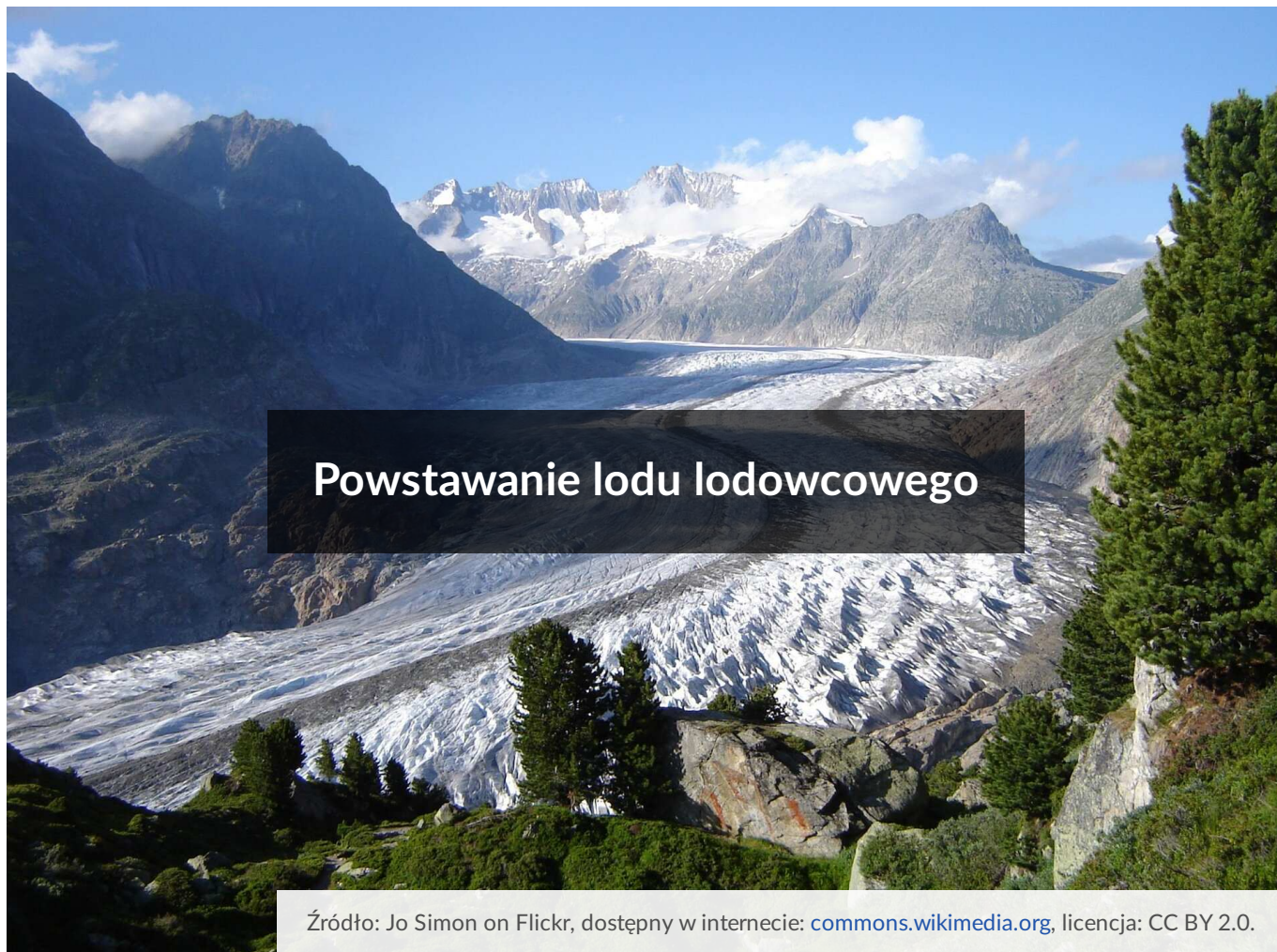




Powstawanie lodu lodowcowego

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



Na Ziemi istnieją obszary, gdzie występuje wieczny śnieg. Lata są zbyt zimne, by pokrywa śnieżna mogła stopnieć, więc zalega on cały rok, tworząc idealne warunki do powstawania lodowców. Jak śnieg zamienia się w lód lodowcowy? Jakie czynniki muszą zaistnieć, by powstał lodowiec? Dowiesz się tego, zapoznając się z e-materiałem.

Twoje cele

- Wymienisz czynniki, które mają wpływ na powstawanie lodowców.
- Scharakteryzujesz proces powstawania lodu lodowcowego.
- Omówisz i rozpoznasz poszczególne etapy powstawania lodu lodowcowego.

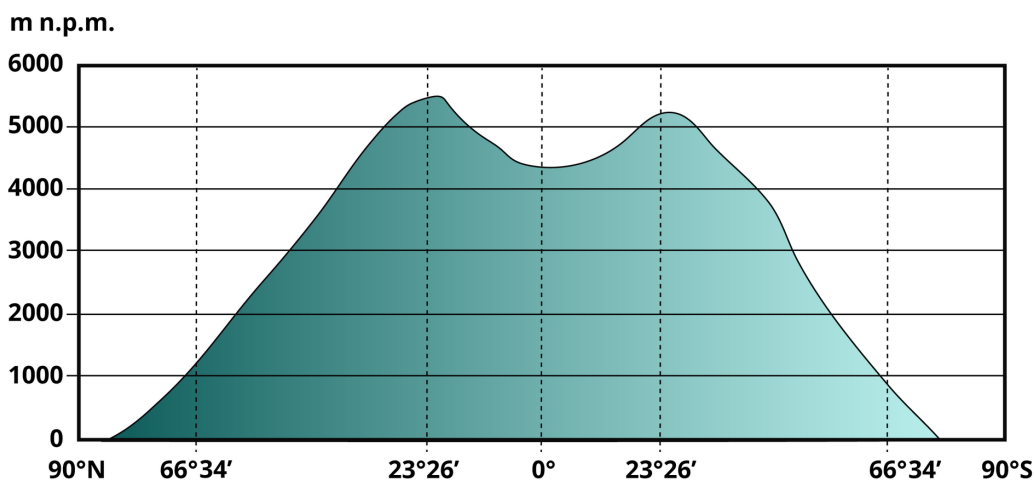
Przeczytaj

Lodowiec to wolno płynąca masa lodu powstałego z przekształcenia się pokładów wiecznego **śniegu**. Lodowce są największym rezerwuarem wody słodkiej na Ziemi i drugim po oceanach wody na świecie.

Aby lodowiec mógł powstać, musi zaistnieć szereg warunków, takich jak:

- przewaga opadów nad topnieniem,
- lokalne spłaszczenia lub wklęsłości terenu, sprzyjające gromadzeniu się śniegu,
- temperatura ujemna (średnia roczna temperatura poniżej 0°C).

Opady śniegu występują na około 40% obszarów lądowych, ale tylko w wysokich szerokościach geograficznych i na obszarach wysokogórskich występuje dodatni bilans śniegu. Granicę obszaru o dodatnim bilansie śniegu określa się jako granicę wieloletniego śniegu. Granica wieloletniego śniegu zmienia się wraz z szerokością geograficzną. Najwyżej położona jest na obszarach zwrotnikowych. Tam lodowce mogą powstawać na wysokościach od 5000 do 6000 m n.p.m. Wiąże się to także z małymi opadami. W strefie równikowej granica występuje na wysokości ok. 4500–5000 m n.p.m. W wyższych szerokościach geograficznych granica ta leży coraz niżej. W strefie umiarkowanej waha się w przedziale 1500–3500 m n.p.m., w środkowej Europie przebiega na wysokości około 2300 m n.p.m., a w pobliżu biegunów schodzi do poziomu morza. Jednak nawet w strefach polarnych powstawanie lądolodów możliwe jest tylko w warunkach klimatu morskiego. Dodatkowych mas śniegu mogą dostarczać wiatry, a w górach także lawiny.



Granica wieloletniego śniegu w zależności od szerokości geograficznej

Bardzo ważnym warunkiem powstawania lodowców jest także występowanie stosunkowo rozległych, płaskich lub jeszcze lepiej wklęsłych powierzchni, na których może gromadzić się śnieg i stopniowo przekształcać się w lód.

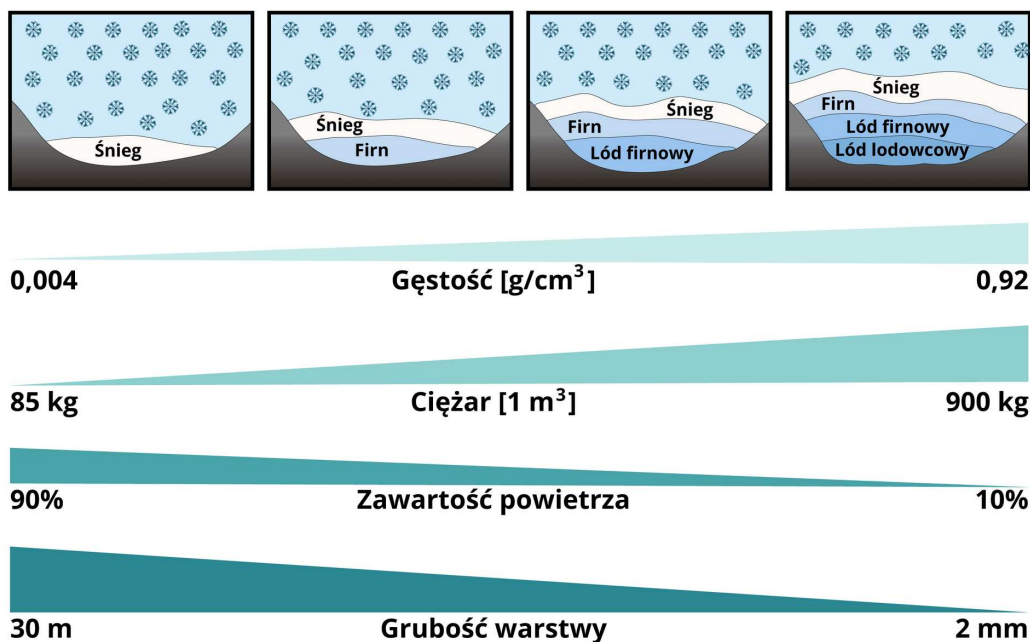
Ujemna temperatura jest niezbędnym warunkiem tworzenia się lodowców, a średnia roczna temperatura musi być poniżej 0°C. Niestety, ze względu na globalne ocieplenie, obszarów takich jest obecnie coraz mniej. Powierzchnia lodowców na wszystkich kontynentach maleje.

Obszar akumulacji śniegu i przekształcania się go w **lód lodowcowy** to **pole firnowe**.

Powstawanie lodu lodowcowego przebiega w kilku etapach.

1. Śnieg spada w postaci puchu. 90% jego objętości stanowi powietrze.
2. Kryształki śniegu pod wpływem działania promieni słonecznych, wiatru, deszczu, nadtapiają się i zamarzają na przemian. Mniejsze kryształki szybciej topnieją, dlatego przy ponownym zamarzaniu woda krystalizuje się wokół niestopionych kryształków, tworząc ziarna o grubości około 1 mm, nazywane **firnem**.
3. Nowe warstwy świeżego śniegu wywierają coraz większe ciśnienie na warstwy stare, wyciskając z nich powietrze. Poszczególne ziarna firnu, nadtapiając się i zamarzając, powiększają swoją objętość i tworzą białą masę, zwaną **lodem firnowym**. Większe ziarna spójne są w tym lodzie drobnoziarnistym cementem lodowym.
4. Lód lodowcowy powstaje na głębokości kilkudziesięciu metrów z przeobrażenia lodu firnowego. Lód lodowcowy jest utworem gruboziarnistym, złożonym z ziaren o wymiarach 10–50 mm. Ich wielkość wynika z zupełnego stopienia się mniejszych kryształów i przymarzania wody do większych kryształów. Wskutek tego lód lodowcowy jest pozbawiony cementu lodowego.

Ocenia się, że z warstwy świeżego śniegu o miąższości 15 metrów powstaje warstwa lodu lodowcowego o grubości zaledwie 1 mm. Czas tego przeobrażenia jest bardzo zróżnicowany: od zaledwie 3–5 lat w niektórych lodowcach Alaski aż po ponad 100 lat na północy Grenlandii.



Zmiany właściwości śniegu i lodu w procesie przekształcania się w lód lodowcowy

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

Słownik

firn

forma przejściowa między śniegiem i lodem firnowym; gęstość: 0,4–0,8 g/cm³; powstaje w wyniku przeobrażenia się luźnych kryształów śniegu w agregaty ziaren lodu o średnicy dochodzącej do kilku milimetrów; proces ten zachodzi podczas wielokrotnego podtapiania, a następnie zamarzania śniegu

lód firnowy

stadium pośrednie między firnem i lodem lodowcowym, odznacza się gęstością 0,8–0,9 g/cm³; składa się z kryształów lodu spojonych drobnokrystaliczną masą lodową, która powstała wskutek topnienia śniegu powierzchniowego

lód lodowcowy

lód o budowie ziarnistej, będącej wynikiem kilku faz przemian pod wpływem nagromadzenia się kolejnych warstw śniegu

pole firnowe

obszar u początku lodowca górskiego, powyżej linii wieloletniego śniegu; najczęściej zajmuje kotliny górskie i rozległe zagłębienia; pole firnowe jest strefą akumulacji, w której dochodzi do nagromadzenia się mas śnieżnych i ich stopniowego przeobrażania się w firn, lód firnowy, lód lodowcowy; obszar zasilania lodowca

śnieg

opad atmosferyczny w postaci kryształków lodu o kształtach głównie sześcioramiennych gwiazdek, łączących się w płatki śniegu; po opadnięciu na ziemię tworzy porowatą pokrywę śnieżną, także nazywaną śniegiem

Animacja 3D

Zapoznaj się z animacją i wykonaj polecenia.

Trwa wczytywanie danych..

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

Powstanie lodu lodowcowego

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

Film nawiązujący do treści materiału

Polecenie 1

Opisz warunki niezbędne przy powstawaniu lodowców.

Polecenie 2

Na podstawie animacji wymień czynniki wpływające na powstanie lodu lodowcowego.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Oceń, czy poniższe stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

| Stwierdzenie | Prawda | Fałsz |
|--|-----------------------|-----------------------|
| Miejsce gromadzenia się śniegu i jego przekształcanie się w lód lodowcowy to jezior lodowcowy. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Granica wieloletniego śniegu to wysokość, powyżej której w ciągu roku więcej śniegu spada, niż się topi. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Firn ma większą zawartość powietrza niż śnieg. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| Pod wpływem działania promieni słonecznych, wiatru i deszczu śnieg przekształca się w firn. | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Ćwiczenie 2



Zaznacz, jak zmieniają się właściwości śniegu i lodu w procesie tworzenia się lodu lodowcowego.

- gęstość maleje/wzrasta
- ciężar maleje/wzrasta
- zawartość powietrza maleje/wzrasta
- grubość warstwy maleje/wzrasta

Ćwiczenie 3



Przyporządkuj wysokość granicy wieloletniego śniegu do odpowiedniego obszaru.

| | |
|------------------------|--------------------|
| obszary okołobiegunowe | 0–100 m n.p.m. |
| strefa umiarkowana | 5000–6000 m n.p.m. |
| obszary zwrotnikowe | 4500–5000 m n.p.m. |
| strefa równikowa | 1500–3500 m |

Ćwiczenie 4



Uzupełnij tekst, korzystając ze sformułowań zamieszczonych poniżej.

Lód lodowcowy to lód o budowie , będącej wynikiem kilku faz przemian pod wpływem nagromadzenia się kolejnych warstw . Śnieg przekształca się w , kolejny etap to powstanie lodu firnowego, który składa się z kryształków lodu spojonych ze sobą .

firn

cementem lodowym

śniegu

ziarnistej

Ćwiczenie 5



Przyporządkuj zawartość powietrza do poszczególnych etapów powstawania lodu lodowcowego.

| | |
|---------------|--------|
| lód firnowy | 50% |
| lód lodowcowy | 10% |
| śnieg | 20–30% |
| firn | 90% |

Ćwiczenie 6

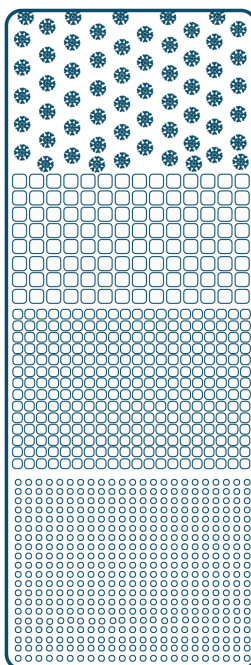


Wymień czynniki, które muszą zaistnieć, aby powstał lód lodowcowy.

Ćwiczenie 7



Rozpoznaj i podpisz na ilustracji etapy powstawania lodu lodowcowego.

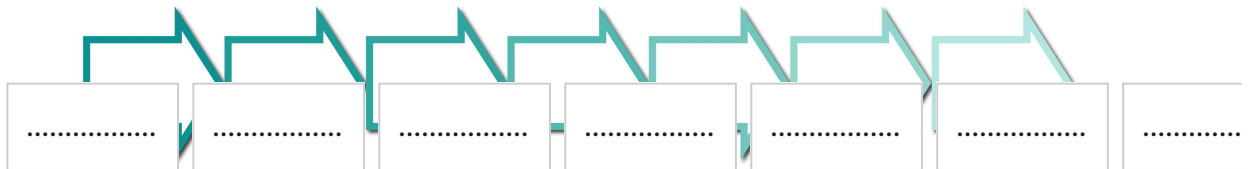


Ćwiczenie 8



Wpisz w odpowiednich miejscach schematu oznaczenia literowe opisanych poniżej faz powstawania lodu lodowcowego.

- A. Pojawienie się wody na skutek nacisku położonych wyżej warstw śniegu i firnu
- B. Powstawanie lodu lodowcowego
- C. Wielokrotne topnienie i zamarzanie śniegu
- D. Powstawanie lodu firnowego
- E. Wzrost ciśnienia spowodowany dalszym naciskiem ogromnych mas lodu firnowego
- F. Powstawanie firnu
- G. Gromadzenie się śniegu w polu firnowym



Dla nauczyciela

SCENARIUSZ LEKCJI

Imię i nazwisko autorki: Magdalena Filewicz

Przedmiot: geografia

Temat zajęć: Powstawanie lodu lodowcowego

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.

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 czynniki, które mają wpływ na powstawanie lodowców,
- charakteryzuje proces powstawania lodu lodowcowego,
- omawia i rozpoznaje poszczególne etapy powstawania lodu lodowcowego.

Strategie nauczania: asocjacyjna

Metody i techniki nauczania: blended learning, IBSE

Formy pracy: praca indywidualna, praca całego zespołu klasowego

Środki dydaktyczne: e-materiał, komputer, rzutnik, mapa świata, atlasy geograficzne

Materiały pomocnicze

PRZEBIEG LEKCJI

Faza wprowadzająca

- Czynności wstępne (powitanie, sprawdzenie listy obecności, sprawdzenie pracy domowej).
- Przedstawienie celów lekcji.
- Wprowadzenie do tematu. Nauczyciel prosi uczniów o wskazanie obszarów na mapie świata, gdzie odnotowuje się zawsze temperatury ujemne, a śnieg nigdy nie topnieje. Uczniowie posiłkują się atlasem geograficznym.

Faza realizacyjna

- Nauczyciel prosi uczniów, by korzystając z różnych źródeł informacji, wyjaśnili, czym jest lodowiec i w jaki sposób powstaje.
- Następnie nauczyciel, korzystając z e-materiału, wskazuje, jakie warunki muszą zaistnieć, aby powstał lód lodowcowy. Prosi uczniów o wyjaśnienie pojęcia granicy wieloletniego śniegu.
- Uczniowie na podstawie grafiki z części „Przeczytaj” wyjaśniają, na jakich wysokościach w poszczególnych szerokościach geograficznych występuje granica wieloletniego śniegu.
- Uczniowie analizują animację 3D zawartą w e-materiale i omawiają etapy powstawania lodu lodowcowego. Nauczyciel czuwa nad przebiegiem i poprawnością wypowiedzi uczniów.
- Uczniowie na podstawie grafiki zawartej w e-materiale wyjaśniają, jakie zmiany zachodzą w poszczególnych etapach powstawania lodu lodowcowego.
- Nauczyciel odpowiada na ewentualne pytania uczniów.

Faza podsumowująca

- Podsumowanie i utrwalenie wiedzy poprzez rozwiązanie ćwiczeń zawartych w e-materiale.
- Przypomnienie celów lekcji.
- Nauczyciel ocenia pracę uczniów, biorąc pod uwagę ich zaangażowanie i możliwości.

Praca domowa

- Korzystając z dostępnych źródeł informacji, wskaż, na jakiej wysokości przebiega granica wieloletniego śniegu w Tatrach. Wyjaśnij, dlaczego w Tatrach nie tworzą się lodowce.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium

Animacja 3D zawarta w e-materiale może zostać kontekstowo wykorzystana podczas zajęć poświęconych zmianom zasięgu lodowców (zakres rozszerzony: XVIII. 8).