



Wprowadzenie teoretyczne

Zajęcia terenowe - wprowadzenie

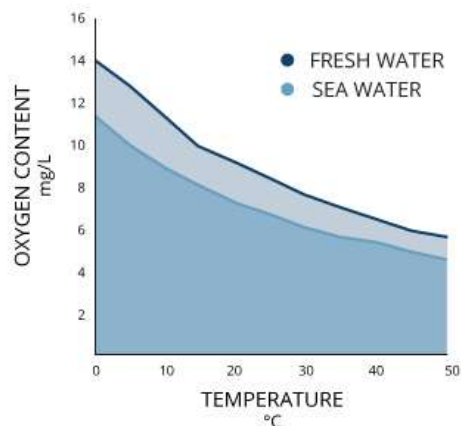
Parametry jakości wody morskiej

Woda ma niezwykle właściwości fizyczne. Jej gęstość zależy od temperatury, ciśnienia oraz zawartości soli mineralnych (zasolenia). Zimna i słona woda jest gęstsza (cięższa) od wody ciepłej i słodkiej. **Parametry jakości wody** to wskaźniki służące do oceny przydatności wody do określonego zastosowania, podzielone na właściwości fizyczne, chemiczne i biologiczne. Obejmują one pomiary takie jak temperatura, pH, przewodnictwo, zawartość tlenu rozpuszczonego, mętność, kolor, stężenie chlorofilu, stężenie składników odżywczych, obecność bakterii i obecność określonych zanieczyszczeń.

Pomiary zasolenia wody morskiej. Zasolenie podaje się obecnie w PSU – practical salinity unit. 1 PSU odpowiada 1 g soli na 1 kg wody morskiej. W celach naukowych zasolenie mierzy się pośrednio poprzez pomiar **przewodnictwa elektrycznego** w wodzie morskiej, które wzrasta wraz z zawartością soli mineralnych. Zasolenie można również mierzyć za pomocą specjalnego refraktometru ze skalą zasolenia.

Mętność wody morskiej (turbidity) to parametr określający przezroczystość cieczy poprzez rozpraszanie i pochłanianie światła przez zawieszone w niej cząstki, takie jak osady, plankton i materia organiczna. Mętność mierzy się w NTU (Nephelometric Turbidity Unit) za pomocą miernika mętności (turbidymetru). Pomiar polega na rejestracji natężenia światła (zwykle z zakresu bliskiej podczerwieni) przechodzącego przez zawiesinę i porównaniu go do wzorca.

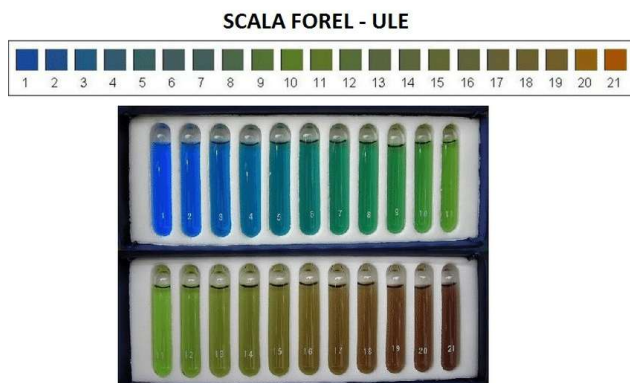
Zawartość tlenu rozpuszczonego w wodzie morskiej jest ważnym wskaźnikiem jakości wody. Dobrze natlenione wody powierzchniowe zawierają ok. 8 mg tlenu na litr wody, podczas gdy w litrze powietrza jest 210 mg tlenu. Kiedy poziom tlenu w wodzie spada poniżej 2 mg/l, mówimy o hipoksji (zbyt niskim poziomie dla większości organizmów żywych), natomiast kiedy poziom tlenu spadnie poniżej 0,5 mg/l, mamy do czynienia z anoksją (brakiem tlenu). Obszary objęte hipoksją i anoksją nazywamy martwą strefą morza. Rozpuszczalność tlenu w wodzie morskiej jest niższa niż w wodzie słodkiej i spada ze wzrostem temperatury.



Pomiary optyczne w morzu

Krążek Secchiego (Secchi disc) służy do oceny stanu troficznego wody morskiej, powiązanego z jej przejrzystością. Jest zbudowany z białego lub białocznego dysku o średnicy 30 cm, który jest opuszczany do wody na wyskalowanej linie lub taśmie mierniczej. Stopień zmętnienia wody jest określany poprzez odczyt głębokości, na której krążek przestaje być widoczny.

Kolor Morza (ocean color) – to widoczny odcień, barwa lub ton wody, który wynika z interakcji światła słonecznego z mikroskopijnym składem słupa wody i samej wody. Typowe istotne składniki wody to fitoplankton, cząsteczki minerałów i rozpuszczona materia organiczna. Kolor oceanu zmienia się w zależności od tego, jak te składniki pochłaniają i rozpraszają fotony o różnych długościach fal. Na przykład wody o wysokiej produktywności, w których występuje dużo fitoplanktonu, mogą wydawać się zielone, podczas gdy wody o mniejszej produktywności, zawierające mniej składników, zazwyczaj wydają się niebieskie. Z kolei wody, w których jest duża ilość



substancji humusowych i osadów ze spływów rzecznych, będą mieć barwę żółto-brązową. Kolor morza jest mierzony przez radiometry umieszczone na pokładach satelitów, na platformach lub bojach pomiarowych oraz przez czujniki spuszczone do morza ze statków badawczych. Rejestrują one z dużą rozdzielczością spektralną **reflektancję zdalną** – jedną z najważniejszych wielkości fizycznych w oceanografii. Reflektancja zdalna to iloraz radiacji oddolnej (pochodzącej od morza) i oświetlenia odgórnego (pochodzącego od słońca i nieba). Można ją również wyznaczyć za pomocą **aplikacji HydroColor**.

Skala Forela-Ule jest najprostszym narzędziem do oszacowania koloru morza. Jest to paleta 21 wzorcowych próbek kolorystycznych, od indygo-niebieskiego (indeks 1) przez zielony (indeks 10) do brązowego (indeks 21), które porównuje się do rzeczywistej barwy morza na tle dysku Secchiego. Kolor morza można również wyznaczyć za pomocą **aplikacji EyeOnWater-Colour**, która zawiera skalę Forela-Ule.

Albedo to współczynnik określający zdolność odbijania światła przez daną powierzchnię. Im wyższe albedo, tym więcej światła odbija się od powierzchni i tym mniej się ona nagrzewa. Średnie albedo Ziemi wynosi około 0.30, co oznacza, że Ziemia odbija około 30% energii słonecznej, a pochłania 70%. Pomiary albedo są ważne dla klimatu Ziemi, ponieważ wskazują na to, ile energii słonecznej dociera do powierzchni i atmosfery naszej planety. Powierzchnie mórz i oceanów mają różne albedo w zależności od wielu czynników, takich jak kolor wody, pokrywa lodowa, obecność chmur, kąt padania promieni słonecznych czy zanieczyszczenie wód. Woda ma niskie albedo i pochłania dużo światła, dlatego morza i oceany są znaczącym źródłem ciepła dla klimatu. Ilość energii mierzymy za pomocą piranometrów w W/m².

$$A = \frac{\text{światło odbite}}{\text{światło padające}} = \frac{\text{oświetlenie oddolne}}{\text{oświetlenie odgórne}}$$

POWIERZCHNIA	ALBEDO
Świeży śnieg	0,81 – 0,88
Stary śnieg	0,65 – 0,81
Lód	0,30 – 0,50
Skąty	0,20 – 0,25
Drewno	0,05 – 0,15
Gleba/grunt	0,35
Beton	0,20 – 0,40
Asfalt	0,05 – 0,15
ocean	0,06
chmury	0,2 – 0,9
Typowy dach	0,10 – 0,25
„Chłodny dach”	0,7 – 0,85

Pomiary meteorologiczne

Pomiary parametrów wiatru (**szybkości i kierunku**) dokonuje się za pomocą różnego rodzaju wiatromierzy – **anemometrów**. Najprostszym anemometrem jest **anemometr wirnikowy** składający się z wirnika, który obraca się w wyniku działania siły wiatru, przy czym prędkość obrotowa wirnika jest proporcjonalna do prędkości wiatru, co umożliwia dokonanie pomiaru. Anemometry wirnikowe są zwykle wyposażone w **kierunkomierz**. Bardziej zaawansowane technologicznie są **anemometry ultradźwiękowe**, które mierzą prędkość wiatru w oparciu o czas potrzebny fali ultradźwiękowej na przebycie dystansu pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem znajdującymi się w określonej odległości. Anemometr oblicza rzeczywistą prędkość wiatru korzystając z efektu Dopplera (różnicy w czasie przelotu sygnału wysłanego zgodnie z kierunkiem wiatru i przeciwnie do kierunku wiatru). Zgodnie z wytycznymi Światowej Organizacji Meteorologicznej (WMO) pomiary wykonywane są standardowo na wysokości 10 metrów nad gruntem, na specjalnych masztach.

Kiedy nie mamy anemometru, możemy określić siłę wiatru za pomocą **SKALI BEAUFORTA**. Wizualnie określa się również stan morza. Można zaobserwować

Na stacjach meteorologicznych **temperaturę** mierzy się w klatce meteorologicznej (w cieniu) umieszczonej na wysokości 2 metrów nad poziomem gruntu. Dane meteorologiczne można odczytać z różną dokładnością za pomocą aplikacji meteorologicznych, np. **IMGW Meteo**, **ICM Meteo** czy **windy.app**.

Pomiar **zachmurzenia** wykonuje się wizualnie, szacując, jaka część nieba jest pokryta chmurami, na podstawie skali ośmiostopniowej (oktantowej). Przy podawaniu stopnia zachmurzenia podaje się także rodzaj i gatunek chmur.

Pomiar **opadu atmosferycznego** polega na udokumentowaniu ilości opadu, który spadł w danym punkcie pomiarowym typowo przy pomocy **deszczomierza** o powierzchni zbierającej równej 200 cm² w określonym czasie.

How to read okta symbols

Sky cover (oktas)	Symbol	Name	Abbreviation
0	○	Sky clear	SKC
1	⊙	Few clouds	FEW
2	◐	Few clouds	FEW
3	◑	Scattered clouds	SCT
4	◒	Scattered clouds	SCT
5	◓	Broken clouds	BKN
6	◔	Broken clouds	BKN
7	◕	Broken clouds	BKN
8	◖	Overcast	OVC
(9)	⊗	Sky obscured	—
(/)	⊖	Not measured	—

Source: World Meteorological Organization

WINDY.APP

ZAJĘCIA TERENOWE

1. Od czego zależy gęstość wody morskiej? W jaki sposób?
2. W jakiej temperaturze woda ma największą gęstość?
3. Jakie są metody pomiaru zasolenia wody morskiej?
4. Wymień najważniejsze parametry jakości wody (water quality parameters).
5. Czym jest mętność wody? W jakich jednostkach mierzymy mętność? Na czym polega pomiar mętności? Od czego zależy mętność wody?
6. Jak mierzymy zawartość tlenu w wodzie morskiej? Jaka zawartość tlenu jest korzystna dla organizmów wodnych? Przy jakiej zawartości tlenu mówimy o hipoksji oraz anoksji?
7. Co to jest dysk Secchiego i do czego służy? Czym się różni dysk używany w jeziorach od tego używanego w morzach?
8. Czym jest kolor morza? Opisz skalę kolorów Forela-Ule.
9. Zdefiniuj albedo powierzchni Ziemi. Podaj orientacyjne wartości albedo dla różnych rodzajów powierzchni (np. lasy, trawa, woda morska, ulice, itp.) W jaki sposób działalność człowieka wpływa na albedo Ziemi?
10. W jaki sposób i w jakiej skali mierzymy szybkość wiatru?
11. Jak wyznaczamy kierunek wiatru? Podaj metody lokalnego i globalnego pomiaru kierunku i siły wiatru. Jakie stałe wiatry wieją na Morzu Bałtyckim?
12. Co to jest stan morza? W jaki sposób się go ocenia?
13. Wymień najczęściej spotykane rodzaje chmur. Czym się charakteryzują?
14. W jaki sposób mierzy się wielkość opadu atmosferycznego?
15. Wymień rodzaje fal i opisz czym się charakteryzują. Jak dzielimy fale ze względu na ich okres?

Przygotowanie do zajęć terenowych

1. Pobieramy na smartfony lub tablety aplikacje: HydroColor, EyeOnWater – Colour, IMGW Meteo, ICM Meteo, windy.app (w miarę możliwości każdy student, przynajmniej po 5 osób na grupę).
2. Pobieramy wskazane przyrządy od asystenta technicznego.
3. Spotykamy się przy wejściu na molo w Orłowie.
4. Każdy student otrzymuje Kartę Pomiarów, do której wpisuje wszystkie zmierzone parametry.

WSTĘP. Hydrogeologia polskiego wybrzeża Bałtyku

Pogadanka: Historia powstania Klifu w Orłowie i dynamika procesów hydro-geologicznych w jego okolicach. Kształtowanie się polskiego wybrzeża – półwysep Helski i mierzeja Wiśłana.

CZĘŚĆ A. Pomiary w rzece Kaczaj

1. Pobranie próbek wody.
2. Pomiar przewodności (zasolenia).
3. Pomiar mętności naturalnej wody rzecznej.
4. Pomiar zawartości tlenu w wodzie.
5. Pomiar temperatury wody.
6. Pomiar pH wody rzecznej.

CZĘŚĆ C. Odczyt danych i pomiary z wykorzystaniem aplikacji

1. HydroColor.
2. EyeOnWater Colour.
3. IMGW Meteo.
4. ICM Meteo.
5. Windy.app.

CZĘŚĆ B. Pomiary w Morzu Bałtyckim – Zatoka Gdańska

7. Krążek Secchiego – pomiar z końca molo.
8. Pobranie próbek wody.
9. Pomiar przewodności (zasolenia).
10. Pomiar zasolenia za pomocą refraktometru .
11. Pomiar mętności naturalnej wody morskiej oraz wody z dodatkiem kultur fitoplanktonu, osadów i tzw. substancji żółtych.
12. Pomiar zawartości tlenu w wodzie.
13. Pomiar temperatury wody.
14. Pomiar pH wody morskiej.
15. Pomiar kierunku i siły (szybkości) wiatru, ocena stanu morza.
16. Pomiar albedo powierzchni morza i plaży.
17. Ocena zachmurzenia i rodzajów chmur.
18. Obserwacja fal grawitacyjnych i kapilarnych.

KARTA POMIARÓW

CZĘŚĆ A. Pomiary w rzece Kaczej

Nazwa pomiaru	Jednostka	Wartość 1	Wartość 2	Uwagi
Data i godzina pomiaru				
Temperatura wody				
Przewodność elektryczna				
Zasolenie				
Mętność				
Mętność wody wymieszanej z osadami dna				
Zawartość tlenu				
pH				

CZĘŚĆ B. Pomiary w Morzu Bałtyckim – Zatoka Gdańska

Nazwa pomiaru	Jednostka	Wartość 1	Wartość 2	Uwagi
Data i godzina pomiaru				
Głębokość Secchiego				
Temperatura wody				
Przewodność elektryczna				
Zasolenie (turbidymetr)				
Zasolenie (refraktometr)				
Mętność				
Mętność wody wymieszanej z osadami dna				
Mętność wody z dodatkiem fitoplanktonu				
Mętność wody z dodatkiem garbników				
Zawartość tlenu 0 m				
Zawartość tlenu 1 m				

Zawartość tlenu 2 m				
pH				
pH wody z dodatkiem fitoplanktonu				
pH wody z dodatkiem garbników				
Oświetlenie odgórne				
Oświetlenie oddolne plaży				
Oświetlenie oddolne morza				

CZĘŚĆ C. Odczyt danych i pomiary z wykorzystaniem aplikacji

DANE METEOROLOGICZNE					
Nazwa pomiaru	Jednostka	Wartość 1 IMGW Meteo	Wartość 2 ICM Meteo	Wartość 3 windy.app	Uwagi
Data i godzina pomiaru					
Lokalizacja geograficzna					
Ciśnienie powietrza					
Temperatura powietrza					
Wilgotność powietrza					
Szybkość wiatru					
Kierunek wiatru					
Skala Beauforta					
Stan morza					
Rodzaje chmur					
Zachmurzenie					
Opady					

POMIARY OPTYCZNE z użyciem aplikacji					
Nazwa pomiaru	Jednostka	Wartość 1	Wartość 2	Wartość 3	Uwagi
Kolor Morza (Forel-Ule)					
Reflektancja zdalna (red)					

Reflektancja zdalna (green)					
Reflektancja zdalna (blue)					
Współczynnik rozpraszania wstecz b_b (red)					
Mętność (turbidity)					
Ilość zawiesiny (SPM – suspended particulate matter)					

Podsumowanie pomiarów

Porównanie wyników uzyskanych w rzece i w morzu, porównanie wyników uzyskanych z różnych aplikacji meteorologicznych, własne obserwacje, komentarze i wnioski.