



Budowa lodowca górskiego i jego ruchy

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



Budowa lodowca górskiego i jego ruchy

Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.

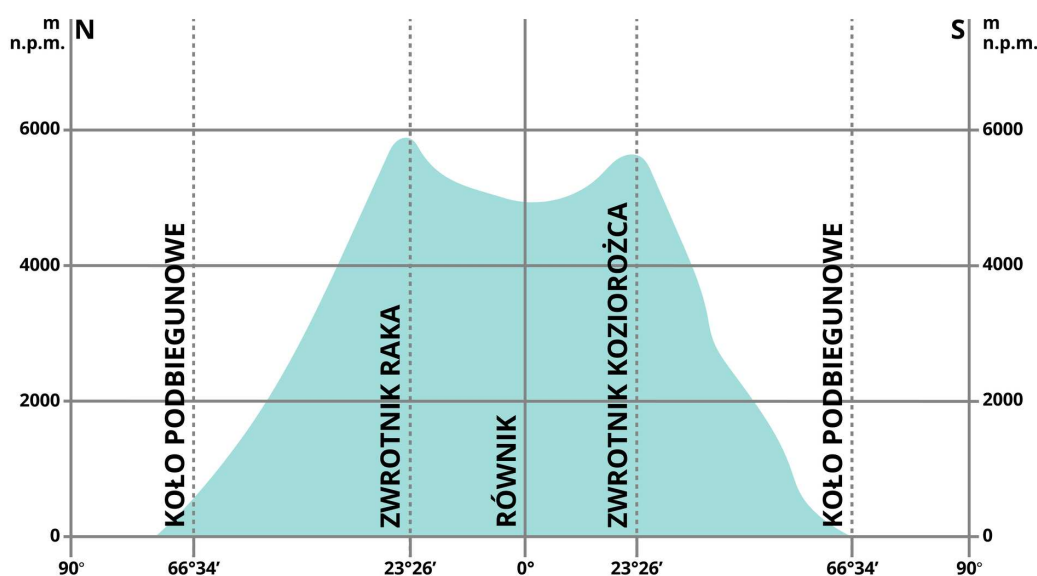
W szkole, w mediach słyszysz często o wzroście efektu cieplarnianego. Powtarzane są informacje, że rosnąca temperatura powietrza na Ziemi spowoduje stopienie lodowców na naszej planecie. Najszybciej zanikną lodowce górskie – są stosunkowo małe i reagują szybko na zmiany klimatu. Warto się nimi zainteresować – za kilkadziesiąt lat mogą być tylko wspomnieniem. Ludzie, zamiast latem np. w Alpach podziwiać osobiście lodowce, będą tylko mogli słuchać opowieści osób, które zdążyły je zobaczyć. Poza tym zostaną nam filmy, zdjęcia, opisy. Czy będzie to takie samo przeżycie, jak zobaczyć lodowce na własne oczy?

Twoje cele

- Omówisz warunki powstawania lodowców górskich.
- Wskażesz przykłady gór, w których występują lodowce.
- Przeanalizujesz budowę lodowca górskiego.
- Wyjaśnisz ruchy lodowca górskiego.

Przeczytaj

Lodowce to wielkie nagromadzenie lodu lodowcowego istniejącego przez dłuższy czas, które powstało w wyniku przeobrażenia się śniegu zalegającego powyżej granicy wieloletniego śniegu i poruszające się powoli pod wpływem własnego ciężaru. Lodowce zajmują około 11% powierzchni lądowych. Aby powstały, musi być spełnionych kilka warunków. Masa śniegu pochodząca z opadów atmosferycznych (głównie w zimnej części roku) może przetrwać, jeżeli sprzyjają temu warunki klimatyczne także w okresie letnim. Mówimy o położeniu obszaru powyżej **granicy wieloletniego (wiecznego) śniegu**. Położenie tej granicy zależy od szerokości geograficznej.



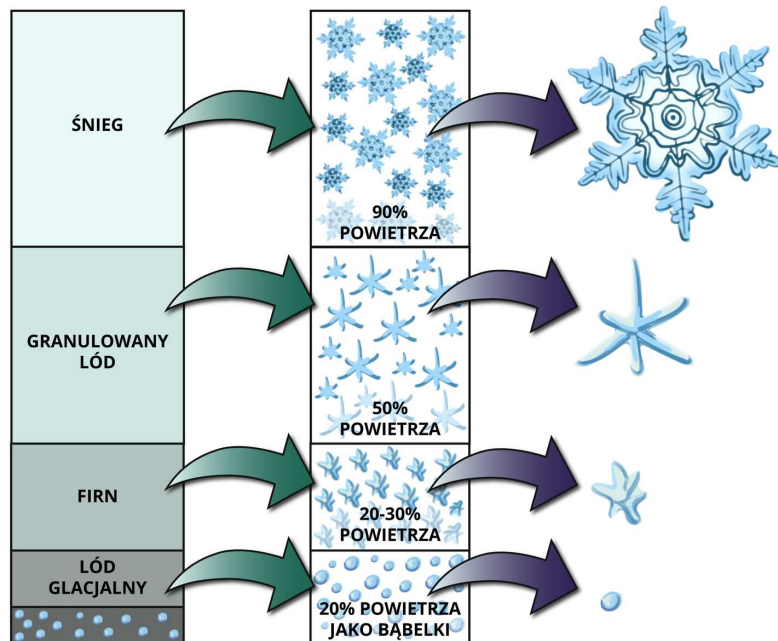
Położenie granicy wieloletniego śniegu w zależności od szerokości geograficznej

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

Przy powstaniu lodowca górskiego bardzo ważna jest także rzeźba terenu, która powinna sprzyjać gromadzeniu się śniegu. Muszą więc istnieć zagłębienia (czy nisze) w zboczach skalnych, doliny położone na odpowiedniej wysokości n.p.m.

W pokrywie śnieżnej składającej się z płatków śniegu znaczną część objętości stanowi powietrze – nawet do 90%. W wyniku osiadania kolejnych warstw śniegu następuje jego zagęszczenie, część śniegu ulega stopieniu i ponownemu zamarzaniu (ale już w głębszych warstwach) – maleje ilość powietrza. Tworzy się **firn**. Jest on formą pośrednią między śniegiem a lodem lodowcowym. Proces przekształcania trwa więc dalej, prowadzi do przemiany firnu w lód firnowy (20-30% powietrza), składający się z kryształków lodu spojonych drobnokrystaliczną masą lodową. Na koniec powstaje właśnie lód lodowcowy (od

kilku do maksymalnie 20% powietrza). Szacuje się, że z warstwy śniegu o miąższości 15 m powstaje warstwa lodu o miąższości 1 mm. Opisany proces przebiega w odmiennym tempie na obszarach położonych na różnych szerokościach geograficznych.

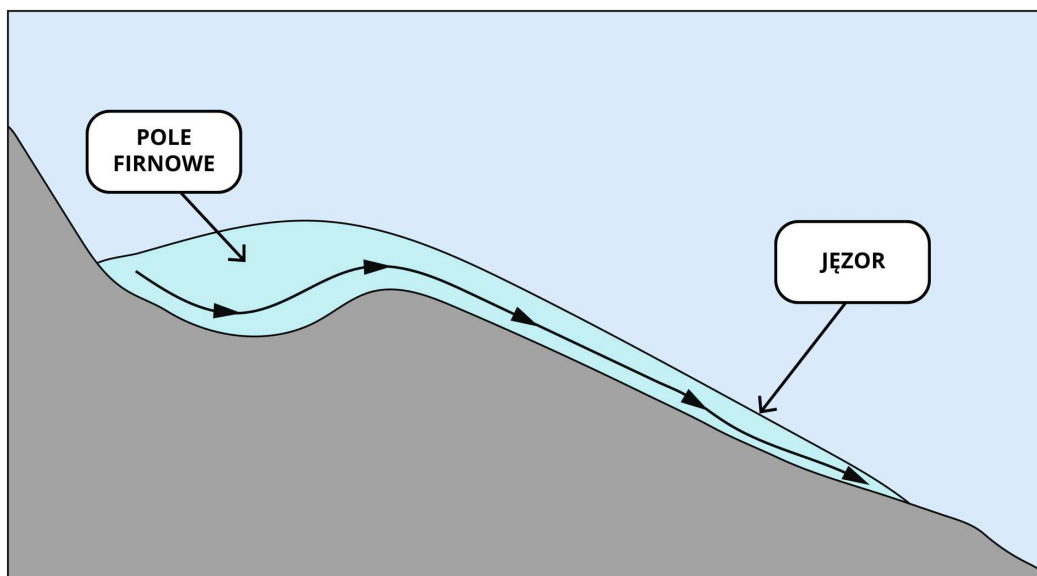


Schemat przekształcania się śniegu w lód lodowcowy

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

Budowa lodowca górskiego

Typowy lodowiec górski składa się z dwóch części: pola firnowego i jezora lodowcowego, rozdzielonych granicą wieloletniego śniegu.



Pole firnowe znajduje się powyżej granicy wieloletniego śniegu – jest obszarem, na którym następuje zasilanie w świeże masy śniegu, podlegające z czasem przekształceniu w lód lodowcowy. Jest to obszar akumulacji.

Poniżej granicy wieloletniego śniegu położony jest obszar, gdzie w wyniku topnienia następuje utrata części masy lodowca. Jest to obszar **ablacji** obejmujący jezor lodowcowy.

Porównanie wielkości obu procesów (akumulacji i ablacji) pozwala określić bilans lodowca, który może być dodatni (akumulacja większa od ablacji) lub ujemny (przeważa ablacja). Może on być także zerowy przy tym samym natężeniu obu procesów. W przypadku takiej równowagi położenie czoła lodowca się nie zmieni – lodowiec będzie w fazie stagnacji. Przy bilansie dodatnim czoło lodowca będzie wędrować do przodu – można powiedzieć, że lodowiec będzie w stanie transgresji. Przy bilansie ujemnym – czoło lodowca będzie się cofać i będzie to stan recesji lodowca (regresja).

Przykłady najdłuższych lodowców

Ameryka Północna

- Lodowiec Beringa – USA (Alaska) – 203 km
- Lodowiec Petermanna – Grenlandia – 45 km
- Lodowiec Malaspina – USA (Alaska, Góry Świętego Eliasza) – 113 km
- Lodowiec Nabesna – USA (Alaska, Góry Wrangla) – 80 km

Ameryka Południowa

- Lodowiec Upsala – Chile, Argentyna (Andy) – 60 km
- Ventisquero Bismarck – Chile (Andy) – 50 km

Azja

- Fedczenki – Tadżykistan (Pamir) – 77 km (według innych źródeł 71 km)
- Siachen – na granicy Indii i Pakistanu w Kaszmirze (Karakorum) – 71 km
- Rongbuk – Chiny (Himalaje) – 52 km
- Gantori – Indie (Himalaje) – 30 km

Europa

- Grosse Aletschgletscher – Szwajcaria (Alpy Berneńskie) – 25 km

- Fieschergletscher – Szwajcaria (Alpy Berneńskie) – 16 km

Australia i Oceania

- Lodowiec Tasmana – Nowa Zelandia (Alpy Południowe) – 29 km
- Lodowiec Franciszka Józefa – Nowa Zelandia (Alpy Południowe) – 14 km

Źródło: *Encyklopedia PWN*

Ruchy lodowca górskiego

Lodowiec jest w ciągłym ruchu. Jego prędkość jest różna nawet w poszczególnych częściach tego samego lodowca, zależy m.in. od typu lodowca, regionu, w którym występuje. Lodowce górskie, dolinne, przemieszczają się dość szybko, z prędkością od kilkudziesięciu do kilkuset m/rok. Jęzory lodowców wysuwające się z lądolodu Grenlandii osiągają prędkość maksymalnie nawet do 8-10 km/rok. Czasem prędkość lodowców wynosi nawet 100 metrów na dobę (niektóre lodowce w górach Pamiru). Jest to tzw. „szarża” lodowca – przy odpowiednio zmienionych warunkach naturalnych prędkość rośnie nawet kilkudziesięciokrotnie w porównaniu ze średnią prędkością lodowca w normalnych warunkach. Nie jest do końca wyjaśnione powstawanie zjawiska szarży, wiadomo jednak, że podstawowym warunkiem jest możliwość zatrzymywania wody w podłożu lodowca tak, aby osiągnąwszy wysokie ciśnienie, spowodowała szybki ślizg denny lodowca na większej przestrzeni.

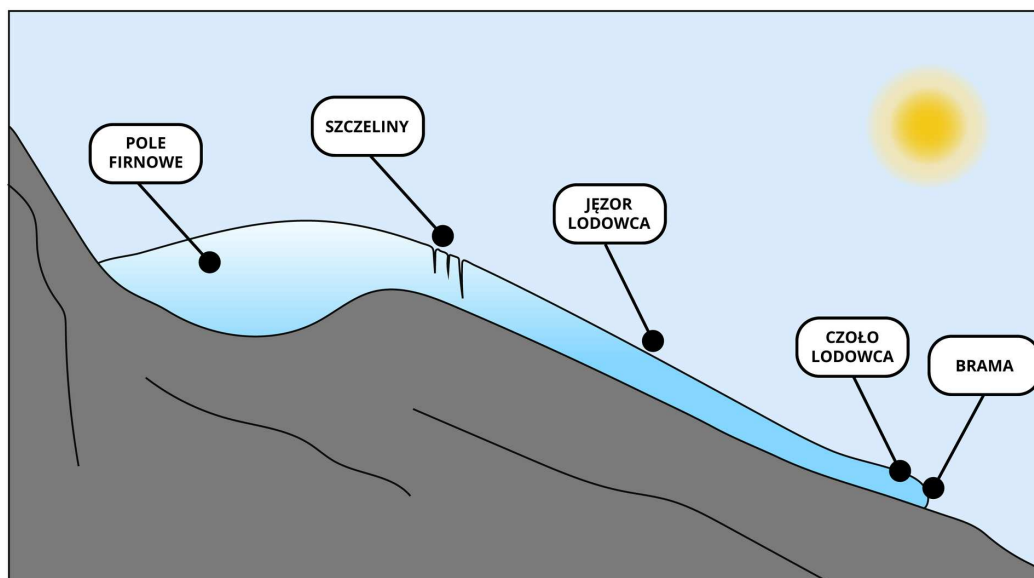
Ruch lodowca może następować w różny sposób. Teoria ślizgowa przyjmuje założenie, że lodowiec może ześlizgiwać się po nachylnym podłożu. Może także zachodzić tzw. płynięcie plastyczne. Polega ono na przemieszczaniu się poszczególnych cząstek lodu w wyniku pewnego ciśnienia. Lód pod wpływem ciśnienia zachowuje się jak ciało plastyczne (np. jak wosk). Wymieniana jest też np. teoria translacyjna – zakłada proces przesuwania się lodowych blaszek (z których zbudowane są kryształy lodowca) lub całych kryształów względem siebie w płaszczyźnie poziomej. Ruchowi lodowca sprzyja w dużym stopniu występowanie wody na kontakcie spągu lodowca ze skalnym podłożem.

Podsumowując, na ruch lodowca w poszczególnych jego częściach mają wpływ czynniki zewnętrzne (np. ukształtowanie terenu, warunki klimatyczne, a nawet budowa geologiczna) oraz czynniki wewnętrzne (np. rozmiary, położenie n.p.m. poszczególnych części lodowca czy też jego kształt).

Prędkość ruchu lodowca rośnie stopniowo od górnych jego partii do granicy wieloletnich śniegów – tutaj osiąga najwyższe wartości. Dalej (w dół jęzora lodowcowego) prędkość ruchu maleje. W przekroju poprzecznym największe prędkości występują w środkowej części i maleją ku brzegom i ku spągowi lodowca. Jest to wynik rosnącego tarcia o ściany

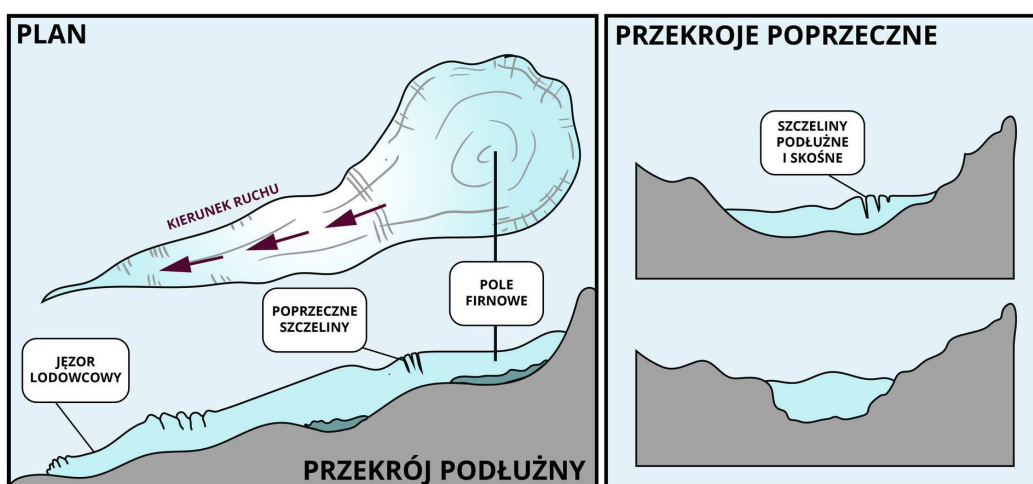
skalne doliny i jej dno. Z większą prędkością przesuwają się lodowce w ciągu dnia, nocą wolniej. Szybciej też wędrują latem niż zimą.

Uwzględniając różne tempo ruchu lodowca i zróżnicowanie podłoża, po którym się porusza, można przewidywać, że podczas takiego ruchu na powierzchni i w jego wnętrzu dochodzi do różnych pęknięć – powstają szczeliny lodowe.



Budowa lodowca górskiego

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



Przekrój poprzeczny i podłużny lodowca górskiego

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

Słownik

abłacja lodowca

topnienie lodowca w miarę jego spływania w cieplejsze strefy, poniżej granicy wiecznego śniegu; jest spowodowana pochłanianiem energii promieniowania słonecznego oraz dopływem ciepła z głębi Ziemi

firn

śnieg pokrywy śnieżnej, przekryształizowany, ziarnisty, wskutek powtarzających się procesów odmarzania i zamarzania oraz nacisku warstw górnych

granica wieloletniego śniegu (linia wiecznego śniegu)

linia na określonej wysokości, powyżej której normalnie więcej śniegu przybywa, niż się topi

jęzor lodowcowy

część lodowca dolinnego (górskiego) w obrębie doliny, poniżej linii wiecznego śniegu

pole firnowe

pokrywa śnieżna powyżej granicy wieloletniego śniegu, składająca się ze śniegu przekryształizowanego, ziarnistego, zasilającego najczęściej lodowiec

Animacja 3D

Polecenie 1

Zapoznaj się z animacją i podaj różnicę między lodowcem norweskim a alpejskim.

Trwa wczytywanie danych..



**BUDOWA LODOWCA
GÓRSKIEGO I JEGO RUCHY**

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D12m8QoGb>

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

Film nawiązujący do treści materiału - dotyczy budowy lodowca górskiego i jego ruchów.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Oceń, czy podane stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Najdłuższym lodowcem na kuli ziemskiej jest lodowiec Fedczenki w Pamirze.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
W Europie najdłuższe lodowce można podziwiać w Alpach Berneńskich.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Poniżej granicy wieloletniego śniegu znajduje się pole firnowe.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lód firnowy jest końcowym etapem przekształcania się śniegu w lód, zachodzącym na polu firnowym lodowca.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ćwiczenie 2



Prędkość ruchu lodowca w poszczególnych jego częściach jest różna i zależy od czynników wewnętrznych i zewnętrznych. Przyporządkuj wymienione czynniki do tych dwóch grup.

warunki klimatyczne, w których przemieszcza się lodowiec, wielkość (rozmiary) poszczególnych części lodowca, typ skał w podłożu lodowca, ich odporność na niszczenie, rzeźba i nachylenie podłoża, po którym porusza się lodowiec, kształt lodowcowej pokrywy w poszczególnych jej częściach, położenie n.p.m. poszczególnych części lodowca

Czynniki wewnętrzne	
Czynniki zewnętrzne	

Ćwiczenie 3



Części lodowca górskiego

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

Ćwiczenie 4



Opisz, jaki wpływ ma rzeźba terenu na formowanie się lodowca górskiego.

Ćwiczenie 5



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

Ćwiczenie 6



Przedstaw zależności, jakie występują między szerokością geograficzną, orografią terenu i klimatem a wielkością lodowców górskich.

Ćwiczenie 7

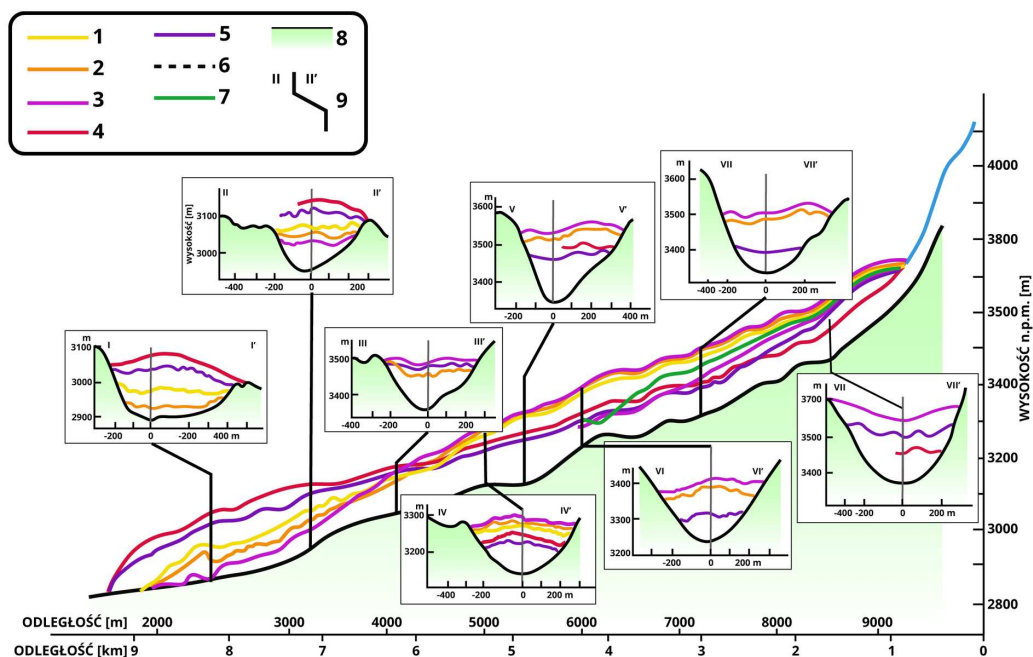


W Tatrach granica wieloletniego śniegu przebiega na wysokości ok. 2200 m n.p.m. Wyjaśnij, dlaczego w Tatrach nie występują lodowce górskie.

Ćwiczenie 8



Korzystając z przekrojów poprzecznych lodowca górskiego w różnych jego miejscach, porównaj wygląd lodowca przed i po szarży.



Przekroje poprzeczne w wyznaczonych miejscach lodowca

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

Dla nauczyciela

SCENARIUSZ LEKCJI

Imię i nazwisko autora: Anna Ruszczyk

Przedmiot: geografia

Temat zajęć: Budowa lodowca górskiego i jego ruchy

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

Podstawa programowa

IV. Hydrosfera: zasoby wód na Ziemi, morza, prądy morskie, sieć rzeczna, lodowce.

Uczeń:

5. wyjaśnia proces powstawania lodowców i przedstawia ich występowanie na Ziemi.

Kształtowane 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:

- wyjaśnia, w jaki sposób powstają lodowce górskie,
- wskazuje na mapie świata przykłady gór, w których występują lodowce,
- rozpoznaje elementy budowy lodowca górskiego,
- wyjaśnia ruchy lodowca górskiego.

Strategie nauczania: asocjacyjna, problemowa

Metody nauczania: dyskusja, pogadanka, mapa mentalna, metody operatywne (praca z mapą, z tekstem e-materiału)

Formy zajęć: praca indywidualna, praca w parach, praca na forum klasy

Środki dydaktyczne: tablica interaktywna/monitor dotykowy/tablety, e-materiał, zdjęcia przykładowych lodowców górskich, podręcznik, atlas, mapa fizyczna świata

Materiały pomocnicze:

K.L. Dawydow, A.A. Dmitrijewa, N.G. Konkina, *Hydrologia ogólna*, PWN, Warszawa 1979.

J. Desperak, J. Balon, *Tablice geograficzne*, Świat Książki, Warszawa 2003 s. 377–387.

A. Jahn, *Lodowce*, Spółdzielnia Wydawniczo-Oświatowa „Czytelnik”, Warszawa 1950.

Z. Preisner, *Lodowce świata*, Biblioteczka geograficzna „Świat w pigułce”, Oficyna Wydawnicza „Turpress”, Toruń.

PRZEBIEG LEKCJI

Faza wprowadzająca

- Nauczyciel wprowadza uczniów w tematykę zajęć – przedstawia uczniom zdjęcia lodowców górskich, inicjuje krótką pogadankę na ich temat (może podkreślić walory krajobrazowe, atrakcyjność turystyczną itp.).
- Nauczyciel przedstawia temat i cele lekcji.

Faza realizacyjna

- Nauczyciel zadaje uczniom pytanie, jakie warunki muszą być spełnione, żeby powstały lodowce? W dyskusji należy ustalić warunki gromadzenia się śniegu – ilość opadów, ukształtowanie powierzchni, granica wieloletniego śniegu (analiza schematu z e-materiału).
- Na podstawie schematu z e-materiału uczniowie omawiają przemianę śniegu w lód lodowcowy.
- Uczniowie w dyskusji wskazują elementy budowy lodowców górskich, przedstawiają sposoby ich powstawania i ruchu (należy zwrócić uwagę na wpływ warunków klimatycznych i kąta nachylenia podłoża na prędkość lodu w jezorze lodowcowym).
- Nauczyciel zwraca uwagę na ruch sztywnego lodu – powstawanie szczelin lodowcowych (wykorzystanie e-materiału).
- Nauczyciel prosi uczniów, aby pracując w parach, wyszukali w atlasie przykłady gór (w różnych szerokościach geograficznych i na różnych kontynentach), w których występują lodowce.
- Uczniowie wskazują przykładowe góry na mapie fizycznej świata – krótka dyskusja na temat występowania lodowców w danym miejscu (nawiązanie również do granicy wieloletniego śniegu).
- Uczniowie oglądają animację 3D, wykonują polecenie zawarte w e-materiale.
- Uczniowie indywidualnie rozwiązują ćwiczenia zawarte w e-materiale. Nauczyciel wspiera uczniów, wyjaśnia ewentualne trudności.

Faza podsumowująca

- Nauczyciel omawia przebieg zajęć, podsumowuje etapy lekcji, ocenia pracę uczniów na lekcji, biorąc pod uwagę ich możliwości oraz zaangażowanie.
- Wybrany uczeń podsumowuje zajęcia, zwracając uwagę na nabyte umiejętności, inni uczniowie również wypowiadają się na temat lekcji – co było łatwe, trudne, ciekawe itd.

Praca domowa

- Korzystając z atlasu, znajdź na mapie świata góry o podobnej do Tatr wysokości n.p.m. Czy występują na ich obszarze lodowce? Wyjaśnij, dlaczego? Wskaż góry niższe od Tatr, w których powstają lodowce – zastanów się, dlaczego? Zapisz wnioski.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium

Animację 3D można wykorzystać w toku lekcji utrwalającej wiadomości z działu „Hydrosfera” (zakres podstawowy: IV). Animacja 3D może być wykorzystana do samodzielnego rozszerzania i pogłębiania wiedzy przez ucznia w domu i w czasie lekcji. Może znaleźć zastosowanie na lekcji poświęconej rzeźbotwórczej działalności lodowców (zakres podstawowy: V. 3).