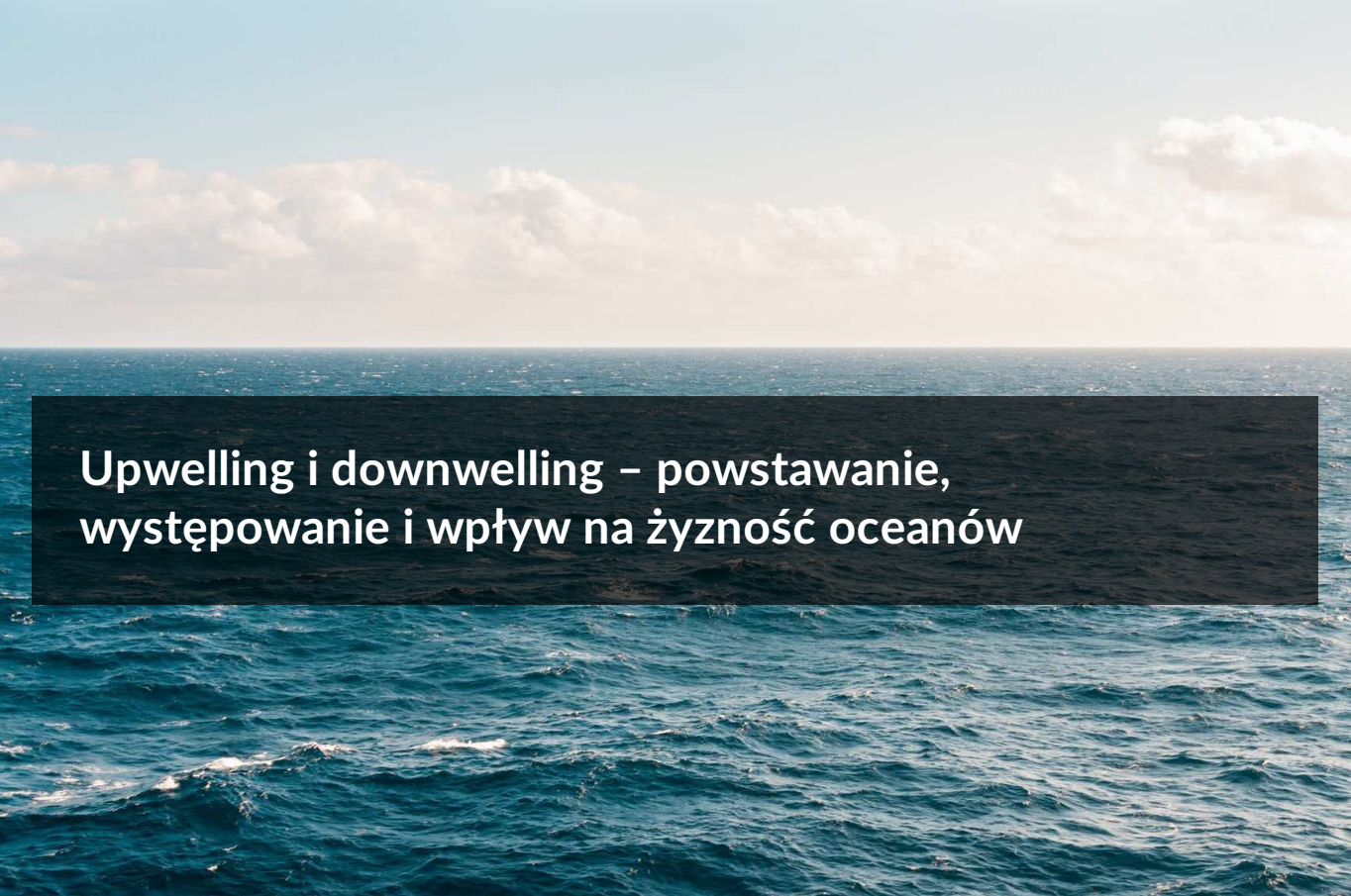




Upwelling i downwelling – powstawanie, występowanie i wpływ na żyzność oceanów

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Animacja 3D](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Upwelling i downwelling – powstawanie, występowanie i wpływ na żyzność oceanów

Źródło: Kellie Churchman, dostępny w internecie: [www.pexels.com](https://www.pexels.com/photo-license/), Pexels License, <https://www.pexels.com/photo-license/>.

Zapadanie i wypływ wód oceanicznych różniących się temperaturą i zasoleniem napędza cyrkulację termohalinową na całej Ziemi. Ten wielki pas transmisyjny codziennie przenosi ciepło i substancje odżywcze do obszarów chłodniejszych i mniej żyznych. Czy proces upwellingu i downwellingu może się zatrzymać?

Twoje cele

- Przeanalizujesz zależności między cyrkulacją oceaniczną a atmosferyczną.
- Rozpoznasz i przeanalizujesz, jakie znaczenie mają upwelling i downwelling w kształtowaniu klimatu globalnego.
- Ocenisz, czy istnieją czynniki mogące spowodować zanik cyrkulacji termohalinowej.

Przeczytaj

Downwelling (prąd zstępujący)

Downwelling (prąd zstępujący) jest to inaczej proces zapadania powierzchniowych warstw wody oceanicznej ku głębinom. Ciepłejsze masy wody podczas przemieszczania w wyższe szerokości geograficzne oddają ciepło, a ochładzając się, zwiększają gęstość i opadają. Następnie przemieszczają się jako prądy głębinowe w stronę równika. Po dotarciu do szelfu bardzo powoli unoszą się ku powierzchni. Proces ten jest częścią **cyrkulacji termohalinowej**. Wody o niższej temperaturze i dużym zasoleniu są bardziej gęste niż te o wyższej temperaturze i mniejszym zasoleniu, co przyczynia się do ich opadania. Regiony, w których występuje downwelling, mają niską wydajność, ponieważ składniki odżywcze w słupie wody są wykorzystywane, ale nie są stale uzupełniane przez zimną, bogatą w składniki odżywcze wodę dopływającą z głębin. Downwelling pozwala również na głęboką wentylację oceaniczną, ponieważ wody te są w stanie sprowadzać rozpuszczony tlen z powierzchni, aby ułatwić oddychanie tlenowe u organizmów w całej kolumnie wodnej. Bez tego odnowienia tlen w osadach i w słupie wody byłby szybko zużywany przez procesy biologiczne. W przypadku rozkładu bakterie beztlenowe przejęłyby rozkład, prowadząc do gromadzenia się szkodliwych gazów m.in. siarkowodoru. W tych toksycznych warunkach przeżywa bardzo niewiele zwierząt dennych.

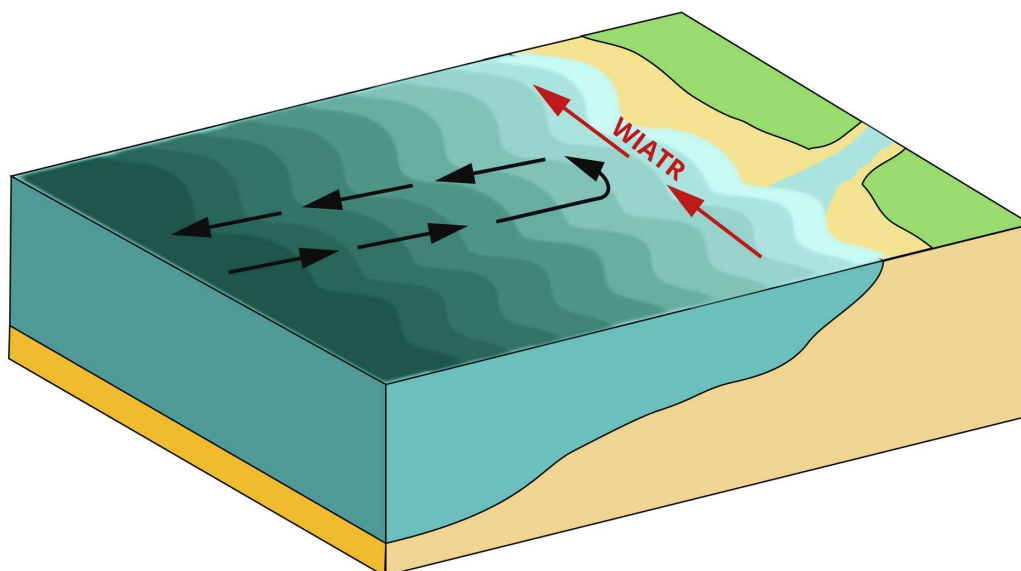
Downwelling występuje:

- na Północnym Atlantyku,
- wzdłuż najbardziej zewnętrznej granicy Oceanu Południowego, gdzie zimna woda Antarktydy tonie poniżej cieplejszych wód Południowego Pacyfiku i Południowego Atlantyku,
- na wybrzeżach, gdzie wiatr wieje w takim kierunku, że przesuwą wodę w kierunku wybrzeża, co następnie powoduje gromadzenie się wody i spychanie jej w dół.

Upwelling przybrzeżny

Ten rodzaj **upwellingu** występuje w strefie przybrzeżnej zachodnich wybrzeży kontynentów obu półkul. Jest on wywoływany przede wszystkim przez wiatry wiejące

wzdłuż brzegu, które przyczyniają się do odpływania od brzegu wody powierzchniowej i zastępowania jej wodami z niższych warstw. Osłabnięcie przepływu wiatru powoduje zahamowanie wypływu zimnych wód i w Ameryce Południowej obserwowane jest w takim wypadku zjawisko El Nino.

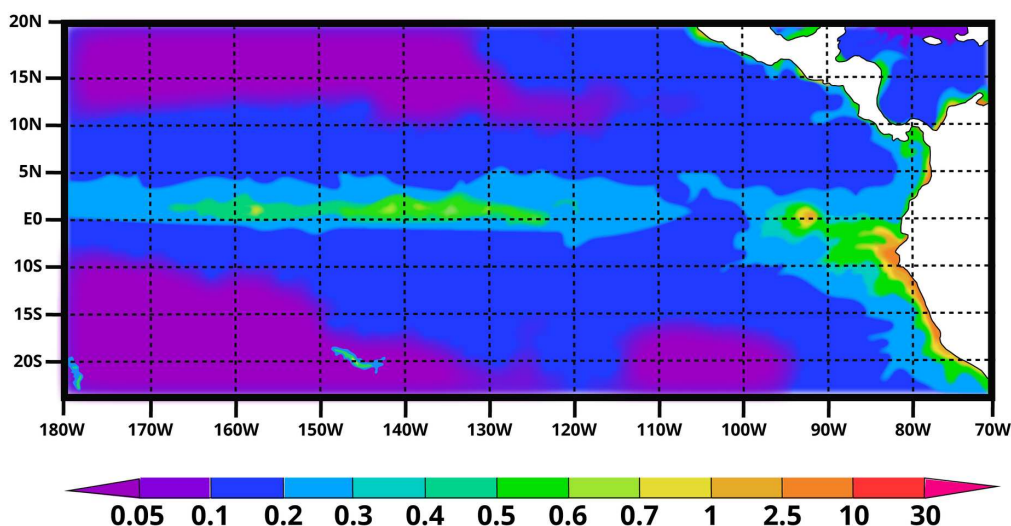


Schemat zjawiska upwellingu.

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., CC BY-SA 3.0, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.

Upwelling równikowy

Drugi rodzaj upwellingu zachodzi w strefie równikowej. Jest wynikiem występowania międzyzwrotnikowej strefy zbieżności wywołanej pasatami. Powstaje wtedy strefa, w której do powierzchni dochodzi gęstsza i bogata w składniki odżywcze woda. Dzięki temu region równikowy na Pacyfiku można wykryć z kosmosu jako szeroką wstęgę wysokiego stężenia fitoplanktonu.



Występowanie fitoplanktonu w strefie upwellingu równikowego na Pacyfiku.

Źródło: dostępny w internecie: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=17332194>, domena publiczna.

Żyzność oceanów

Regiony upwellingu są ważnym źródłem produktywności morskiej i przyciągają setki gatunków na wszystkich poziomach troficznych, różnorodność tych systemów była centralnym punktem badań morskich.

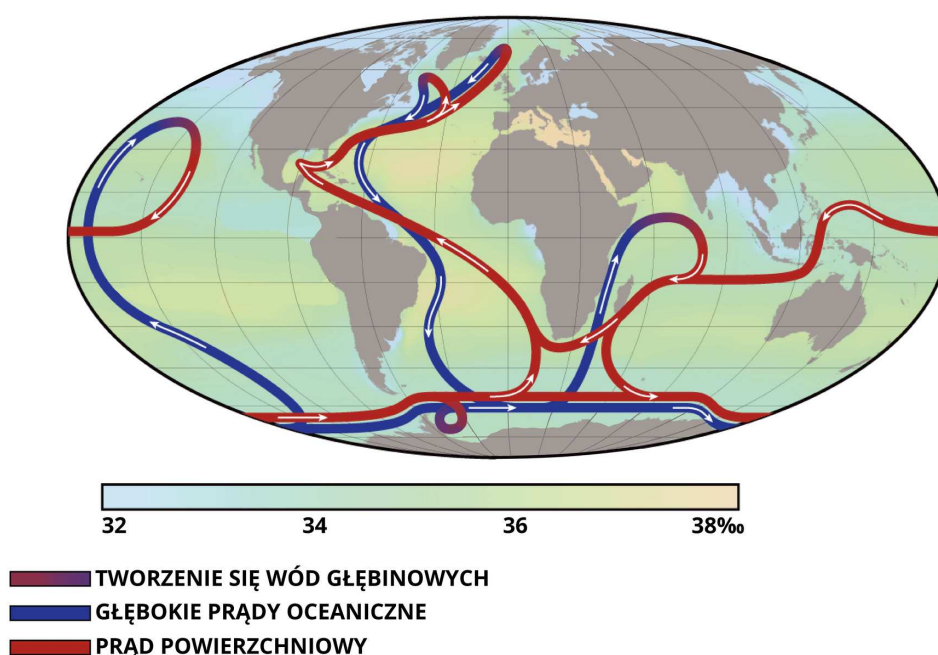
Warstwa troficzna, na którą składają się małe, pelagiczne ryby, stanowi zwykle około 3–4% różnorodności gatunkowej wszystkich obecnych gatunków ryb (głównie sardele i sardyny). Niższe warstwy troficzne są bardzo dobrze reprezentowane przez około 500 gatunków widłonogów, 2500 gatunków ślimaków i średnio 2500 gatunków skorupiaków. Na poziomach troficznych na szczycie i blisko wierzchołka występuje zwykle około 100 gatunków ssaków morskich i około 50 gatunków ptaków morskich. Istotnymi pośrednimi gatunkami troficznymi są jednak małe ryby pelagiczne, które zwykle żywią się fitoplanktonem.

Polecenie 1

Korzystając z własnego doświadczenia i obserwacji, zastanów się, czy w Polsce na Bałtyku można zaobserwować upwelling lub downwelling.

Cyrkulacja termohalinowa

Cyrkulacja termohalinowa jest nazywana wielkim pasem transmisyjnym (downwelling).



Schemat cyrkulacji termohalinowej.

Źródło: dostępny w internecie: <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=3794372>, domena publiczna.

Dzięki cyrkulacji termohalinowej średnie szerokości geograficzne otrzymują odpowiednią ilość ciepła. Dzięki temu Europa Zachodnia ma o wiele łagodniejszy klimat niż np. obszary położone na tej samej szerokości geograficznej w Kanadzie czy na Syberii.

Słownik

cyrkulacja termohalinowa

globalna cyrkulacja wód oceanicznych wywołana ciągłymi zmianami temperatury i zasolenia wody morskiej, a co za tym idzie zmianami jej gęstości

downwelling

zapadanie wód powierzchniowych do głębi oceanu; zjawisko wywołane jest ochładzaniem ciepłych mas wodnych

upwelling (wypływ wód wgłębnych)

wypływ wód z głębszych warstw oceanu do warstw powierzchniowych; w strefie przybrzeżnej upwelling jest wywoływany przez wiatry wiejące od brzegu i spychające wody powierzchniowe w stronę otwartego morza

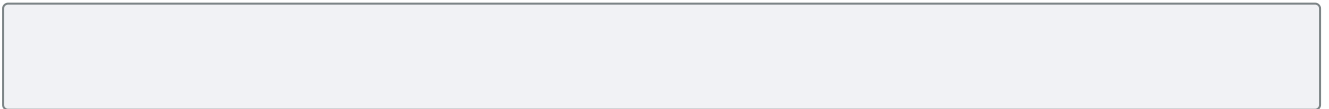
Animacja 3D

Polecenie 1

Wskaż na mapie lokalizację obszarów downwellingu.

Polecenie 2

Zastanów się i wymień, czy są jakieś czynniki, które mogłyby zahamować cyrkulację termohalinową.



Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D2SYw6qTh>

Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., CC BY-SA 3.0, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.

Film nawiązujący do treści materiału - charakteryzuje downwelling. Polecenie 1 prezentowane w filmie ma swoją alternatywną wersję, zamieszczoną na początku lekcji. Brzmi ono: Opisz, gdzie są zlokalizowane obszary downwellingu.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz odpowiedni ciąg przyczynowo-skutkowy który odzwierciedla zjawisko upwellingu

☐

Upwelling – wydobywanie na wierzch wód głębinowych – zahamowanie w rozwoju organizmów żywych.

☐

Upwelling – osiadanie wód głębinowych na dnie oceanów – zwiększenie populacji zwierząt morskich przy wierzchnich warstwach wody.

☐

Upwelling – osiadanie na dnie chłodnych wód głębinowych – zwiększenie produktywności morskiej.

☐

Upwelling – powstawanie pasa na powierzchni wody gęstszej i zasobnej wody w składniki pokarmowe – duża produktywność morska.

Ćwiczenie 2



Uzupełnij opis cyrkulacji termohalinowej.

Cyrkulacja termohalinowa – globalna cyrkulacja wód wywołana ciągłymi zmianami i wody morskiej, a co za tym idzie zmianami jej .

wilgotności

oceanicznych

temperatury

powierzchniowych

ciężaru

zasolenia

gęstości

głębszych

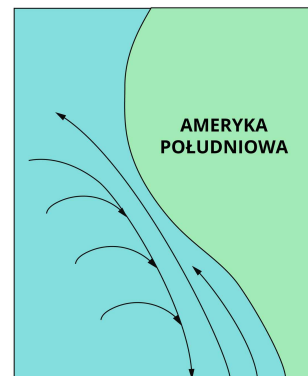
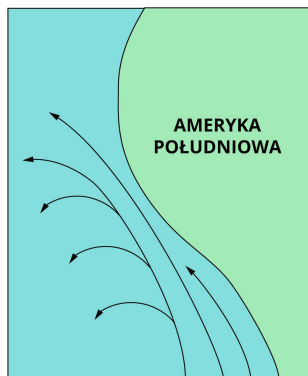
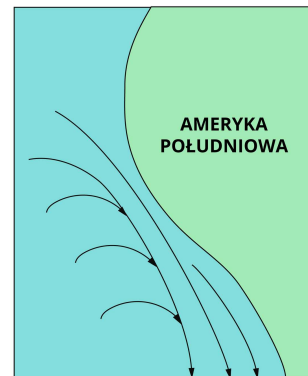
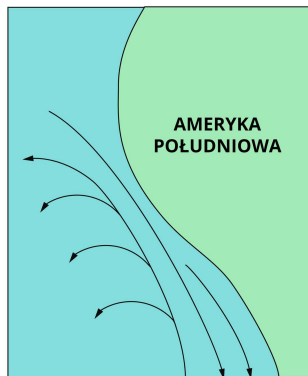
Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



Zdecyduj, na której ilustracji przedstawiony jest upwelling przybrzeżny.



Źródło: Grafika – Woś A., *Meteorologia dla geografów*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2000.

Ćwiczenie 5



Źródło: Englishsquare.pl Sp. z o.o., CC BY-SA 3.0, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.

Ćwiczenie 6



Zdecyduj, jakie konsekwencje dla Europy może mieć zanik cyrkulacji termohalinowej.

☐ Ochłodzenie.

☐ Znaczne ochłodzenie.

☐ Słabe ocieplenie.

☐ Znaczne ocieplenie.

Ćwiczenie 7



Wskaż prawidłowe twierdzenia dotyczące upwellingu.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Zjawisko wypływu wód z głębszych warstw do warstw powierzchniowych występuje tylko na Pacyfiku.	☐	☐
Upwelling równikowy na Pacyfiku można zidentyfikować z kosmosu na podstawie zdjęć satelitarnych.	☐	☐
Przedostawanie się wód głębinowych do warstw powierzchniowych nie występuje w Polsce.	☐	☐
W powstawaniu upwellingu nie bierze udziału cyrkulacja atmosferyczna.	☐	☐
Strefa prądów wstępujących wód głębinowych jest bogata w składniki odżywcze.	☐	☐
Zanik upwellingu u wybrzeży Ameryki Południowej powoduje zjawisko El Nino.	☐	☐

Ćwiczenie 8



Korzystając ze zdobytej wiedzy, wskaż, jakie konsekwencje może mieć zanik upwellingu, np. taki, jak w przypadku zjawiska El Nino.

Dla nauczyciela

Imię i nazwisko autora: Ewa Malinowska

Przedmiot: geografia

Temat zajęć: Upwelling i downwelling – powstawanie, występowanie i wpływ na żyzność oceanów

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum i technikum, zakres rozszerzony, klasa I

Podstawa programowa

Cele kształcenia – wymagania ogólne

I. Wiedza geograficzna.

1. Rozumienie specjalistycznych pojęć i posługiwanie się terminami geograficznymi.
2. Rozszerzenie wiedzy niezbędnej do zrozumienia istoty zjawisk oraz charakteru i dynamiki procesów zachodzących w środowisku geograficznym w skali lokalnej, regionalnej, krajowej i globalnej.

II. Umiejętności i stosowanie wiedzy w praktyce.

2. Analizowanie i wyjaśnianie zjawisk i procesów geograficznych oraz zróżnicowania przyrodniczego, społeczno-gospodarczego i kulturowego świata.
5. Stawianie pytań, formułowanie i weryfikacja hipotez oraz proponowanie rozwiązań problemów dotyczących środowiska geograficznego.

III. Kształtowanie postaw.

1. Rozwijanie dociekliwości poznawczej, ukierunkowanej na poszukiwanie prawdy, dobra i piękna.
3. Rozumienie pozautilitarnych wartości elementów środowiska geograficznego i krajobrazów.

Treści nauczania:

Dynamika procesów hydrologicznych: ruchy wody morskiej, wody podziemne i źródła, ustroje rzeczne, typy jezior.

Uczeń:

1) wyjaśnia mechanizm falowania wód morskich i upwellingu oraz wpływ mechanizmu ENSO na środowisko geograficzne.

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:

- analizuje zależności między cyrkulacją oceaniczną a atmosferyczną,
- określa wpływ upwellingu i downwellingu na kształtowanie klimatu globalnego,
- ocenia, czy istnieją czynniki mogące spowodować zanik cyrkulacji termohalinowej.

Strategie nauczania: asocjacyjna, badawcza (problemowa)

Metody i techniki nauczania: blended learning, IBSE

Formy zajęć: praca indywidualna

Środki dydaktyczne: e-materiał, komputer, projektor multimedialny, tablety, zeszyt przedmiotowy

Materiały pomocnicze:

- Trzeciak S., *Meteorologia morską z oceanografią*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2019.

PRZEBIEG LEKCJI

Faza wprowadzająca

- Przedstawienie celów lekcji.
- Wprowadzenie w temat lekcji: omówienie/przypomnienie podstawowych informacji dotyczących cyrkulacji wód oceanicznych.

Faza realizacyjna

- Omówienie zasad wykonania zadania – zadaniem uczniów jest wysłuchanie pogadanki na temat procesów upwellingu i downwellingu wykorzystanie zdobytej wiedzy do rozwiązywania problemów.
- Pogadanka nauczyciela ilustrowana prezentacją multimedialną zawierającą schematy i grafiki ilustrujące omawiane treści – związki zjawiska fizycznych w atmosferze

i hydrosferze, w tym cyrkulacji wód oceanicznych z cechami klimatu, uwarunkowania cyrkulacji termohalinowej, upwellingu równikowego i przybrzeżnego, downwellingu, zjawiska El Niño i innych (dobór podanych informacji powinien pozwolić uczniowi na ich późniejsze przetwarzanie i syntetyzowanie).

- Podczas pogadanki uczniowie sporządzają notatki w zeszycie przedmiotowym dotyczące genezy, uwarunkowań i przebiegu omawianych procesów (alternatywnie wpisują dane do tabeli/karty pracy dostarczonej przez nauczyciela).
- Pytania kontrolne nauczyciela po zakończeniu pogadanki sprawdzające poprawność przyswojonych przez uczniów informacji.
- Wyświetlenie na ekranie przez nauczyciela animacji z e-materiału celem podsumowania zdobytej wiedzy. Uczniowie wykonują polecenia dotyczące animacji – nauczyciel, kontroluje poprawność i uzupełnia informacje.
- Dyskusja (burza mózgów) z udziałem wszystkich uczniów, której celem jest twórcze wykorzystanie informacji zdobytych w czasie pogadanki i podczas oglądania animacji; przykładowe zagadnienia do dyskusji:
 - wpływ globalnych zmian klimatu na procesy upwellingu i downwellingu,
 - wpływ upwellingu i downwellingu na żyzność oceanów,
 - wpływ działalności człowieka na cyrkulację wód oceanicznych,
 - skutki osłabienia upwellingu,
 - skutki osłabienia cyrkulacji termohalinowej,
 - ewentualnie inne zagadnienia, zaproponowane przez nauczyciela.
- Podsumowanie treści prezentowanych w dyskusji i w animacji mające na celu wykazanie związków przyczynowo-skutkowych między czynnikami naturalnymi i antropogenicznymi a intensywnością cyrkulacji wód oceanicznych, ich konsekwencji i związanych z tym zagrożeń.
- Prośba nauczyciela o wykonanie kilku wskazanych ćwiczeń z e-materiału i przedstawienie rezultatów.

Faza podsumowująca

- Podsumowanie i utrwalenie nowej wiedzy poprzez zadawanie pytań przez nauczyciela i udzielanie odpowiedzi przez uczniów.
- Ocena aktywności i przypomnienie celów zajęć.

Praca domowa:

- dokończenie ćwiczeń zawartych w e-materiale,
- zapoznanie się z pozostałymi informacjami w domu,
- praca pisemna na temat: przyrodnicze i gospodarcze skutki El Niño (np. wpływ na pogodę, wpływ na połowy ryb itp.).

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium:

Animacja i grafiki zawarte w e-materiale mogą być wykorzystane podczas innych zróżnicowanych tematycznie lekcji dotyczących różnych zagadnień związanych z hydrosferą, globalnymi skutkami zmian klimatu, globalnymi problemami środowiskowymi, gospodarką morską, w tym rybołówstwem itp. Opinie wyrażone w dyskusji mogą także zainspirować ucznia do własnych przemyśleń na temat zagrożeń środowiska i potrzeb jego ochrony. Animacja i grafiki znajdą także zastosowanie podczas samodzielnej pracy ucznia w domu i w czasie lekcji mającej na celu powtórzenie materiału z bloku tematycznego dotyczącego hydrosfery.