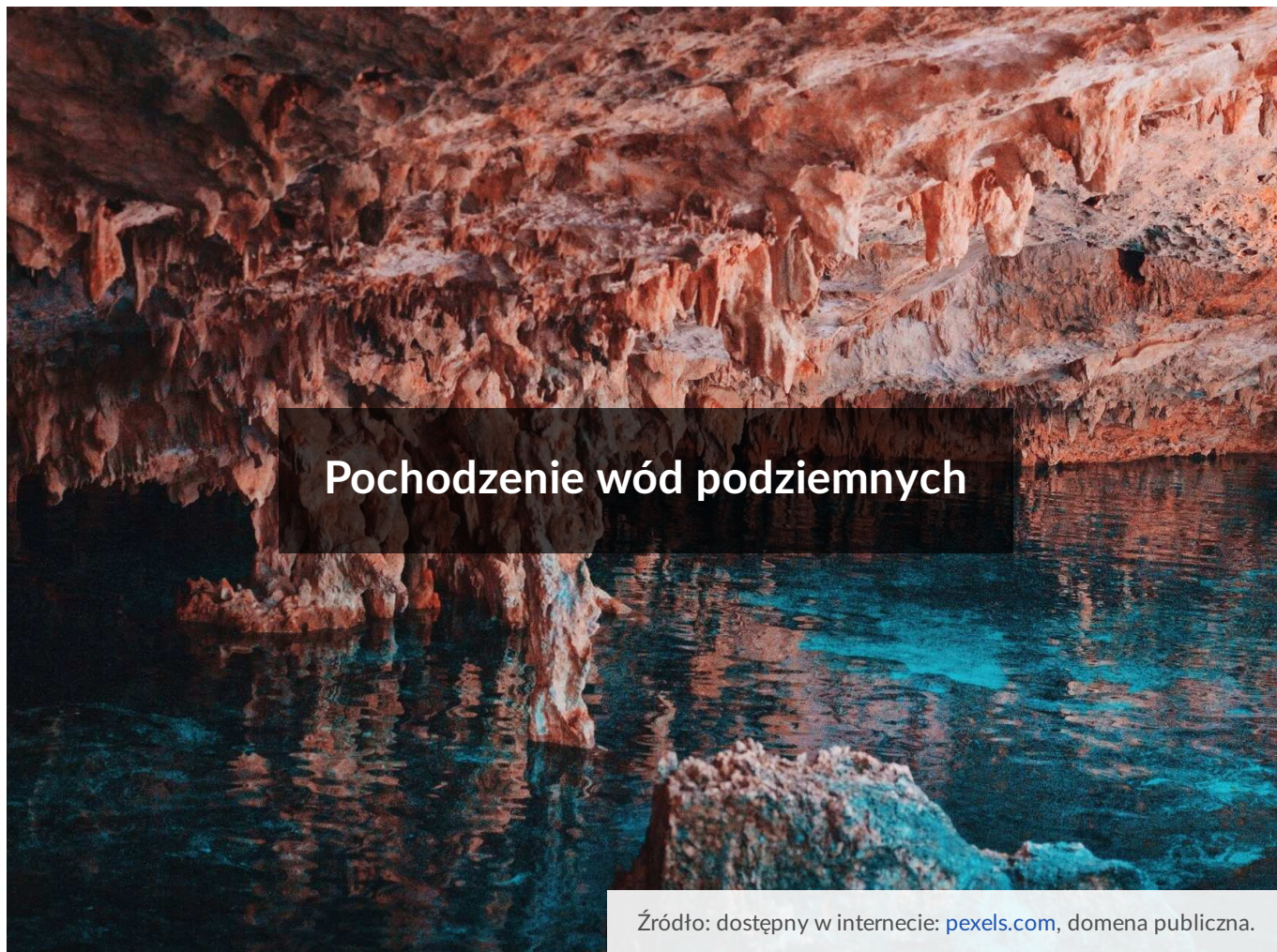




Pochodzenie wód podziemnych

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Animacja 3D](#)
- [Grafika interaktywna](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Źródło: dostępny w internecie: [pexels.com](https://www.pexels.com), domena publiczna.

Czy wiesz, skąd pochodzi woda, którą wlewasz do czajnika albo w której bierzesz kąpiel? Dla wielu z nas jest oczywiste, że jej źródłem jest system wodociągów. Tymczasem, zanim woda trafi do rur wodociagowych, występuje w skałach jako tzw. wody podziemne. Wbrew pozorom nie są one podziemnymi rzekami ani jeziorami, ale nasyconymi wodą warstwami skał. Aby dowiedzieć się więcej na ich temat, zapoznaj się z tym e-materiałem.

Twoje cele

- Scharakteryzujesz procesy prowadzące do powstania wód podziemnych.
- Wyjaśnisz genezę różnego rodzaju wód podziemnych.
- Sklasyfikujesz wody podziemne na podstawie ich pochodzenia.
- Ocenisz możliwości wykorzystania wód podziemnych.

Przeczytaj

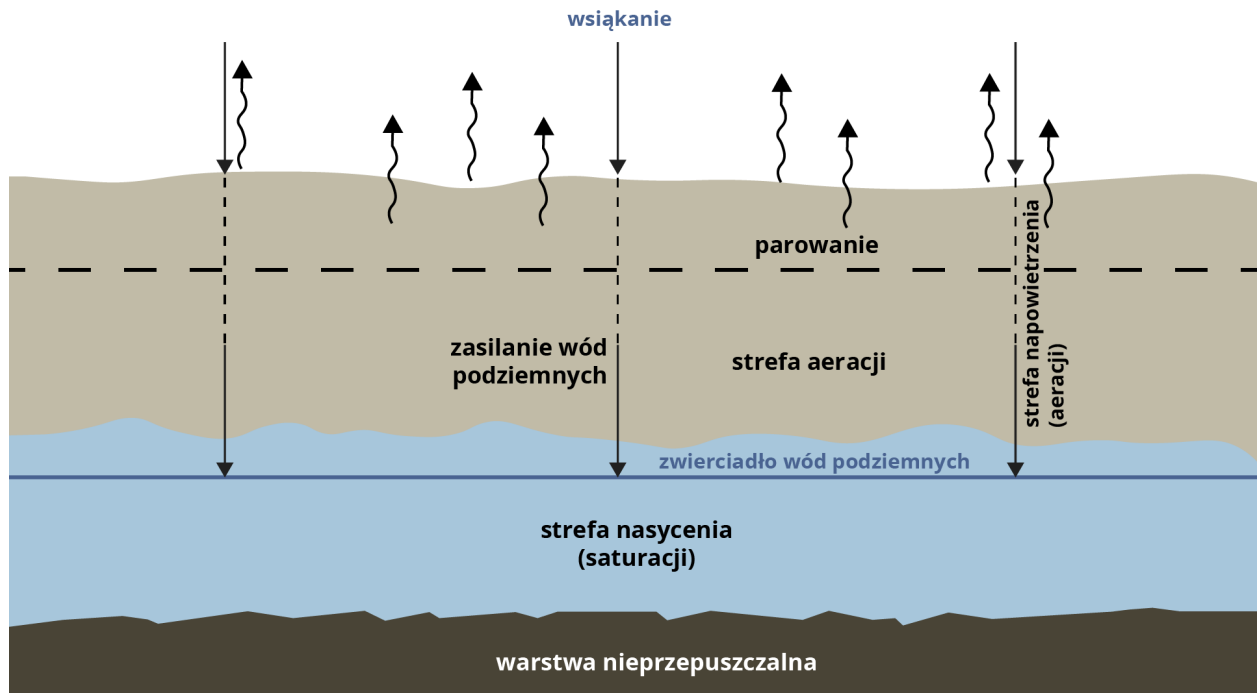
Ilość wody biorącej udział w obiegu hydrologicznym jest stała. Woda nieustannie krąży między atmosferą, powierzchnią ziemi i litosferą, zmieniając stan skupienia i właściwości – paruje z powierzchni gruntu i roślin, wyparowuje w kosmos i w wyniku przemian chemicznych tworzy się w płaszczu Ziemi, ulega kondensacji, tworzy chmury, z opadami deszczu i śniegu trafia na powierzchnię ziemi, spływa po niej i przesiąka w głąb gruntu, gromadzi się w zbiornikach podziemnych (struktury geologiczne zasobne w wody podziemne) i powierzchniowych, po czym ponownie paruje.

Powstawanie wód podziemnych jest elementem tego cyklu. Ich źródłem są bowiem głównie opady deszczu, wody roztopowe, czasem wody rzek, jezior i mórz. Różny jest jednak czas, w jakim zachodzi gromadzenie się wody. Zasadniczą rolę w tym procesie odgrywa budowa geologiczna.

Wody podziemne, zwłaszcza płytko występujące, pochodzą prawie wyłącznie z infiltracji wód opadowych, a w niewielkim stopniu również z infiltracji wód powierzchniowych. Są to tzw. **wody infiltracyjne**. Małe ilości wód podziemnych mogą pochodzić też z kondensacji pary wodnej zachodzącej w **strefie aeracji (wody kondensacyjne)**. Na dużych głębokościach w wodach podziemnych mogą pojawiać się domieszki wód wydzielanych z roztworów magmowych (**wody juwenilne**) oraz wód kopalnych (**wody reliktowe**, zwane również pogrzebanymi lub szczątkowymi). Te ostatnie są zachowanymi w skałach osadowych pozostałościami wód powierzchniowych z dawnych epok geologicznych.

Woda opadowa lub pochodząca z wód powierzchniowych wsiąka w podłoże i przepływa (infiltruje) przez warstwę gruntu z różną prędkością, zależną od jego przepuszczalności. Najbardziej przepuszczalne są skały luźne (np. rumosze, żwiry, piaski) oraz skały zwięzłe, przez które przebiega bardzo gęsta sieć szczelin. Najmniejszą przepuszczalność mają ropy, gliny, margle oraz skały lite, które nie są spękane.

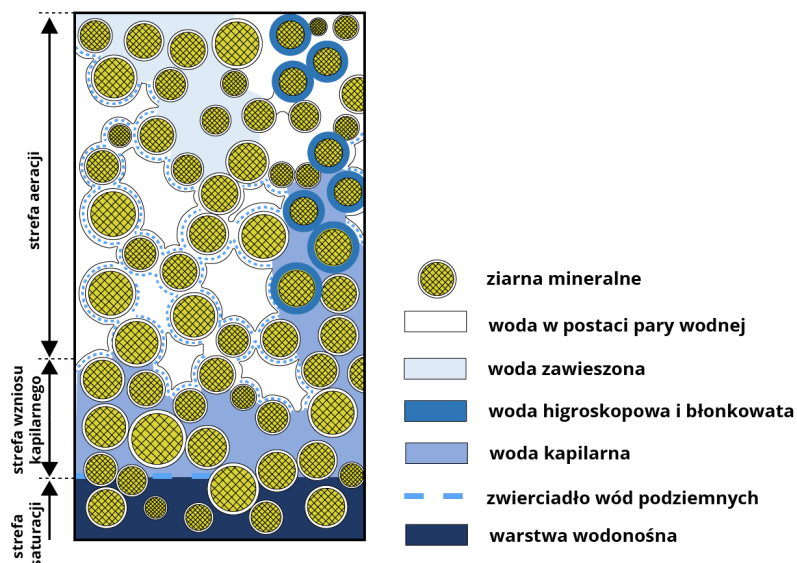
Kiedy przesiąkająca woda napotka przeszkodę, którą jest zwykle warstwa skał nieprzepuszczalnych, wypełnia szczeliny i pory między ziarnami skał zalegającymi powyżej warstwy nieprzepuszczalnej. Tak powstaje warstwa wodonośna, w której wszystkie szczeliny i pory skalne wypełnione są wodą. Warstwa ta to **strefa saturacji** lub nawodnienia. Górną jej granicą jest zwierciadło wody gruntowej.



Powstawanie warstwy wodonośnej

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

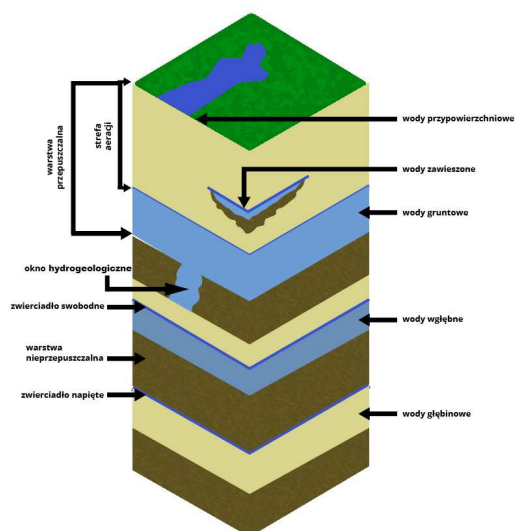
Strefa aeracji nie jest jednak całkowicie pozbawiona wody. Po opadach przez najgrubsze pory i szczeliny przepływa woda **wolna** (grawitacyjna). W okresach bezopadowych w szczelinach i porach skalnych znajduje się powietrze atmosferyczne zawierające parę wodną. Najdrobniejsze ziarna skalne otaczają warstewki wody **higroskopowej** i **blonkowatej**. Są one związane siłami molekularnymi. W drobnych przestworach o średnicy poniżej $8,5 \mu\text{m}$ (zwanymi kapilarami) znajduje się woda **kapilarna**. Może być ona **zawieszona**, kiedy przesiąkająca woda zostaje zatrzymana w warstwie przypowierzchniowej gleby. Drugim typem jest woda **podsiąkająca**, wznosząca się wbrew sile grawitacji od poziomu wodonośnego. Wznios kapilarny może sięgać od kilku centymetrów w piaskach i żwirach do nawet kilku metrów w glinach.



Rodzaje wód występujących w strefie aeracji

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

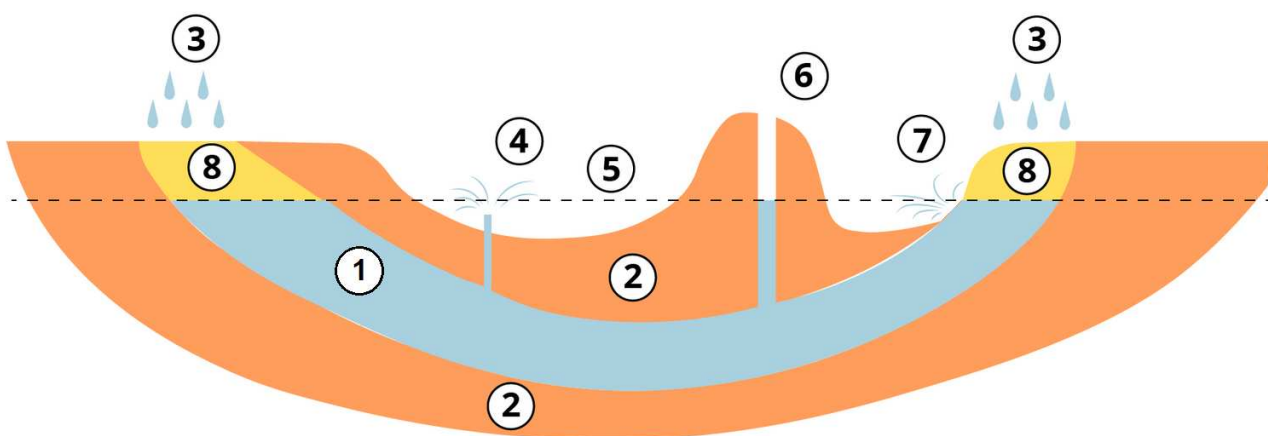
Wody podziemne mogą powstawać i zalegać na różnej głębokości. Decyduje o tym naprzemienne ułożenie warstw przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych umożliwiające powstawanie wielu poziomów wodonośnych. Wymienione powyżej rodzaje wód mogą występować w całej strefie aeracji, także w jej przypowierzchniowej warstwie, którą jest gleba. Nazywane są wtedy łącznie **wodami glebowymi**. Kiedy hamująca przesiąkanie, nieprzepuszczalna warstwa skał leży płytko pod powierzchnią terenu (do 1-2 m), powstają **wody przypowierzchniowe** (zaskórne, wierzchówkowe), które okresowo, w warunkach deficytu opadów i dużego parowania, mogą nawet zanikać. Kiedy warstwa nieprzepuszczalna zalega na głębokości kilku, kilkunastu metrów, gromadząca się nad nią woda tworzy **wody gruntowe** o **zwierciadle swobodnym**, aktywnie uczestniczące w obiegu hydrologicznym. Poniżej warstw nieprzepuszczalnych zalegają **wody wgłębne**, zasilane np. wodami gruntowymi przesiąkającymi przez okna hydrogeologiczne i szczeliny uskoku tektonicznych albo opadami na **wychodniach** skał przepuszczalnych na powierzchnię. Ich zwierciadło jest dostosowane do kształtu nadległych warstw nieprzepuszczalnych. W strefach wychodni lub kontaktu z wodami innych horyzontów jest ono swobodne.



Schemat występowania wód podziemnych na różnych głębokościach

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

Jeżeli jednak warstwy geologiczne mają układ nieckowaty, w utworach przepuszczalnych położonych między warstwami skał nieprzepuszczalnych powstają wody o **zwierciadle napiętym**, charakteryzujące się bardzo wysokim ciśnieniem hydrostatycznym. Kiedy wykona się odwiert lub wykopie studnię sięgającą aż do warstwy wodonośnej, woda samoczynnie podniesie się (**woda subartezyjska**) lub nawet wypłynie na powierzchnię terenu (**woda artezyjska**) zgodnie z zasadą naczyń połączonych.



Schemat powstawania wód artezyjskich i subartezyjskich

1. Warstwa wodonośna nasycona

2. Warstwa nieprzepuszczalna
3. Obszar zasilania
4. Studnia artezyjska
5. Poziom równowagi hydrostatycznej (linia ciśnień piezometrycznych – zwierciadło piezometryczne)
6. Studnia subartezyjska
7. Źródło artezyjskie
8. Warstwa wodonośna nienasycona

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



Studnia artezyjska; Wielki Basen Artezyjski w Queensland, Australia

Źródło: kdliss, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.

Natomiast **woda głębinowa** znajduje się na dużych głębokościach - od kilkudziesięciu do kilkuset metrów, najczęściej pod warstwą skał nieprzepuszczalnych. Układ warstwy wodonośnej zależy od sposobu zalegania warstw geologicznych i ich ułożenia, dlatego wody głębinowe często mają zwierciadło napięte. Nie uczestniczą w cyklu hydrologicznym.

Słownik

strefa aeracji

strefa napowietrzenia, w której pory i szczeliny skalne wypełnia powietrze, a woda znajduje się w postaci pary wodnej, wody kapilarnej oraz błonkowej i higroskopijnej

woda błonkowa

woda występująca w strefie aeracji, powstaje na powierzchni ziaren skalnych, na warstwie wody higroskopijnej, w warunkach, gdy otoczka adsorpcyjna pokrywa całą

powierzchnię ziarna i ustaje proces wiązania cząsteczek pary wodnej

Źródło: [Encyklopedia PWN](#)

woda higroskopijna (higroskopowa)

woda powstawała w strefie aeracji w wyniku adsorpcji cząsteczek pary wodnej z powietrza na powierzchni ziaren skały

woda wolna

woda przemieszczająca się pod wpływem siły grawitacji, występuje w strefie saturacji oraz okresowo w strefie aeracji, podczas przenikania przez glebę; wolna woda wypełnia szczeliny skalne i wolne przestrzenie

wychodnia

obszar występowania skały (lub kompleksu skał) lub struktury geologicznej na powierzchni terenu bądź płytko pod powierzchnią

zwierciadło napięte

zwierciadło wód podziemnych pozostające pod ciśnieniem wyższym od atmosferycznego; jego położenie jest wymuszone przez wyżej leżące utwory nieprzepuszczalne, które uniemożliwiają wzrost poziomu zwierciadła wody; występuje na granicy warstwy wodonośnej i warstwy nieprzepuszczalnej

zwierciadło swobodne

zwierciadło wód podziemnych pozostające pod ciśnieniem atmosferycznym, co umożliwia zmiany jego poziomu; występuje na granicy strefy saturacji i aeracji

Animacja 3D

Polecenie 1

Określ, na czym polega proces powstawania wód podziemnych o zwierciadle swobodnym i zwierciadle napiętym.

Polecenie 2

Określ różnice właściwości fizycznych i chemicznych wód podziemnych o zwierciadle swobodnym i zwierciadle napiętym.

Trwa wczytywanie danych ..

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D14Avgx4C>

Pochodzenie wód podziemnych

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

Nagranie filmowe lekcji pod tytułem *Pochodzenie wód podziemnych*.

Ćwiczenie 1



Ćwiczenie 2



Ćwiczenie 3



Zidentyfikuj rodzaje wód podziemnych przedstawione na rysunku, przeanalizuj proces ich powstawania i wskaż prawidłowy ciąg chronologiczny ich powstawania od najstarszych do najmłodszych; wstaw odpowiednie nazwy w zaznaczone miejsca, korzystając z zestawu zamieszczonego poniżej.

Rodzaje wód:

- A. przypowierzchniowe
- B. głębinowe
- C. gruntowe
- D. wgłębne.

Grafika interaktywna

Polecenie 1

Na podstawie grafiki interaktywnej określ, w jakich utworach uformowała się warstwa wodonośna wód w głębinach w Niece Mazowieckiej. Odpowiedź uzasadnij.

Polecenie 2

Na podstawie grafiki interaktywnej określ cechy fizyczne i chemiczne wód w głębinach Niecki Mazowieckiej wynikające z budowy geologicznej i kształtu warstwy wodonośnej.

Polecenie 3

Na podstawie grafiki interaktywnej określ cechy budowy geologicznej, które umożliwiły występowanie wód artezyjskich w Kotlinie Warszawskiej.

Grafika interaktywna przedstawiająca przekrój geologiczny Niecki Mazowieckiej

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

Polecenie 4

Określ przypuszczalną genezę wód podziemnych występujących na tym obszarze i ich cechy fizyczne oraz chemiczne. Narysuj przypuszczalny przebieg zwierciadła wód podziemnych.

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

Polecenie 5

Rozwiąż ćwiczenie, wybierając właściwe dokończenie zdania.

Jeżeli przy wykonaniu odwiertu sięgającego do poziomu wód wgłębnych nie obserwuje się podnoszenia lub wypływu wody na powierzchnię, świadczy to o:

- braku wody w warstwie wodonośnej.
- występowaniu wód podziemnych o zwierciadle napiętym.
- występowaniu wód podziemnych o zwierciadle swobodnym.

Dla nauczyciela

SCENARIUSZ LEKCJI

Imię i nazwisko autorki: Ewa Malinowska

Przedmiot: geografia

Temat zajęć: Pochodzenie wód podziemnych

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

Podstawa programowa

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

Uczeń:

2) wyróżnia rodzaje wód podziemnych, w tym występujących w okolicy szkoły oraz wyjaśnia powstawanie źródeł.

Kształowane kompetencje kluczowe:

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

Cele operacyjne

Uczeń:

- wymienia rodzaje wód podziemnych,
- charakteryzuje czynniki wpływające na ich powstawanie,
- określa przebieg procesu powstawania wód podziemnych.

Strategie nauczania: asocjacyjna, badawcza (problemowa)

Metody i techniki nauczania: blended learning, IBSE

Formy zajęć: praca w grupach

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

Materiały pomocnicze

Bajkiewicz-Grabowska E., Mikulski Z., *Hydrologia ogólna*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2017.

PRZEBIEG LEKCJI

Faza wprowadzająca

- Przedstawienie celów lekcji.
- Wprowadzenie do tematyki zajęć poprzez przypomnienie definicji wód podziemnych, ich klasyfikacji i ogólnych warunków powstawania – pogadanka, pytania nauczyciela, odpowiedzi uczniów.

Faza realizacyjna

- Uczniowie zapoznają się z częścią „Przeczytaj” e-materiału.
- Omówienie zasad wykonania zadania; zadaniem uczniów jest obejrzenie animacji 3D, analiza studium przypadku, a następnie wykonanie poleceń.
- Podział uczniów na grupy (liczebność grup określa nauczyciel).
- Wyświetlenie na ekranie animacji przedstawiającej proces powstawania wód podziemnych.
- Kilkuminutowa praca w grupach mająca na celu określenie przebiegu procesu powstawania wód podziemnych i wskazanie różnic między właściwościami wód podziemnych o różnych typach zwierciadła (swobodnego i napiętego) – wykonanie polecenia nr 1 i 2.
- Kilkuminutowa dyskusja z udziałem wszystkich uczniów służąca sformułowaniu prawidłowości dotyczących powstawania wód podziemnych. Nauczyciel kontroluje poprawność wypowiedzi, wprowadza uzupełnienia i zadaje pytania naprowadzające.
- Praca w grupach polegająca na analizie studium przypadku – grafiki interaktywnej prezentującej warunki geologiczne Niecki Mazowieckiej – określenie cech wód wgłębnych Niecki Mazowieckiej wynikających z budowy geologicznej i kształtu warstwy wodonośnej – wykonanie polecenia nr 1 i 2.
- Prezentacja na forum klasy wyników pracy w grupach. Dyskusja na temat zależności cech wód podziemnych od ich genezy. Nauczyciel kontroluje poprawność wypowiedzi, wprowadza uzupełnienia, zadaje pytania naprowadzające.
- Podsumowanie przez nauczyciela treści prezentowanych w dyskusji, sporządzenie notatki w zeszycie zawierającej syntetyczne podsumowanie przeprowadzonej dyskusji.

Faza podsumowująca

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

Praca domowa

- Praca pisemna: Określ potencjalne różnice właściwości fizycznych i chemicznych płytkich i wglębnych wód podziemnych.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium

Animacja 3D i grafika interaktywna zawarte w e-materiale mogą być wykorzystane w części lub całości podczas lekcji dotyczących różnych zagadnień hydrologicznych, np. cyklu hydrologicznego, bilansu wodnego, rozmieszczenia wód powierzchniowych na Ziemi, ustrojów rzecznych itp. (zakres podstawowy: IV. 1; zakres rozszerzony: IV. 2, IV. 3). Znajdą także zastosowanie podczas samodzielnej pracy ucznia w domu i w czasie lekcji mającej na celu powtórzenie materiału z bloku tematycznego dotyczącego hydrosfery.