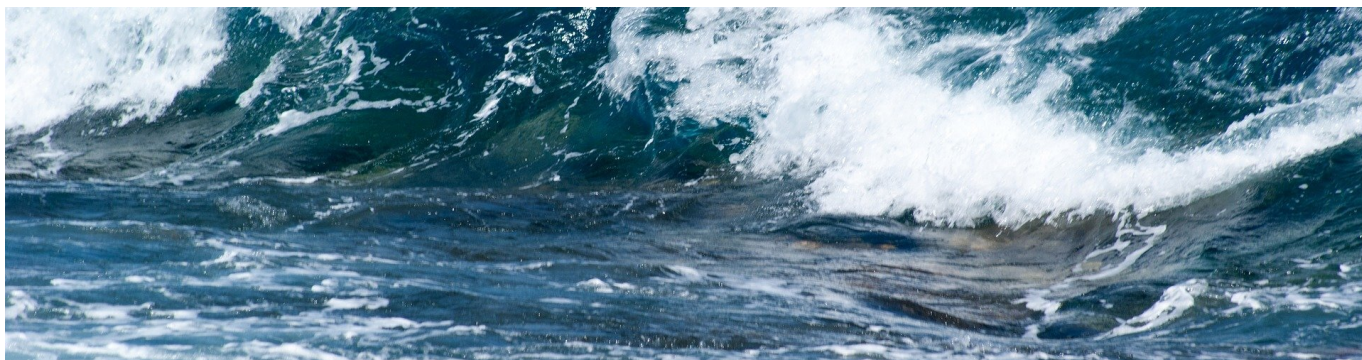
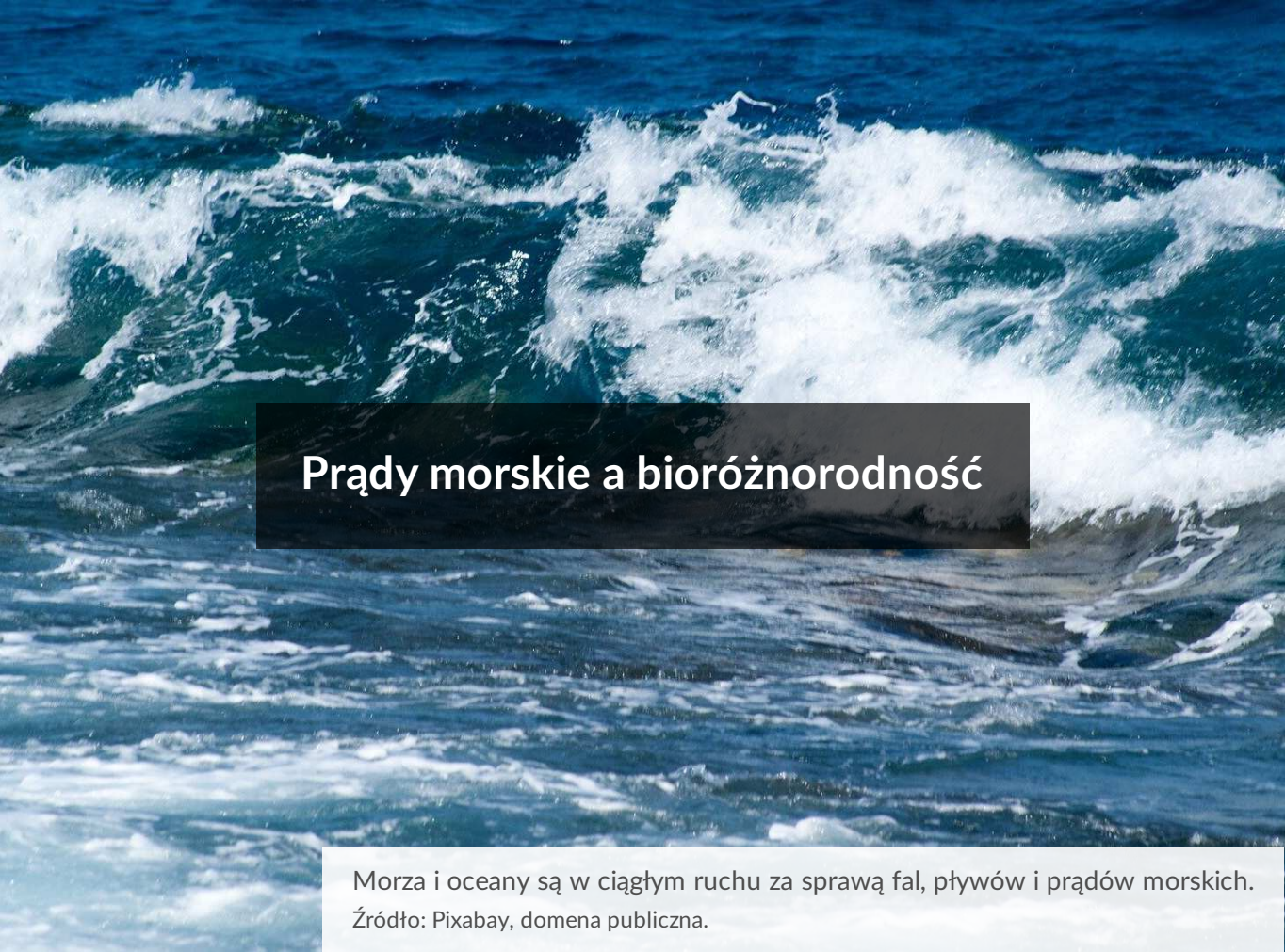




Prądy morskie a bioróżnorodność

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Prądy morskie a bioróżnorodność

Morza i oceany są w ciągłym ruchu za sprawą fal, pływów i prądów morskich.

Źródło: Pixabay, domena publiczna.

Życie zaczęło się w oceanie i do tej pory wszechocean podtrzymuje życie na Ziemi, kształtując bioróżnorodność. Ruchy mas wodnych, czyli prądy morskie, przenoszą organizmy, cząstki i minerały, uczestniczące w cyklach pierwiastków i utrzymywaniu skomplikowanej sieci zależności pokarmowych. Dodatkowo woda krąży pomiędzy oceanem, atmosferą i lądem, mając ogromny wpływ na klimat planety.

Twoje cele

- Zdefiniujesz pojęcie prądów morskich.
- Wyjaśnisz, jak powstają prądy morskie i które płyną.
- Określisz wpływ ciepłych i zimnych prądów na bioróżnorodność.

Przeczytaj

Wszystkie morza i oceany łączą się ze sobą we wszechocean, który pokrywa ponad 70% powierzchni Ziemi. Tworzy on największe i najbardziej stabilne środowisko życia. Jego cechą charakterystyczną jest obecność rozpuszczonych soli mineralnych – wszędzie mających taki sam skład chemiczny. Średnie stężenie soli we wszechoceanie nie zmieniło się od milionów lat i wynosi 3,5% (35 g soli/kg wody).



Młody żółw kieruje się w stronę wody, gdzie początkowo będzie płynąć z prądem.

Źródło: Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 4.0.

W oceanie pojawiły się pierwsze formy życia i mimo różnych zdarzeń w historii Ziemi (np. wielkich wymierań) wciąż obfituje on w różnorodne organizmy. Nie wiadomo, jaka jest przybliżona liczba gatunków żyjących w wodach morskich – znanych jest zaledwie 270 tys., lecz szacuje się, że może ich być milion, a nawet 10 milionów. Ich życie w dużej mierze zależy od prądów morskich, które mają wpływ na temperaturę i ciśnienie wody oraz rozpuszczalność gazów w wodzie. Dla wielu organizmów stanowią również „środek transportu”: przenoszą plankton i larwy osiadłych zwierząt, np. koralowców, na nowe miejsca, a potem dostarczają im pokarm. Młode zwierzęta, które wylęgły się w rzekach (jak np.

łososie), w pobliżu wybrzeży (jak np. śledzie) czy na lądzie (jak np. żółwie), niesione prądem wędrują w zasobne rejony oceanu.

Jak powstają prądy morskie?

Prądy morskie to ruchy wody we wszechoceanie, zarówno w poziomie (np. z północy na południe), jak i w pionie (np. od powierzchni w głąb). Płyną w określonym kierunku, czasami z bardzo dużą prędkością (kilkanaście km/godz.). Uwarunkowane są ukształtowaniem dna morskiego, linią brzegową kontynentów oraz głębokością i kształtem akwenu. Powstają pod wpływem wielu czynników opisanych poniżej.

Różnice gęstości wody

Gęstość wody jest zależna od temperatury związanej z ogrzewaniem słonecznym – różnice gęstości sprawiają, że ciepłe prądy płyną przy powierzchni oceanu, a zimne w jego głębinach.

Różnice zasolenia wody

Ciśnienie powietrza

Tarcie masy powietrza (wiatru) o powierzchnię wody

Różnice poziomu zwierciadła wody w sąsiadujących częściach oceanu

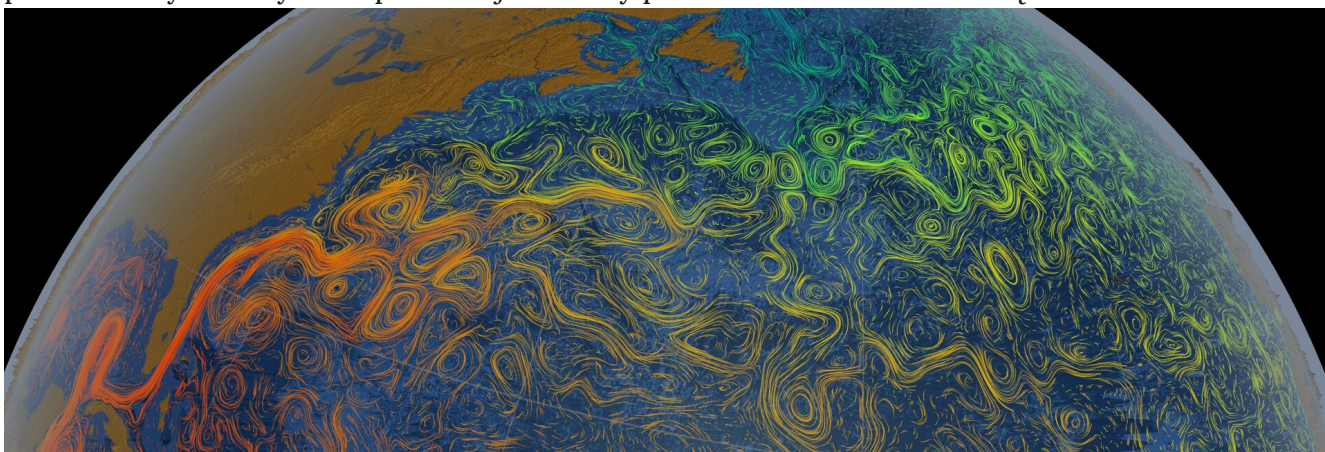
Siły przyciągania Słońca i Księżyca

Ruch obrotowy Ziemi i grawitacja

Na ruch wody ma też wpływ **siła Coriolisa** – w jej wyniku kierunek przepływu prądu odchyła się ok. 45° w prawo na półkuli północnej, a w lewo na półkuli południowej. Także siły tarcia pomiędzy warstwami wody powodują hamowanie lub zmianę kierunku prądu.

Ciekawostka

Wysokość powierzchni Bałtyku może się znacząco zmieniać z północy na południe i z zachodu na wschód. Głębokie obniżenie ciśnienia atmosferycznego nad Zatoką Botnicką (między Finlandią i Szwecją) w połączeniu z wysokim ciśnieniem nad południowym Bałtykiem powoduje zmiany poziomu morza dochodzące do 2 m.



Wizualizacja Prądu Zatokowego (Golsztrumu). Kolory oznaczają temperaturę wody: od ciepłej w okolicy Zatoki Meksykańskiej (barwa czerwona) do chłodnej w strefie okołobiegunowej (barwa niebieskozielona).

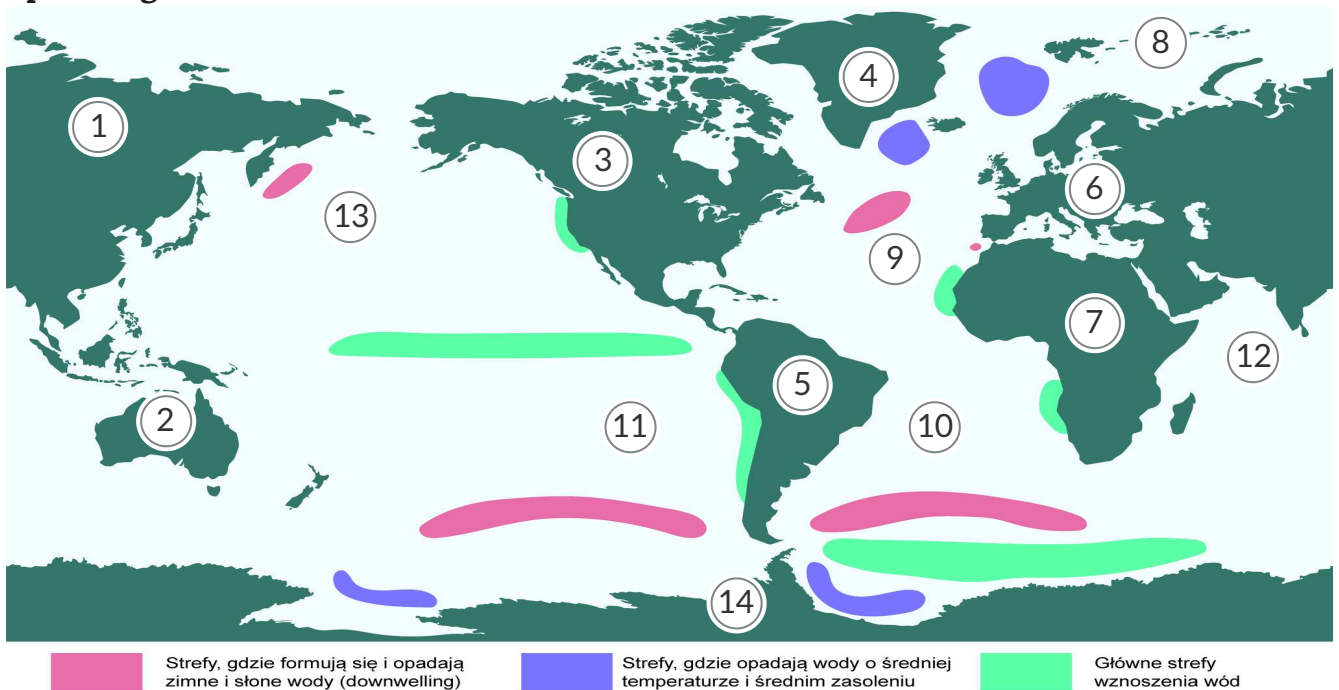
Źródło: Wikimedia Commons, domena publiczna.

Prądy powierzchniowe – wiatrowe (dryftowe)

Ruch mas wody spowodowany ruchem powietrza (wiatrem) odgrywa istotną rolę w transporcie materii i energii w biosferze. Wiatr przesuwają masy wody na powierzchni oceanu, a ze względu na tarcie wywołują ruch wody do 100 m w głąb, przy czym zmienia się jego kierunek – to **spiralą Ekmana** wynosząca chłodne i bogate w składniki mineralne wody z głębi na powierzchnię. Prądy powstałe w wyniku krótkotrwałych wiatrów są nazywane prądami wiatrowymi. Wiatry wiejące stale: **pasaty** w strefie równikowej, **monsuny** na półkuli południowej i przeważające **wiatry zachodnie** w strefie umiarkowanej wywołują ciepłe **prądy dryftowe**. Z reguły nie sięgają one głęboko. Wyjątkiem są Prąd Zatokowy (Golfström), który porusza wodę aż do dna Atlantyku na półkuli północnej, i prąd Kuro-siwo (Prąd Japoński) w północno-zachodniej części Pacyfiku, sięgający 2,5 km w głąb.

Ciekawostka

Wiatr wiejący nad oceanem przez 10 godz. powoduje powierzchniowy ruch wody (prąd) o prędkości stanowiącej 2% prędkości wywołującego go wiatru. Wiatry wiejące od lądu (zwykle w kierunku zachodnim) odpychają wodę na powierzchni. Na jej miejsce podpływa woda z głębszych warstw, przynosząc podniesione z dna cząsteczki (muł) i sole mineralne, dzięki czemu użyźnione zostają obszary przybrzeżne. Zjawisko wynoszenia wód z głębin na powierzchnię zwane jest z języka angielskiego **upwellingiem**.



1

Azja

2

Australia i Oceania

3

Ameryka Północna

4

Grenlandia

5

Ameryka Południowa

6

Europa

7

Afryka

8

Ocean Arktyczny

9

Ocean Atlantycki

10

Ocean Atlantycki

11

Ocean Spokojny (Pacyfik)

12

Ocean Indyjski

13

Ocean Spokojny (Pacyfik)

14

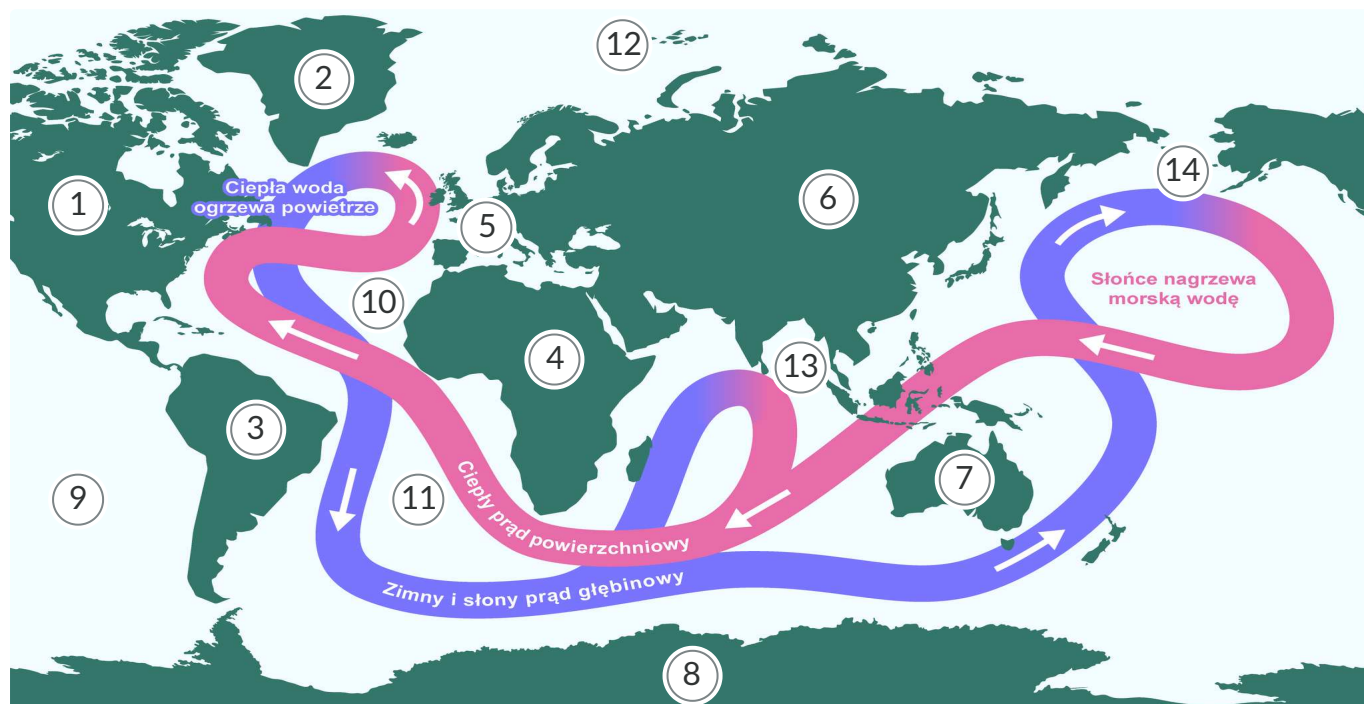
Antarktyda

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Cyrkulacja termohalinowa (globalny pas transmisyjny, transporter)

Siła Coriolisa i siła ciężkości wywołują **cyrkulację wody powierzchniowej** spiętrzonej przez wiatr: na półkuli północnej woda wiruje w prawo (zgodnie z ruchem wskazówek zegara), a na południowej w lewo. Na kolisty ruch prądów istotny wpływ ma także różnica gęstości wody spowodowana nagrzewaniem warstw powierzchniowych i oddawaniem przez nie ciepła do powietrza. Od Florydy ciepły Prąd Zatokowy (Golfstrom) płynie na północ, ogrzewając powietrze nad zachodnimi i północnymi wybrzeżami Europy. W okolicy Grenlandii jego już zimne i gęste od soli wody opadają na dno i kierują się na południe, płynąc powoli jako prąd głębinowy po dnie Atlantyku do wybrzeży Antarktydy. Zimne wody płyną wzdłuż wybrzeży Australii na Pacyfik, gdzie pojawiają się po kilkuset latach od startu na Północnym Atlantyku. Tu na dużej powierzchni woda jest nagrzewana przez słońce.

Ogrzane wody wznoszą się (upwelling) i jako ciepły i żyzny prąd płyną wzdłuż zachodnich wybrzeży Ameryki, dalej zaś przez wody Archipelagu Filipińskiego na Ocean Indyjski i z powrotem na Atlantyk wokół Afryki.



1

Ameryka Północna

2

Grenlandia

3

Ameryka Południowa

4

Afryka

5

Europa

6

Azja

7

Australia i Oceania

8

Antarktyda

9

Ocean Spokojny (Pacyfik)

10

Ocean Atlantycki

11

Ocean Atlantycki

12

Ocean Arktyczny

13

Ocean Spokojny (Pacyfik)

Globalny pas transmisyjny, złożony z prądów powierzchniowych i głębinowych, wpływa na klimat, przenosząc ciepło. Ma także znaczenie dla organizmów żywych, podnosi bowiem z głębin sole mineralne potrzebne producentom (upwelling). „Silnikiem” pasa jest Gólsztrom – wiązka ciepłych prądów powierzchniowych na północnym Atlantyku.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Jak upwelling wpływa na bioróżnorodność?

Zjawisko upwellingu ma duże znaczenie dla [produktywności ekosystemów morskich](#). Życie w oceanie jest skoncentrowane głównie w warstwie, gdzie docierają promienie słoneczne, ale większość materii organicznej znajduje się głębiej, na dnie. Są to odchody oraz szczątki roślin i zwierząt, nieustannie opadające w postaci „morskiego śniegu”. Organizmy przydenne rozkładają tę materię do soli mineralnych. Prądy wstępujące przenoszą te związki ku powierzchni, gdzie są potrzebne producentom zjadanym następnie przez konsumentów. Widać to np. u wybrzeży Antarktydy: silne prądy wynoszą [pierwiastki biogenne](#) wyżej, gdzie zasilają bogaty morski fitoplankton. Stanowi on pokarm planktonu zwierzęcego, który dzięki tej obfitości może się bujnie rozwijać. Plankton roślinny i zwierzęcy jest pożywieniem dla większych organizmów, np. skorupiaków zwanych krylem (to nazwa zbiorcza dla ok. 85 gatunków). Olbrzymie ilości kryla są wystarczające, by wyżywić największe stworzenia świata – fiszbinowce (walenie) oraz liczne ryby, pingwiny, foki i ptaki morskie.



Manta (*Manta birostris*) zjadająca plankton. Odchody zwierząt i martwe organizmy opadają na dno, gdzie są rozkładane. Upwelling wynosi powstałe sole mineralne z głębi pod powierzchnię, gdzie korzystają z nich producenci – fitoplankton, będący pokarmem zooplanktonu. Rozkład materii jest możliwy dzięki bogatym w tlen wodom, spływającym w głąb jako downwelling.

Źródło: Jon Hanson, Wikimedia Commons, licencja: CC BY-SA 2.0.

Czy downwelling również wpływa na organizmy?

Wody powierzchniowe mogą być spychane w dół przez nacisk wody przemieszczającej się z wiatrem w stronę wybrzeża lub w wyniku zmiany kierunku prądu morskiego. Największe znaczenie dla organizmów przydennych ma globalny pas transmisyjny. Niesie on bogato natlenione wody powierzchniowe w głąb, przepłukując dno oceanów. Bez tej „dostawy” tlen zostałby szybko wykorzystany w procesach rozkładu, prowadzonych przez reducentów, i przewagę zyskałyby bakterie beztlenowe. Produkowany przez nie siarkowodor jest zabójczy dla wielu organizmów.

Ciekawostka

Naukowcy uważają, że 250 mln lat temu prądy głębinowe niemal ustały. Wody ubogie w tlen, za to bogate w metan i siarkowodor wypełniły głębiny, a następnie dotarły do stref przybrzeżnych. Spowodowało to największe w dziejach planety [wymieranie permskie](#) – zniknęło wówczas na zawsze niemal 95% gatunków morskich.

Słownik

cyrkulacja wody, wiry

powierzchniowy ruch wody napędzany wiatrem i modyfikowany przez siłę Coriolisa
pierwiastki biogenne

pierwiastki niezbędne do życia, wykorzystywane do budowy struktury organizmów lub w procesach metabolicznych; dzielą się na mikroelementy i makroelementy; krążą w biosferze

produktywność ekosystemu

ilość związków organicznych wyprodukowanych w jednostce czasu lub intensywność magazynowania energii w wiązaniach tych związków

produktywność pierwotna

tempo wytwarzania asymilatów przy udziale energii słonecznej (w jednostce czasu na jednostkę powierzchni)

produktywność wtórna

tempo wykorzystania materii i energii przez konsumentów do wytworzenia swojej biomasy

siła Coriolisa

pozorne odchylenie (od linii prostej) toru poruszającego się obiektu, związane z ruchem układu odniesienia; sprawia to, że np. wiatr lub prąd morski zmienia kierunek (odchyla się) – na półkuli północnej w prawo, a na południowej w lewo

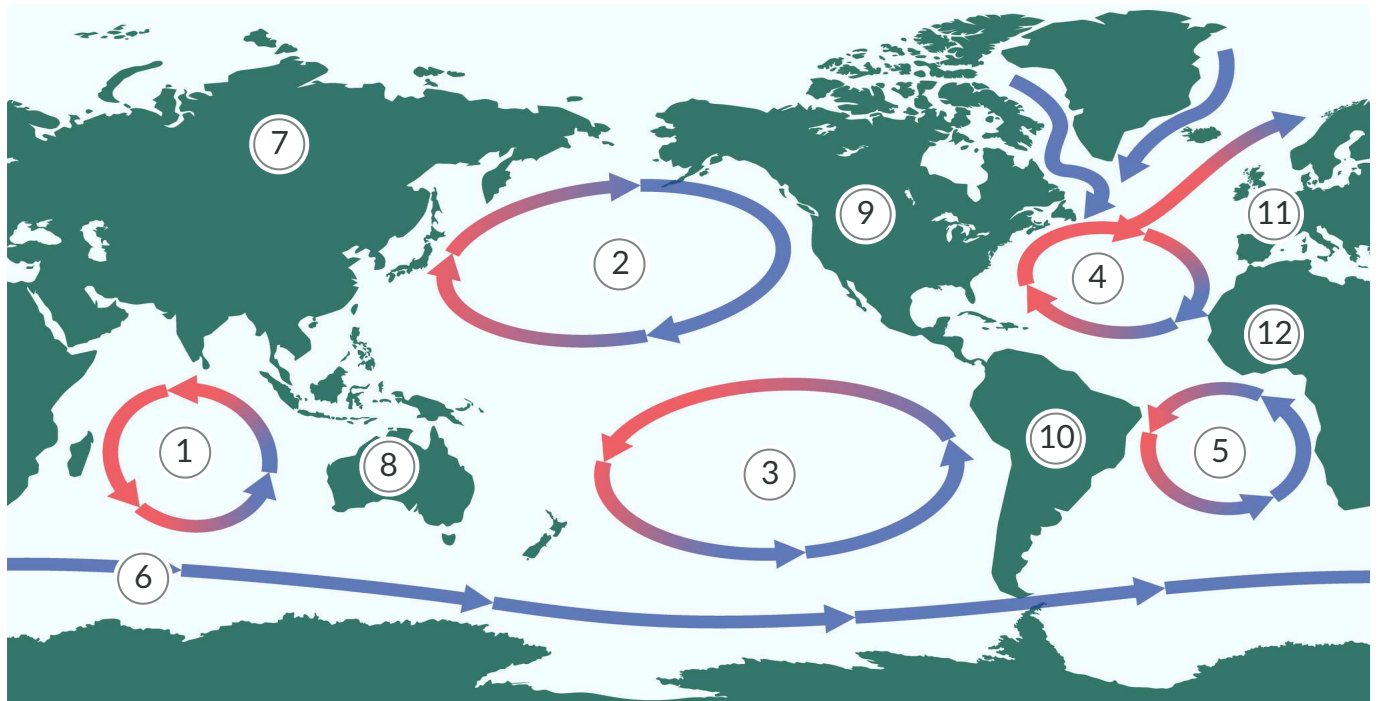
termohalinowa cyrkulacja

(gr. *therme* – ciepło, *hals* – sól) – przemieszczanie się mas wody na powierzchni i w głębinach wynikające z różnic gęstości, która jest zależna od temperatury i zasolenia; cyrkulacja ta reguluje klimat, a pośrednio warunki życia na Ziemi

wielkie wymieranie

okres w dziejach Ziemi, kiedy wskutek różnych przyczyn wymarło od 30 do 95% ówczesnie istniejących gatunków; udokumentowano pięć wielkich wymierań i uważa się, że obecnie trwa szóste – spowodowane działalnością człowieka

Grafika interaktywna



1

Wir Oceanu Indyjskiego

2

Wir północno-pacyficzny

3

Wir południowo-pacyficzny

4

Wir północno-atlantycki

5

Wir południowo-atlantycki

6

Antarktyczny Prąd Okołobiegunowy

7

Azja

8

Australia i Oceania

9

Ameryka Północna

10

Ameryka Południowa

11

Europa

12

Afryka

Globalna cyrkulacja wód powierzchniowych w oceanach. Na czerwono oznaczone są prądy ciepłe, a na niebiesko prądy zimne.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Polecenie 1

Przyjrzyj się przedstawionej na powyższej grafice interaktywnej cyrkulacji wód na Atlantyku Północnym. Wyjaśnij, w jaki sposób temperatura prądu płynącego wzdłuż zachodnich wybrzeży Europy wpływa na różnorodność biologiczną na tym obszarze.

Polecenie 2

Ryby wędrują w poszukiwaniu pożywienia i na tarło, m.in. wykorzystując morskie prądy. Wykaż związek między prądami morskimi, wędrówkami ryb i rybołówstwem.

Polecenie 3

Ciepłe prądy ogrzewają powietrze i dostarczają do niego wilgoci, zwiększając przez to ilość opadów nad pobliskimi lądami. Zimne prądy działają natomiast odwrotnie – ochładzają i osuszają znajdujące się nad nimi powietrze. Wyjaśnij, jaki jest związek między temperaturą prądów a bogactwem gatunków.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Prądy morskie wpływają na różnorodność biologiczną na wiele sposobów. Spośród podanych stwierdzeń wybierz wszystkie odnoszące się do tego wpływu.

- ☐ Prądy morskie ułatwiają żerowanie ławicom ryb i w ten sposób sprzyjają rybołówstwu.
- ☐ Prądy morskie mogą przenosić nasiona, zwierzęta, ich jajeczka i larwy na duże odległości, co sprzyja zwiększaniu zasięgu gatunków.
- ☐ Prądy morskie wpływają na klimat, który warunkuje skład biocenoz.
- ☐ Kierunek przepływu prądów morskich sprzyja rozwojowi stad pingwinów w Arktyce.
- ☐ Dzięki prądom morskim możliwy jest rozwój ekosystemów szelfowych poprzez dostarczanie substancji mineralnych z głębin pod powierzchnię wody.

Ćwiczenie 2



Zaznacz poprawną odpowiedź na poniższe pytanie.

Od czego zależy globalny pas transmisyjny?

- ☐ Jedynie od stężenia soli w wodzie morskiej.
- ☐ Jedynie od temperatury wody morskiej.
- ☐ Wyłącznie od wiatrów powierzchniowych.
- ☐ Od zasolenia, temperatury wody morskiej i wiatrów powierzchniowych.

Ćwiczenie 3



Wskaż zdania prawdziwe i zdania fałszywe.

	Prawda	Fałsz
Niektóre zwierzęta i ich larwy odnoszą korzyści z występowania prądów w oceanach.	☐	☐
Sezonowe zmiany globalnego wzorca wiatrów mogą wywołać podnoszenie się zimnych wód ku powierzchni (upwelling).	☐	☐
Dzięki fitoplanktonowi, zależnemu od substancji mineralnych z głębin, rozwijają się zróżnicowane zależności pokarmowe wśród konsumentów.	☐	☐
Im dalej w głąb oceanu, tym woda staje się coraz zimniejsza i mniej słona.	☐	☐

Ćwiczenie 4



Spowolnienie przepływu Golsztromu w ostatnich latach skutkuje w Europie obniżeniem temperatur w zimie i falami upałów w lecie.

Uzasadnij, że zmiana prędkości przepływu prądu morskiego ma wpływ na ekosystemy lądowe.

Ćwiczenie 5



Węgorz europejski żyje w wodach śródlądowych (samice) i przy ujściu rzek (samce). Po osiągnięciu dojrzałości płciowej ryby płyną do obszaru zwanego Morzem Sargassowym na Atlantyku. Ich larwy po 2–3 latach wpływają do rzek.

Wykaż związek pomiędzy rozrodem węgorza a prądami morskimi.



Lodoicja seszelska (*Lodoicea maldivica*) to gatunek palmy, której owoce roznoszone przez prądy morskie znajdują się u wybrzeży Malediwów, Indonezji, a nawet Indii. Rośnie tylko na dwóch wyspach archipelagu Seszeli. Jest rośliną dwupienną o długim (do 20 lat) okresie dojrzewania, zapylaną przez zwierzęta (owady lub jaszczurki – naukowcy nie mają pewności). Owoc o wadze 10–25 kg dojrzewa na drzewie przez 5–7 lat, a po spadnięciu kiełkuje przez 1–3 lata w cieniu macierzystego drzewa, zależnie od substancji mineralnych spływających z liści. Lodoicja jest na Seszelach objęta ochroną gatunkową.

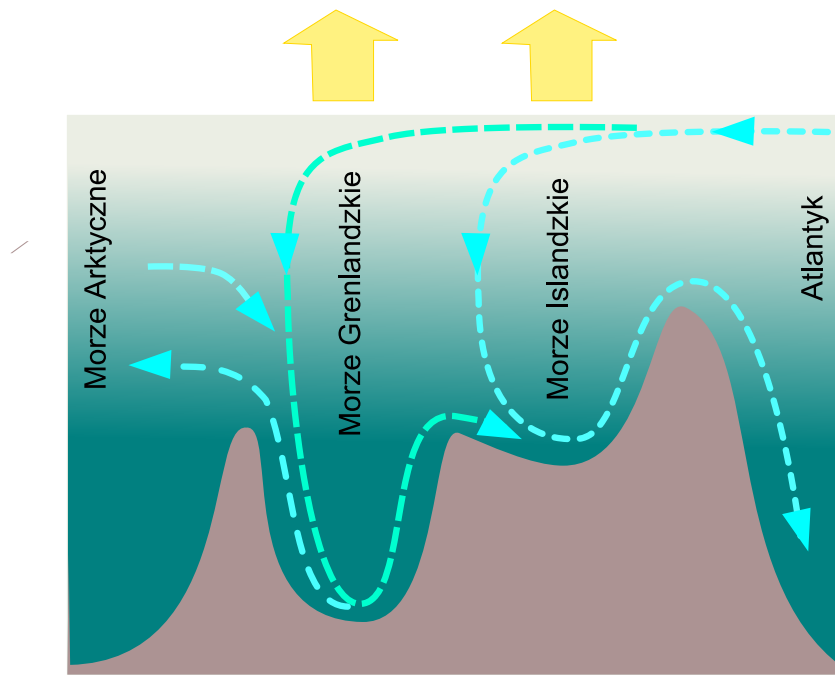
1. Wyjaśnij, dlaczego pomimo transportu nasion przez morskie prądy lodoicja nie występuje poza Seszelami.

2. Uzasadnij potrzebę objęcia lodoicji ochroną. Podaj dwa argumenty związane z rozmnażaniem tej palmy.

Ćwiczenie 7



Na podstawie ilustracji odpowiedz na pytanie i wykonaj polecenia.



Źródło: Joanna Kośmider, Wikimedia Commons.

Jakie zjawisko przedstawia powyższa ilustracja?

☐ prąd pływowy

☐ downwelling

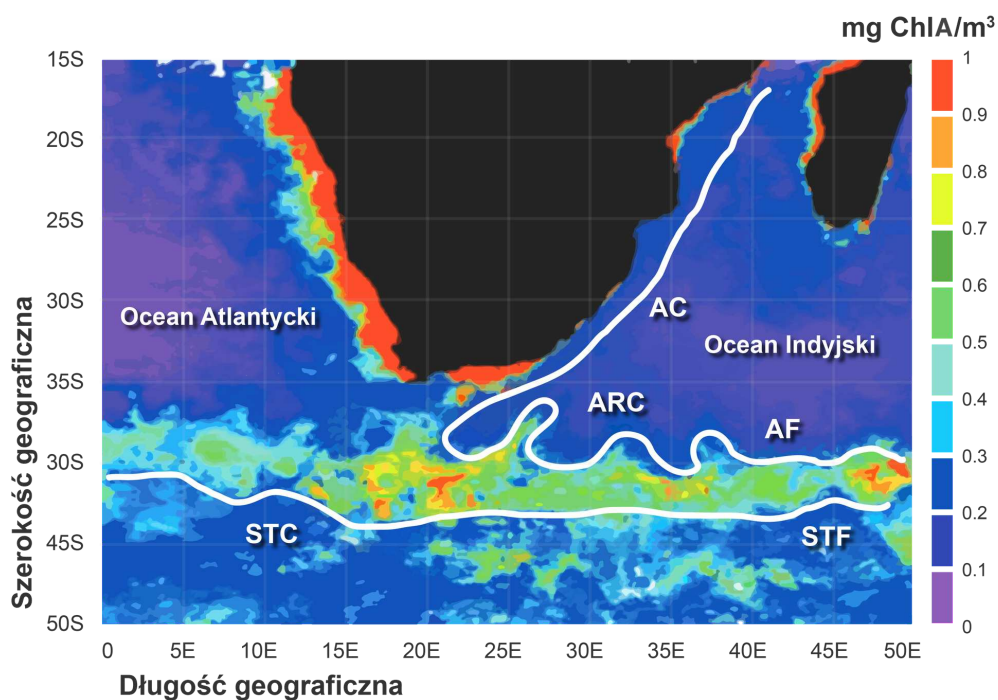
☐ prąd równikowy

☐ upwelling

1. Wyjaśnij, jakie znaczenie ma to zjawisko dla organizmów żyjących na dnie Atlantyku.

2. Wyjaśnij, co oznaczają żółte strzałki na schemacie i jaki mają związek z pokazanym zjawiskiem.

Ilustracja przedstawia związek pomiędzy ciepłym Prądem Południowoafrykańskim (Agulhas) a średnią koncentracją chlorofilu A (mg ChlA/m^3) w wodzie, pośrednio wskazującą produktywność ekosystemu.



Legenda: AC, ARC, AF – składowe prądu Agulhas; STC, STF – składowe cyrkulacji antarktycznej

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

1. Wyjaśnij związek pomiędzy prądem Agulhas a dużą ilością fitoplanktonu zawierającego chlorofil A.

2. Określ, z jakimi konsekwencjami wiąże się duża produktywność w tej strefie oceanu.

Dla nauczyciela

Scenariusz lekcji

Autor: Jolanta Loritz-Dobrowolska

Przedmiot: biologia

Temat: Prądy morskie a bioróżnorodność

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XI. Różnorodność biologiczna, jej zagrożenia i ochrona. Uczeń:

2) wymienia główne czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi (klimat, ukształtowanie powierzchni); podaje przykłady miejsc charakteryzujących się szczególnym bogactwem gatunkowym; wykazuje związek pomiędzy rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej;

Zakres rozszerzony

Treści nauczania – wymagania szczegółowe

XVIII. Różnorodność biologiczna, jej zagrożenia i ochrona. Uczeń:

2) wymienia główne czynniki geograficzne kształtujące różnorodność gatunkową i ekosystemową Ziemi (klimat, ukształtowanie powierzchni); podaje przykłady miejsc charakteryzujących się szczególnym bogactwem gatunkowym; podaje przykłady endemitów jako gatunków unikatowych dla danego miejsca regionu; wykazuje związek pomiędzy rozmieszczeniem biomów a warunkami klimatycznymi na kuli ziemskiej;

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:

Uczeń:

- charakteryzuje genezę prądów morskich;
- wyjaśnia znaczenie prądów morskich dla bioróżnorodności;
- obserwuje zjawisko upwellingu (w mikroskali);
- modeluje globalny transporter i określa jego znaczenie.

Strategie nauczania:

- konstruktywizm;
- konektywizm;
- eksperymentalno-obserwacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- odwrócona lekcja;
- modelowanie.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami i dostępem do internetu, słuchawki;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;
- zestawy do modelowania zjawiska wypychania wody (w ilości zależnej od liczby grup uczniowskich): dwa naczynia, np. szklanki, do sporządzenia roztworów soli, sól, łyżeczki, barwniki (spożywczy, atrament, tusz itp.), u-rurki;
- zestawy do modelowania globalnego transportera (w ilości zależnej od liczby grup uczniowskich): gruby papier lub cienki arkusz tworzywa sztucznego do wykonania wstęgi Möbiusa, magnesy, drobne monety.

Przed lekcją:

Uczniowie zapoznają się z treścią e-materiału i z grafiką interaktywną.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Nauczyciel zadaje pytania, np.: „Jakie czynniki sprzyjają powstawaniu prądów morskich? Jakie czynniki biotopu zależą od prądów morskich? Czy prądy morskie pomagają roślinom lub zwierzętom? W jaki sposób?”. Uczniowie odpowiadają w formie pogadanki.
2. Nauczyciel podsumowuje pogadankę i informuje, że w dalszej części zajęć uczniowie przeprowadzą modelowanie dwóch zjawisk związanych z tematem lekcji: wypychania wody (upwellingu) oraz globalnego transportera.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie w grupach (dowolnych lub wyznaczonych przez nauczyciela) badają wpływ zasolenia na ruch wody (zob. materiały pomocnicze – zał. 1).
2. Nauczyciel wysłuchuje wyjaśnień uczniów na temat tempa mieszania się roztworów i w razie potrzeby koryguje je: mieszanie się roztworów jest spowodowane ruchami Browna. Ich szybkość zależy od wielkości cząsteczek: im mniejsze (i w wyższej temperaturze), tym szybciej się poruszają.
3. Uczniowie w grupach obserwują ruch przedmiotu na wstędze Möbiusa.
4. Nauczyciel prosi przedstawicieli grup o odczytanie wyników obserwacji (powinni zauważyć, że przedmiot (1) wraca na miejsce startu i (2) pozornie zmienia (wizualnie) kierunek ruchu).

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie wyjaśniają, jaki związek mają zaobserwowane zjawiska z kształtowaniem bioróżnorodności w morzach i oceanach. Następnie przygotowują krzyżówkę z wybranymi pojęciami z lekcji, np. do rozwiązania przez uczniów innej klasy, uwzględniając pojęcia „upwelling” (wynoszenie) i „downwelling” (opadanie), lub wykonują ćwiczenia interaktywne nr 7 (dotyczące downwellingu) i 8 (dotyczące związku pomiędzy ciepłym Prądem Południowoafrykańskim (Agulhas) a średnią koncentracją chlorofilu A w wodzie).

Praca domowa:

Obejrzyj film Jennifer Verduin *Jak działają prądy morskie* (dostępny w internecie). Na podstawie filmu i informacji z e-materiału uzasadnij trzema argumentami twierdzenie: „Różnorodność biologiczna mórz i oceanów uwarunkowana jest prądami morskimi”.

Materiały dodatkowe:

Załącznik 1. Instrukcja badania wpływu zasolenia na ruch wody (pdf).

Plik o rozmiarze 176.52 KB w języku polskim

Załącznik 2. Obserwacja ruchu po wstędze Möbiusa (pdf).

Plik o rozmiarze 172.10 KB w języku polskim

Materiały pomocnicze:

- *Encyklopedia geograficzna świata*, t. VII: *Oceany i morza*, red. Jerzy Wrona, Wydawnictwo Opress, Kraków 1997;
- Polarpedia – encyklopedia online;
- Andrew S. Pullin, *Biologiczne podstawy ochrony przyrody*, tłum. J. Weiner, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2004;
- Jennifer Verduin, *Jak działają prądy morskie*, film online.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania grafiki interaktywnej:

Uczniowie wykorzystują grafikę interaktywną, przygotowując się do lekcji (odwrócona klasa), a także w fazie podsumowującej lekcji oraz do wykonania pracy domowej.