczyć organizmy, zwłaszcza pochodzenia morskiego.

W przypadku gdy konieczne jest pobranie próbki planktonowej z określonej warstwy kolumny wody (np. 20–10 m lub 30–20 m) sieć planktonowa zostaje doposażona w tzw. zamykacz sieci. Urządzenie to zwane również zwalniczem umożliwia „ręczne” zamknięcie sieci na zadanej głębokości. Zamknięcie sieci następuje poprzez uderzenie w zamykacz tzw. posyłacza, który grawitacyjnie zostaje opuszczony po stalowej linie w głąb kolumny wody, a następnie uderzając z zamykacz uruchamia się system zamykania sieci. Wadą w stosowaniu tego typu systemu zamykania jest to, iż do próbkowania każdej warstwy jest konieczne ponowne wyciągnięcie i opuszczenie sieci do toni wodnej. Sieci planktonowe o bardziej rozbudowanej budowie (np. MultiNet) wyposażone są zazwyczaj w automatyczny /elektroniczny system zamykania, co powoduje, że sieć może być opuszczona do wody tylko jeden raz, a próbki mogą być pobrane jednocześnie z kilku warstw kolumny wody.

MultiNet

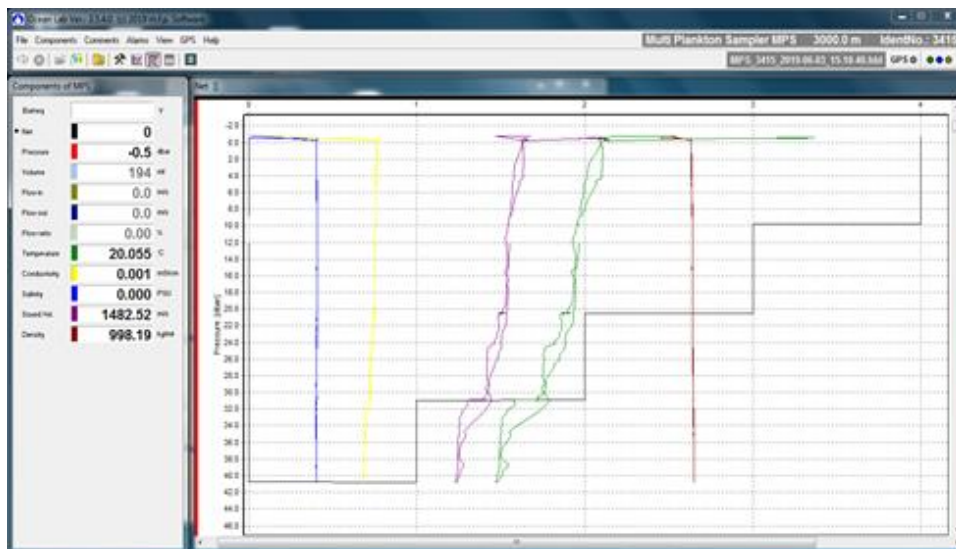
MultiNet (ang. *multiple plankton sampler*) to nowoczesny, zintegrowany system pięciu sieci planktonowych, służących do równoczesnego zbioru sekwencyjnych próbek zooplanktonu, np. z różnych warstw głębokości wody (maksymalne zanurzenie sieci to 6 000 m).

System MultiNet został stworzony przez niemieckiego producenta oceanograficznej aparatury badawczej Hydro-Bios i jest dostępny w czterech rozmiarach, różniących się powierzchnią wlotu do sieci. Na wyposażeniu statku *r/v Oceanograf* jest MultiNet Midi, o powierzchni wlotu 0,25 m², na który składa się kosz ze stali nierdzewnej z dopiętymi pięcioma sieciami planktonowymi, na końcu których znajdują się kolektory, do których wychwytywany jest zooplankton (Ryc. 3.11). Ta część systemu nazywana jest *Underwater Unit* (UU). W standardowej wersji UU zintegrowana jest z dodatkowymi sensorami, m.in. sondą CTD, chociaż zestaw też może być dalej rozbudowywany, np. o mierniki fluorescencji. Dodatkowym elementem UU jest depresor – niewielkie skrzydło dociążające i sterujące, służące do wykonywania zaciągów poziomych. Do poprawnego działania MultiNet'u niezbędna jest również pokładowa jednostka sterująca, tj. *Deck Command Unit* (DCU), która pozwala na zdalne zamykanie kolejnych sieci.



Ryc. 3.11. Podejmowanie pięciosięciowego MultiNet'u Midi z wody po zakończeniu zbioru zooplanktonu, (fot. M. Mańko)

Obsługa MultiNet'u wymaga użycia specjalistycznego oprogramowania stworzonego przez Hydro-Bios nazywającego się OceanLab. Z poziomu oprogramowania OceanLab, możliwe jest odczytywanie wskazań sondy CTD oraz głębokości zanurzenia sieci w czasie rzeczywistym pracy UU. Pozwala to na uzyskanie pełnej kontroli nad głębokością i czasem zamykania poszczególnych sieci (Ryc. 3.12).



Ryc. 3.12. Zrzut ekranu pokazujący działanie programu OceanLab v.3.5.4.0., wraz z wykresem pokazującym przebieg parametrów środowiskowych oraz momentem otwarcia kolejnych sieci

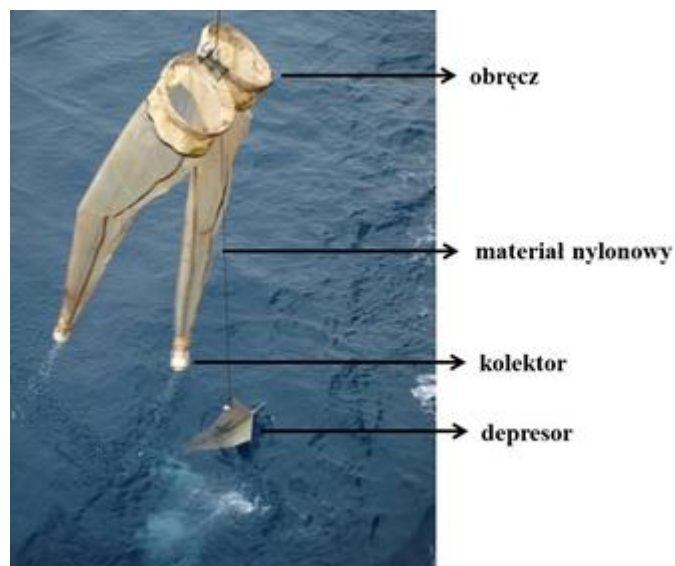
Przygotowanie MultiNet'u do pracy należy rozpocząć od podłączenia UU (na pokładzie) do DCU (w laboratorium mokrym) przy użyciu kabloliny. Następnie należy przypiąć sieci do UU, wraz z dodatkowym oprzyrządowaniem, w zależności od sposobu zbioru zooplanktonu (zbiór pionowy/wertykalny – sieci i umieszczone w stalowym koszu plastikowe kolektory; zbiór poziomy/horyzontalny – sieci, materiałowe kolektory oraz depresor). DCU należy podłączyć do komputera przy pomocy złącza USB, po czym powinno się uruchomić komputer. Dopiero w tym momencie włącza się UU, napina się sieci (zaczynając od ostatniej) oraz zakłada się dźwignię blokady sprężyn, którą zwalnia się dopiero przed zanurzeniem MultiNet'u. Po przygotowaniu UU, należy uruchomić program OceanLab, w którym klikając przycisk ACTION, zamyka się kolejne sieci (zamknięcie sieci powoduje również analogiczny przycisk na DCU). Obsługą MultiNet'u zajmuje się załoga *r/v Oceanograf*, przy czym, rolą załogi naukowej jest nadzorowanie głębokości zanurzenia sieci oraz maksymalnej prędkości jej holowania (dla sieci o średnicy oczka 100 μm przy zaciągu pionowego 1 m s^{-1} ; dla horyzontalnego maksymalnie 4 węzły).

Po wyciągnięciu MultiNet'u z wody, należy dokładnie przepłukać sieci wodą morską celem przesunięcia, zebranego w nich zooplanktonu, bezpośrednio do kolektorów. Następnie opuszcza się cały UU na pokład i odbiera się kolektory, które powinny zostać przetransportowane jak najszybciej do laboratorium mokrego. Ważnym jest, aby po zakończeniu zbioru zooplanktonu, zapisać dane zarejestrowane w programie OceanLab na komputerze, tak żeby mieć do nich dostęp w czasie analizy wyników. OceanLab zapisuje rejestry pracy w plikach o rozszerzeniu *.hbl*.

Sieć planktonowa typu Bongo

Sieć planktonowa typu Bongo składa się z dwóch sieci zamontowanych obok siebie. Sieć ta trałowana jest horyzontalno-wertykalnie w toni wodnej, ciągnięta przez jednostkę pływającą. Korzystając z sieci typu Bongo, badacz może pracować z dwoma, różnymi wielkościami oczek części cedzącej, co powoduje, że możliwe jest prowadzenie badań jednocześnie organizmów w różnych klasach wielkości. Obręcz pojedynczej sieci Bongo ma zazwyczaj średnicę 60 cm, natomiast wielkość oczek części cedzącej może być różna, od 10 do nawet 1 000 μm – dobór wielkości oczek w każdej z sieci uzależniony jest od obiektu badań oraz próbkowanego akwenu. Sieć typu Bongo stosuje się w połączeniu z 22 kg depresorem, aby wytworzyć 45° kąt pracy sieci (Ryc. 3.13).

Zalety sieci typu Bongo: umożliwia jednoczesne próbkowanie zooplanktonu w różnych klasach wielkości, prostota obsługi. Sieć typu Bongo ma zastosowanie w badaniach zooplanktonu, ale przede wszystkim stosowana jest do próbkowania ichtioplanktonu.



Ryc. 3.13. Sieć planktonowa typu Bongo, charakterystyka budowy, (fot. A. Barańska)

Prędkość jednostki pływającej niezbędna do holowania sieci Bongo w celu uzyskania kąta pracy 45° nie powinna przekraczać 1,5–2,0 węzłów. Sieć powinna być wypuszczana do wody z prędkością 50 m/min. Gdy sieć Bongo osiągnie żądaną głębokość, powinna być wyciągana z prędkością 20 m/min – przy czym co 10 m powinien być notowany kąt nachylenia liny stalowej, aż do osiągnięcia przez sieć poziomu powierzchni wody. Czas wyciągania sieci np. z głębokości 300 m powinien wynosić 15 minut 30 sekund (Harris i in., 2000). Podczas stosowania sieci typu Bongo należy zaopatrzyć się w zegarek z funkcją stopera, bądź stoper – zarejestrowany powinien być bowiem czas opuszczenia sieci do wody, osiągnięcia głębokości docelowej i czas powrotu na powierzchnię. Dane z przepływomierza/flowmeter powinny zostać zapisane przed opuszczeniem sieci do wody i po jej wyciągnięciu. W dalszej kolejności zawartość kolektorów jest opróżniana do butelek, a kolektory muszą zostać opłukane. Płukana jest również cała sieć (Ryc. 3.14).



Ryc. 3.14. Sieć planktonowa typu Bongo w trakcie płukania, (fot. A. Panasiuk)

Czyszczenie sieci planktonowych

Po pobraniu próbek, każdą sieć planktonową należy jak najszybciej dokładnie umyć, w następującej kolejności: 1) płukanie słodką wodą w celu usunięcia organizmów i soli, 2) mycie środkiem czyszczącym rozpuszczonym w słodkiej wodzie, 3) płukanie słodką wodą w celu usunięcia środka czyszczącego (Tangen K., 1978)

Po umyciu, sieć należy wysuszyć na powietrzu i przechowywać w ciemnym, chłodnym miejscu. Należy zachować ostrożność, aby nie dopuścić do narażenia sieci nylonowej na działanie promieni słonecznych podczas suszenia. Mimo czyszczenia, fragmenty planktonu mogą pozostać w gazie, mankietach lub szwach sieci. Niektóre z nich następnie mogą zanieczyścić późniejsze próbki pobrane tą samą siecią. Aby ograniczyć niepewność co do geograficznego rozmieszczenia gatunków, korzystanie z jednej konkretnej sieci powinno być ograniczone do określonego obszaru geograficznego lub akwenu.

3.3. Narzędzia do poboru makrozoobentosu

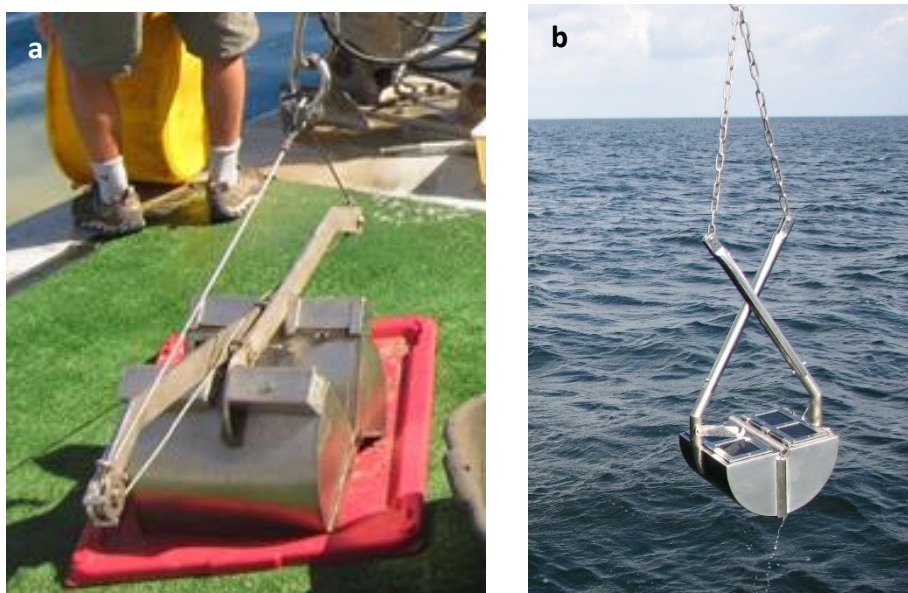
(K. Smolarz, H. Kendzierska)

Do próbników wykorzystywanych do poboru makrofauny dennej w badaniach biologicznych należą m.in. czerpacz osadów dennych van Veena, draga denna oraz skrzynkowy czerpacz dna typu Reineck. Z uwagi na ich wagę, wydawanie sprzętów powinno odbywać się z jednostki pływającej wyposażonej w wyciąg z windą i liną nośną.

Czerpacz van Veena, o powierzchni poboru $0,1\text{m}^2$, przeznaczony jest do pozyskiwania próbek osadu dennego z dna o typie osadów od mulistego do średnio-ziarnistego wraz z organizmami w zbiornikach wodnych. Zarówno typ osadów jak i związana z nim twardość dna wpływają na miąższość pobranej próby osadów, która wynosi od kilku do kilkudziesięciu cm i ma objętość około 15 litrów dla próby o najwyższej miąższości. Na dnie twardym zaleca się korzystanie z próbnika dociążonego ołowianymi obciążnikami. Czerpacz Van Veena jest chwytakiem szczękowym wydawanym w pozycji otwartej (Ryc. 3.15a). Jego zamknięcie następuje samoczynnie w chwili uderzenia o dno na skutek mechanicznego odblokowania zamknięcia zapadkowego, które stanowią specjalne haki spinające obie szczęki przyrządu (<https://geomor.com.pl/produkt/probnik-osadow-dennych-van-veena-kc-denmark/>). Swobodny przepływ wody podczas zanurzania oraz jej usunięcie ze szczęk po opadnięciu na dno możliwe jest dzięki oknom o powierzchni oczka 1mm^2 znajdującym się w obu szczękach czerpacza. Lina doczepiona do dźwigara pozwala na wyciągnięcie czerpacza wraz z osadem na pokład statku (Ryc. 3.15b). Wielkość pobranej próby zależy od rodzaju i twardości dna morskiego, a także masy czerpacza. Głębokość operacyjna próbnika po dociążeniu wynosi do 200 m, masa bez próby osadów zawiera się w przedziale od 20 kg (próbnik niedociążony) do 40 kg (próbnik z dodatkowym dociążeniem). Sam próbnik jest wykonany z nierdzewnej i kwasoodpornej stali i ma wymiary 35 x 42 x 90 cm. Czerpacz van Veena, jako obowiązkowy przyrząd w badaniach monitoringowych Bałtyku zgodnie z ustaleniami Konwencji Helsińskiej, jest szeroko stosowany na skalę międzynarodową.

Z uwagi na możliwy nieregularny typ osadu oraz obecność większych obiektów (np. kamieni), do analiz ilościowych makrobentosu (zagęszczenie na 1m^2 powierzchni dna, liczebność, biomasa, skład taksonomiczny) zalecany jest pobór minimum 5 prób osadów. W przypadku częściowego domknięcia się próbnika może dojść do utraty części próby, co skutkuje jej niereprezentatywnością, dlatego też taką próbę należy powtórzyć.

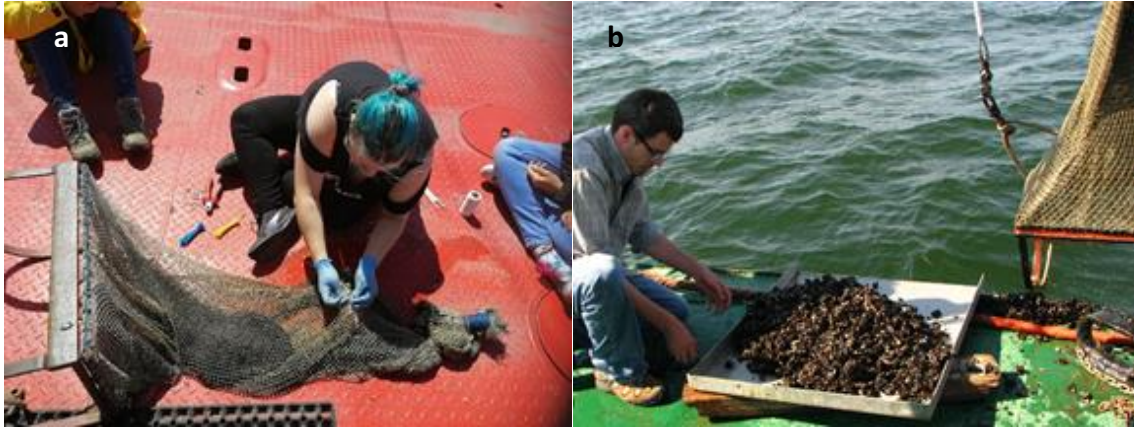
Aby możliwe było wyizolowanie makrozoobentosu z pobranej próby osadu, osad pobrany z czerpacza musi być przesitowany przez sito o wielkości oczek 1 mm. Sito, także zrobione ze stali nierdzewnej, ma kształt prostopadłościanu ze ściankami o wysokości około 50 cm. Na górnej powierzchni sita, w celu łatwiejszego otwarcia czerpacza i wybrania osadu, ustawiona jest stalowa krata podtrzymująca. Po wyjęciu na powierzchnię czerpacz należy opróżnić na sito pod strumieniem wody. Podczas tej operacji należy zwrócić szczególną uwagę na to, aby woda nie wyciekała z boków czerpacza. Dlatego też, podczas płukania, szczęki czerpacza blokujemy z obu stron deseczkami.



Ryc. 3.15. Czerpacz van Veena: a) w pozycji otwartej gotowy do wydania, b) z próbką osadu z makrobentosem tuż przed wybraniem na burtę, (fot. K. Smolarz)

Draga denna jest próbnikiem służącym do pobierania jakościowych prób biologicznych, bentosu mobilnego oraz prób mineralnych z różnych typów dna miękkiego. Jest to typ włoka dennego o wadze około 8 kg na prostokątnym stelażu o wymiarach całkowitych 105 x 25 x 42 cm oraz gardzielą złożoną z dwóch siatek nylonowych różniących się wielkością oczka. Siatka pierwsza, o oczku 0,5 cm, znajduje się wewnątrz, natomiast druga, o oczku większym, wzmacnia siatkę właściwą od zewnątrz. Siatka chroniona jest przed uszkodzeniami dwoma ramionami prowadzącymi wykonanymi z prętów ze stali nierdzewnej $\varnothing 10$ mm. Ramiona oraz stelaż dragi wykonane są z wysokiej jakości ze stali nierdzewnej.

Podobnie jak w przypadku czerpacza van Veena, lina doczepiona do dźwigara pozwala na wydanie sprzętu, ciągnięcie dragi na wymaganym dystansie oraz wybranie jej wraz z próbą na pokład statku (Ryc.3.16). Zgodnie z zaleceniami, draga denna, od momentu wydania odpowiedniej długości liny (2–3 krotność głębokości) i opadnięcia na dno, powinna być holowana na odcinku około 200 m z prędkością nie przekraczającą 1,5 węzła. Po zakończeniu wydawania narzędzia do wody i ustaleniu się parametrów holowania zrównoważenie działających sił pozwala na prawidłową pracę narzędzia. Swobodny przepływ wody podczas wydawania sprzętu, holowania po dnie oraz podczas wybierania oczyszcza próbę a siatki nylonowe i prąd wody uniemożliwiają organizmom ucieczkę.



Ryc. 3.16. a) draga denną, b) próbka makrobentosu zebranego dragą denną z głębokości około 10 m, (fot. K. Smolarz)

Czerpak skrzynkowy dna typu Reineck (box-corer) firmy KC Denmark A/S o powierzchni czerpalnej prostokątnej 600 cm^3 i głębokości penetracji 40 cm (Ryc.3.17). Poszczególne elementy konstrukcyjne czerpaka takie jak rama główna, próbnik czy zamknięcie oraz lina doczepiona do dźwigara pozwalająca na wydawanie i wybieranie sprzętu wykonane są ze stali nierdzewnej. Podobnie jak w przypadku czerpaka van Veena, czerpak skrzynkowy zamyka się samoistnie po uderzeniu o dno na skutek mechanicznego odblokowania zamknięcia. Głębokość operacyjna próbnika jest większa niż głębokość operacyjna czerpacza van Veena, może dochodzić do 1000 m. Masa czerpaka z próbą osadów wynosi około 120 kg, a jego wysokość całkowita to około 300 cm. Do próbnika dostępne jest dodatkowe wyposażenie takie jak dodatkowy próbnik z otwieraną przednią ścianą i wózek do transportu próbników.



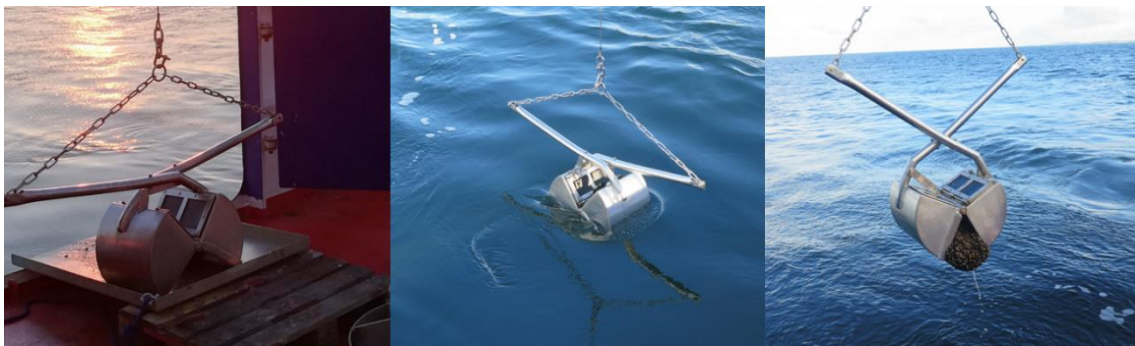
Ryc. 3.17. Czerpak skrzynkowy dna firmy KC Denmark A/S, zdjęcie katalogowe (<http://www.kc-denmark.dk/products/sediment-samplers/box-corer.aspx>)

3.4. Próbniki osadów

(J. Pędziński)

W pobieraniu próbek osadów z powierzchni dna morskiego, w zależności od celu badań, stosuje się różnego rodzaju próbki, począwszy od najprostszych czerpaków zgarniających osad z powierzchni dna po próbki rdzeniowe pozwalające pobrać próbki osadów o nienaruszonej strukturze. Niektóre z tych urządzeń zostały przedstawione w części dotyczącej badań organizmów bentosowych (patrz rozdział 3.3). Istnieje wiele rodzajów czerpaczy osadów dennych, które różnią się budową i mechanizmem zaciskania szczęk (np. czerpacz van Veena, czerpacz Petersena, czerpacz Ponar czy czerpacz Ekmana).

Czerpacz van Veena jest to próbnik grawitacyjny, czyli taki, który swobodnie opada i wbija się w dno pod własnym ciężarem. W zależności od twardości dna, umożliwia pobieranie próbek osadów o miąższości od kilku do kilkudziesięciu centymetrów. Używając czerpacza pobrać można osady miękkie, nieskonsolidowane takie jak: piaski, muły i ły. W zależności od rozmiarów urządzenia, może być opuszczany na dno z jednostek pływających, wyposażonych w dźwigi do podtrzymywania urządzenia oraz ręcznie, nawet z pontonów. Czerpacze zbudowane są z pary szczęk, które po opadnięciu na dno wbijają się w nie i zamykają osad w środku (Ryc. 3.18).



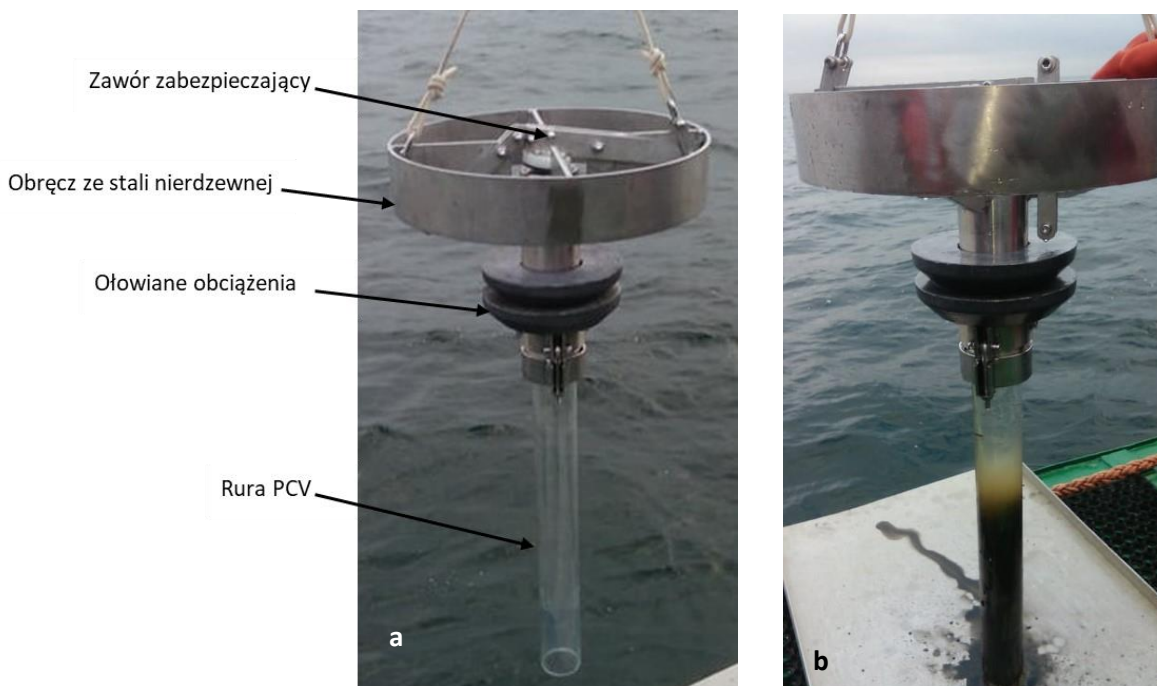
Ryc. 3.18. Czerpacz Van Veena (fot. K. Trzcińska)

Największym problemem podczas pobierania próbek osadów dennych wykorzystując czerpacz jest utrzymanie stałej objętości próbki, a co za tym idzie utrzymanie stałej głębokości penetracji (Christie, 1975). Problem ten związany jest z uziarnieniem osadu. Głębszą penetrację w głąb osadu zauważa się podczas pobierania osadów drobnodziarnistych (mulistych, ilystych), z kolei prawie dwa razy płytszą podczas pobierania grubszych osadów (piaszczystych, żwirowych). Istotną rolę odgrywa także uwodnienie osadu. Im większy stopień uwodnienia tym czerpacz łatwiej i głębiej wchodzi w dno. Ponadto, przy pobieraniu próbek z większych głębokości zdarza się, że czerpacz uderza w dno pod pewnym kątem, co wpływa na zmniejszenie objętości pobieranej próbki, jak również na strukturę osadu, znacznie ją

zaburzając. Może również powodować niedomknięcie szczęk i utratę części materiału podczas podnoszenia czerpacza. Co więcej, odchylenia czerpacza od pionu mogą również wynikać ze zróżnicowanej rzeźby dna. Innymi problemami z jakimi można się spotkać podczas próbkowania dna przy użyciu czerpacza to m. in. resuspensja cząstek osadowych, spowodowana uderzeniem urządzenia o dno morskie, niedomknięcie szczęk, jak również przemywanie osadu w trakcie wyciągania czerpacza.

Sondy rdzeniowe uznawane są obecnie za jedne z najlepszych urządzeń do poboru próbek osadów o nienaruszonej strukturze (np. Bett i in., 1994). Największymi zaletami sond rdzeniowych jest mała, nieistotna resuspensja osadów, która wywołana jest uderzeniem o dno oraz większa głębokość penetracji (nawet do kilku metrów). Co więcej, rdzenie osadów można pociąć na warstwy o różnej miąższości (1 cm lub większe). Pewien problem podczas poboru osadów stanowi ich kompresja, która wywołana jest siłami tarcia między wewnętrznymi ściankami urządzenia i cząstkami osadu, co prowadzi niekiedy do zaburzenia struktury rdzenia. Do wad sond rdzeniowych można zaliczyć niedużą średnicę rdzenia, a w efekcie niedużą powierzchnię pobranego osadu.

Wśród sond używanych z jednostek pływających można wyróżnić m.in. sondy grawitacyjne, które służą do pobierania nieskonsolidowanych osadów dennych z różnych głębokości. Sonda grawitacyjna typu Rumohr-Lot zbudowana jest z obręczy wykonanej ze stali nierdzewnej, na której umieszcza się dodatkowe ołowiane obciążenie oraz z rury PCV o maksymalnej długości 120 cm (Ryc. 3.19). U góry jest ona zamykana zaworem, który zwalniany jest podczas wyciągania sondy na powierzchnię. Wytwarza się wówczas podciśnienie, które utrzymuje osad w rurze i zabezpiecza go przed wyslizgnięciem. Tak samo jak czerpacze sondy rdzeniowe wbijają się w dno pod własnym ciężarem.



Ryc.3.19. Grawitacyjna sonda rdzeniowa typu Rumohr-Lot: a) budowa, b) pobór rdzenia, (fot. J. Pędziński)

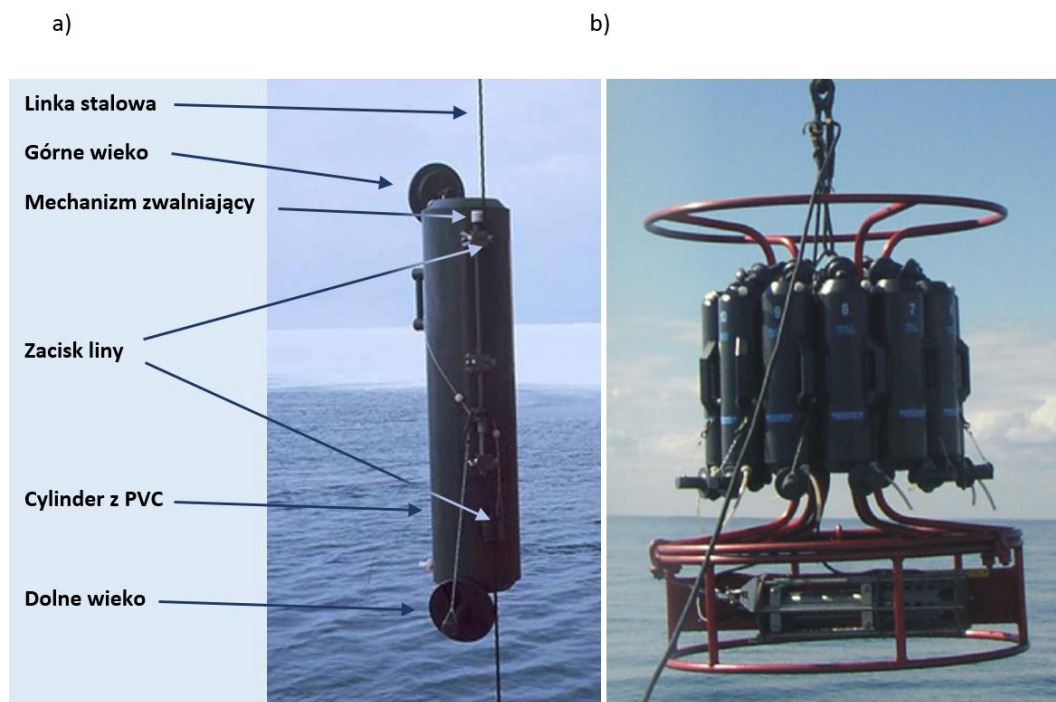
3.5. Pomiary w toni wodnej

(K. Łukawska-Matuszewska, M. Matciak)

Batometr

Batometr (butla Niskina) jest urządzeniem do pobierania próbek wody. Współczesne batometry są modyfikacją butli Nansena, która została wprowadzona do użycia w latach dwudziestych XX w. Urządzenie ma postać tuby (Ryc. 3.20a), wykonanej zazwyczaj z tworzywa sztucznego (PVC). W celu pobrania próbek z określonej głębokości urządzenie zawieszają na linie stalowej z licznikiem i opuszczają na wymaganą głębokość. Batometr jest zamykany przez mechanizm zapadkowy, który zostaje zwolniony poprzez uderzenie mosiężnego ciężarka (tzw. pośląńca) opuszczanego po linie. Butle mogą mieć różną objętość (od poniżej 1 l do kilkudziesięciu litrów). Dodatkowo, szczególnie w przypadku małych butli i dużej głębokości, z której pobierane są próbki, należy obciążyć koniec linki, aby zapobiec odchyłaniu się próbnika od pionu i zapewnić rzeczywisty odczyt głębokości.

Butle mogą być połączone w zestaw – rozetę batometryczną, za pomocą którego można zebrać od 12 do 36 próbek wody z różnych głębokości podczas jednej sesji. Butle montuje się na stelażu, w którego dolnej części umieszcza się głębokościomierz (może on być umieszczony również centralnie w rozecie), aby próbki pobierać ze ściśle zaplanowanych głębokości (Ryc. 3.20b). Poszczególne batometry można zamykać z pokładu statku, za pomocą kabla (kabloliny) podłączonego do urządzenia. Sekwencję i głębokość poboru próbek można także zaprogramować przed opuszczeniem urządzenia do wody. Do stelaża rozety można zamocować zestaw podwodnych czujników przewodności, temperatury i ciśnienia (sonda CTD) w zależności od wymagań prowadzonych badań. Dzięki temu możliwy jest pomiar zasolenia i temperatury wody w trakcie pobierania próbek.



Ryc. 3.20. a) butla Niskina, b) rozeta dwunastu batometrów wraz sondą CTD

Konduktometr

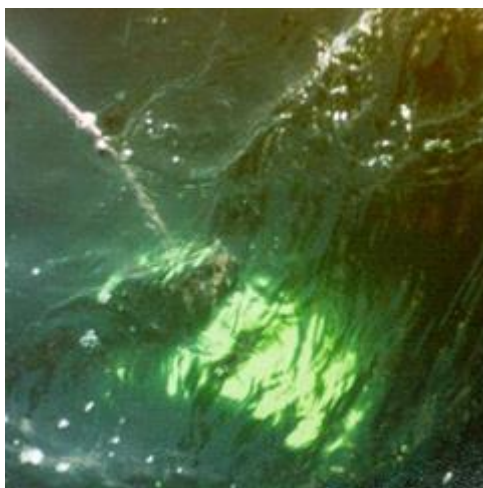
Konduktometr służy do pomiaru przewodności elektrolitycznej wody, czyli zdolności wody do przewodzenia prądu elektrycznego. Typowe czujniki stosowane w konduktometrach są zbudowane z dwóch jednakowych elektrod, które zanurza się w badanej próbce. Przyłożone do elektrod zmienne napięcie powoduje przemieszczanie się między nimi jonów zawartych w wodzie – kationy migrują do anody, a aniony do katody. Im większe zasolenie wody, tym większa przewodność i większy przepływ prądu między elektrodami. Przewodność zależy od temperatury. Wynika to z tego, że wraz ze wzrostem temperatury zwiększa się ruchliwość jonów. Większość konduktometrów ma wbudowany czujnik temperatury oraz funkcję automatycznej kompensacji temperatury. Urządzenie mierzy przewodność i temperaturę, a następnie przelicza wartość z pomiaru do wartości przewodności w temperaturze 25°C. Dzięki temu możliwe jest porównanie wyników uzyskanych różnymi czujnikami w różnych warunkach.

Konduktometry mierzą przewodność elektryczną (odwrotność oporu), której jednostką jest S (simens). Wyniki pomiaru są przeliczane na przewodność elektryczną właściwą [S/cm] wody poprzez uwzględnienie stałej K [cm⁻¹] charakterystycznej dla danego czujnika. Zasolenie w próbce jest wyliczane z empirycznej zależności między przewodnością elektryczną właściwą a zasoleniem wody morskiej. Większość konduktometrów oprócz przewodności i zasolenia podaje także całkowitą ilość substancji rozpuszczonych [mg/l] w wodzie (ang. *total dissolved solids*, TDS).

Krażek Secchiego

Jest to krążek zwykle o jednolicie białej powierzchni, która silnie odbija promieniowanie, używany do oceny przezroczystości wody poprzez pomiar maksymalnego zasięgu widzenia podczas jego opuszczania na linie w toni wodnej. Miarą maksymalnego zasięgu widzenia jest długość zanurzonej w wodzie części liny, gdy krążek znika z pola widzenia obserwatora.

Nazwa krążka jest związana z nazwiskiem włoskiego duchownego i fizyka Pietro Angelo Secchiego, który już w połowie XIX w. jako pierwszy poddał naukowej analizie taką metodę badania widzialności podwodnej. Średnica krążka wynosi 0,3 m, ponieważ takiego używa się standardowo na Bałtyku od czasów II Wojny Światowej (Fleming-Lehtinen i Laamanen, 2012). Lina, na której jest opuszczany posiada znaczniki w metrowych odstępach, co pozwala oszacować głębokość, na której przestaje być on widoczny. Obserwacje krążka przeprowadza się zazwyczaj znad powierzchni morza gołym okiem (Ryc. 3.21), ale podczas bardziej precyzyjnych pomiarów używa się wizjera w postaci tuby, której dolna część wyposażona w szybę zanurzona jest w wodzie. Wynik pomiaru podawany w metrach określany jest jako przezroczystość (umowna) wody lub jako głębokość Secchiego, co jest dosłownym tłumaczeniem angielskiego terminu *Secchi depth*.



Ryc. 3.21. Krążek Secchiego znajdujący się na głębokości 7 m widziany z nad powierzchni wody, maksymalny zasięg widzialności wynosił 11,0 m (zewnętrzna Zatoka Pucka, 03.1998 r.), (fot. M. Matciak)

Miernik oświetlenia

Radiometr RAMSES ACC-VIS produkcji TriOS–Optical Sensors służy do pomiarów naturalnego oświetlenia (wektorowego) dochodzącego z jednej strony do poziomej płaszczyzny znajdującej się w toni wodnej. Odpowiednio ustawiając miernik w pionie można wyznaczyć jej oświetlenie odgórne lub oddolne.

Definicje oświetleń są podane np. w monografii Dery (2003) i oznaczają powierzchniową gęstość strumienia mocy promieniowania padającego na daną powierzchnię. Oświetlenie może odnosić się do mocy niesionej przez fale elektromagnetyczne o wybranej długości fali. Wtedy mówi się o gęstości widmowej oświetlenia, której jednostką jest $[W m^{-2} nm^{-1}]$. Charakterystycznym, zewnętrznym elementem czujników w miernikach oświetlenia jest mleczno-biała szybka (Ryc. 3.22), której powierzchnia dyfuzyjnie odbija promieniowanie (tzw. powierzchnia Lambertowska).

W wyniku jednego pomiaru (skanu) miernikiem RAMSES ACC-VIS otrzymuje się gęstości widmowe oświetleń w 190 wąskich kanałach w przedziale długości fal 319–952 nm, to jest obejmującym część promieniowania ultrafioletowego, całe widzialne i bliską podczerwień. Ze względu na tak dużą liczbę wyznaczanych oświetleń w zależności od długości fali charakterystyka miernika jest określana jako hiperspektralna. Czas pomiaru nie przekracza kilku sekund i jest tym dłuższy im niższe są wartości oświetleń.



Ryc. 3.22. Miernik oświetlenia RAMSES ACC-VIS ustawiony do pomiaru oświetlenia odgórnego, (fot. M. Misiewicz)

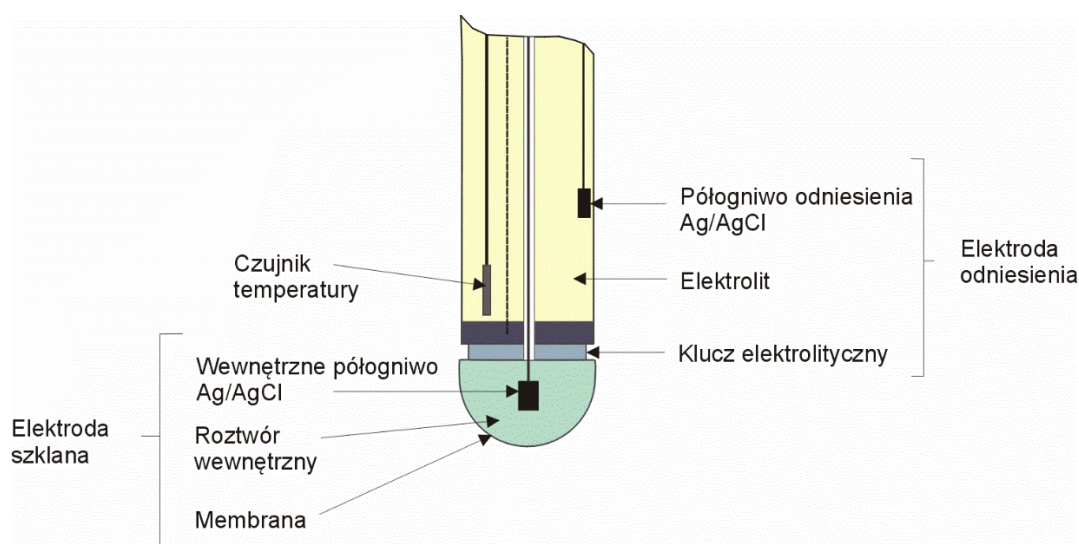
Miernik pH

Mierniki pH są urządzeniami do potencjometrycznego pomiaru pH, w oparciu o pomiar siły elektromotorycznej (SEM) ogniwa złożonego z dwóch elektrod (elektrody odniesienia i wskaźnikowej stanowiących półogniwa) zanurzonych w badanym roztworze. Potencjał elektrody odniesienia jest stały, zatem SEM zależy od wartości potencjału elektrody wskaźnikowej związanego ze stężeniem jonów wodorowych w roztworze. SEM jest proporcjonalna do stężenia jonów wodorowych w roztworze.

Elektrodą wskaźnikową jest najczęściej elektroda szklana. Jest to jonoselektywna elektroda membranowa czuła na jony wodorowe, zbudowana z cienkościenną banieczki szklanej wypełnionej roztworem (KCl lub HCl) o znanym pH. W roztworze zanurzona jest elektroda chlorosrebrowa. Zewnętrzna część membrany szklanej znajduje się w kontakcie z próbką. Na membranie szklanej, która rozdziela dwa roztwory (buforowy i badany) o różnym stężeniu jonów wodorowych powstaje różnica potencjałów, która zależy od aktywności jonów wodorowych w próbce, a więc od pH. Jakość membrany decyduje o czułości i zakresie pomiarowym elektrody. Membrany mogą być wykonane z różnego rodzaju szkła oraz mieć różny kształt (cylindryczne, płaskie, igłowe). Jako elektrody odniesienia w pomiarach pH przy użyciu elektrody szklanej najczęściej używa się nasyconej elektrody kalomelowej lub chlorosrebrowej.

W większości pH-metrów stosuje się kombinowane elektrody pH, które w jednej obudowie zawierają elektrodę odniesienia i elektrodę szklaną. Obudowa elektrod kombinowanych może być szklana lub, w przypadku gdy wymagana jest duża odporność na czynniki zewnętrzne, wykonana z tworzywa sztucznego bądź stali nierdzewnej. Najczęściej stosowanym układem referencyjnym w elektrodach kombinowanych jest drut srebrny (Ag) pokryty chlorkiem srebra (AgCl) zanurzony w roztworze elektrolitu (KCl). Kontakt między układem referencyjnym elektrody a próbką następuje przez klucz elektrolityczny. Występują

różne rodzaje kluczy elektrolitycznych, jednak klasyczne mają postać ceramicznej, odpornej chemicznie, wkładki w obudowie elektrody. Układ pomiarowy składa się z tych samych elementów, które występują w pojedynczej elektrodzie szklanej. Na pomiar pH duży wpływ ma temperatura. Wynika to z tego, że nachylenie krzywej kalibracyjnej elektrody pH ściśle zależy od temperatury (równanie Nernsta). Temperatura wpływa także na szybkość reakcji elektrody. Dlatego kalibrację urządzenia należy przeprowadzać w temperaturze zbliżonej do temperatury próbek, w których mierzymy pH. Nowoczesne pH-metry umożliwiają automatyczną kompensację temperatury, jednak aby to nastąpiło należy podać do urządzenia temperaturę próbki. Temperaturę do urządzenia można wprowadzić ręcznie. Najlepiej jednak prowadzić jednoczesny pomiar pH i temperatury. W tym celu można podłączyć do pH-metru czujnik temperatury (Pt1000). Można także użyć elektrody kombinowanej z wbudowanym czujnikiem. Budowę takiej elektrody przedstawiono na Ryc. 3.23.



Ryc. 3.23. Budowa kombinowanej elektrody pH z wbudowanym czujnikiem temperatury, (K. Łukawska-Matuszewska)

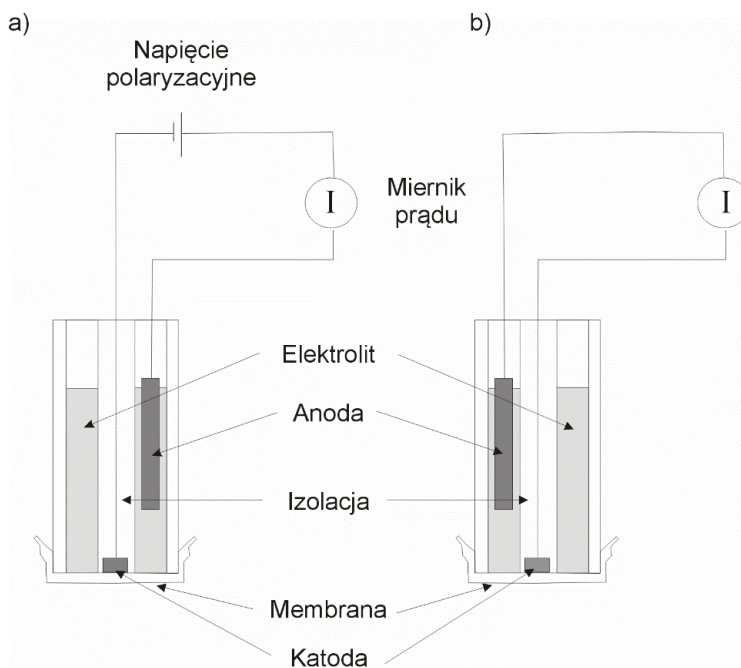
Miernik tlenu (tlenomierz)

Mierniki tlenu są powszechnie używane do pomiaru stężenia tlenu rozpuszczonego w warunkach terenowych. Tlenomierze są wyposażone w czujniki tlenu rozpuszczonego, które dzieli się na optyczne i elektrochemiczne.

Zasada działania czujników optycznych jest oparta na oddziaływaniu tlenu i pigmentów luminescencyjnych. Niebieskie światło emitowane przez czujnik powoduje wzbudzenie pigmentów. Elektronów zyskują energię, a następnie gdy wracają do stanu podstawowego emitują światło, które stanowi sygnał pomiarowy wychwytywany przez fotodiode. Natężenie i charakterystyka światła podlega zmianom pod wpływem rozpuszczonego tlenu w próbce. Tlen przepływający przez membranę reaguje z pigmentem, w wyniku czego następuje obniżenie intensywności luminescencji. Luminescencja jest mierzona przez fotodetektor

i następnie używana do wyliczenia stężenia tlenu rozpuszczonego. W trakcie wykonywania pomiarów za pomocą czujnika optycznego nie jest wymagane mieszanie próbki. Między pomiarami czujnik przechowuje się w naczynku kalibracyjnym lub zlewce z wodą destylowaną.

Wśród czujników elektrochemicznych wyróżniamy polarograficzne i galwaniczne. Czujniki tego typu są wyposażone w anodę i katodę zanurzone w roztworze elektrolitu (Ryc. 3.24).



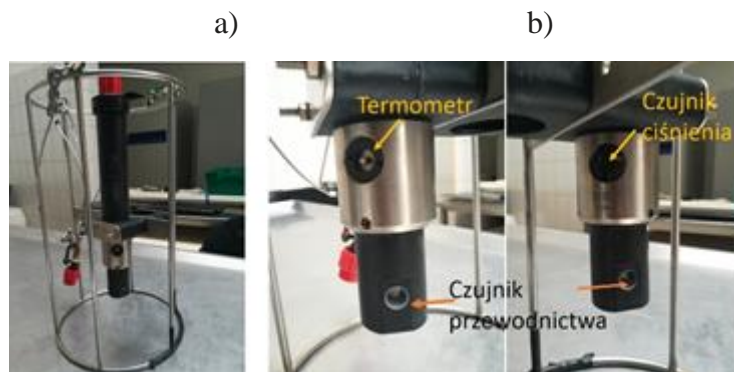
Ryc. 3.24. Schematyczna budowa elektrody a) polarograficznej i b) galwanicznej, (na podstawie Lee i Tsao, 1979)

Katodą nazywamy elektrodę, na której zachodzi proces redukcji (pobieranie elektronów z elektrody oraz obniżenie stopnia utlenienia substancji). Anodą jest elektroda, na której zachodzi proces utleniania (oddawanie elektronów do elektrody oraz wzrost stopnia utleniania substancji). Elektrody oraz elektrolit oddziela od próbki cienka półprzepuszczalna membrana. W trakcie pomiaru tlen dyfunduje przez membranę, a następnie jest redukowany i zużywany na katodzie. Natężenie wytworzonego prądu jest proporcjonalne do stężenia tlenu w próbce. Czujniki polarograficzne składają się ze srebrnej anody oraz katody wykonanej z metalu szlachetnego (złoto lub platyna) zanurzonych w roztworze chlorku potasu (KCl). W czujnikach tych polaryzacja biegunów jest wywołana przez zewnętrzne źródło napięcia i może trwać od kilku do kilkudziesięciu minut. W związku z tym przed kalibracją i pomiarem wymagane jest podłączenie czujnika do urządzenia. Czujniki galwaniczne same wytwarzają prąd elektryczny, zatem przed pomiarem nie wymagają wcześniejszej polaryzacji. Katoda w czujnikach galwanicznych jest zazwyczaj wykonana ze srebra lub innego metalu szlachetnego, z kolei anoda z cynku lub ołowiu. Elektrolitem może być wodorotlenek sodu lub chlorek sodu. W trakcie pomiaru tlenu czujnikami elektrochemicznymi należy delikatnie nimi poruszać, aby zapewnić ciągły przepływ wody (i tlenu) przez membranę. Między pomiarami czujniki trzeba chronić przed odkształceniem membrany oraz odparowaniem z nich elektrolitu przechowując je w przeznaczonych do tego celu naczynkach.

Sonda CTD

Sonda służy do automatycznych pomiarów podstawowych termodynamicznych właściwości wody morskiej. Skrót CTD oznacza *conductivity – temperature – depth* (przewodnictwo–temperatura – głębokość) i wskazuje na dwa podstawowe parametry, które są bezpośrednio mierzone, to jest temperaturę i przewodnictwo właściwe (przewodność) wody. Trzecim bezpośrednim pomiarem jest sumaryczne ciśnienie atmosferyczne i hydrostatyczne. W celu uzyskania wartości ciśnień hydrostatycznych należy uruchomić pomiar ciśnienia w powietrzu, a wtedy zmierzona i zapisana, dzięki odpowiedniej procedurze, wartość ciśnienia atmosferycznego będzie automatycznie odejmowana od wartości całkowitego ciśnienia mierzonego w wodzie. Ciśnienie hydrostatyczne wyrażone w decybarach ($1 \text{ db} = 10^4 \text{ Pa}$) jest z dobrym przybliżeniem równe głębokości wyrażonej w metrach.

Do każdej sondy CTD dołączone jest oprogramowanie służące do obsługi urządzenia, w tym śledzenia na bieżąco wyników pomiarów i ich zapisu. Przy jego pomocy, w oparciu o trzy mierzone bezpośrednio parametry i odpowiednie formuły (np. Dera 2003), obliczane są zasolenie i gęstość wody morskiej, a także zazwyczaj prędkość dźwięku w wodzie. Prezentowane urządzenie to mini-sonda CTD produkcji Valeport (Ryc. 3.25a, b).



Ryc. 3.25. a) mini-sonda CTD produkcji Valeport w stelażu ochronnym, b) czujniki sondy, (fot. M. Żaczek)

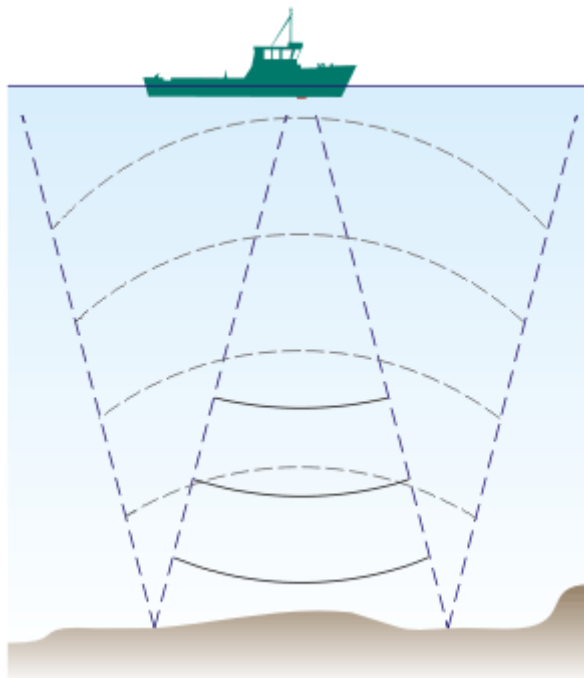
Charakteryzuje się ona małymi rozmiarami, dzięki czemu podczas jej poruszania się w toni wodnej efekt zaburzania warstw wodnych jest zredukowany. Czujniki znajdują się w dolnej części sondy (Ryc. 3.25b) w związku z czym poprawne rezultaty pomiarów otrzymuje się podczas opuszczania sondy.

3.6. Urządzenia hydroakustyczne

(D. Pałgan, K. Trzcińska)

Echosonda jednowiązkowa

Echosonda (Ryc. 3.26) to urządzenie służące do pomiaru głębokości wody oraz odległości od pływających na powierzchni platform, np. statków badawczych czy autonomicznych robotów pomiarowych. Echosonda jednowiązkowa (z ang. *single-beam echosounder* lub w skrócie SBES) transmituje w kierunku pionowym (bezpośrednio poniżej urządzenia umieszczonego, np. na statku) krótki sygnał (rzędu 10^{-4} – 10^{-3} s) w wiązce o umiarkowanym kącie rozchodzenia (zazwyczaj 5 – 15°) (Ryc. 3.26).

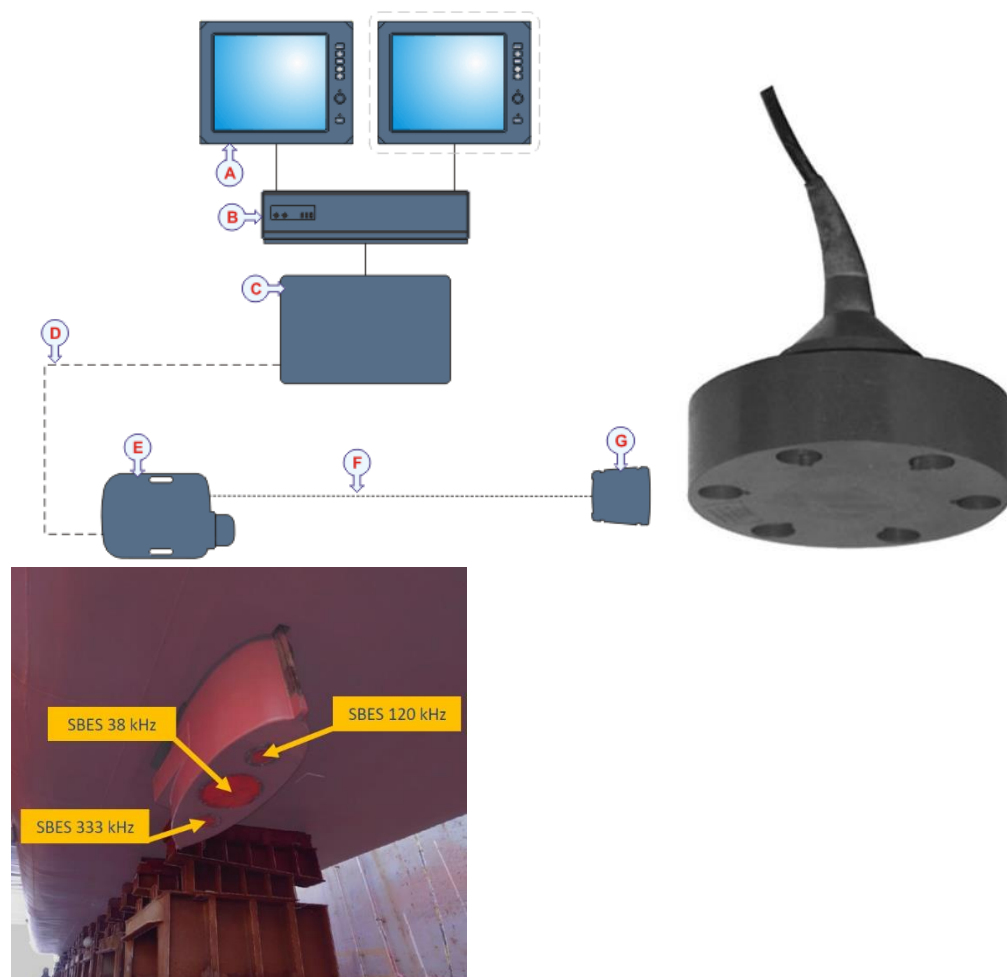


Ryc. 3.26. Schemat propagacji fali akustycznej wysłanej z transmitera echosondy jednowiązkowej do toni wodnej, (simrad.com)

Echosonda mierzy dwukierunkowy czas podróży sygnału akustycznego: wysłanego przez transmiter w kierunku dna oraz powracającego, odbitego od dna echa, na podstawie którego oblicza się lokalną głębokość morza. Prędkość propagacji fali akustycznej w morzu zmienia się w pewnym stopniu w zależności od temperatury, zasolenia i ciśnienia. Stąd, prędkość ta waha się od $1\,440$ do $1\,520$ m/s w płytkiej wodzie morskiej, natomiast na głębokości powyżej $1\,000$ m przybliżona wartość prędkości wynosi około $1\,480$ m/s. W płytkich wodach słodkich (lub wysłodzonych) prędkość wynosi około $1\,430$ m/s. Echosonda EK80 transmituje impulsy fali dźwiękowej o wysokiej energii. W przybliżeniu płaskie dno odbija transmitowaną falę tak, jakby było ono lustrem. Propagowana w wodzie energia rozprasza się na napotkanych w toni przeszkodach, np., rybach, pęcherzykach gazów czy

zanieczyszczeniach, a także na dnie morskim, aby następnie powrócić do odbiornika jako echo. W tym celu nadajnik wylicza i generuje sygnały elektryczne wysyłane do przetwornika w celu utworzenia transmisji energii – tzw. z ang. „ping”. Po każdej transmisji odbiornik odbiera echo odbite od przeszkód lub dna morskiego, po czym jest ono filtrowane i wzmacniane, aby ostatecznie zostać przekonwertowanym do formatu cyfrowego. Otrzymany wynik wyświetlany jest jako echogram na ekranie komputera z oprogramowaniem echosondy EK80, znajdującym się na motku statku *r/v Oceanograf*.

Do wykonania pomiarów głębokości w Zatoce Gdańskiej zostaną wykorzystane echosondy jednowiązkowe firmy Simrad Kongsberg Maritime S.A. Jest to zestaw trzech echosond typu „split beam” model EK80, które operują na częstotliwościach 38, 120 oraz 333 kHz (Ryc. 3.27). Urządzenia te są na stałe umocowane w kadłubie statku *r/v Oceanograf*, z którego są automatycznie opuszczane przed rozpoczęciem pomiarów.



Ryc. 3.27. Schemat podłączenia systemu (w tym transmitera) echosondy jednowiązkowej (element G) do procesora (element C), monitora (element A) i stacji operatora (element B), (simrad.com); przetworniki trzech echosond split-beam wbudowane w kadłub statku (fot. J.Idczak)

Literatura

- Bett, B.J., Vanreusel, A., Vinci, M., Soltwedel, T., Pfannkuche, O., Lamshead, P.J.D., Gooday, A.J., Ferraro, T., Dinet, A., 1994. Sampler bias in the quantitative study of deep-sea meiobenthos, *Mar. Ecol. Progress Ser.*, 104, 197-203.
- Christie, N.D., 1991. Relationship between sediment texture, species richness and volume of sediment sampled by a grab, *Mar. Biol.*, 30, 89-96.
- Dera J., 2003. *Fizyka morza*, PWN Warszawa
- Fleming-Lehtinen V., Laamanen M., 2012. Long-term changes in Secchi depth and the role of phytoplankton in explaining light attenuation in the Baltic Sea, *Estuar. Coast. Shelf. S.*
- Harris, R.P., Wiebe, P.H., Lenz, J., Skjoldal, H.R., Huntley, M., 2000. *Zooplankton Methodology Manual*, Academic Press, London/San Diego.
- Lee, Y.H., Tsao, G.T., 1979. *Dissolved oxygen electrodes*. [w:] T.K. Ghose, N. Blakebrough, A. Fiechter (red.), *Advances in Biochemical Engineering*, vol 13, Springer, Berlin, Heidelberg.
- Przewodnik metodyczny do badań terenowych i analiz laboratoryjnych ichtiofauny w wodach przejściowych i przybrzeżnych w ramach monitoringu diagnostycznego ichtiofauny*, Inspekcja Ochrony Środowiska, , Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 2014 ISBN 978-83-61227-33-5.
- Tangen K., 1978. Nets. *In Phytoplankton manual — monographs on oceanographic methodology*, UNESCO, Paris.

4. Opis zajęć na statku

Na prowadzenie połowów organizmów morskich w celach: prowadzenia badań naukowych, prac rozwojowych lub w celu kształcenia należy uzyskać pozwolenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej - zgodnie z art. 84 ust. 1 ustawy z dnia 19 grudnia 2014 r. o rybołówstwie morskim (Dz.U. z 2015 r. poz. 222).

4.1. Połowy ryb do celów naukowych

(M. Sapota)

4.1.1. Cel zajęć

Celem zajęć jest zapoznanie z wybranymi standardowymi narzędziami i metodami połowów ryb do celów naukowych oraz porównanie składu ichtiofauny występującej na różnych głębokościach w Zatoce Gdańskiej.

Określenie struktury ichtiofauny to jedno z podstawowych zadań przy charakterystyce ekosystemu i opisie sieci troficznej. Należy ono, także, do jednych z najistotniejszych analiz wykorzystywanych w monitoringu środowiska. Struktura ichtiofauny Morza Bałtyckiego zależy przede wszystkim od głębokości akwenu, ukształtowania i pokrycia dna. Obserwujemy także bardzo wyraźną zmienność sezonową.

Słowa kluczowe: ichtiofauna, łowność, selektywność, wybiórczość, narzędzia połowowe bierne, narzędzia połowowe aktywne, przetrałowana powierzchnia

4.1.2. Wykorzystywana aparatura/sprzęt

- zestaw sektorowych sieci skrzelowych,
- zestaw narzędzi pułapkowych typu mieroża,
- włoki rozprzowe o rozwarości 2 m,
- kotwice czteroramienne, pięciokilogramowe (po dwie na każdy zestaw narzędzi stawnych),
- chorągiewki rybackie kompletne (po dwie: pojedyncza i podwójna, na każdy zestaw narzędzi stawnych),
- liny do połączenia elementów zestawów narzędzi stawnych,
- wyciągarka sieci stawnych,
- wykładzina zabezpieczająca narzędzia stawne przed podarciem o burtę statku przy wybieraniu,
- wyciągarki trałowe,
- bomby burtowe,
- USBL,
- karty połowu,
- pojemniki/worki na ryby,

- kalka techniczna do opisu zebranych prób,
- ołówki,
- zamrażarki lub lód do konserwacji prób,
- krążek Secchiego,
- sonda zapewniająca pomiar temperatury wody, zasolenia i natlenienia 1 m pod powierzchnią i przy dnie.

4.1.3. Lokalizacja poligonu badawczego

Ichtiofaunę należy poławiać na różnych głębokościach. W przypadku narzędzi stawnych, ze względów praktycznych, należy wybrać miejsce w pobliżu brzegu o głębokości około 10 m. Zaciągi włokami rozprzowymi należy wykonać na 2–3 stacjach (wzrost głębokości na profilu). Połowy należy prowadzić koniecznie na dnie pozbawionym zaczepów. Proponowany rejon Góry Szwedów.

4.1.4. Zakres pomiarów

Narzędzia stawne powinny zostać wystawione w jednym punkcie. Zaciągi włokami rozprzowymi należy wykonać przynajmniej na 2–3 stacjach (w związku z ograniczeniami czasowymi nie należy powtarzać zaciągów). Na każdym punkcie oprócz połowu ryb należy zbadać i zanotować wartości pomiarów warunków środowiskowych zgodnie z kartą połowu (Karta pracy 1).

4.1.5. Rekomendowane warunki pogodowe do prowadzenia badań

Prace mogą być prowadzone w dowolnych warunkach pogodowych. Ze względu na małe doświadczenie morskie studentów, w przypadku złej pogody sugeruje się wybranie rejonów osłoniętych i przeprowadzenie zajęć w formie bardziej pokazowej.

4.1.6. Przebieg zajęć

Przed zajęciami wymagane jest zapoznanie się z informacjami dotyczącymi wykorzystywanego w czasie zajęć sprzętu zawartymi w rozdziale 3. *Aparatura wykorzystywana do badań.*

Przygotowanie sprzętu połowowego

Stawne narzędzia połowowe

- sprawdzenie czy sieci skrzelowe i pułapki są odpowiednio ułożone,
- rozwiązanie linek zabezpieczających,
- ustawienie na rufie rury do wydawania sieci skrzelowych,
- przygotowanie chorągiewek rybackich, sprawdzenie działania i przymocowanie oświetlenia,
- połączenie kotwic z chorągiewkami (lina ϕ 8 mm, długość połączenia równa 1,5 x głębokość łowiska),

- połączenie kotwic z sieciami (sieci skrzelowe – podwójna lina ϕ 6 mm, przeprowadzona przez rurę do wydawania sieci, pułapki – pojedyncza lina ϕ 8 mm, długość lin powinna odpowiadać 1,5 x głębokości łowiska).

Włoki rozprzowe

- przymocowanie sieci do stalowej ramy,
- przymocowanie lin nośnych do ramy,
- przymocowanie lin nośnych do liny trałowej zamocowanej na bomie (załoga statku),
- zawiązanie worka włoka.

Wydawanie sprzętu

Stawne narzędzia połowowe

- umieścić narzędzia w wodzie, kolejność wydania zestawu połowowego jest następująca: chorągiewka → lina łącząca → kotwica → liny łączące → sieć → liny łączące → kotwica → lina łącząca → chorągiewka.

Uwaga: należy pamiętać o prawidłowym umieszczeniu podwójnej i pojedynczej chorągiewki.

Jeżeli sieci mają złowić jakieś ryby to należy wydać je na początku rejsu a podnieść pod koniec.

Włoki rozprzowe

- włoki można wydawać z obu stron jednostki na obu bomach (dwa włoki) lub tylko z jednej burty,
- prędkość jednostki trałującej powinna wynosić od 2,5 do 4 węzłów. Długość wydanej liny trałowej powinna wynosić co najmniej trzykrotną głębokość (długość liny należy liczyć od powierzchni wody, nie od bloku prowadzącego). Istnieje możliwość wydania mniejszej ilości liny, w przypadku gdy zastosowany zostanie system USBL i potwierdzi on poruszanie się włoka po dnie. Tarły naukowo badawcze nie powinny trwać dłużej niż pół godziny.

Wybieranie sprzętu

Stawne narzędzia połowowe

- stawne narzędzia należy zawsze wybierać pod wiatr,
- jednostka podchodzi do zawietrznej chorągiewki, należy ją chwycić i podnieść na pokład,
- linę łączącą z kotwicą umieszcza się na transporterze wyciągarki sieciowej, włącza wyciągarkę i wybiera linę do kotwicy,
- sieci skrzelowe wybiera się stosując wyciągarkę do wybrania całego zestawu (sieć umieszcza się w worku),
- narzędzia pułapkowe wybiera się ręcznie.

Włoki rozprzowe

- po zakończeniu trałowania, lina trałowa wybierana jest wyciągarką trałową,
- włók po dociągnięciu do bloku na bomie jest podnoszony na pokład.

Wybieranie ryb

Stawne narzędzia połowowe

- znajdujące się w sieci skrzelowej ryby należy wypłatać i umieścić w oznakowanych pojemnikach, osobno ryby z każdego panelu,
- znajdujące się w pułapkach ryby należy wysypać z części usidlającej i umieścić w oznakowanych pojemnikach, osobno ryby z każdej pułapki.

Włoki rozprzowe

- po podniesieniu włoka na pokład wszystkie złowione ryby wysypuje się z worka włoka i umieszcza w jednym pojemniku,
- wyniki połowu przelicza się na wielkość przetrałowanej powierzchni, którą uzyskuje się mnożąc długość zaciągu przez rozwartość włoka.

Pomiar parametrów środowiskowych niezbędnych do interpretacji uzyskanych wyników

Pomiar parametrów niezbędnych do interpretacji uzyskanych wyników – temperatury, zasolenia i stężenia rozpuszczonego tlenu przy powierzchni i w wodzie przydennej należy wykonać zgodnie z opisem w rozdziale 4.5.

Opis i przechowywanie złowionych ryb

- przy każdym połowie należy wypełnić kartę połowu (Karta pracy 1),
- pojemniki z rybami opisuje się na zewnątrz markerem i umieszcza w pojemniku kartkę z kalki kreślarskiej z informacjami dotyczącymi miejsca i terminu połowu (na kalce należy pisać ołówkiem),
- pojemniki z rybami umieszcza się w zamrażarce lub zasypuje lodem.

4.1.7. Sprawozdanie

Rekomendowana forma opracowania wyników – karta pracy.

Karta pracy składa się z dwóch części. Pierwsza to karta połowu (Karta pracy 1). Druga część to lista występujących w poszczególnych próbach gatunków ryb z podaniem ich liczebności (Karta pracy 2). Listę należy dołączyć do karty połowu (dla każdego połowu osobno).

KARTA PRACY 1



Karta połowu

NAZWA PUNKTU				NUMER SIECI:												
Kod punktu		Miejscowość		Numer kolejny połowu												
jednostka połowowa				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">data</td> <td style="text-align: center;">godzina</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">wystawienie</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">wybranie</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			data	godzina	wystawienie			wybranie				
	data	godzina														
wystawienie																
wybranie																
sposób wystawienia sieci:		RÓWNOLEGLE DO BRZEGU / PROSTOPADLE DO BRZEGU / INNE														
rodzaj dna:		PIASEK / MUŁ / ŻWIR / KAMIENIE / INNE:														
minimalna		maksymalna														
Głębokość																

	początek		koniec		temp. 1 metr	temp. dno	zasolenie	krążek Secchięgo [m]	wiatr	
	φ	λ	φ	λ					kierunek	siła [°B]
wystawienie										
wybranie										

uwagi (zmiany warunków meteo, stan morza, połowy ryb, uszkodzenia sieci, itp.)	osoba odpowiedzialna za badania
	osoba notująca
	osoba notująca
	osoba notująca

Literatura

- Brylińska M., 2000. *Ryby słodkowodne Polski*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Fisheries techniques*. 2012. American Fisheries Society, Bethesda.
- Gąsowska M., 1962. *Kręglouste i ryby*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Klimaj A., Rutkowicz S., 1970. *Atlas ryb Północnego Atlantyku*, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk.
- Przewodnik metodyczny do badań terenowych i analiz laboratoryjnych ichtiofauny w wodach przejściowych i przybrzeżnych w ramach monitoringu diagnostycznego ichtiofauny*, Inspekcja Ochrony Środowiska, , Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 2014 ISBN 978-83-61227-33-5.
- Rutkowicz S., 1982. *Encyklopedia ryb morskich*. Wydawnictwo Morskie, Gdańsk.
- Świniarski J., Cetenić P., 1993. *Technologia połowów organizmów morskich*, Wydawnictwo Morskie, Gdańsk.

4.2. Fitoplankton bałtycki - metody pobierania, konserwacji i przechowywania próbek. Analiza składu gatunkowego fitoplanktonu (A. Błaszczyk)

4.2.1. Cel zajęć

Celem zajęć jest zapoznanie z procedurami pobierania, konserwacji i przechowywania próbek fitoplanktonu oraz zdobycie praktycznych umiejętności w zakresie posługiwania się siecią planktonową WP2 i batometrem.

W trakcie zajęć określony zostanie skład gatunkowy i pionowe rozmieszczenie fitoplanktonu z zastosowaniem mikroskopu świetlnego.

Słowa kluczowe: fitoplankton, sieć planktonowa, batometr, skład taksonomiczny

4.2.2. Wykorzystywana aparatura/sprzęt

Sprzęt:

- sieć planktonowa typu WP2,
- batometr, opcjonalnie rozeta,
- sita do zagęszczania próbek,
- mierniki: termometr, pehametr, salinometr,
- krążek Secchiego,
- pojemnik/wiadro do zbierania fitoplanktonu,
- butelki plastikowe o pojemności 200 ml,
- pojemniki plastikowe o pojemności 100 ml,
- mikroskop świetlny,
- szkiełka podstawowe, szkiełka nakrywkowe, pipety Pasteura,
- rękawiczki jednorazowe, marker, ręczniki papierowe, lejek.

Odczynniki:

- płyn Lugola (kwaśny i obojętny).

Klucze do oznaczania fitoplanktonu

4.2.3. Lokalizacja poligonu badawczego

Próbki fitoplanktonu powinny być pobrane z dwóch punktów badawczych:

1. w obrębie Zatoki Gdańskiej (głębokość do ok. 15 m),
2. otwarte morze lub Zatoka Gdańska (głębokość ok. 40 m).

4.2.4. Zakres pomiarów

Na dwóch stacjach pobrane zostaną próbki fitoplanktonu z powierzchniowej warstwy wody (z zastosowaniem sieci planktonowej) oraz 5–6 próbek z batometru, w zależności od głębokości stacji. Planowane głębokości to: 0–1 m, 2,5 m, 5 m, 7,5 m, 10 m i/lub 10–20 m.

4.2.5. Rekomendowane warunki pogodowe do prowadzenia badań

Pobieranie próbek fitoplanktonu powinno być przeprowadzone w godzinach przedpołudniowych. Sieć planktonowa oraz batometr mogą być używane przy stanie morza do 3 stopni w skali Beauforta. Wyższy stan morza może skutkować zerwaniem liny holującej sieć planktonową.

4.2.6. Przebieg zajęć

Przed zajęciami wymagane jest zapoznanie się z informacjami dotyczącymi wykorzystywanego w czasie zajęć sprzętu zawartymi w rozdziale 3. *Aparatura wykorzystywana do badań.*

1. Procedura pobierania próbek z zastosowaniem sieci planktonowej WP2

Przed zaciągiem, sprawdzane są warunki pogodowe oraz stan sieci planktonowej (odpowiednio przymocowane liny, materiał filtrujący). Po rozłożeniu sieci, na wylot kolektora zakładana jest siatka filtrująca, zaciskana metalowym pierścieniem. Następnie, sieć planktonową mocuje się do żurawika, a na końcu sieci zakłada obciążenie. Uzbrojona sieć opuszczana jest do wody i holowana z prędkością około 1 węzła. Zaciąg trwa około 5 minut, a w przypadku widocznego zakwitów czas ten skraca się do około 1–2 minuty. W tym czasie należy przygotować pojemniki na próbki. Po holowaniu, sieć wyciągana jest na pokład, a materiał filtrujący płukany się w celu zebrania organizmów do kolektora. Po zdjęciu siatki z wylotu kolektora, zagęszczony materiał biologiczny zbierany jest do pojemnika i utrwalany.

2. Procedura pobierania próbek za pomocą batometru

Pobieranie próbek za pomocą batometru pozwala na określenie składu gatunkowego fitoplanktonu na różnych głębokościach. Urządzenie to zawieszają na linie stalowej z licznikiem i opuszczają na wymaganą głębokość (10–20 m, 10m, 7,5 m, 5 m, 2,5 m, 0–1 m). Następnie, sprzęt jest zamykany przez mechanizm zapadkowy, który zostaje zwolniony poprzez uderzenie mosiężnego ciężarka (tzw. posyłacza) opuszczanego po linie. Należy pamiętać o wcześniejszym przygotowaniu pojemnika na próbki. Po wyciągnięciu batometru z wody, próbka wody pobierana jest do pojemnika i wykonywane są pomiary parametrów takich jak: temperatura wody, zasolenie i odczyn. W celu analizy jakościowej fitoplanktonu próbki wody z batometru powinny być zagęszczone na sitach.

3. Określenie przezroczystości wody, powinno być wykonane zgodnie z opisem zamieszczonym w rozdziale *Aparatura* – Krążek Secchiego

4. Konserwacja i przechowywanie próbek fitoplanktonu

Próbki niekonserwowane mogą być przechowywane przez kilka godzin w otwartym pojemniku w lodówce. Wszystkie pozostałe próbki należy utrwalić, aby zapobiec rozkładowi organizmów. Kwaśny płyn Lugola jest najbardziej odpowiednim środkiem konserwującym fitoplankton bałtycki (Hällfors i in., 1979). W celu dokładnej analizy morfologii bruzdnic, równoległą próbkę utrwała się obojętnym płynem Lugola, co ułatwia późniejsze analizy tych organizmów. Próbki konserwowane są natychmiast po pobraniu, w proporcji 0,25– 0,5 cm³ płynu Lugola na 100 cm³ próbki. Do przechowywania próbek stosowane są przezroczyste, bezbarwne, odporne na jod butelki (np. szklane) z dobrze dopasowanymi zakrętkami. Próbki należy przechowywać w ciemnym i chłodnym miejscu. Trwałość takiego preparatu wynosi 1 rok.

Kwaśny płyn Lugola

- 200 cm³ wody destylowanej,
- 20 g jodku potasu (KI),
- 10 g jodu (I₂),
- 20 cm³ kwasu octowego (stężony CH₃COOH),

Podczas dodawania kolejnych odczynników należy upewnić się, że poprzedni składnik jest rozpuszczony. Roztwór należy przechowywać w szczelnie zamkniętej szklanej ciemnej butelce, w temperaturze < 10°C. Obojętny płyn Lugola przygotowuje się w taki sam sposób jak kwaśny płyn Lugola lecz bez dodatku kwasu octowego.

Dodatkowe informacje o przechowywaniu próbek fitoplanktonu:

Zagęszczony fitoplankton zebrany w pojemniki lub próbki zachowane na sączkach należy przechowywać w temperaturze -20 lub -80°C.

5. Analiza składu gatunkowego fitoplanktonu.

Analizę jakościową fitoplanktonu przeprowadza się z zastosowaniem mikroskopu świetlnego o powiększeniach obiektywu 10x lub 40x. Identyfikację gatunków należy wykonać w oparciu o klucze do oznaczania fitoplanktonu, a następnie zweryfikować/uaktualnić nazwy gatunkowe poprzez dostępne bazy internetowe, np. AlgaeBase lub WoRMS.

4.2.7. Sprawozdanie

Dane uzyskane podczas zajęć powinny być uzupełnione w *Karcie pobierania i konserwacji próbek fitoplanktonowych* oraz w *Protokole analizy mikroskopowej fitoplanktonu*.

KARTA POBIERANIA I KONSERWACJI PRÓBEK FITOPLANKTONOWYCH

	Punkt 1 (głębokość do ok 15 m)	Punkt 2 (głębokość do ok 40 m)
Nazwa punktu		
Szerokość geograficzna punktu		
Długość geograficzna punktu		
Głębokość stacji		
Data pobierania próbek		
Godzina pobierania próbek		
Data analizy próbek		
Głębokość pobierania – poziomy:		
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
Zasolenie – poziomy:		
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
Temperatura wody – poziomy:		
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
Odczyn wody – poziomy:		
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
Przezroczystość wody (krążek Secchiego)		
Przyrząd do pobierania próbek		
Substancja konserwująca		
Nazwa jednostki pływającej		
Osoba wypełniająca		

WZÓR PROTOKOŁU ANALIZY MIKROSKOPOWEJ FITOPLANKTONU

Punkt 1				
Głębokość pobierania - poziomy	Data pobierania próbki	Data analizy próbki	Powiększenie obiektywu	Objętość filtrowanej wody
1.				
Skład gatunkowy fitoplanktonu (poziom 1)				
Gromada	Klasa	Rząd	Gatunek	Uwagi
2.				
Skład gatunkowy fitoplanktonu (poziom 2)				
Gromada	Klasa	Rząd	Gatunek	Uwagi
3.				
Skład gatunkowy fitoplanktonu (poziom 3)				
Gromada	Klasa	Rząd	Gatunek	Uwagi
4.				
Skład gatunkowy fitoplanktonu (poziom 4)				
Gromada	Klasa	Rząd	Gatunek	Uwagi
5.				
Skład gatunkowy fitoplanktonu (poziom 5)				
Gromada	Klasa	Rząd	Gatunek	Uwagi
6.				
Skład gatunkowy fitoplanktonu (poziom 6)				
Gromada	Klasa	Rząd	Gatunek	Uwagi

Literatura

- Helcom, 2017. *Manual for Marine Monitoring in the COMBINE Programme of HELCOM*. Annex C6 Guidelines for monitoring phytoplankton species composition, abundance and biomass.
- Hällfors G., Melvasalo T., Niemi Å., Viljamaa H., 1979. *Effect of different fixatives and preservatives on phytoplankton counts*. 34:25–34.

4.3. Zooplankton bałtycki - metody poboru i konserwacji próbek

(A. Weydmann-Zwolicka, A. Panasiuk, M. Mańko)

4.3.1. Cel zajęć

Celem zajęć jest poznanie standardowych metod poboru i sposobów konserwacji próbek zooplanktonu z Zatoki Gdańskiej.

Słowa kluczowe: zooplankton, holoplankton, meroplankton, sieć planktonowa

4.3.2. Wykorzystywana aparatura/sprzęt

Do poboru próbek zooplanktonu z różnych warstw kolumny wody niezbędna będzie:

- sieć planktonowa typu WP2, o średnicy oczka 100 μm z systemem zamykania oraz niezbędnym osprzętem tj.: przepływomierz, obciążenie sieci, dwa posyłacze, zapasowe siatki do kolektora.

Dodatkowo, w celu zmierzenia parametrów środowiskowych użyta będzie:

- ręczna sonda STD,
- batometr, za pomocą którego zostaną pobrane próbki wody z konkretnych głębokości, odpowiadających głębokościom, na które będzie opuszczana sieć planktonowa.

Drobny sprzęt laboratoryjny:

- kuweta do zlewania próbki,
- tryskawka na wodę morską,
- wiadro z liną,
- lejek,
- butelki na próbki wraz ze skrzynką.

Dodatkowo warto mieć zapasowe pojemniki na ciekawe organizmy, które mogą trafić do sieci podczas zaciągu. Aby prawidłowo opisać próbkę należy przygotować: kalkę techniczną i ołówki, naklejki na butelki i marker. Do zakonserwowania próbki niezbędny będzie wodny roztwór formaldehydu (40%) oraz rękawiczki ochronne i ręczniki papierowe.

4.3.3. Lokalizacja poligonu badawczego

Dwie stacje badawcze: płytka i głęboka leżące w rejonie Zatoki Gdańskiej.

4.3.4. Zakres pomiarów

Dwie stacje badawcze, liczba próbek uzależniona od głębokości stacji: na każdej ze stacji pobór próbek z warstw o miąższości 10 m, z zapasem około 2 m nad dnem, żeby nie zniszczyć sieci. Czyli przykładowo dla stacji o głębokości 42 m: 40–30 m, 30–20 m, 20–10 m.

4.3.5. Rekomendowane warunki pogodowe do prowadzenia badań

Pobór próbek zooplanktonu powinien być prowadzony przy stanie morza nie większym niż 4, ze względu na możliwość zniszczenia sieci oraz w dzień, ponieważ część organizmów planktonowych dokonuje dobowych wędrówek pionowych w kolumnie wody.

4.3.6. Przebieg zajęć

Przed zajęciami wymagane jest zapoznanie się z informacjami dotyczącymi wykorzystywanego w czasie zajęć sprzętu zawartymi w rozdziale 3. *Aparatura wykorzystywana do badań.*

Przygotowanie sieci planktonowej. Po dopłynięciu na stację badawczą należy przygotować sieć planktonową do poboru próbek: rozwinąć ją i sprawdzić, czy nie ma uszkodzeń. Następnie przymocować sieć za pomocą szekli do liny wskazanej przez załogę statku i umocować przepływomierz na środku wlotu. Do kolektora, znajdującego się na końcu sieci, przymocować kawałek siatki o średnicy oczka odpowiadającemu wielkości oczka sieci planktonowej. W przypadku planowanego zaciągu próbek z warstw innych niż powierzchniowa, należy założyć także system zamykający, który umożliwi zamknięcie sieci na konkretnej głębokości.

Pobór próbki zooplanktonu. Po prawidłowym uzbrojeniu sieci, należy naciągnąć system zamykający, a następnie wystawić sieć za burtę. Po opuszczeniu sieci na żadaną głębokość („głębokość zaciągu max.”, np. 40 m) rozpocznie się właściwy pobór próbki, w czasie którego otwarta sieć jest ciągnięta do góry z prędkością około 1m/sekundę. Gdy sieć będzie na głębokości docelowej („głębokość zaciągu min.”, np. 30 m), należy ją zatrzymać, a następnie ostrożnie przyciągnąć do burty statku linę, do której sieć jest przymocowana i wciąż trzymając linę jedną ręką, drugą ręką założyć posyłacz i wypuścić go w dół. Dzięki trzymaniu liny jedną dłonią można wyczuć moment, w którym posyłacz dotrze do systemu zamykającego sieć i go zwolni, co pozwala na zakończenie poboru próbki i zamknięcie sieci, którą można teraz wyciągnąć z powrotem.

Konserwacja próbki. Gdy sieć zostanie wyciągnięta na powierzchnię i wciąż wisi za burtą na linie, należy dokładnie spłukać ją za pomocą wody morskiej, dzięki czemu organizmy, które osiadły na jej ściankach, trafią do kolektora na końcu sieci. Spłukaną sieć można wciągnąć na pokład i ostrożnie, nad kuwetą, odczepić siatkę od kolektora i tak długo opłukiwać ją za pomocą tryskawki wypełnionej wodą morską, aż wszystkie organizmy, które były do niej przyczepione, trafią do kuwety.

W laboratorium mokrym, należy zagęścić próbki zooplanktonu przy użyciu specjalnego sita. W tym celu, zawartość kolektora należy powoli wylewać na sito, a następnie, jego zawartość przelać do uprzednio przygotowanej butelki na próbkę. Butelka powinna być dokładnie opisana za pomocą Identyfikatora próbki: Rok, Stacja badawcza, Głębokość zaciągu max.-Głębokość zaciągu min., wraz z datą poboru i typem użytej sieci planktonowej. Taka sama informacja powinna się znaleźć na kawałku kalki technicznej, wypisanej za pomocą ołówka i umieszczonej w butelce.

Organizmy pozostające na sicie należy spłukać do butelki przy pomocy tryskawki wypełnionej wodą morską. Próbkę w butelce należy uzupełnić do 9/10 objętości butelki używając wody morskiej, a następnie dodać nasycony, wodny roztwór formaldehydu (ok. 40%), czyli formalinę, w proporcji 1:10 do objętości próbki, tak, żeby po zakonserwowaniu stężenie formaliny wynosiło ok. 4%. Po zamknięciu butelki, należy nią kilka razy wstrząsnąć, celem wymieszania formaliny z próbką.

4.3.7. Sprawozdanie

Wypełniona karta pracy, zawierająca podstawowe informacje na temat sposobu poboru próbek, warunków w trakcie poboru oraz zespołu dokonującego poboru.

KARTA PRACY

Ćwiczenia specjalistyczne w morzu – zooplankton

Grupa:

Skład zespołu:

.....
.....
.....

Miejsce pobrania próbki:

Nazwa stacji

Szerokość geograficzna punktu N

Długość geograficzna punktu E

Warunki środowiskowe w czasie pobrania próbki:

Temperatura powietrza

Zachmurzenie

Kierunek wiatru

Siła wiatru

Ciśnienie atm.

Stan morza

Inne.....

Pobrane próbki:

Godzina pobrania:

Identyfikator próbki	Głębokość dna [m]	Głębokość zaciągu min. [m]	Głębokość zaciągu max. [m]	Przeplwomierz start	Przeplwomierz stop

Identyfikator próbki: Rok-Punkt-Głębokość zaciągu max.-Głębokość zaciągu min.

Literatura

Harris, R., Wiebe, L., Lenz, L., Skjoldal, H., Huntley, M., 2000. *ICES zooplankton methodology manual*, Academic Press, London.

Castellani, C., Edwards, M., 2017. *Marine Plankton. A practical guide to ecology, methodology, and taxonomy*, Oxford University Press.

4.4. Zbiór ilościowy i jakościowy makrozoobentosu

(H. Kendzierska, K. Smolarz)

4.4.1. Cel zajęć

Celem zajęć jest zapoznanie ze standardowymi narzędziami i metodami zbioru bałtyckiej makrofauny bentosowej oraz porównanie różnych zespołów makrozoobentosu występujących na osadach drobnoziarnistych.

Struktura gatunkowa zespołów bentosowych Morza Bałtyckiego zależy przede wszystkim od typu osadu, głębokości, zasolenia czy ilości rozpuszczonego tlenu w wodach przydennych. Określenie struktury zespołów makrozoobentosu należy do podstawowych analiz wykorzystywanych m.in. w monitoringu środowiska. Dodatkowo, określenie struktury płci wybranych gatunków małży oraz prawidłowości budowy szkieletu zewnętrznego dostarczy informacji o warunkach, w jakich organizmy te bytowały.

Słowa kluczowe: makrozoobentos, fauna bentosowa, zespoły dna piaszczystego i mulistego, ławica omułka, szkielet zewnętrzny, struktura płci

4.4.2. Wykorzystywana aparatura/sprzęt

- czerpacz van Veena o powierzchni zbioru 0,1 m²,
- draga denna
- płuczka do osadów lub kasty okrągłe (wiadra) ok. 90 l, krata stalowa,
- sita bentosowe,
- pojemniki z szeroką szyją (250–5000 ml),
- inne: wiadro z podziałką objętości, lejek o szerokim wlocie, tryskawki, łyżki, pęseta, markery, kalka kreślarska, ołówki,
- karta rejsu/zbioru
- batometr lub rozeta z batometrem,
- konduktometr z tlenomierzem

Odczynniki:

- formaldehyd 40%,
- etanol 96%.

4.4.3. Lokalizacja poligonu badawczego

Dla porównania zespołów bentosowych próby mogą być zebrane na 2–3 stacjach – w strefie płytkowodnej (20–30 m), na której próbki należy zebrać na stacji z osadami piaszczystymi oraz drugiej o dnie pokrytym ławicą omułka oraz na stacji w strefie głębokowodnej z osadami mulistymi (40–60 m).

4.4.4. Zakres pomiarów

Badania należy prowadzić na min. 2–3 stacjach. Liczba powtórzeń zależy od wykorzystania wyników badań. Do demonstracji wykorzystywanych metod i narzędzi wystarczy zebrać jedną próbkę na stacji. Standardowo w analizie ilościowej makrozoobentosu zbiera się 3–5 powtórzeń na stacji.

Do analiz prawidłowości budowy szkieletu zewnętrznego potrzebne jest po 20 małży *Limecola balthica* lub *Mytilus trossulus* o wielkości min. 1,5 cm (*L. balthica*) oraz min. 2,5 cm (*M. trossulus*) z dwóch - trzech wybranych wcześniej stacji.

4.4.5. Rekomendowane warunki pogodowe do prowadzenia badań

Prace mogą być prowadzone w dowolnych warunkach pogodowych.

4.4.6. Przebieg zajęć

Przed zajęciami wymagane jest zapoznanie się z informacjami dotyczącymi wykorzystywanego w czasie zajęć sprzętu zawartymi w rozdziale 3. *Aparatura wykorzystywana do badań.*

Sprawdzenie i przygotowanie sprzętu

Przed przystąpieniem do zbioru makrozoobentosu należy upewnić się, że sprzęt jest czysty i dobrze przygotowany i zamocowany.

Zbiór próbek ilościowych – należy sprawdzić czy:

- czerpacz jest poprawnie skręcony i w zależności od typu osadu, na którym prowadzony będzie zbiór, dociążony,
- siatka w górnej części czerpacza nie jest uszkodzona, a zasuwki zamykające górę czerpacza są domknięte,
- płuczka/kastry oraz sita muszą być czyste, siatki w sitach nie są uszkodzone.

Zbiór próbek jakościowych – należy sprawdzić czy:

- draga jest odpowiednio zamocowana i dociążona;
- sieci dragi nie są uszkodzone – zwłaszcza matnia wewnętrzna?

Pomiar parametrów środowiskowych niezbędnych do interpretacji uzyskanych wyników

Pomiar parametrów niezbędnych do interpretacji uzyskanych wyników – temperatury, zasolenia i stężenia rozpuszczonego tlenu w wodzie przydennej należy wykonać zgodnie z opisem w rozdziale 4.5.

Zbiór ilościowy makrozoobentosu

Zbiór próbki czerpaczem van Veena wykonywany jest przez załogę statku. Po wyjęciu czerpacza z wody umieszczamy go na kracie założonej na kastrę lub płuczkę osadów. Czerpacz otwieramy delikatnie. Oceniamy wysokość warstwy zebranego osadu, jego barwę, sprawdzamy czy wyczuwalny jest siarkowodór. Obserwacje notujemy w karcie rejsu. Następnie cały osad przenosimy do płuczki, dokładnie wypłukując czerpacz wewnątrz oraz kratę niewielkim strumieniem wody zaburtowej.

Rozpłukany wodą morską osad zlewamy na sito bentosowe (o boku oczka 1 mm) i płuczemy z pomocą węża z końcówką umożliwiającą regulację intensywności strumienia. Próbkę płuczemy, dopóki nie przestanie spływać przez sito osad. Następnie delikatnie spłukujemy cały pozostały na sicie materiał na jedną stronę sita i z wykorzystaniem łyżki, lejka i tryskawki z wodą morską przenosimy próbkę do pojemnika.

Każdą próbkę przepłukujemy i przechowujemy oddzielnie. Jeżeli próbka wypełnia pojemnik w zbyt dużym stopniu należy ją podzielić na większą liczbę pojemników. Jeżeli przy przenoszeniu próbki do pojemnika waliśmy zbyt dużo wody należy zlać ją delikatnie z powrotem na sito i ponownie upewnić się, że cała próbka znajduje się w pojemniku. Na koniec sito dokładnie oglądamy i w razie potrzeby przenosimy pęsetą pozostałe na sicie organizmy do pojemnika z próbką.

Przed przystąpieniem do płukania kolejnej próbki odwrócone sito oczyścimy silnym strumieniem wody.

Na koniec pobieramy po 60 osobników *L. balthica* lub *M. trossulus* na danym punkcie i przenosimy je do osobnych pojemników.

Zbiór jakościowy makrozoobentosu

Zbiór makrozoobentosu do badań jakościowych prowadzimy z wykorzystaniem dragi dennej, która umożliwia zbiór znacznej liczby większych organizmów w krótkim czasie. Sprawdzone i dociążone narzędzie wydawane jest przez załogę na linie stalowej. Dragowanie odbywa się przy niewielkiej prędkości (1–2 węzły). Czas zbioru organizmów ustalamy na podstawie typu osadów na stacji (określonego podczas zbioru ilościowego próbek), po zakończonym zbiorze zapisujemy czas jego trwania. Na dnie pokrytym zgrupowaniami omułka sieć dragi szybko się zapelni.

Dragę z zebranych materiałem umieszczamy na blasze, na którą zsypujemy zebrane organizmy. Przeglądamy cały materiał i z wykorzystaniem wiadra z podziałką określamy wielkość zebranej próbki (w litrach). Rozdzielamy poszczególne taksony – przenosząc pojedyncze organizmy do kuwety akwarium z wodą morską. Notujemy wyniki i obserwacje w karcie rejsu.

Po zakończeniu zbioru sprzęt należy dokładnie opłukać i przed schowaniem do magazynku pozostawić na pokładzie do wyschnięcia.

Opis, konserwacja i przechowywanie próbek

Zebrane próbki ilościowe opisujemy ołówkiem na kalce kreślarskiej, którą umieszczamy z próbką wewnątrz butelki (nazwa stacji, numer powtórzenia, data, narzędzie zbioru) oraz w taki sam sposób wodoodpornym markerem w dwóch miejscach na pojemniku. Jeżeli próbka (powtórzenie) nie mieści się w jednym pojemniku opisujemy również którą część pojemnik zawiera (przykładowo próbka podzielona na dwa pojemniki powinna być dodatkowo opisana 1/2 lub 2/2).

Próbki umieszczone w pojemnikach zalewamy roztworem substancji konserwującej – 4% roztworem formaldehydu lub 70% roztworem etanolu. Szczelnie zamknięte pojemniki gromadzimy na pokładzie w zacienionym miejscu.

4.4.7. Sprawozdanie

Rekomendowana forma opracowania wyników – karta pracy.

(A) Zbiór jakościowy i ilościowy makrobentosu

Na karcie pracy poza parametrami fizyko-chemicznymi należy zanotować następujące informacje:

- czy statek był zakotwiczony,
- data, godzina (pora dnia),
- warunki pogodowe i stan morza podczas pobierania próbek,
- głębokość, z której pobrano próbkę (informacja od kapitana),
- opis osadu – kolor warstwy powierzchniowej, wyczuwalność H₂S, opis rodzaju osadu w obserwacji makroskopowej, obecność roślin, zgrupowań omułka, pustych muszli itp.,
- rodzaj i specyfikację próbnika, zwłaszcza, jeśli powierzchnia zbioru nie jest standardowa.

KARTA PRACY

ZBIÓR PRÓB IŁOŚCIOWYCH

Imię i nazwisko

Data, nr rejsu, Grupa

I - CHARAKTERYSTYKA STACJI POBORU PRÓB

	STACJA 1	STACJA 2	STACJA 3
Współrzędne geograficzne			
Głębokość [m]			
Temperatura wody przydennej [°C]			
Zasolenie wody przydennej			
Stężenie rozpuszczonego tlenu [ml·l ⁻¹]			
Godzina (pora dnia)			
Masa czerpacza i powierzchnia zbioru			
Stopień wypełnienia czerpacza (%)			
Barwa osadu			
Zapach H ₂ S			
Inne obserwacje (stan morza)			

II – OPIS PROCEDURY POBIERANIA PRÓBY

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

III – KOMENTARZE PROWADZĄCEGO, OCENA

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

KARTA PRACY

ZBIÓR PRÓB JAKOŚCIOWYCH

Imię i nazwisko

Data, nr rejsu, Grupa

I - CHARAKTERYSTYKA STACJI POBORU PRÓB

	STACJA 1	STACJA 2	STACJA 3
Współrzędne geograficzne			
Głębokość [m]			
Temperatura wody przydennej [°C]			
Zasolenie wody przydennej			
Stężenie rozpuszczonego tlenu [ml·l ⁻¹]			
Godzina (pora dnia)			
Stopień wypełnienia dragi (%)			
Objętość zebranego draga materiału [l]			
Inne obserwacje (stan morza)			

II – OPIS PROCEDURY POBIERANIA PRÓBY

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

III – KOMENTARZE PROWADZĄCEGO, OCENA

.....

.....

.....

.....

.....

.....

IV -POBÓR I OZNACZENIE MAKROZOOBENTOSU

	Takson	STACJA 1	STACJA 2	STACJA 3	
BIVALVIA - MALŻE	Omulek <i>Mytilus trossulus</i>				
	Sercówka <i>Cerastoderma glaucum</i>				
	Rogowiec <i>Limecola balthica</i>				
	Małgiew piaskołaz <i>Mya arenaria</i>				
	CRUSTACEA - SKORUPIAKI	Pąkla <i>Aphibalanus improvisus</i>			
		Kiełż <i>Gammarus</i> spp.			
Podwoik <i>Idotea balthica</i>					
Podwój wielki <i>Saduria entomon</i>					
Garnela <i>Crangon crangon</i>					
Krewetka atlantycka <i>Palaemon elegans</i>					
Krewetka atlantycka <i>Palaemon adspersus</i>					
Krabik amerykański <i>Rhithropanopeus harrisi</i>					
INNE TAKSONY		Wodożytki Hydrobiidae			
		Nereida <i>Hediste diversicolor</i>			
	Rogoża <i>Marenzelleria</i> spp.				
	Mszywioly Bryozoa				

SKALA: +++ Liczne, + Pojedyncze, – Brak

Zapisz objętość zebranego materiału, ustaloną np. za pomocą wiadra (w litrach).

B) Deformacje egzoszkieletu wybranych populacji małży *Limecola baltica* i *Mytilus trossulus*

Rekomendowana forma opracowania wyników – karta pracy zawierająca opis ogólny analizowanych populacji małży oraz opis szczegółowy występujących zmian w egzoszkielecie.

Budowa morfologiczna muszli i występujące nieprawidłowości z deformacjami egzoszkieletu włącznie mogą być brane pod uwagę jako biomarkery potencjalnie świadczące o niekorzystnych warunkach panujących w otaczającym małże środowisku. Do parametrów branych pod uwagę przy analizie prawidłowości morfologii muszli zaliczamy występowanie lub brak m.in.:

- i) otworów i szczelin w zewnętrznej części muszli,
- ii) silnie zerodowanej, odwapnionej, przezroczystej, cienkiej i kruchej muszli,
- iii) zniekształcenia w obrębie zamka i więzadła,
- iv) dysproporcje kształtu
- v) zmiany kolorytu muszli.

Do czynników środowiskowych o potencjale zakłócania procesów prawidłowego formowania egzoszkieletu, a w konsekwencji powstanie nieprawidłowości w jej budowie, należą zwiększone stężenia wapnia, dwutlenek węgla, kwas bursztynowy w płynach ustrojowych czy warunki beztlenowe REF). Proces cieniienia skorupy może być również związany z ubytkami węglanu wapnia, na co z kolei ma wpływ szereg czynników zewnętrznych takich jak niskie pH, niedotlenienie, i występowanie siarkowodoru. Analiza zmienności przestrzennej w częstotliwości występowania deformacji egzoszkieletu pozwoli na lokalizację najbardziej zmienionych pod tym kątem populacji oraz pozwoli na szacunkową analizę przyczyn tych zmian (jak ekspozycja na niekorzystne warunki środowiskowe na stacjach zanieczyszczonych takich jak podwyższone stężenia TBT, Cu i Pb).

KARTA PRACY

Informacje ogólne

	Długość	Szerokość	Wysokość	Stopień porośnięcia	Inne
	min-max	min-max	min-max		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Zmiany wyglądu muszli

TAK/NIE

	Otwory i szczeliny w zewnętrznej części muszli	Przezroczystość i kruchość muszli	Zniekształcenia w obrębie zamka i więzadła	Dysproporcje kształtu	Zmiany koloru	Inne
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						

Literatura

- Andrulewicz, E., Szymelfenig, M., Urbański, J., Węśławski, J. M., & Węśławski, S. 2008, Morze Bałtyckie—o tym warto wiedzieć. Gdynia., https://cgis.oig.ug.edu.pl › dane › morze_baltyckie
- Barnes R.J., Barnes R.S., 1994. *The brackish-water fauna of northwestern Europe*, Cambridge University Press.
- Hayward P.J., Ryland J.S., 1995. *Handbook of Marine Fauna of North – West Europe*, Oxford University Press 15.
- HELCOM, 2017. *Manual for Marine Monitoring in the COMBINE Programme of HELCOM*. Part C Programme for monitoring of eutrophication and its effects. Annex C8 Soft bottom macrozoobenthos, s.10. (<http://www.helcom.fi/action-areas/monitoring-and-assessment/manuals-and-guidelines/combine-manual>)
- Piechocki A., Wawrzyniak-Wydrowska B., 2016. *Guide to Freshwater and Marine Mollusca of Poland*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe..
- Pliński M., 2007. *Biologia organizmów morskich*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, <http://plinski.pl/podreczniki/>
- Snoeijs-Leijonmalm P., Schubert H., Radziejewska T. (red.), 2017. *Biological oceanography of the Baltic Sea*, Springer Science & Business Media.
- Smolarz K, Bradtke K., 2011, Bioindicative potential of shell abnormalities occurring in the clam *Macoma balthica* (L.) from the Baltic Sea. *Mar Pollut Bull.* 2011 Jul;62(7):1421-6. doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.04.031. Epub 2011 May 19.
- Sokołowski A., Pawlikowski K., Namieśnik J., 2008, Shell Deformations in the Baltic Clam *Macoma balthica* from Southern Baltic Sea (the Gulf of Gdansk): Hypotheses on Environmental Effects. *Ambio*, DOI:10.1579/0044-7447(2008)37[93:SDITBC]2.0.CO;2
- Szaniawska A., 2014. *Skorupiaki Bałtyku*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
- Żmudziński L., 1990. *Świat zwierzęcy Bałtyku: atlas makrofauny*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne.

4.5. Zmienność natlenienia, pH i zasolenia w toni wodnej

(K. Łukawska-Matuszewska, D. Burska)

4.5.1. Cel zajęć

Określenie zmienności podstawowych parametrów hydrochemicznych, takich jak odczyn (pH), stężenie tlenu rozpuszczonego (O_2) i zasolenie (S), wraz z głębokością w wodzie morskiej. Analiza uzyskanych wyników w kontekście lokalizacji stacji i uwarstwienia kolumny wody (stałej halokliny oraz sezonowej termokliny). Wskazanie procesów kształtujących zmienność analizowanych parametrów.

Słowa kluczowe: rozpuszczalność tlenu, warstwa eufotyczna, fotosynteza, rozkład materii organicznej, pH

4.5.2. Wykorzystywana aparatura/sprzęt

- batometr lub rozeta batometrów,
- przenośne mierniki: konduktometr, pH-metr, tlenomierz,
- odczynniki: bufony do kalibracji pH-metru (3 roztwory buforowe, np. pH = 4, 7 i 9,18),
- pojemniki na próbki: butelki plastikowe (250– 500 ml) z zakrętkami i szklane z szeroką szyjką zamykane korkiem na szlif (500 ml),
- naczynia laboratoryjne: małe zlewki plastikowe do kalibracji czujników,
- inne: woda destylowana, tryskawka, bibuła, marker i etykiety do oznaczenia próbek.

4.5.3. Lokalizacja poligonu badawczego

Ćwiczenie może być zrealizowane na dwóch stacjach różniących się głębokością. Jedna stacja powinna być zlokalizowana w rejonie występowania halokliny w Zatoce Gdańskiej. Głębokość tej stacji powinna wynosić ok. 70–80 m. Druga stacja powinna być położona bliżej brzegu i mieć głębokość ok. 30–40 m.

4.5.4. Zakres pomiarów

Wielkość analizowanych parametrów w Bałtyku zmienia się wraz z głębokością w wyniku różnych fizycznych i biogeochemicznych procesów. Na każdej stacji próbki powinny zostać pobrane z kilku głębokości z różnych warstw morza – warstwy eufotycznej, nad halokliną, w haloklinie oraz 1–2 m nad dnem. Przykładowy schemat pobierania próbek na stacji o głębokości 80 m wygląda następująco: 0,5 m (warstwa podpowierzchniowa), 5 m, 15 m, 30 m, 45 m, 60 m, 78 m.

Dla każdej stacji pomiarowej należy zanotować:

- datę,
- współrzędne i głębokość stacji,
- stan morza,

- warunki meteorologiczne (temperatura powietrza, prędkość i kierunek wiatru, zachmurzenie, opady),
- inne obserwacje, które mogą mieć znaczenie (np. widoczny zakwit fitoplanktonu).

4.5.5. Rekomendowane warunki pogodowe do prowadzenia badań

Należy zwrócić uwagę na dryf statku. W przypadku stosowania batometru do pobierania próbek, silny dryf może zakłócać odczyt głębokości.

4.5.6. Przebieg zajęć

Przed zajęciami wymagane jest zapoznanie się z informacjami dotyczącymi wykorzystywanego w czasie zajęć sprzętu zawartymi w rozdziale 3. *Aparatura wykorzystywana do badań*.

Przed przystąpieniem do pobierania wody morskiej należy przygotować naczynia na próbki oraz skalibrować czujniki do pomiaru pH i tlenu. Próbki do analizy tlenu rozpuszczonego i pH pobieramy do butelek szklanych z szeroką szyjką i korkiem na szlif. Próbki przeznaczone do pomiaru zasolenia pobieramy do plastikowych butelek. Przed użyciem butelki zazwyczaj namacza się w rozcieńczonym kwasie azotowym lub solnym, a następnie płucze się wodą wodociągową i destylowaną. W trakcie pobierania próbek dodatkowo należy przepłukać naczynia wodą morską, żeby uniknąć zanieczyszczenia. Pobrane próbki należy zabezpieczyć przed światłem i wahaniami temperatury. Aby uniknąć zmian w próbkach, np. w wyniku procesów mikrobiologicznych, pomiary powinny zostać wykonane jak najszybciej po pobraniu wody. W karcie pracy należy zapisać współrzędne stacji oraz dodatkowe informacje, które mogą być istotne podczas analizy wyników (punkt 4.4).

Pobieranie próbek wody morskiej

Próbki wody morskiej z poszczególnych głębokości pobieramy za pomocą batometru lub rozety batometrów, począwszy od warstwy podpowierzchniowej morza. Po wyciągnięciu batometru na powierzchnię próbki wody zlewamy przez wężyk bezpośrednio do butelek szklanych i plastikowych. Na wszystkich pojemnikach z próbkami należy umieścić czytelne etykiety umożliwiające ich identyfikację (nazwa stacji i głębokość, z której pobrano próbkę).

Próbki do pomiaru O_2 i pH powinno się pobrać natychmiast po wyciągnięciu batometru na pokład. Otwieramy szklaną butelkę i wprowadzamy wężyk batometru aż do dna naczynia. Butelkę napełniamy powoli, tak aby uniknąć wtłaczania do próbki gazów atmosferycznych. Zanim ostatecznie napełnimy butelkę pozwalamy, aby woda wylała się z naczynia (w ilości odpowiadającej 2-3 krotnej objętości butelki). Powoli wyciągamy wężyk pozwalając by woda nadal wypływała z naczynia. Ostrożnie zamykamy butelkę korkiem wypychając z niej nadmiar wody. Upewniamy się, czy w próbce nie ma pęcherzyków powietrza. Jeśli są obecne, próbkę należy pobrać ponownie.

Następnie do butelek plastikowych pobieramy próbki do pomiaru zasolenia. Przed ostatecznym pobraniem próbki, butelki należy 3-krotnie przepłukać wodą morską. Butelki wypełniamy próbką do ok. 2/3 objętości, a następnie szczelnie zakręcamy i odstawiamy w chłodne miejsce, aby uniknąć odparowania próbki.

Pomiar pH

Przed wykonaniem pomiarów miernik pH należy skalibrować przy użyciu przynajmniej dwóch buforów (np. pH=7 i 9,18 dla kalibracji w zakresie pH wody morskiej), aby zachować optymalną dokładność pomiaru. Kalibrację przeprowadzamy zawsze zgodnie z instrukcją obsługi danego urządzenia. Temperatura pomiaru wpływa na wartość pH (np. poprzez zmianę nachylenia krzywej elektrody), dlatego bufony i próbki powinny mieć jednakową temperaturę. W praktyce oznacza to, że próbki i bufony należy na pewien czas zostawić w laboratorium pokładowym, do osiągnięcia temperatury otoczenia.

Aby wykonać kalibrację należy:

1. Podłączyć do pH-metru elektrodę kombinowaną i czujnik temperatury.
2. Włączyć pH-metr.
3. Elektrodę i czujnik temperatury opłukać wodą destylowaną i delikatnie osuszyć bibułą (nie należy wycierać elektrody tylko delikatnie usunąć krople płynu z membrany).
4. Elektrodę oraz czujnik umieścić w zlewce zawierającej roztwór buforowy (pH=7.00). Elektroda powinna być zanurzona powyżej łącznika elektrolitycznego.
5. Nacisnąć przycisk służący do kalibracji (zazwyczaj oznaczony CAL).
6. Poczekać, aż wartość pH na wyświetlaczu się ustabilizuje i zatwierdzić pomiar. Zapisać temperaturę pomiaru.
7. Wyjąć elektrodę i czujnik temperatury z roztworu buforowego, przepłukać dokładnie wodą destylowaną i osuszyć delikatnie bibułą.
8. Umieścić elektrodę oraz czujnik temperatury w zlewce z kolejnym roztworem i powtórzyć procedurę kalibracji.

Po przeprowadzonej kalibracji miernik jest gotowy do wykonania pomiaru. W tym celu należy:

1. Dokładnie opłukaną i osuszoną elektrodę wraz z czujnikiem temperatury zanurzyć w próbce.
2. Poczekać, aż wartość pH na wyświetlaczu się ustabilizuje.
3. Zapisać w karcie pracy wartość pH oraz temperaturę pomiaru.
4. Przed pomiarem w kolejnej próbce elektrodę i czujnik temperatury opłukać wodą destylowaną i delikatnie osuszyć bibułą.

W przypadku pomiaru w próbkach znacznie różniących się pH (np. woda powierzchniowa i naddenna) czas stabilizacji odczytu może się wydłużyć. Dlatego pomiar powinno wykonywać się w kolejności odpowiadającej głębokości pobrania próbek. Po zakończeniu pomiarów elektrodę oraz czujnik temperatury należy opłukać starannie wodą destylowaną i osuszyć delikatnie bibułą. Elektrodę umieścić w naczyniu z roztworem KCl, w którym jest przechowywana.

Pomiar O₂ (za pomocą czujnika elektrochemicznego)

Przed przystąpieniem do pomiaru trzeba sprawdzić, czy membrana czujnika nie jest zniekształcona oraz czy w roztworze elektrolitu nie występują bąble powietrza. W razie potrzeby należy wymienić membranę i elektrolit. Metody kalibracji czujników mogą być różne, zatem zawsze należy sprawdzić w instrukcji zalecenia producenta. Większość tlenowych czujników elektrochemicznych wymaga jednopunktowej kalibracji. Najczęściej kalibrację wykonuje się w powietrzu lub w specjalnym naczynku kalibracyjnym dostarczanym wraz z czujnikiem, traktując powietrze jako wzorzec 100% nasycenia tlenem. W przypadku czujnika polarograficznego może być wymagane jego włączenie przed użyciem w celu polaryzacji (polaryzacja zachodzi jedynie, gdy czujnik jest podłączony do tlenomierza). Należy sprawdzić w instrukcji urządzenia zalecenia producenta w tym zakresie. Stężenie tlenu rozpuszczonego zazwyczaj podaje się w mg/l lub jako procent nasycenia. W karcie pracy należy zapisać obie wartości uzyskane w próbce.

Aby zmierzyć stężenie tlenu rozpuszczonego w wodzie morskiej należy:

1. Włączyć tlenomierz.
2. Wyjąć czujnik tlenowy z naczynia, w którym jest przechowywany.
3. Zanurzyć czujnik w próbce na głębokość min. 5 cm.
4. Począć, aż odczyt stężenia tlenu się ustabilizuje. W trakcie pomiaru należy delikatnie poruszać czujnikiem, aby zapewnić przepływ wody przez membranę. W przeciwnym razie wyniki pomiarów będą zaniżone, gdyż czujnik zużywa tlen w trakcie pomiaru powodując spadek stężenia tlenu na warstwie granicznej między próbką a membraną sondy.
5. Zapisać w karcie pracy stężenie tlenu (mg/l), nasycenie tlenem (%) oraz temperaturę pomiaru (°C).
6. Opłukać czujnik wodą destylowaną. Czujnika nie wolno wycierać, żeby nie uszkodzić membrany.
7. Wykonać pomiar w kolejnej próbce.
8. Po zakończeniu pomiarów czujnik opłukać wodą destylowaną i umieścić w naczynku, w którym jest przechowywany.

Pomiar zasolenia

Pomiar zasolenia (S) w wodzie morskiej wykonujemy za pomocą przenośnego konduktometru. Urządzenie mierzy przewodność elektryczną właściwą wody, a S jest wyznaczane na podstawie empirycznej zależności między tymi dwoma parametrami. Ponieważ działanie urządzenia opiera się na zależności przewodności od zawartości soli, należy zadbać aby ich stężenie w pobranej próbce nie uległo zmianie, np. poprzez częściowe odparowanie wody. Do czasu pomiaru próbki trzeba przechowywać w szczelnie zamkniętych naczyniach, gdyż na przewodność wpływa rozpuszczanie w wodzie gazów z atmosfery (np. CO_2). Dokładność i powtarzalność pomiarów wymaga utrzymania powierzchni elektrod czujnika w czystości, zanieczyszczenie wpływa bowiem na wielkość stałej K czujnika. Stałą elektrody należy okresowo sprawdzać przy użyciu roztworów KCl lub standardowej wody morskiej o znanej przewodności ($S = 35$, przewodność $42,896 \text{ mS/cm}$ w 15°C). Roztwór kalibracyjny powinien mieć przewodność zbliżoną do przewodności badanej próbki wody. Zasolenie mierzone za pomocą konduktometru nie ma jednostki, jednak często dodaje się do wyniku skrót PSU (*Practical Salinity Units*), aby zaznaczyć w jakiej skali został wykonany pomiar.

Aby zmierzyć zasolenie w wodzie morskiej należy:

1. Włączyć konduktometr i ustawić urządzenie w tryb pomiaru zasolenia.
2. Umieścić czujnik w próbce, tak aby celka konduktometryczna była w całości zanurzona.
3. Poruszyć kilkakrotnie czujnikiem, aby usunąć pęcherzyki powietrza, które mogą się pojawić wokół elektrod.
4. Jeśli temperatura wody jest zbliżona do temperatury czujnika poczekać ok. 30–60 sek. do ustabilizowania odczytu i zapisać wynik w karcie pracy. Jeśli woda jest znacznie zimniejsza od czujnika trzeba odczekać nieco dłużej (ok. 2 min) do ustabilizowania się odczytu.
5. Przed pomiarem w kolejnej próbce przepłukać elektrody wodą destylowaną i ostrożnie osuszyć.
6. Po zakończonych pomiarach czujnik dokładnie wypłukać wodą destylowaną i osuszyć.

4.5.7. Sprawozdanie

Wyniki badań oraz obserwacje należy zapisać w karcie pracy. Karta pracy może zawierać następujące elementy:

- informacja na temat lokalizacji stacji i warunków podczas pobierania próbek,
- zestawienie wyników pomiarów,
- omówienie zmienności analizowanych parametrów w toni wodnej z uwzględnieniem procesów ją kształtujących,
- porównanie wyników z danymi z głębokowodnej części Basenu Gdańskiego oraz wskazanie czynników będących przyczyną rozbieżności (np. lokalizacja, specyficzne warunki w trakcie pobierania próbek),
- podsumowanie.

KARTA PRACY

[1]

Grupa

Imiona i nazwiska:
.....

1. Data, lokalizacja stacji i warunki w trakcie pobierania próbek

Nr stacji	
Data i godzina	
Współrzędne	
Stan morza	
Kierunek i prędkość wiatru	
Temperatura powietrza	
Zachmurzenie	
Inne	

2. Wyniki pomiarów

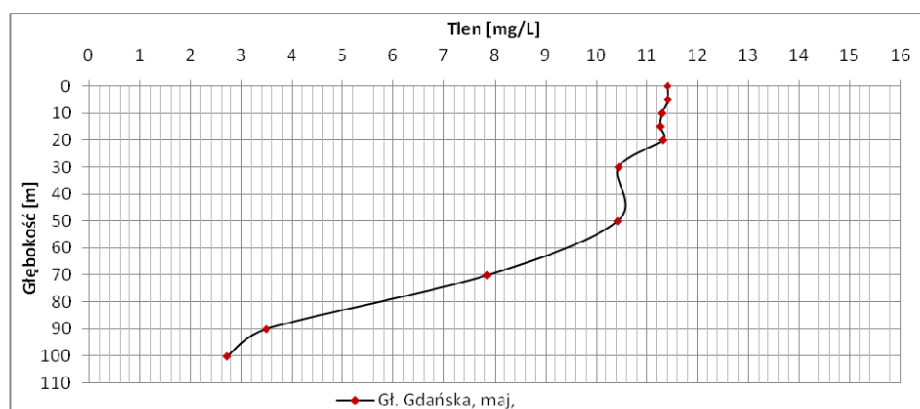
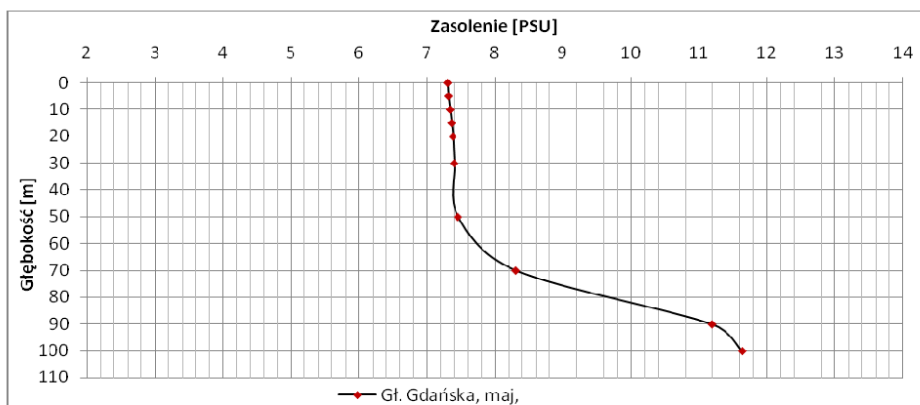
nr stacji:							
Głęb. [m]	Zasolenie [PSU]	pH	Temp. [°C]	O ₂ [mg/l]	Nasycenie O ₂ [%]	Temp. [°C]	Uwagi
0							
5							
15							
30							
45							
60							
80							

3. Zmienność analizowanych parametrów w toni wodnej

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Grupa

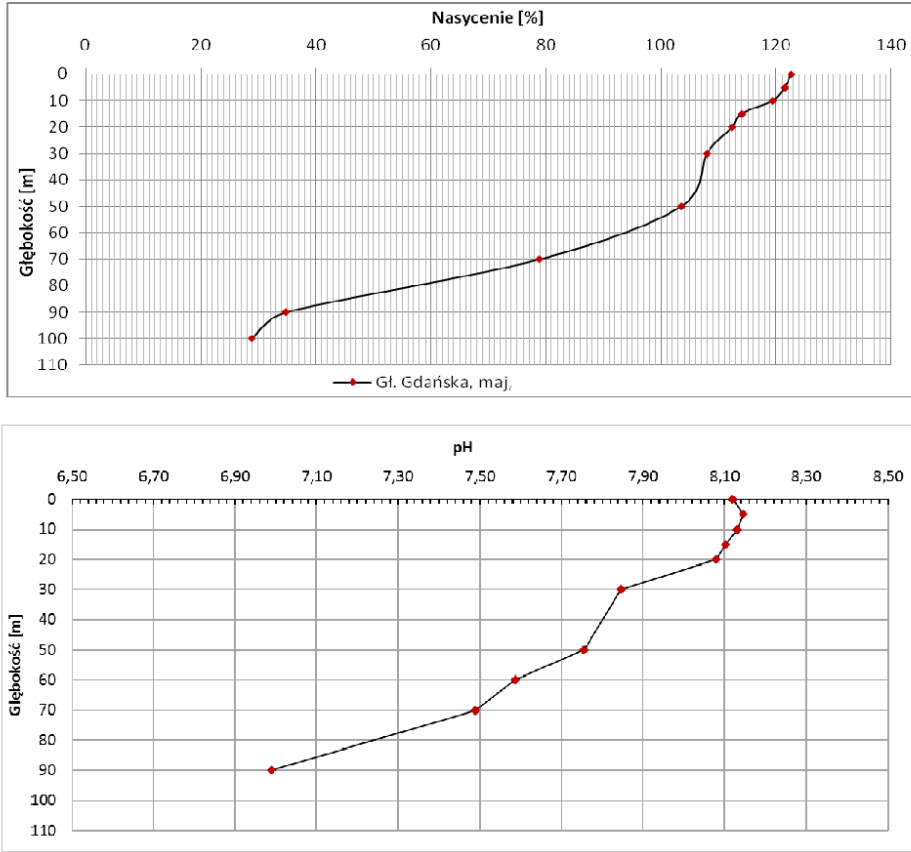
4. Porównanie wyników z danymi z Głębi Gdańskiej (średnia za lata 1989-2014)



Rys. 1. Typowa zmienność (średnia w latach 1989-2014) zasolenia, stężenia tlenu rozpuszczonego, nasycenia tlenem i pH w rejonie Głębi Gdańskiej w maju (na podstawie danych Zakładu Chemii Morza i Ochrony Środowiska Morskiego IO UG zebranych w trakcie rejsów na ORP *Kopernik*, ORP *Heweliusz* oraz ORP *Arctowski*)

[3]

Grupa



Rys. 1. Kontynuacja

4. Podsumowanie / wnioski

Literatura

Dojlido, J., 1980. *Instrumentalne metody badania wody i ścieków*, Arkady, Warszawa.

Grasshoff, K., Kremling, K., Ehrhardt, M., (red.), 1999. *Methods of seawater analysis, third edition*, WILEY-VCH Verlag GmbH.

Hermanowicz W., Dojlido J., Dożanska W., Koziorowski B., Zerbe J., 1999. *Fizyczno-chemiczne badanie wody i ścieków*, Arkady, Warszawa.

Pigoń, K., Ruziewicz, Z., 2007. *Chemia fizyczna. Tom 1. Podstawy fenomenologiczne*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

4.6. Opis makroskopowy morskich osadów dennych

(J. Pędziński, E. Szymczak)

4.6.1. Cel zajęć

Celem zajęć jest określenie podstawowych cech fizycznych i chemicznych osadu bezpośrednio po pobraniu, przed przeprowadzeniem analiz laboratoryjnych. Opis makroskopowy obejmuje określenie (1) barwy osadu, (2) zapachu, (3) rodzaju osadu na podstawie wzrokowej oceny wielkości ziaren, (4) występujących domieszek oraz (5) szacunkowej zawartości węglanu wapnia (CaCO_3). Przedstawione zostaną metody poboru prób osadów dennych z wykorzystaniem czerpacza van Veena (osady powierzchniowe) oraz sondy grawitacyjnej Rumohr-Lot (rdzeń osadów) oraz sposoby opróbowania krótkiego rdzenia i przygotowania materiału do dalszych badań laboratoryjnych.

Słowa kluczowe: opis makroskopowy osadów, czerpacz van Veena, sonda grawitacyjna

4.6.2. Wykorzystywana aparatura/sprzęt

- czerpacz van Veena,
- sonda grawitacyjna – Rumohr-Lot,
- rury PCV o długości 100–120 cm,
- tablica kolorów *Munsell Soil Color Chart*,
- 10% roztwór kwasu chlorowodorowego (HCl),
- wyciskacz do osadów,
- plastikowe pierścienie o grubości 2 cm,
- szpachelki,
- gumowe korki – do zabezpieczenia rdzeni,
- strunowe woreczki.

4.6.3. Lokalizacja poligonu badawczego

Do poboru osadów dennych rekomenduje się dwa poligony badawcze o różnej głębokości i różnym rodzaju osadów powierzchniowych. Pierwszy poligon powinien znajdować się w płytszej części Zatoki Puckiej na głębokości nie przekraczającej 10–15 m, drugi na głębokości 50–60 m.

4.6.4. Zakres pomiarów

Pobór osadów czerpaczem van Veena na dwóch stacjach płytkich (głębokość 10–15 m) na których spodziewane są osady piaszczyste. Pobór krótkiego rdzenia sondą grawitacyjną Rumohr-Lot – głębokość stacji 50–60 m, spodziewane osady muliste. Pobrany rdzeń podzielony zostanie na 2 cm warstwy przy pomocy wyciskacza do osadów. Następnie przeprowadzony zostanie opis makroskopowy pobranych osadów.

4.6.5. Rekomendowane warunki pogodowe do prowadzenia badań

Nie ma szczególnych wymagań co do warunków pogodowych.

4.6.6. Przebieg zajęć

Przed zajęciami wymagane jest zapoznanie się z informacjami dotyczącymi wykorzystywanego w czasie zajęć sprzętu zawartymi w rozdziale 3. *Aparatura wykorzystywana do badań.*

Pobór osadów

Pobór osadów czerpaczem van Veena:

- zamocowanie czerpacza na żurawiku z pomocą załogi,
- zaciągnięcie zapadki podtrzymującej szczęki czerpacza, które zwalniane są w momencie kontaktu urządzenia z dnem,
- posłanie czerpacza na dno morskie i pobór osadów,
- wyciągnięcie czerpacza z osadem na pokład,
- pobór próbki osadu do woreczka strunowego i wykonanie opisu makroskopowego (Karta pracy 1).

Pobór osadów sondą grawitacyjną Rumohr-Lot

- przygotowanie urządzenia do poboru rdzenia poprzez zamontowanie ołowianych obciążeń,
- uzbrojenie urządzenia w rurę PCV, do której zostanie pobrany osad,
- zamocowanie Rumohr-Lota na żurawiku z pomocą załogi,
- odbezpieczenie zapadki, która zamyka się w momencie poboru rdzenia, dzięki czemu pobrany osad nie wyslizguje się z rury,
- opuszczenie próbnika na dno i pobór osadów o nienaruszonej strukturze,
- wyciągnięcie rdzenia na pokład,
- opróbowanie rdzenia na 2 cm warstwy wykorzystując wyciskacz do rdzeni i umieszczenie osadu we wcześniej opisanych woreczkach strunowych,
- wykonanie opisu makroskopowego (Karta pracy 2).

Opis makroskopowy pobranych osadów

Badania makroskopowe odgrywają ważną rolę w badaniach morskich osadów dennych. Pozwalają one uzyskać opis świeżego osadu bezpośrednio po pobraniu, a więc w stanie najbardziej zbliżonym do naturalnego. Osady denne tworzą się w różnych, specyficznych warunkach hydrogeochemicznych, przy wysokim ciśnieniu hydrostatycznym, o określonym reżimie hydrologicznym, a często również w warunkach beztlenowych. W wyniku pobrania osadów na powierzchnię może dochodzić do zmian warunków otoczenia (spadek ciśnienia, zmiana temperatury, działanie nasłonecznienia, parowanie, zmiana warunków tlenowych), co wpływa na osad i w miarę upływu czasu zmienia go. Dlatego jak najszybciej należy dokonać opisu makroskopowego określając jego barwę, zapach, rodzaj osadu, znajdujące się w nim domieszki oraz wszystko, co zwraca szczególną uwagę (Wojcieszek i Piekarek-Jankowska, 2010). Wyniki analizy makroskopowej najlepiej przedstawić w formie tabeli (Tab. 1, Tab. 2).

Barwa

Określenie barwy w badaniach morskich osadów jest bardzo istotne. Zależy ona od wielu czynników m.in.: utleniania, działania słońca czy wysychania osadu. Dlatego barwę należy określić możliwie szybko.

Barwa osadu może wynikać ze składu mineralnego, a także występujących w osadzie domieszek. Na przykład związki żelaza dwuwartościowego nadają zabarwienie zielone lub czarne, a związki żelaza trójwartościowego mogą nadać zabarwienie czerwone lub brązowe. Ponadto, czarne zabarwienie może również wynikać z dużej zawartości materii organicznej, z kolei zielone może wskazywać na występowanie w składzie mineralnym glaukonitu (Myślińska, 2001).

W celu określenia barwy osadu wykorzystuje się różnego rodzaju wzorce kolorów. Najpopularniejszym jest tablica kolorów Munsell'a (*Munsell Soil Color Chart*). Są to zebrane w formie skoroszytu tabele barw oraz odcieni, które umożliwiają porównanie i określenie barwy pobranego osadu, a także nadanie mu numeru odpowiadającego barwie. Trzeba jednak pamiętać, że morskie osady bardzo często są wielobarwne. Dlatego też ważne jest, aby dokonać opisu całej badanej próbki, ewentualne zmiany barwy oraz występujące przebarwienia.

W przypadku braku tabeli kolorów, barwę określa się według własnego uznania używając nazw kolorów podstawowych. W takim przypadku podaje się najpierw intensywność i odcień, a następnie barwę podstawową, np. jasnozielono-brązowa. Przy określaniu barwy osadu nie stosuje się nazw typu: zielonkawy, kremowy, kawowy, beżowy.

Zapach

Zapach odgrywa istotną rolę w przypadku pobierania osadów w miejscach silnie zanieczyszczonych lub w miejscach występowania środowisk beztlenowych. W miejscach zanieczyszczonych bardzo często wyczuwalny jest zapach substancji ropopochodnych np. olejów czy paliwa. W warunkach beztlenowych typowy jest zapach siarkowodoru lub metanu biogenicznego.

Rodzaj osadu i domieszki

Bezpośrednio po pobraniu osadu można w przybliżeniu określić jego rodzaj biorąc pod uwagę średnicę ziaren, które dominują w próbce, a także w miarę możliwości skład mineralny. W celu makroskopowego określania frakcji osadów dennych można zastosować następujący podział:

- frakcja psefitowa (żwirowa) - ziarna o średnicy powyżej 2 mm,
- frakcja psamitowa (piaskowa) - ziarna o średnicy 0,1–2 mm,
- frakcja aleurytowa (mułowa) - ziarna o średnicy 0,01–0,1 mm,
- frakcja pelitowa (iłowa) - ziarna o średnicy poniżej 0,01 mm.

W odniesieniu do składu mineralnego powinno się określić, czy osad jest monomineralny (złożony z jednego rodzaju minerału), czy polimineralny (złożony z kilku rodzajów minerałów), a także wskazać jego podstawowe składniki. Jeśli opisywany osad zawiera składniki, które występują w ilości poniżej 10%, można je wtedy uznać za domieszkę. Do domieszek zaliczyć można również frakcję osadu (np. ziarna żwiru, występujące otoczaki), detrytus (fragmenty muszli, kawałki drewna), a także zanieczyszczenia pochodzenia antropogenicznego w tym gruz, elementy kabli, lin oraz śmieci.

Wykonując opis makroskopowy zaleca się uwzględnić wszystkie, wyróżniające się składniki. Gdy osad zawiera elementy fauny lub flory, należy również podać ich stan zachowania np. czy te elementy są całe czy pokruszone. W przypadku występowania fragmentów pochodzenia roślinnego, uwagę należy zwrócić na stopień ich rozkładu.

Zawartość węgla wapnia

Zawartość węgla wapnia w opisie makroskopowym określa się poprzez obserwację reakcji osadu po skropieniu go rozcieńczonym roztworem kwasu solnego 10% (HCl). Badanie to ma na celu szacunkowe określenie ilości węgla wapnia w osadzie. Według intensywności reakcji z kwasem solnym wyróżnia się osad:

- bezwapnisty (0) – brak reakcji
- wapnisty (+) – lekko reaguje
- silnie wapnisty (++) – intensywnie reaguje.

Informacja o zawartości węgla wapnia jest istotna w przypadku wykonywania niektórych analiz laboratoryjnych w celu określenia odpowiedniej naważki np. w analizie węglanów metodą Scheiblera. Przy określaniu zawartości węgla wapnia trzeba zwrócić uwagę, aby kwas miał kontakt z ziarnami osadu, a nie ze szczątkami muszli.

4.6.7. Sprawozdanie

Rekomendowana forma opracowania wyników – poprawne wypełnienie karty pracy, przedstawienie krótkiego wniosku dotyczącego zmiany typu osadu w zależności od głębokości oraz wykonanie dokumentacji fotograficznej analizowanych osadów.

KARTA PRACY 1

Tab. 1. Tabela do opisu makroskopowego morskich osadów dennych pobranych czerpaczem van Veena

Data, Nazwiska pobierających:									
Rejon badań:									
Uwagi (stan morza, temperatura):									
Nr próby	Lokalizacja (φ, λ)	Głębokość dna [m]	Barwa	Zapach	Frakcje	Nazwa osadu	Domieszki	Reakcja z HCl	Uwagi

KARTA PRACY 2

Tab. 2. Tabela do opisu makroskopowego morskich osadów dennych pobranych sondą rdzeniową Rumohr-Lot

Lokalizacja (ϕ , λ):				Głębokość dna [m]:			Data:
Uwagi (stan morza, temperatura):				Nazwiska pobierających:			Długość pobranego rdzenia:
Głębokość osadu w rdzeniu [cm]	Barwa	Zapach	Fracje	Nazwa osadu	Domieszki	Reakcja z HCl	Uwagi
0-2							
2-4							
4-6							
6-8							
8-10							
10-12							
12-14							
14-16							
16-18							
18-20							

20-22							
22-24							
24-26							
28-30							
30-32							
32-34							
34-36							
36-38							
38-40							
40-42							
42-44							
44-46							
46-48							
48-50							
52-54							
54-56							
56-58							
58-60							

Literatura

Myślińska, E. 2001. *Laboratoryjne badania gruntów*, Warszawa, PWN.

Wojcieszek, D., Piekarek-Jankowska, H. 2010. *Opis makroskopowy osadów dennych*. [w:] J. Bolałek (red.) *Fizyczne, biologiczne i chemiczne badania morskich osadów dennych*, Gdańsk, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.

4.7. Pomiary morfologii dna akwenu echosondą jednowiązkową (D. Pałgan, K. Trzcińska)

4.7.1. Cel zajęć

Celem zajęć jest przeprowadzenie podstawowych pomiarów głębokości oraz ogólnej charakterystyki akustycznej dna na wybranym transekcje w obszarze Zatoki Gdańskiej. Powyższy cel zostanie osiągnięty przy użyciu metod hydroakustycznych, tj. na podstawie echogramu zarejestrowanego przy użyciu echosondy jednowiązkowej. Pomiary pozwolą na określenie głębokości badanego akwenu w wybranym obszarze Zatoki Gdańskiej oraz na wskazanie różnych obiektów w toni wodnej, które rozpraszają falę dźwiękową.

Słowa kluczowe: metody bezinwazyjne, echosonda jednowiązkowa, split beam

4.7.2. Wykorzystywana aparatura/sprzęt

- echosonda jednowiązkowa typu „split beam” model EK 80,
- komputer pokładowy na mostku *r/v Oceanograf* z oprogramowaniem Qinsy oraz Simrad EK80,
- sonda sound velocity profiler (miniSVP Valeport).

4.7.3. Lokalizacja poligonu badawczego

Ćwiczenie powinno zostać zrealizowane wzdłuż wyznaczonego transektu przez Zatokę Gdańską. Ze względu na zróżnicowanie powierzchni dna oraz typu występujących na nim osadów, rekomenduje się, aby taki profil został wyznaczony jako linia prosta pomiędzy Portem Gdyńskim, a portem w Helu. Głębokości na tym transekcje mieszczą się w zakresie od kilku metrów (okolice portów) do >40 m w centralnej części zaproponowanego obszaru badań. Na transekcje wyznaczyć można różne typ osadów dennych – od grubszych frakcji (piaski) do frakcji drobniejszych (mulisto-ilastych).

4.7.4. Zakres pomiarów

Głębokości Zatoki Gdańskiej zmieniają się przede wszystkim wraz z odległością od brzegu. W strefie brzegowej głębokości te są najniższe, natomiast w obszarze na południe od Półwyspu Helskiego największe. Zaobserwowano również zmiany typów osadów dennych wraz z głębokością. Pomiary powinny być prowadzone od momentu wyjścia z portu a, aż do wejścia do portu w Helu, aby zarejestrować najniższe głębokości. Ponadto, pomiar powinien być ciągły, aby zarejestrowany został cały zasięg głębokości jaki badany obszar posiada. Na badanym obszarze zaobserwować można różne właściwości akustyczne dna i ewentualne ich zmiany wynikające m.in. ze zmian głębokości.

4.7.5. Rekomendowane warunki pogodowe do prowadzenia badań

Badania należy przeprowadzać przy względnie niskim stanie morza (do 3° w skali Beauforta) ponieważ duże fale oraz powstałe w ich skutek przechyły statku mogą zakłócić odczyty głębokości (tzw. *automatyczny bottom detect*).

4.7.6. Przebieg zajęć

Przed zajęciami wymagane jest zapoznanie się z informacjami dotyczącymi wykorzystywanego w czasie zajęć sprzętu zawartymi w rozdziale 3. *Aparatura wykorzystywana do badań*.

Podstawowe zagadnienia

Przed przystąpieniem do prowadzenia pomiarów z wykorzystaniem echosondy jednowiązkowej należy zapoznać się z podstawowymi zagadnieniami zawiązanymi z prowadzeniem badań hydroakustycznych powierzchni dna morskiego. W tym celu omówione zostaną podstawowe pojęcia z zakresu hydroakustyki i propagacji dźwięku w toni morskiej. Do zrozumienia działania echosondy jednowiązkowej i przebiegu pomiarów hydroakustycznych, niezbędna jest wiedza teoretyczna o czynnikach fizyko-chemicznych oddziałujących na sposób propagowania fali akustycznej w wodzie morskiej. Stąd, omówiona zostanie następująca tematyka:

- fale akustyczne – czym są?
- zakresy częstotliwości fal akustycznych,
- stosowane częstotliwości fal akustycznych w echosondach jednowiązkowych,
- prędkość rozchodzenia się dźwięku w toni wodnej,
- wpływ zasolenia, temperatury i głębokości na zmiany prędkości dźwięku w toni wodnej.

Pomiar prędkości dźwięku w wodzie morskiej

Istotnym elementem prowadzenia badań hydroakustycznych jest pomiar prędkości dźwięku w toni morskiej. Do zarejestrowania profilu prędkości dźwięku w toni morskiej można zastosować sondę sound velocity profiler typu miniSVP Valeport. Pomiar prowadzi się zgodnie z instrukcją dołączoną do urządzenia, a wykonany powinien zostać przed rozpoczęciem pracy echosondy jednowiązkowej. Po wykonanym pomiarze, uzyskany profil prędkości dźwięku eksportuje się z sondy, oblicza średnią wartość i importuje do programu Simrad EK80.

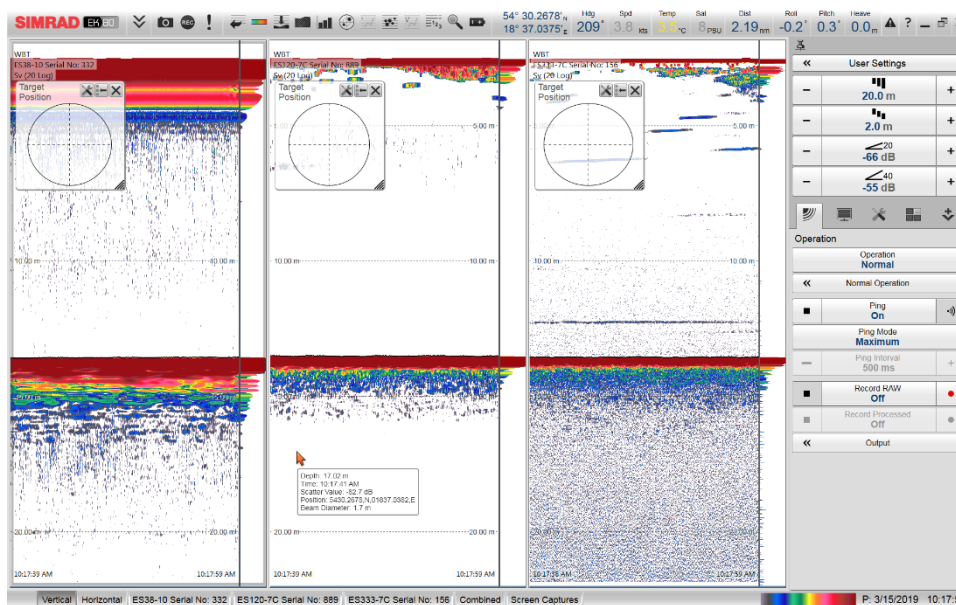
Przygotowanie urządzenia do pracy

Przed rozpoczęciem pomiarów hydroakustycznych z użyciem echosondy jednowiązkowej należy wysunąć przetwornik echosondy z kadłuba statku. Kiedy przetwornik znajduje się w wodzie, można włączyć oprogramowanie niezbędne do prowadzenia pomiarów – Qinsy oraz Simrad EK80 – zainstalowane na dedykowanym komputerze na mostku. Program Qinsy jest specjalistycznym oprogramowaniem do planowania badań hydrograficznych (w tym pomiarów głębokości) oraz rejestracji danych. W pierwszej kolejności, w programie Qinsy zaplanowany zostanie transekt przez Zatokę Gdańską, wzdłuż którego odbędą się pomiary. Dla wybranego transektu podać trzeba współrzędne geograficzne początku oraz końca linii.

Po uruchamieniu programu Simrad EK80, wyświetli się okno interfejsu operatora (User interface). Zawarte w tym oknie elementy wizualne pokazują informację na temat powracającego echa, pozwalają kontrolować funkcjonalność oraz przede wszystkim umożliwiają sterowanie parametrami echosondy jednowiązkowej. W pierwszej kolejności należy podać zmierzoną wcześniej wartość prędkości dźwięku, którą wpisuje się oknie Environment, które z kolei znajduje się w menu Setup. W następnej kolejności należy uruchomić echosondę poprzez: ustawienie trybu w stan operacyjny Normal, przełączenie transmisji (*ping*) na On oraz ustawienie interwału transmisji (*ping interval*) na 1 000 ms. Po tych czynnościach, należy zweryfikować, że detekcja dna jest poprawna (Active menu > Bottom Detection). Na tym etapie, echosonda jednowiązkowa już rozpoczęła transmisję sygnał akustycznego do toni wodnej. Dlatego należy wprowadzić wszystkie pozostałe podstawowe parametry operacyjne echosondy (Ryc. 4.7.1), takie jak:

- typ echogramu (Echogram dialog box) > Surface,
- minimalny poziom wrażliwości echa (Minimum Level),
- zasięg głębokości (Start Range oraz Range),
- skala barw (Colour Setup),
- wzmocnienie zależne od czasu (TVG),
- parametry środowiskowe (Environmental dialog box).

Należy również ustawić lokalizację na komputerze, gdzie zapisywane będą pliki pomiarowe (Operation menu > Output). W celu wykonania sprawozdania z ćwiczenia, zaleca się wykonywanie zapisów z monitora (Print Screen) podczas wykonywania pomiarów (Ryc. 4.7.1).



Ryc. 4.7.1 Przykład okna dialogowego oprogramowania Simrad EK80. Po prawej stronie znajdują się główne i pomocnicze menu, gdzie dostosowywać można podstawowe parametry operacyjne echosondy, (materiały własne Zakładu Geofizyki)

Wykonanie pomiaru i rejestracja echogramu

Po ustawieniu wszystkich parametrów można rozpocząć pomiar wzdłuż wyznaczonego wcześniej transektu przez Zatokę Gdańską. Aby zapewnić najwyższą jakość pomiarów (wysoką rozdzielczość echogramów) statek powinien poruszać się z prędkością do 4 węzłów. W trakcie pomiaru należy zwracać uwagę na to czy echosonda nieustannie transmituje sygnał akustyczny, nie pojawiają się komunikaty o problemach/nieprawidłowościach, oraz że ciągle eksportowane są pliki z rezultatami pomiarów.

Analiza echogramów

Analizowane będą echogramy dwuwymiarowe (2D), na których zapisane zostały zmiany głębokości, morfologia dna oraz twardość akustyczna osadów powierzchniowych. Istnieje możliwość zarejestrowania również: pęcherzyków gazu unoszących się w toni wodnej, które uwalniane są z podłoża, ryb czy roślinności porastającej dno morskie.

4.7.7. Sprawozdanie

Podstawą zaliczenia jest wykonanie sprawozdania zawierającego:

- krótki opis celu badawczego, użytej metody (np. typ urządzenia, oprogramowanie, opis zastosowanych w oprogramowaniu parametrów),
- obrazy echogramów dna morskiego zarejestrowane przez echosondę jednowiązkową,
- krótką charakterystykę morfologii dna (zaobserwowane zmiany głębokości, cechy szczególne),
- podstawowe cechy akustyczne osadów dennych (rozpoznanie typów osadów po stopniu rozpraszania fali akustycznej),
- podstawowe dane o pomiarach (imiona i nazwiska operatorów echosondy, data, lokalizacja).

Literatura

Lurton, X., (red.), 2002, *An introduction to underwater acoustics: Principles and applications*. Londyn: Springer.

Jankowska, H. oraz Łęczyński, L., 1993. *Geologia i geomorfologia*, [w:] K. Korzeniewski, (red.) *Zatoka Pucka*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.

Simrad, 2012. *Reference manual (Release 2.4.X): Simrad EK80 – Scientific echo sounder*.

Simrad, 2015. *Installation manual: Simrad EK80 – Scientific echo sounder*.

4.8. Pomiary podstawowych własności fizycznych wody, ocena warunków transportu naturalnej energii promienistej oraz propagacja dźwięku w toni wodnej

(M. Matciak, J. Idczak)

4.8.1. Cel zajęć

Zdobycie umiejętności pracy na morzu w tym posługiwania się standardowymi automatycznymi urządzeniami pomiarowymi stosowanymi w badaniach oceanograficznych.

Zapoznanie się z naturalnymi uwarunkowaniami kształtującymi ustrój hydrologiczny zewnętrznej Zatoki Puckiej na podstawie przeprowadzonych obserwacji.

Zapoznanie się ze zjawiskiem refrakcji i zrozumienie jego znaczenia w badaniach hydroakustycznych.

Słowa kluczowe: temperatura i zasolenie wody, ciśnienie hydrostatyczne, oświetlenie odgórne, propagacja dźwięku, refrakcja

4.8.2. Wykorzystywana aparatura/sprzęt

- mini-sonda CTD (Valeport),
- miernik oświetlenia RAMSES ACC-VIS (TriOS),
- krążek Secchiego,
- komputery z oprogramowaniem Excel.

4.8.3. Lokalizacja poligonu badawczego

Poligon badawczy znajduje się w zewnętrznej Zatoce Puckiej i rozciąga się wzdłuż kierunku NW–SE od cieśniny Głębinka, wiodącej ku płytkiej wewnętrznej części Zatoki Puckiej, do krańca Półwyspu Hel. Pomiary planowane są na trzech stacjach: na północnym krańcu poligonu, na granicy pomiędzy głębokowodną częścią zatoki i strefą brzegową (głęb. ok. 10 m), w centralnej części zatoki (głęb. ok. 27 m), i w części najgłębszej akwenu (głęb. ok. 50 m), blisko jego południowej granicy, gdzie następuje wymiana wód z Zatoką Gdańską zarówno w warstwie powierzchniowej jak i przydennej (Nowacki 1993a, b). Duża część dna Zatoki Puckiej jest obszarem drenażu słodkich wód podziemnych (Piekarek-Jankowska, 1994). Rejon badań leży w obrębie tej strefy, w szczególności wzdłuż pasa, gdzie zawartość chlorków w wodach osadowych jest obniżona (Jankowska i Bolałek, 1990) i gdzie często rejestrowano przejawy drenażu w postaci obniżenia zasolenia wody morskiej przy dnie (Jankowska i in., 1994; Matciak i in., 2015).

4.8.4. Zakres pomiarów

Na każdej stacji przeprowadzone zostaną pomiary zasolenia i temperatury wody od powierzchni do dna przy pomocy mini-sondy CTD, przezroczystości wody określanej przy pomocy krążka Secchiego, natomiast na jednej z głębszych stacji pomiary widm oświetlenia odgórnego radiometrem RAMSES ACC-VIS na wybranych głębokościach w powierzchniowej warstwie wody, co 2 m, do około 20 m.

4.8.5. Rekomendowane warunki pogodowe do prowadzenia badań

Ze względu na bezpieczne używanie urządzeń prędkość wiatru nie powinna przekraczać 10 m/s bez względu na jego kierunek.

4.8.6. Przebieg zajęć

Przed zajęciami wymagane jest zapoznanie się z informacjami dotyczącymi wykorzystywanego w czasie zajęć sprzętu zawartymi w rozdziale 3. *Aparatura wykorzystywana do badań.*

Przed dotarciem do pierwszej stacji pomiarowej przygotowywane będą urządzenia pomiarowe do pracy. Przedstawiona zostanie również prezentacja (w formie korzystając z rzutnika multimedialnego) nt. istotności pomiarów prędkości dźwięku w kolumnie wody w kontekście badań hydroakustycznych.

Na każdej stacji przed rozpoczęciem pomiarów zapisywane będą w protokole (karta pracy 1, karta pracy 2) informacje o stacji i wynikach obserwacji: dane o warunkach wiatrowych (odczyt wyników w sterówce z wiatromierza zamontowanego na statku), stan morza i zachmurzenie, oraz wynik pomiaru przezroczystości wody dokonanego przy pomocy krążka Secchiego. Pomiar ten przeprowadza się po oświetlonej stronie statku, z dokładnością 0,5 m lub 0,25 m przy bardzo spokojnej powierzchni morza. Następnie z żurawika znajdującego się w rufowej części lewej burty opuszczana będzie na kabllinie mini-sonda CTD (alternatywnie sonda będzie wyposażona w osobny kabel zasilający i służący do transmisji sygnału pomiarowego). Stanowisko komputerowe do jej obsługi znajduje się w laboratorium na dolnym pokładzie. Tam będzie można obserwować wartości mierzonych parametrów, w tym temperatury i zasolenia wody na różnych głębokościach. Ze względu na ustawienie czujnika przewodnictwa w używanym typie sondy pomiary należy zacząć po jej zanurzeniu pod powierzchnię wody tak, aby czujnik został wypełniony wodą morską. Urządzenie zatrzymuje się na głębokości około 1 m nad dnem. W protokole w polu „Uwagi profil CTD” należy odnotowywać wszelkie incydenty mogące mieć wpływ na pomiar w szczególności powodujące jego zaburzenie. Można również zamieścić uwagi o charakterystycznych zmianach mierzonych parametrów, na przykład głębokość, na której znajduje się termoklina. Te informacje będą przydatne do późniejszego opisu i wstępnej interpretacji wyników.

Ponieważ radiometr nie jest wyposażony w czujnik ciśnienia (głębokości) podczas pomiarów oświetleń odgórnych będzie on umieszczony w stelażu obok sondy CTD (wtedy podczas opuszczania urządzeń należy osobno wydawać kabel radiometru). Bieżące odczyty ciśnienia z sondy pomogą umieścić radiometr na wybranych głębokościach. Pomiar oświetleń wymaga zatem jednoczesnego użycia oprogramowania do obsługi radiometru i sondy, które są zainstalowane na tym samym komputerze. Pierwszy pomiar oświetlenia przeprowadza się nad powierzchnią wody, drugi pod powierzchnią tak aby uwzględniając falowanie czujnik radiometru znajdował się całkowicie w wodzie, a potem na głębokościach bliskich tych wyszczególnionych w protokole (Karta pracy 2). Po osiągnięciu zadanej głębokości zatrzymuje się opuszczanie urządzeń i dokonuje 5–6 skanów widm oświetleń. Pomiary radiometryczne należy przeprowadzać na oświetlonej burcie, dlatego statek musi być uprzednio odpowiednio ustawiony. Bardzo ważne jest również, aby w trakcie ich wykonywania, to jest na wszystkich głębokościach, warunki oświetlenia powierzchni morza były takie same. Wszelkie jego zmiany powinny być odnotowane w polach „Uwagi” w sekcji „Profil oświetleń” protokołu, na przykład, gdy nieduża chmura przesłoni słońce. Jeżeli nastąpi trwała zmiana oświetlenia atmosferycznego podczas pomiaru profilu oświetlenia to może zajść konieczność jego powtórzenia.

Do odczytania wyników pomiarów będzie służył komputer wykorzystywany podczas pomiarów. Na nim będzie można przeglądać i analizować zapisane pliki tekstowe pochodzące z sondy CTD oraz zawierające widma oświetleń. Każdy rekord danych CTD oprócz mierzonych parametrów, w tym ciśnienia hydrostatycznego (głębokości) zawiera czas pomiaru, z kolei każdy plik widma oświetlenia zawiera w nazwie czas rozpoczęcia skanowania i dzięki temu można identyfikować głębokość, z której pochodzi wybrane widmo.

Po zakończeniu pomiarów demontuje się i pakuje urządzenia. Należy pamiętać, aby czujnik przewodnictwa sondy CTD został przemyty słodką wodą, aby pozostałości soli morskiej nie skryzalizowały na jego powierzchni.

Dla wybranej stacji (wskazanej przez prowadzącego zajęcia) pomiar profilu CTD zostanie przeliczony w arkuszu kalkulacyjnym na prędkość dźwięku w kolumnie wody z wykorzystaniem wzoru Medwina (Lekkerkerk i in., 2006):

$$c(z) = 1449,2 + 4,6T - 0,055T^2 + 0,00029T^3 + (1,34 - 0,010T)(S - 35) + 0,016z$$

gdzie:

$c(z)$ - prędkość dźwięku w kolumnie wody [ms^{-1}],

T - temperatura wody [$^{\circ}\text{C}$],

S - zasolenie [‰],

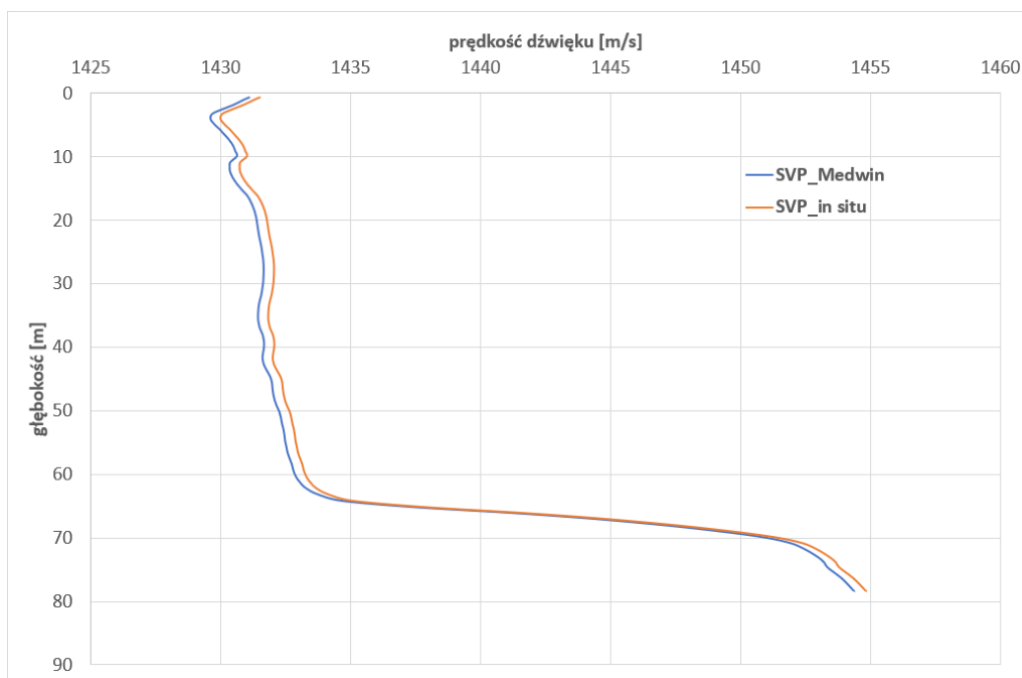
z - głębokość [m].

4.8.7. Sprawozdanie

Na sprawozdanie składają się poprawnie wypełnione protokoły pomiarów oraz pisemna, krótka informacja zawierająca uwagi o obserwowanej strukturze termohalinowej wód oraz warunkach transportu oświetlenia odgórnego. W tym ostatnim przypadku należy ustalić przedział widma o największej transmisji oświetlenia.

W arkuszu kalkulacyjnym należy opracować wykresy $S(z)$, $T(z)$ oraz $c(z)$ i krótko zinterpretować otrzymane wyniki ze szczególnym uwzględnieniem wpływu temperatury i zasolenia na prędkość dźwięku w kolumnie wody. Wykresy i interpretacja powinny zawierać się w krótkim raporcie.

Wzór wykresu profilu prędkości dźwięku



Protokół pomiarów pionowych profili CTD

Data:	Początek godz. UTC* Koniec godz. UTC	Nr/nazwa stacji: Wsp. geogr: Głębokość maksymalna:
Kierunek wiatru: prędkość wiatru [m/s]: Stan morza (skala 0-9):	Zachmurzenie (0-9): Słońce (zaznaczyć właściwe): zakryte odkryte	Głębokość Secchiego [m] (ze słonecznej burty):
Uwagi profil CTD		

* Universal Time Coordinated

Karta pracy 2

Protokół pomiarów pionowych profili CTD i oświetlenia

Data:	Początek godz. UTC* Koniec godz. UTC	Nr/nazwa stacji: Wsp. geogr: Głębokość maksymalna:
Kierunek wiatru: prędkość wiatru [m/s]: Stan morza (skala 0-9):	Zachmurzenie (0-9): Słońce (zaznaczyć właściwe): zakryte odkryte	Głębokość Secchiego [m] (ze słonecznej burty):
Uwagi profil CTD		
PROFIL OŚWIETLEŃ		
głębokość [m]	Uwagi	
nad powierzchnią		
~ 0.5		
~ 2		
~ 4		
~ 6		
~ 8		
~10		
~12		
~16		
~18		
~20		

* Universal Time Coordinated

Literatura

- Dera J., 2003, *Fizyka morza*, PWN Warszawa.
- Fleming-Lehtinen V., Laamanen M., 2012, *Long-term changes in Secchi depth and the role of phytoplankton in explaining light attenuation in the Baltic Sea*, *Estuar. Coast. Shelf. S.* 102–103, 1–10.
- Jankowska H., Matciak M., Nowacki, J. 1994. Salinity variations as an effect of groundwater seepage through the seabed (Puck Bay, Poland). *Oceanologia* 36 (1), 33–46.
- Jankowska H., Bolałek J., 1990. Jon chlorkowy w wodach porowych osadów dennych Zatoki Puckiej. *Przegląd Geologiczny*, 5–6, 253–259.
- Lekkerkerk, H. J., Van der Velden, R., Roders, J., Haycock, T., De Vries, R., Jansen, P., Beemster, C., 2006. *Handbook of Offshore Surveying*, Clarkson Research Services, London, 32–33.
- Matciak M., Bieleninik S., Botur A., Podgórski M., Trzcńska K., Dragańska K., Jaśniewicz D., Kurszewska A., Wenta M., 2015. Observations of presumable groundwater Seepage occurrence in Puck Bay (the Baltic Sea). *Oceanological and Hydrobiological Studies*, Vol. 44, No. 2, 267–272.
- Nowacki J., 1993a., *Morfometria zatoki*. [w:] K. Korzeniewski (red.), *Zatoka Pucka*. Gdańsk, Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego, 71–78.
- Nowacki J., 1993b. *Cyrkulacja i wymiana wód*. [w:] K. Korzeniewski (red.), *Zatoka Pucka*. Gdańsk, Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego, 181–205.
- Piekarek-Jankowska H., 1994. *Zatoka Pucka jako obszar drenażu wód podziemnych*. Rozprawy i Monografie UG.

5. Słownik pojęć

E

Echogram – to najprostszy graficzny zapis sygnałów echa rejestrowanego przez urządzenia hydroakustyczne w dziedzinie czasu lub przestrzeni

F

Fitoplankton – grupa (zbiorowisko) mikroskopijnych organizmów roślinnych i sinic, zaadaptowanych do utrzymywania się w toni wodnej, biernie podległe ruchom wody wywołanym wiatrem i prądami wody. Fitoplankton stanowi pierwsze ogniwo w łańcuchu troficznym ekosystemów wodnych. W skład organizmów zaliczanych do fitoplanktonu wchodzi różne grupy taksonomiczne, są to głównie: sinice (Cyanobacteria), zielenice (Chlorophyta), bruzdnice (Dinophyta) okrzemki (Bacillariophyta), kryptofity (Cryptophyta), złotowiciowce (Chrysophyta), haptofity (Haptophyta) i eugleniny (Euglenophyta).

G

Gęstość umowna wody morskiej – niemianowana wielkość, której wartość jest równa różnicy gęstości rzeczywistej wody wyrażonej w kg/m^3 i liczby 1000.

H

Haloklina – warstwa przejściowa wód w morzu pomiędzy wodami o mniejszym zasoleniu, znajdującymi się przy powierzchni, i wodami głębinowymi o większym zasoleniu, charakteryzuje się dużym pionowym gradientem zasolenia.

Holoplankton – organizmy zooplanktonowe, które cały cykl życiowy przechodzą w kolumnie wody, jako plankton.

K

Kabel – miara odległości = 0,1 mili morskiej [Mm]

Kablolina – połączenie kabla z liną co zapewnia spełnianie funkcji utrzymywania urządzeń, zwłaszcza podczas ich ruchu, oraz przesyłania sygnałów elektrycznych; izolowane żyły przewodów znajdują się w środku kabloliny.

Ł

Łowność narzędzia połowowego – zdolność narzędzia połowowego do chwytania wszystkich organizmów znajdujących się w zasięgu jego działania

M

Meroplankton – organizmy zooplanktonowe, które tylko część życia spędzają jako plankton. Należą do nich jaja i larwy ryb oraz zwierząt bentosowych.

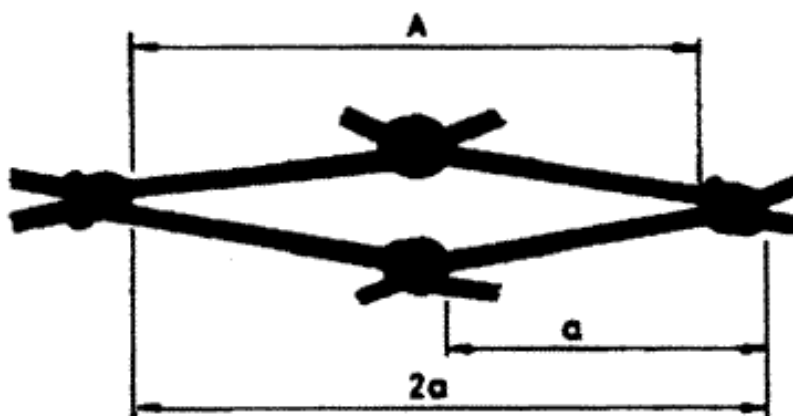
Munsell Soil Color Chart – to zestawienie wzorców barw osadu, które oznakowane są cyframi i literami. Tablica kolorów Munsell'a wydana jest w formie skoroszytu i rozpropagowana na całym świecie. System jest oparty na 3 cechach barw taktowanych jako ich współrzędne w trójwymiarowym układzie, definiowanych przez odcień *hue*, jasność *value*, nasycenie *chroma*. *Hue*, czyli odcień może być czerwony (R), żółty (Y), zielony (G), niebieski (B) i purpurowy (P). Jasność barwy, czyli *value*, jest oznaczana cyframi, od najciemniejszej (0) i rozjaśnia się stopniowo, aż do najjaśniejszej (8). Nasycenie, czyli *chroma* jest wyrażana liczbowo, od najslabiej nasyczonej (1) do najintensywniej (8).

Mila morska [Mm] – miara odległości równa 1852 m. Jest to długość jednej minuty kątowej mierzonej na równiku lub południku

O

Oczko sieci – sposób pomiaru

WZÓR BUDOWY OCZKA SIECI



Objaśnienie:

a – długość boku oczka

2a – podwójna długość boku oczka

A – prześwit oczka

R

Rozkład materii organicznej – zespół procesów biologicznych, w wyniku których złożone związki organiczne w martwej materii ulegają transformacji do prostszych związków organicznych i nieorganicznych. Proces dekompozycji prowadzi do uwolnienia z materii organicznej substancji biogenicznych w postaci rozpuszczonych nieorganicznych związków, które mogą być asymilowane przez rośliny.

Refrakcja – zjawisko ugięcia czoła fali padającej pod kątem na granicę rozdziału ośrodków o różnych impedancjach akustycznych, będących iloczynem gęstości i prędkości rozchodzenia się dźwięku w ośrodku

S

Selektywność narzędzia połowowego – zdolność narzędzia połowowego do chwytania tylko pożądaných organizmów

Skan widma – sekwencja pomiarów wielkości fizycznej o dużej rozdzielczości w odniesieniu do długości fali, na przykład elektromagnetycznej, dokonywanych w wybranym przedziale długości fal.

Split beam – system w echosondach (jedno- i wielowiązkowych), w których przetwornik podzielony jest na cztery kwadranty. Kierunek docelowy jest określany poprzez porównanie sygnałów odbieranych przez każdy kwadrant. Oznacza to, że impuls transmitowany do toni wodnej pochodzi z całego przetwornika, ale sygnał odbierany (echo odbite od dna) przez każdy z kwadrantów jest przetwarzany oddzielnie.

Stratyfikacja wód – układ warstw wody różniących się gęstością. W Bałtyku wyróżnia się dwa rodzaje stratyfikacji – zasoleniową i termiczną. Powierzchniowe wody Bałtyku są dobrze wymieszane i mają wyraźnie mniejsze zasolenie niż wody głębinowe. Obie masy wód oddziela warstwa pośrednia, w której następuje gwałtowny wzrost zasolenia (a zatem także gęstości) nazywana **halokliną**. W Zatoce Gdańskiej haloklina występuje na głębokości ok. 60–80 m. W miesiącach ciepłych powierzchniowa warstwa wód ogrzewa się pod wpływem promieniowania słonecznego. Wraz ze wzrostem temperatury maleje gęstość wody, która gromadzi się przy powierzchni nad warstwą wody o mniejszej temperaturze i większej gęstości. Na styku warstw o różnej temperaturze powstaje **termoklina**, czyli warstwa nagłego skoku temperatury. W Zatoce Gdańskiej termoklina występuje zazwyczaj na głębokości 20–40 m.

T

Termoklina – zazwyczaj relatywnie cienka warstwa w kolumnie wody, gdzie występuje nagły spadek temperatury.

Tlen rozpuszczony – ilość gazowego tlenu, który został rozpuszczony w wodzie morskiej. Tlen do wody morskiej przechodzi w wyniku dyfuzji z atmosfery, włączania powietrza wskutek działania wiatru oraz fotosyntezy. Rozpuszczalność tlenu w wodzie morskiej maleje wraz ze wzrostem temperatury i zasolenia. Stosunek stężenia tlenu rozpuszczonego w wodzie do maksymalnej ilości tlenu, który może być rozpuszczony w danych warunkach temperatury, zasolenia i ciśnienia nazywamy **nasyceniem** wody tlenem. Dobrze natleniona woda jest nasycona tlenem w 100%. Nasycenie wody tlenem zależy od procesów biologicznych, chemicznych i fizycznych w morzu. Wartości powyżej 100% (przesycenie) mogą wynikać np. z intensywnych procesów fotosyntezy czy mieszania wód. Spadek nasycenia poniżej 100% zazwyczaj następuje gdy tlen jest zużywany w procesach biochemicznych.

Transekt – geoprzestrzennie zaplanowana linia, po której ma przepływać statek podczas wykonywania rejestracji danych.

W

Warstwa eufotyczna – jest to powierzchniowa warstwa wód, do której dociera energia z promieniowania słonecznego w ilości wystarczającej do podtrzymania procesu fotosyntezy. Dolną granicę strefy eufotycznej wyznacza głębokość, na którą dociera 1% promieniowania czynnego fotosyntetycznie.

Węzeł – jednostka prędkości = jedna mila morska na godzinę [Mm/h]

Wybiórczość narzędzia połowowego – zdolność narzędzia połowowego do niechwywania organizmów niepożądanych

Z

Zakwit wody – masowy rozwój fitoplanktonu (sinic, okrzemek, zielenic, wiciowców i in.), któremu zazwyczaj towarzyszy zmętnienie i zmiana zabarwienia wody. W przypadku sinic zakwit występuje wówczas, gdy liczebność tych mikroorganizmów przekracza 10^6 komórek w litrze wody. Masowe i coraz dłuższe czasowo występowanie zakwitów wody jest przejawem zaburzenia równowagi ekologicznej.

Zasolenie – jest to masa nieorganicznych soli rozpuszczonych w 1 kg wody morskiej. Do najważniejszych składników w wodzie morskiej zaliczamy kationy Na, K, Mg i Ca oraz aniony chlorkowe, siarczanowe i węglanowe. Od zawartości jonów zależy zdolność wody do przewodzenia prądu elektrycznego. Zależność **przewodności** elektrycznej właściwej od zasolenia jest podstawą tzw. **praktycznej skali zasolenia**. Zasolenie w skali praktycznej określamy jako stosunek przewodności elektrycznej próbki wody morskiej (w temperaturze 15°C i przy ciśnieniu 101325 Pa) do przewodności elektrycznej wzorca (w tych samych warunkach), którym jest wodny roztwór chlorku potasu o stężeniu masowym równym 32,4356 g KCl na 1 kg roztworu. Zasolenie z przewodności można wyliczyć w zakresie od 2 do 42. Zależność jest ważna w temperaturze od -2 do +35°C i przy ciśnieniu hydrostatycznym 0-100000 dBar.

Zooplankton – zwierzęta, najczęściej niewielkich rozmiarów, dryfujące w toni wodnej, które nie są w stanie przeciwstawić się prądom morskim. Ze względu na specyfikę tego morza, bałtycki zooplankton stanowi zbiór zwierząt słonawowodnych, morskich i słodkowodnych, w proporcjach zmieniających się w zależności od rejonu. Składa się on głównie ze: skorupiaków (*Crustacea*), do których należą: widłonogi (*Copepoda*), wioślarki (*Cladocera*) i szczeponogi (*Mysida*); wrotek (*Rotifera*), meduz krążkopławów (*Scyphozoa*) i pierwotniaków (*Protozoa*) oraz stadiów larwalnych organizmów bentosowych i ryb (**meroplankton**).

Żuraw, żurawik – urządzenie dźwigowe na pokładzie jednostki pływającej najczęściej służące do opuszczania i podnoszenia ciężkich przedmiotów za burtą np. łodzi ratunkowej, urządzeń pomiarowych.

