



IV. Hydrosfera

5. Lodowce górskie i lądolody



Lodowce

Glacjologia. Znaczenie lodowców i lądolodów

- ◆ Nauką badającą lodowce i lądolody jest **glacjologia**.
- ◆ **Lodowce** zawierają 2,2% wody występującej na powierzchni Ziemi – stanowi to aż 98% wód śródlądowych.
- ◆ Lodowce i stała pokrywa śnieżna zajmują powierzchnię 16,3 mln km² – około 11% powierzchni lądów.
- ◆ Znaczenie badań glacialnych polega jednak nie na wielkości obszaru badań.
 - ◆ Lodowce na obszarach polarnych, pełnią ważną rolę w cyrkulacji atmosferycznej oraz w krążeniu wody w przyrodzie.
 - ◆ Lodowce miały i nadal mają wpływ na kształtowanie rzeźby Ziemi (obecnie brak ich tylko na kontynencie australijskim).
 - ◆ Wystarczy tylko przypomnieć, że prawie całe terytorium Polski nosi piętno plejstoceńskich zlodowaceń, a gdyby stopniały lodowce i lądolody, to spowodowałyby podwyższenie poziomu Wszechocanu o 66 metrów.



Definicja lodowca

- ◆ **Lodowiec** – znaczne i trwałe nagromadzenie lodu powstałego w wyniku przeobrażenia śniegu.
- ◆ Trudno podać precyzyjne kryteria wielkości i trwałości lodowca.
- ◆ Przykładem może być Lodowczyk pod Bańdziochem, leżący u stóp Mięgoszowieckiego Szczytu nad Morskim Okiem, będący płatem śniegu i lodu.
- ◆ Czasami nie znika on w porze letniej nawet przez kilka lat, czasami – gdy lata są cieplejsze – topi się.
 - ◆ Nie spełnia zatem warunku trwałości i stąd jego nazwa “lodowczyk”, a nie “lodowiec”.
- ◆ W Polsce lodowców obecnie nie ma, ale mogłyby być.
- ◆ Lodowce powstają z opadów śnieżnych na obszarach znajdujących się powyżej granicy wieloletniego śniegu.
- ◆ Granica ta po polskiej stronie Tatr występuje na wysokości około 2300 m n.p.m. (wg starszych źródeł 2200 m n.p.m.)
- ◆ Ponieważ najwyższy szczyt Polski, Rysy, ma 2499 m n.p.m., właśnie na Rysach mógłby powstać współczesny lodowiec.
 - ◆ Nie powstał, gdyż nachylenie stoku uniemożliwia gromadzenie się śniegu i lodu.
- ◆ Ukształtowanie terenu jest drugim warunkiem powstania lodowców.





Geneza lodowców

Warunki konieczne do powstania lodowców

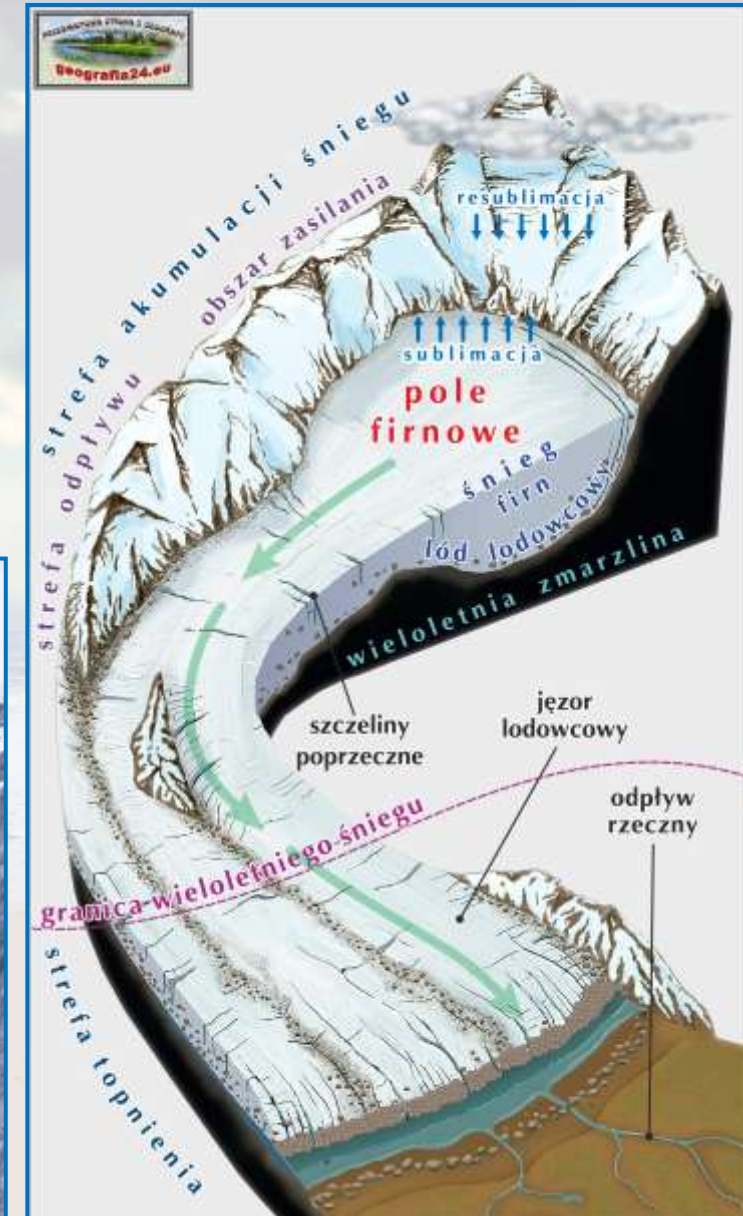
◆ Powstawanie lodowców wymaga spełnienia określonych warunków:

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



1. Przewaga opadów nad topnieniem

- ◆ Aby powstały lodowce, muszą występować na tyle duże opady śniegu, które w cieplejszej porze roku nie zdołają zupełnie stopnieć.
- ◆ Opady śniegu występują na około 40% powierzchni lądowych, ale dodatni bilans śniegu występuje w wysokich szerokościach geograficznych i na obszarach wysokogórskich.
- ◆ Granicę obszaru o dodatnim bilansie śniegu określa się jako **granicę (linię) wieloletniego śniegu** (w literaturze powszechnie stosowana jest także nazwa – “granica wiecznego śniegu” – jest ona nie do końca dobra, ponieważ nic nie jest wieczne, tym bardziej śnieg i lód w okresie globalnego ocieplenia).



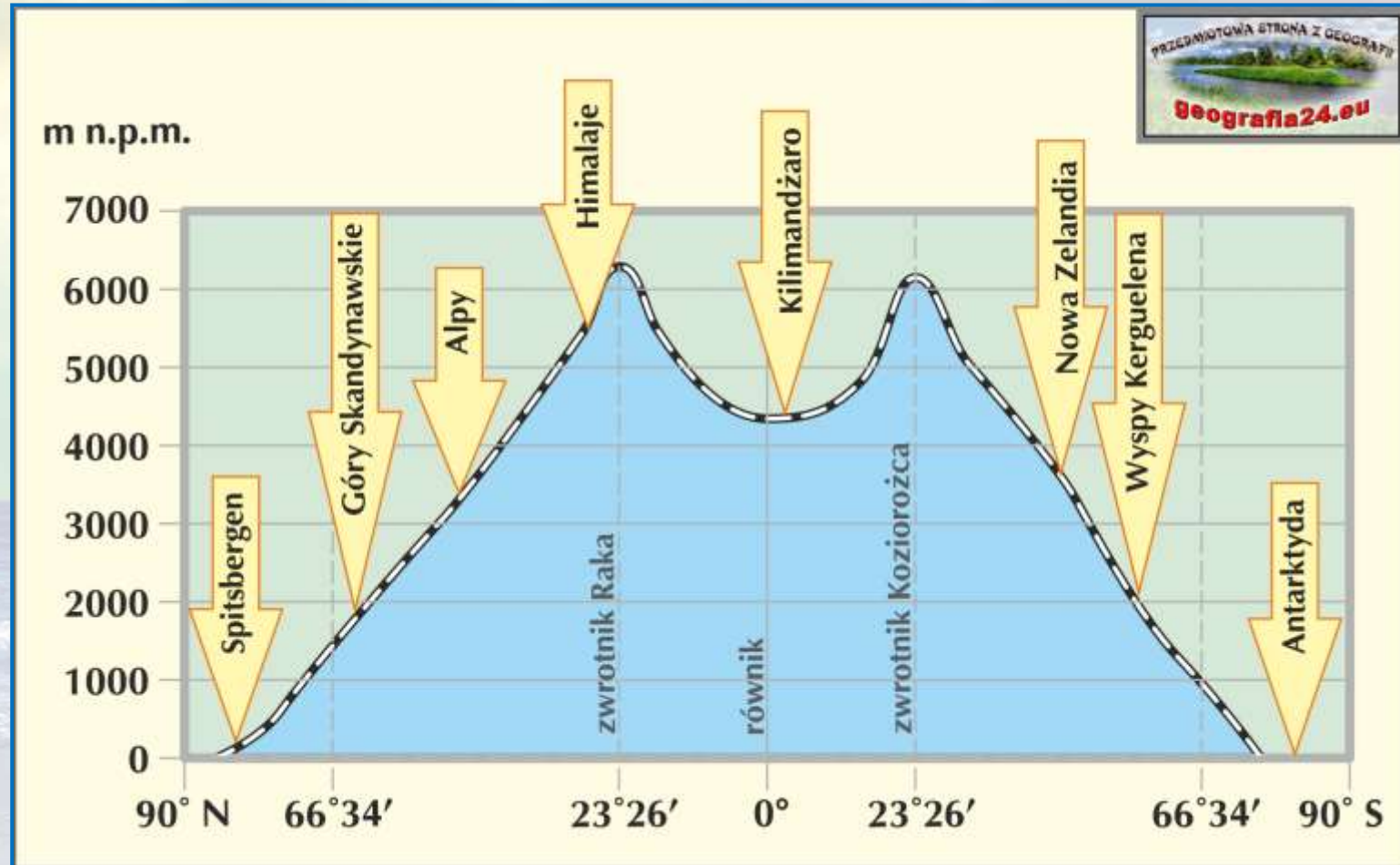
Krażenie wody w obszarach zlodowaczonych;
granica wieloletniego śniegu



Granica wieloletniego śniegu

- ♦ **Położenie granicy wieloletniego śniegu** zależy od szerokości geograficznej:
 - ♦ w strefie równikowej znajduje się ona na wysokości około 4500 – 5000 m n.p.m.,
 - ♦ powód: duże opady (deszcze zenitalne);
 - ♦ nad zwrotnikami, podnosi się do około 6400 m n.p.m.,
 - ♦ powód: bardzo małe opady;
 - ♦ w wyższych szerokościach geograficznych granica ta leży stopniowo coraz niżej;
 - ♦ w szerokościach umiarkowanych waha się w przedziale: 1500 – 3500 m n.p.m.,
 - ♦ w środkowej Europie przebiega około 2300 m n.p.m.;
 - ♦ w pobliżu biegunów schodzi do poziomu morza.
- ♦ Jednak nawet w strefach polarnych powstawanie łądolodów możliwe jest tylko w warunkach klimatu morskiego.
 - ♦ Dodatkowych mas śniegu mogą dostarczać wiatry, a w górach także lawiny.

Granica wieloletniego śniegu na Ziemi w zależności od szerokości geograficznej



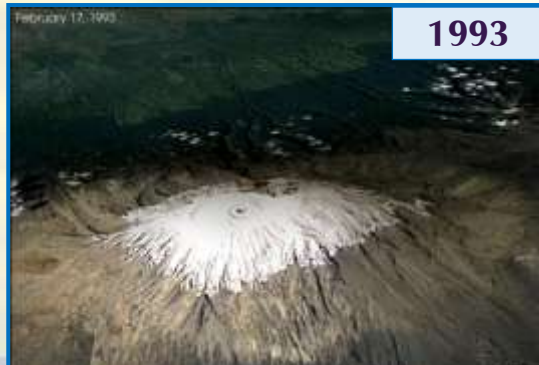
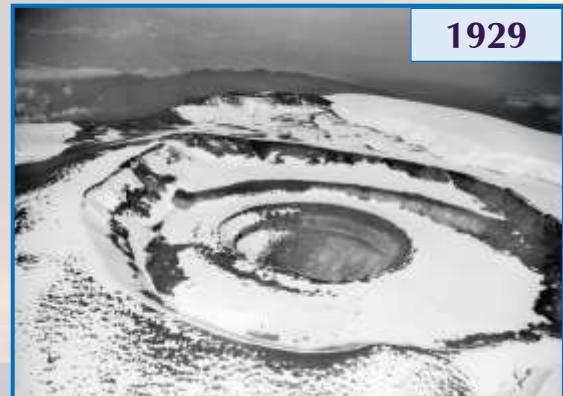
2. Lokalne spłaszczenia lub wklęsłości terenu

- ♦ 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 w lód**.
- ♦ Brak takich powierzchni uniemożliwia obecnie rozwój lodowców w najwyższych partiach Tatr, mimo że ich wierzchołki położone są powyżej linii wieloletniego śniegu.



3. Temperatura ujemna

- ◆ Odpowiednio niska temperatura – **ujemna temperatura** jest niezbędnym warunkiem w tworzeniu się lodowców.
- ◆ I tak **średnia roczna temperatura musi być poniżej 0°C**.
- ◆ Niestety obecnie ze względu na globalne ocieplenie obszarów takich jest coraz mniej.
- ◆ Powierzchnia lodowców na wszystkich kontynentach nieustannie zmniejsza się.

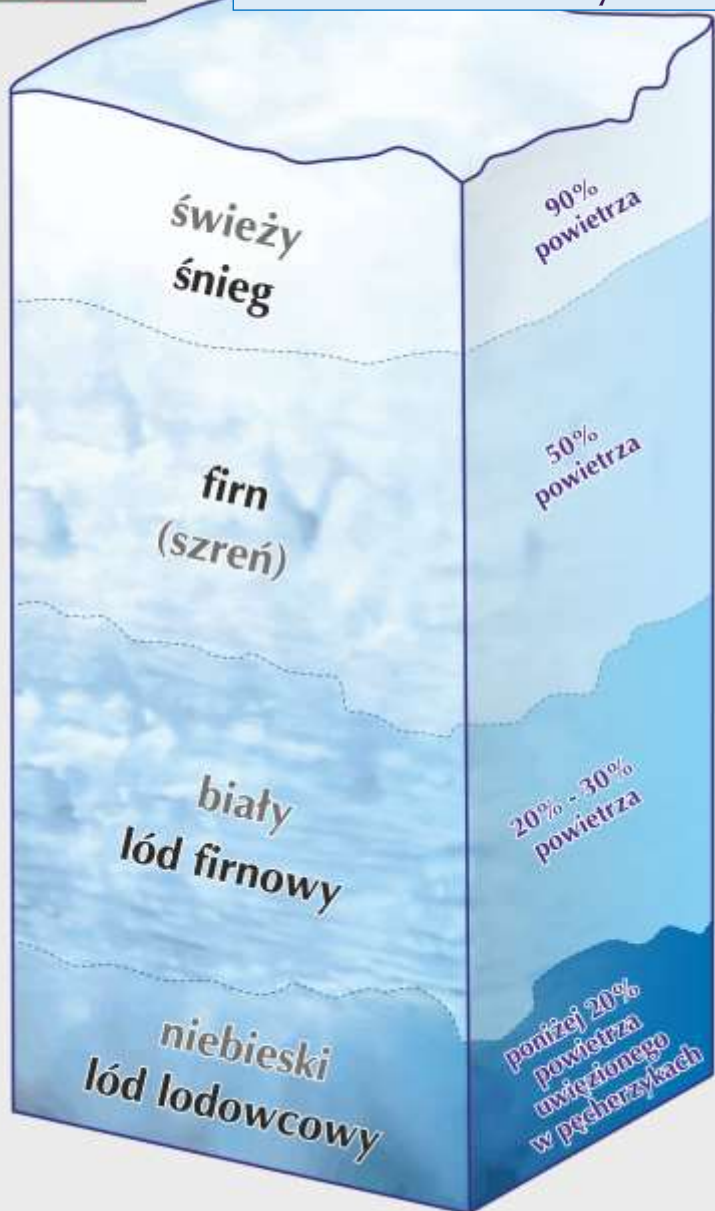


Kilimandżaro – najwyższa góra Afryki. Zdjęcia przedstawiają powierzchnię lodowców.



Przemiana śniegu w lód lodowcowy

Przemiany śniegu w niebieski lód lodowcowy



- ◆ Obszar akumulacji śniegu i przekształcania ich w lód lodowcowy to **pole firnowe**.
- ◆ Proces powstawania lodu lodowcowego w polu firnowym przebiega etapowo.
 - ◆ **Świeży śnieg** cechuje się małą gęstością (poniżej $0,1 \text{ g/cm}^3$), wynikającą z dużej zawartości powietrza oraz wyraźną strukturą krystaliczną płatków.
 - ◆ Wielokrotne częściowe rozmarzanie i zamarzanie śniegu prowadzi do zaniku pierwotnej struktury krystalicznej i utworzenia agregatu drobnych ziaren lodu o wymiarach do 1 mm, określanego jako **firn** lub **szreń**.
 - ◆ Kolejne cykle topnienia i zestalania, odbywające się pod naciskiem nadległych warstw, powodują dalszą rekrytalizację i usunięcie większości powietrza, prowadząc do powstania **białego lodu firnowego**.
 - ◆ Z tego lodu, w warunkach wysokiego ciśnienia wytwarzanego przez ciągle narastającą warstwę, powstaje **niebieski lód lodowcowy**.
 - ◆ Jest on zbudowany z dużych krystalicznych ziaren o wymiarach kilkucentymetrowych i osiąga gęstość około $0,9 \text{ g/cm}^3$.
 - ◆ Cechuje się on właściwościami masy plastycznej – pod wpływem nacisku nadległych warstw może się on przemieszczać w dół.



Przemiany śniegu w lód lodowcowy

Przemiany śniegu w niebieski lód lodowcowy



- ♦ 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.





Ruch lodowców

Ruch lodowców i łądolodów

- ◆ W zależności od usytuowania pola firnowego i topografii otaczającego terenu **lód lodowcowy**:
 - ◆ rozplywa się **frontalnie** we wszystkich kierunkach (**lodowce kontynentalne, czapy lodowe**),
 - ◆ spływa **jęzorami** w doliny śródgórskie (**lodowce górskie**).



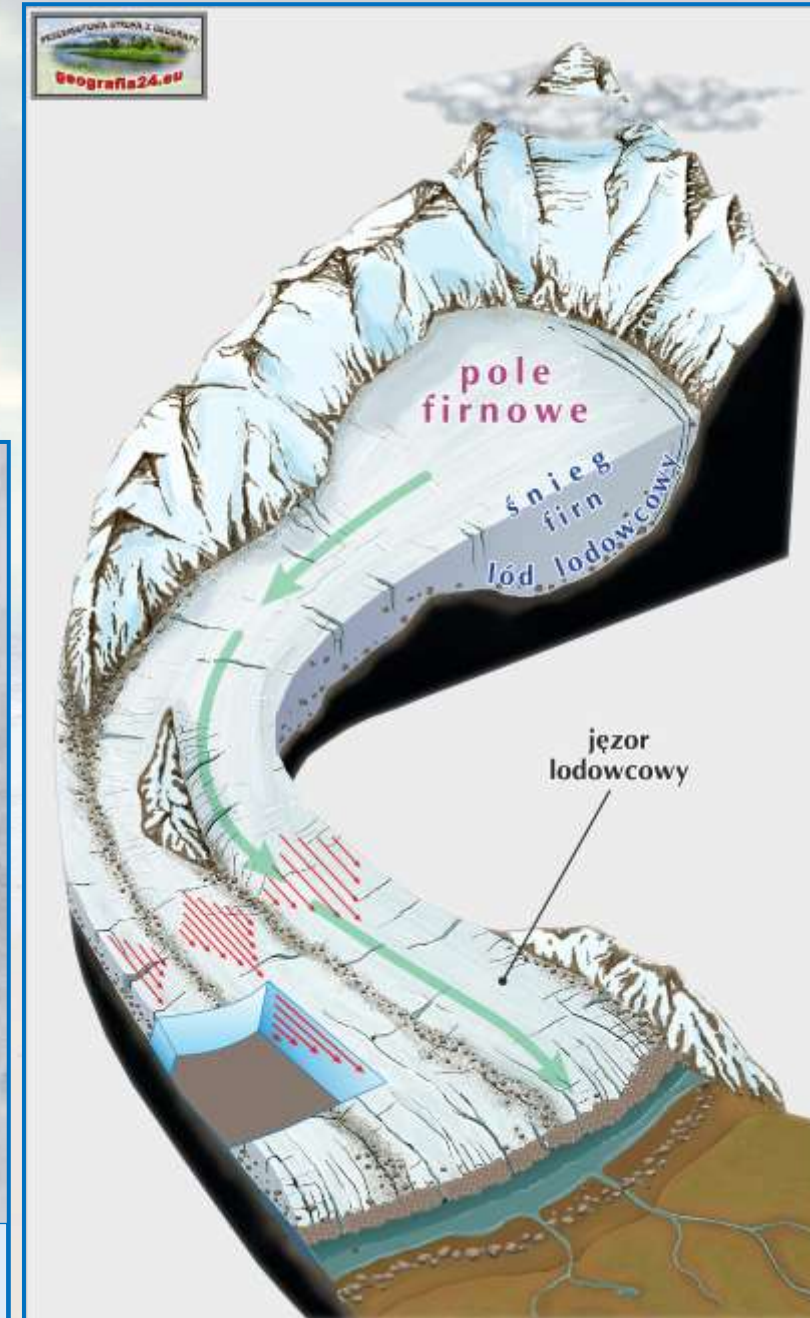
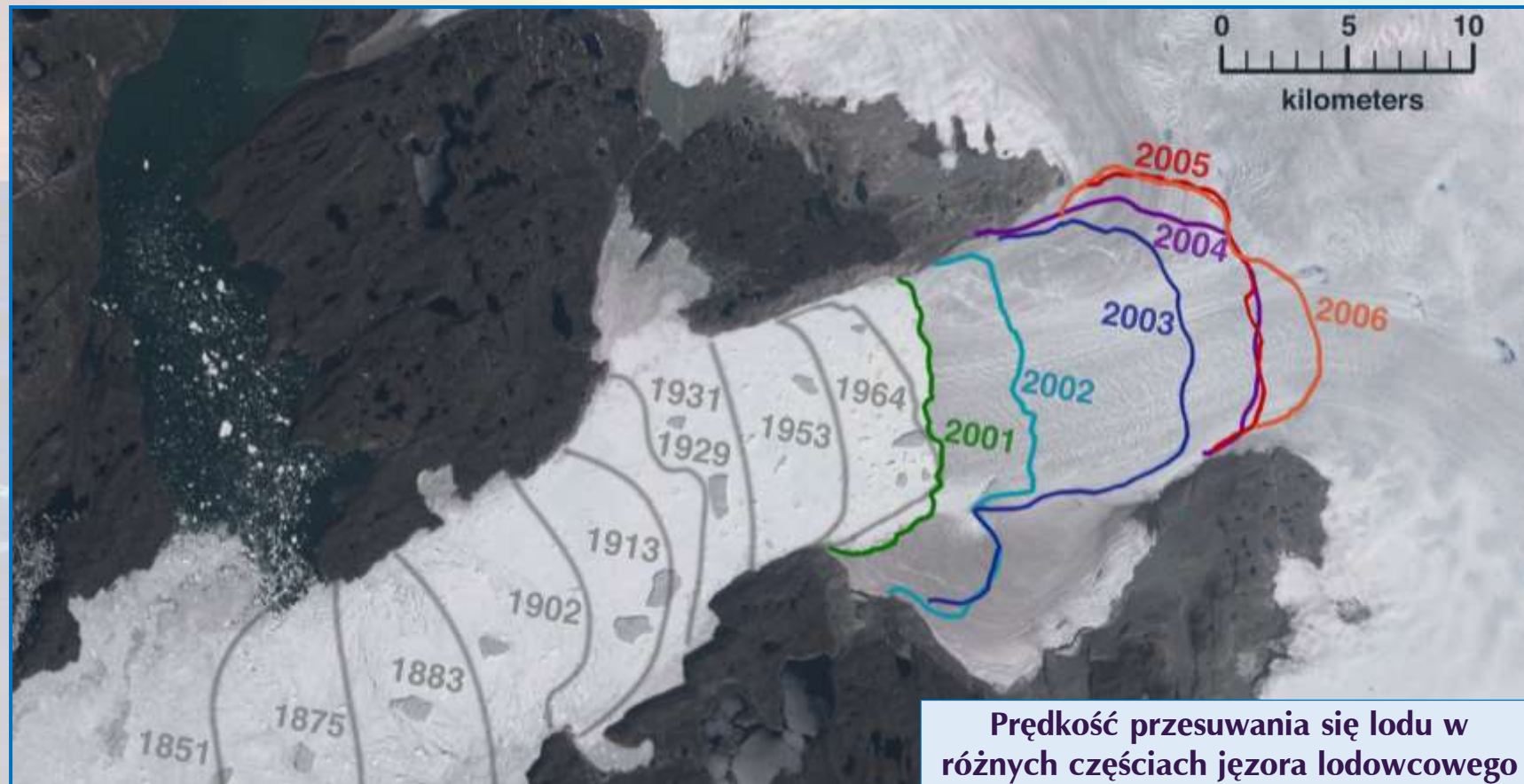
Lodowiec kontynentalny na Grenlandii



Lodowiec górski w Alpach

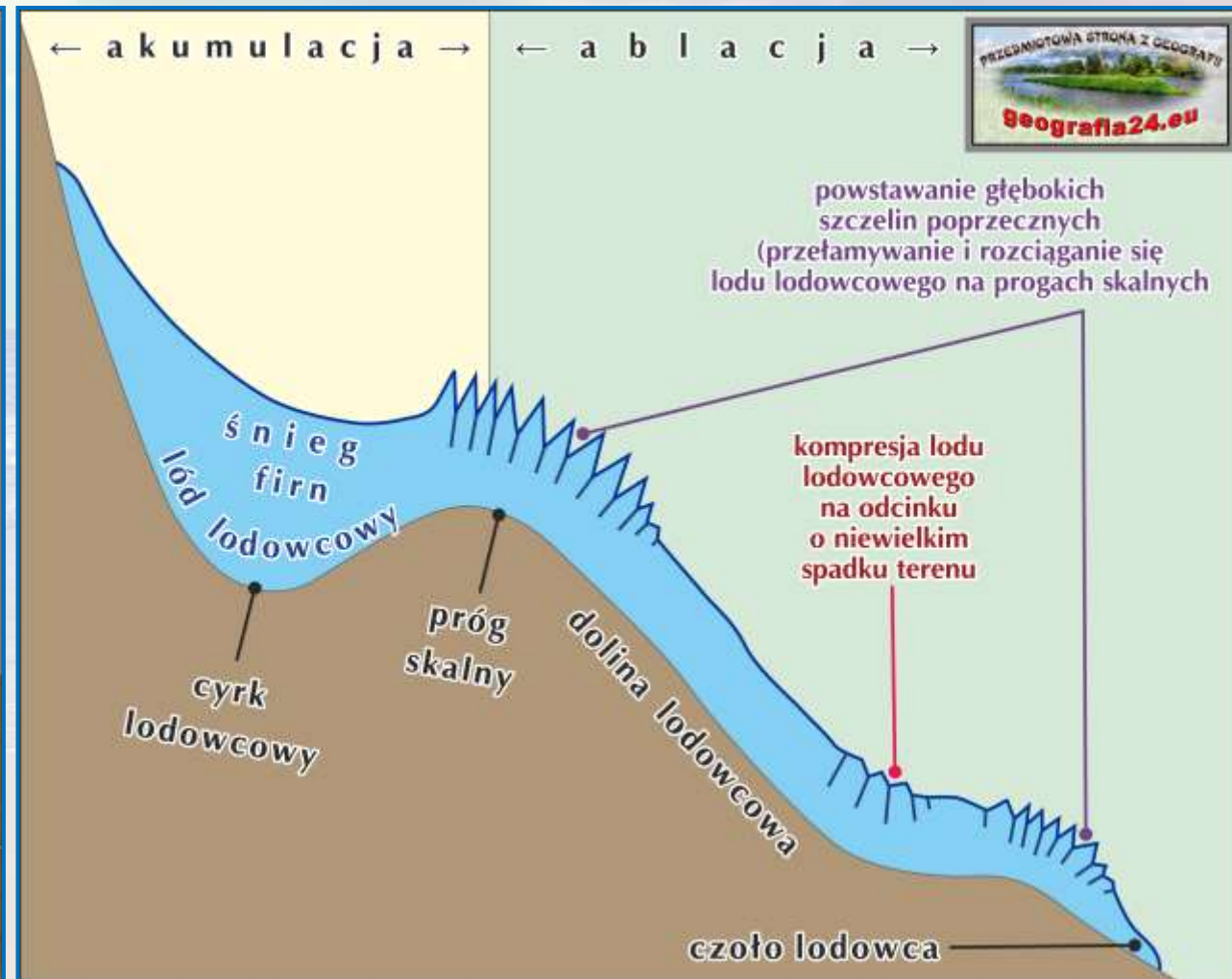
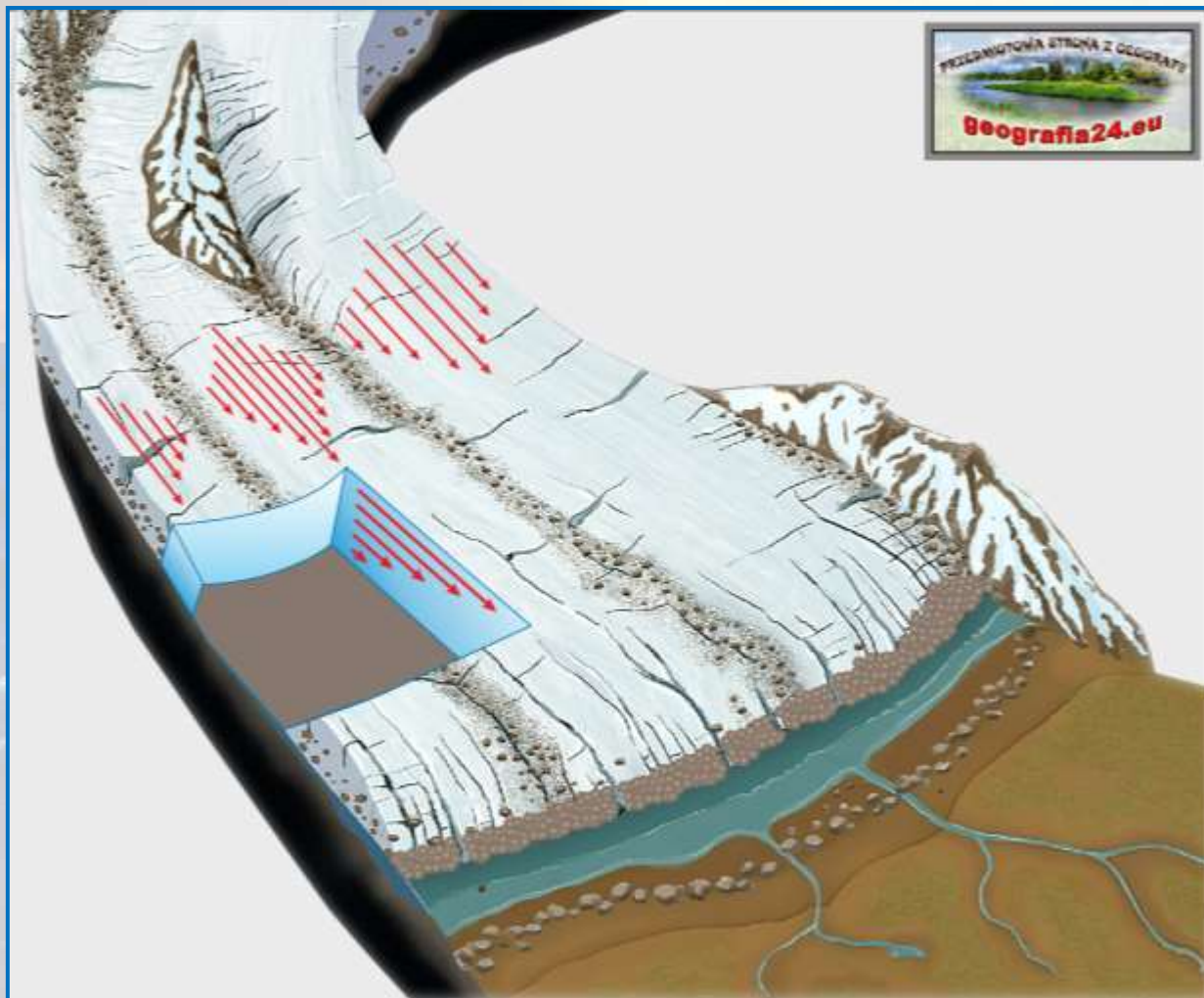
Tempo ruchu lodowca

- ◆ **Tempo przemieszczania się lodowca** jest związane z nachyleniem zboczy i ma charakter grawitacyjny.
- ◆ W znacznym stopniu wynika też z ciśnienia nadległych warstw lodu, firnu i śniegu, pod którego wpływem lód lodowcowy – o kryształach złożonych z cienkich, równoległe ułożonych blaszek – staje się plastyczny.
- ◆ Stwierdzono, że jest ona największa na jego powierzchni na środku i zmniejsza się w miarę wzrostu głębokości oraz zbliżania się do ścian doliny lodowcowej.



Prędkość ruchu lodowca

- ♦ **Prędkość ruchu lodowca** jest uzależniona od nachylenia i masy pełzającego lodu:
 - ♦ największa na odcinkach o znacznym nachyleniu podłoża, gdzie ulega rozciąganiu,
 - ♦ najmniejsza na zboczach o małym spadku, gdzie podlega kompresji.



Prędkość ruchu lodowca

- ◆ Prędkość ruchu lodowca na świecie jest bardzo zróżnicowana.
- ◆ Najszybciej poruszają się lodowce:
 - ◆ na obrzeżach Grenlandii – do 35 m na dobę (do prawie 10 km/rok),
 - ◆ na Alasce – do 12 m na dobę (do 4 km/rok).
- ◆ Znacznie wolniej lodowce:
 - ◆ w Himalajach – do 3,5 m na dobę (do 1 km/rok),
 - ◆ w Alpach – najwyżej 0,4 m na dobę (do 100 m/rok),
 - ◆ na Antarkydzie – zaledwie 1 m na rok.



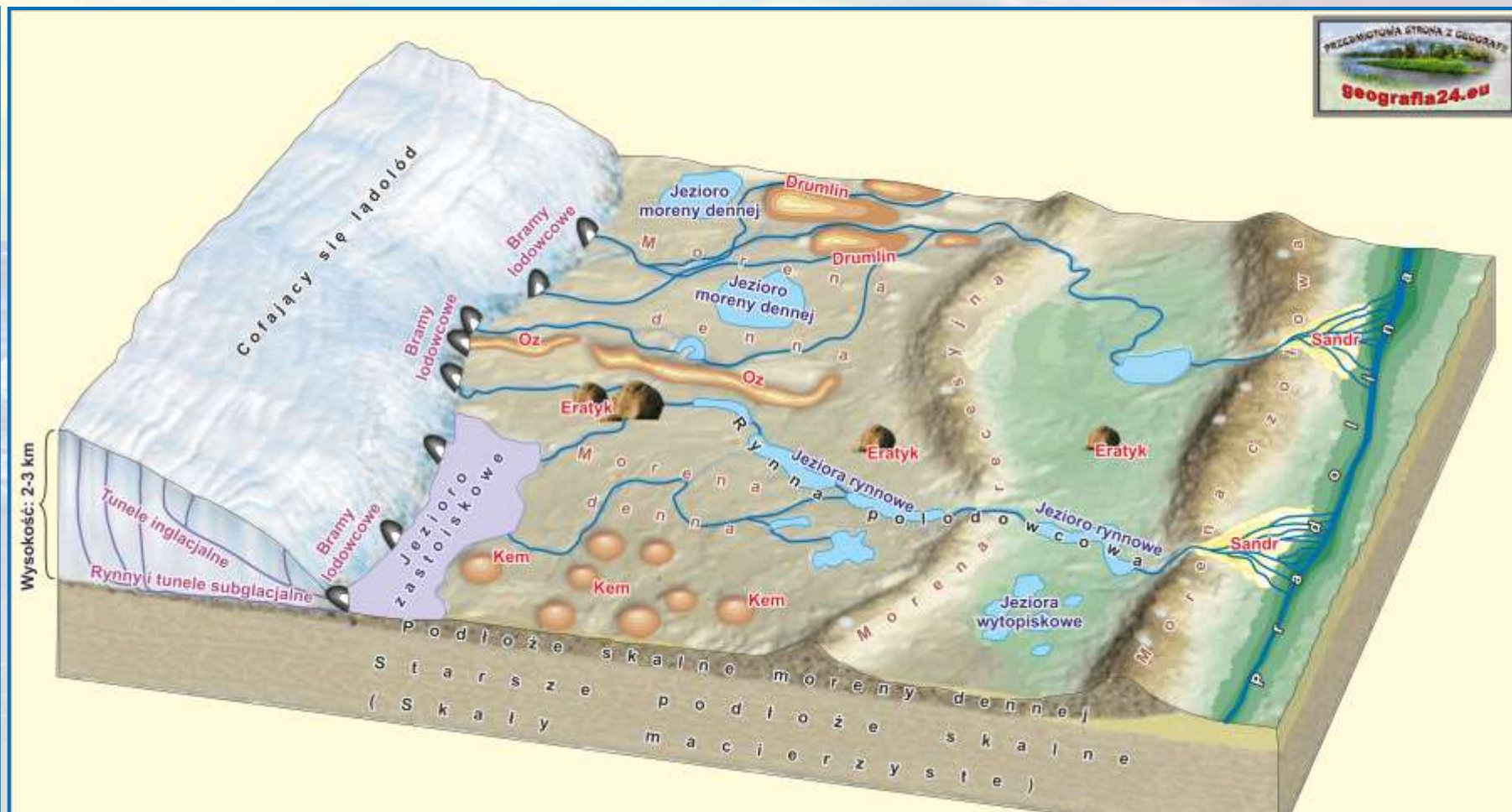
Lodowce himalajskie przemieszczają się w tempie dochodzącym do 1 km na rok



Najszybsze fragmenty lądolodu grenlandzkiego przemieszczają się w tempie dochodzącym do 10 km na rok

Rodzaje ruchów lodowca

- ♦ **Ruch lodu w lodowcu** nie jest równoznaczny z przesuwaniem się do przodu czoła lodowca:
 - ♦ **transgresja lodowca** – jeżeli czoło przesuwa się do przodu tylko wtedy, kiedy tempo ablacji jest mniejsze od tempa dostawy lodu.
 - ♦ **stagnacja lodowca** – jeżeli dostawa lodu i topnienie (ablacja) równoważą się, czoło pozostaje w spoczynku.
 - ♦ **regresja lodowca** – jeżeli ablacja jest szybsza od dostawy lodu, czoło wycofuje się.

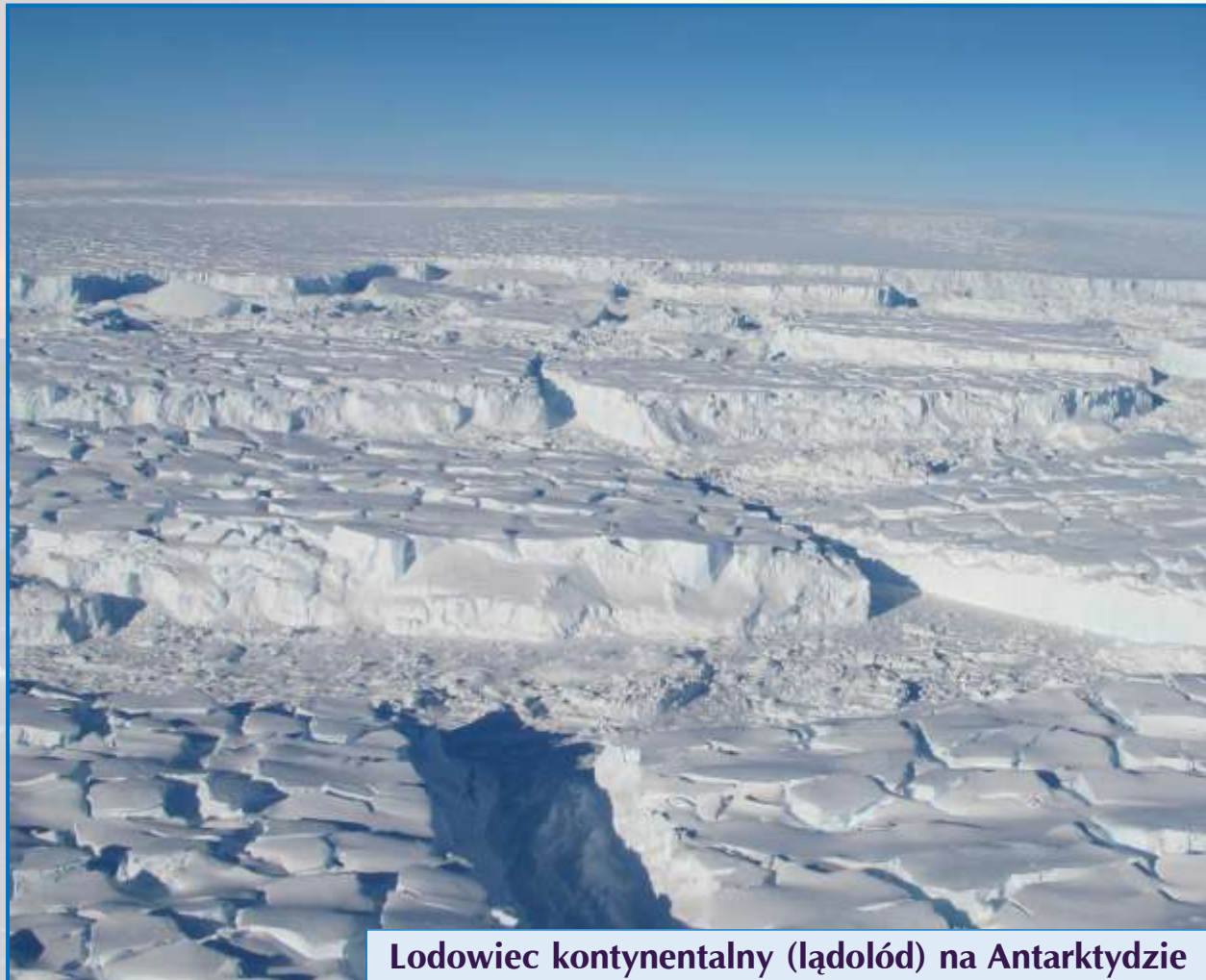




Klasyfikacje lodowców

Klasyfikacje lodowców

- ◆ Lodowce dzielimy **ze względu na morfologię (kształt, wielkość) i ukierunkowanie**.
- ◆ Podstawowy podział lodowców obejmuje tylko dwie kategorie:
 - ◆ **lodowce kontynentalne (lądolody),**
 - ◆ **lodowce górskie.**



Klasyfikacje lodowców

- ◆ **Lodowce kontynentalne (ładolody)** – tworzą olbrzymie, lekko wypukłe czasze lodowe prawie niezależne od rzeźby podłoża.
- ◆ Śnieg gromadzi się i przekształca w lód lodowcowy w środkowej części czaszy lodowej, która stanowi w tym przypadku pole firnowe, zaś podlega ablacji na peryferiach.
- ◆ Ładolód Antarktydy zajmujący prawie całą jej powierzchnię:
 - ◆ pokrywa lodowa, o grubości przekraczającej miejscami 4500 m (największa wartość to 4776 m), koncentruje ponad 90% ogólnej masy lodu lodowcowego na Ziemi;
- ◆ Ładolód Grenlandii pokrywający 80% jej powierzchni:
 - ◆ grubość do ok. 3400 m, skupia prawie 9% ogólnej masy lodu lodowcowego na Ziemi.

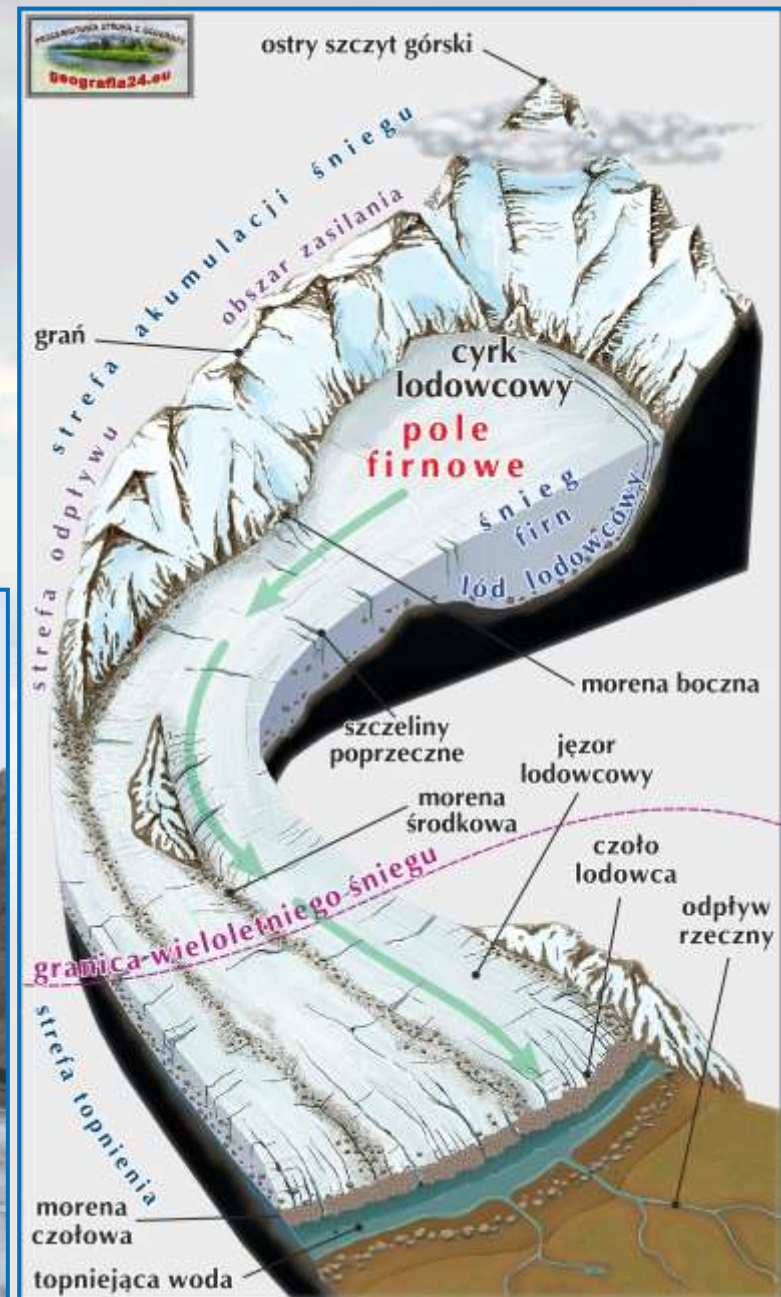


Ładolód kontynentalny –
grenlandzki



Klasyfikacje lodowców

- ◆ **Lodowce górskie** – charakteryzują się stosunkowo małymi rozmiarami.
 - ◆ Składają się z dwóch podstawowych elementów, tzn. z pola firnowego (jest to obszar źródłowy) i jezora lodowcowego (jest to strumień lodu spływający pod wpływem grawitacji w kierunku obniżeń).
 - ◆ Jego długość zależy od nasilenia ablacji (topnienie i sublimacja lodu), tempa ruchu i intensywności “produkcji” lodu w polu firnowym.
 - ◆ Czoło jezora lodowca sięga poniżej linii wieloletniego śniegu.
 - ◆ W plejstocenie w Polsce lodowce górskie powstały w Tatrach i w Karkonoszach.
 - ◆ Do dziś pozostały po nich tylko charakterystyczne elementy rzeźby.



Lodowiec górski



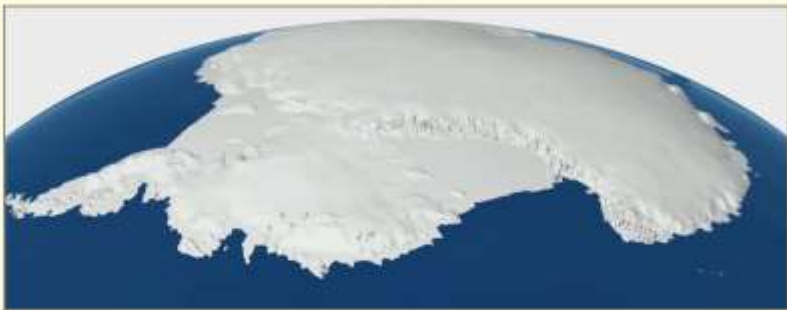
A. Lodowce kontynentalne

1. Łądolody

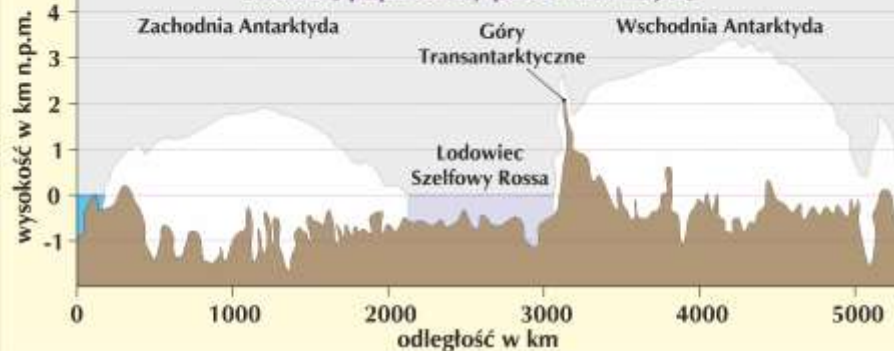
♦ Łądolody to:

- ♦ wielkie czasy lodowe zakrywające całkowicie powierzchnię jakiegoś obszaru (w tym także wszystkie formy jego rzeźby);
- ♦ grubości nawet kilku kilometrów (miejscami ponad 4500 m);
- ♦ z lodem poruszającym się w różnych kierunkach.
- ♦ Występowanie: Antarktyda (14 mln km²) i Grenlandia (1,7 mln km²).
 - ♦ W Polsce występował ostatnio podczas zlodowaceń plejstoceńskich.

Łądolód na Antarktydzie



Przekrój poprzeczny przez Antarktydę



Grenlandia

2. Kopyły i czapy lodowe

◆ Kopyły i czapy lodowe:

- ◆ mają one wygląd wypukłej czaszy;
- ◆ pokrywają mniejsze obszary niż lądolody:
 - ◆ powierzchnie rzędu tysięcy i setek km²,
 - ◆ obejmują całe wyspy i duże fragmenty mało urozmaiconych wyżyn czy gór;
- ◆ ich grubość dochodzi do kilkuset metrów.

◆ Występowanie:

- ◆ wyspy Arktyki,
- ◆ południowo-wschodnia część Islandii,
- ◆ wyspy położone w sąsiedztwie Antarktydy.



Islandia z widocznymi czapami lodowymi

3. Pola lodowe (lodowiec norweski, fieldowy, wyżynny)

◆ Pola lodowe (lodowiec norweski, fieldowy, wyżynny):

- ◆ stosunkowo małe czapy lodowe pokrywające częściowo mniejsze obszary;
- ◆ często tworzą się na płaskich szczytach wyżyn lub gór, dlatego są nazywane **lodowcami wyżynnymi** (od charakterystycznych **fieldów** w Norwegii);
- ◆ rozległe pole firnowe ze spływającymi od niego szerokimi, ale stosunkowo krótkimi jeziorami.

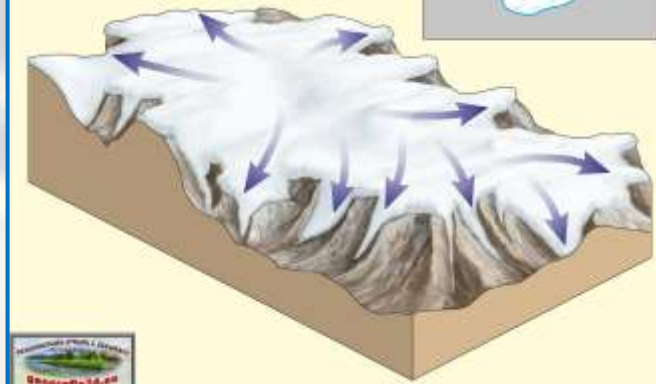
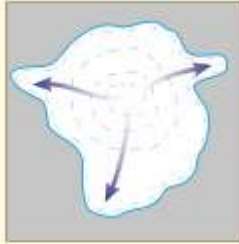
◆ Występowanie:

- ◆ Norwegia,
- ◆ Islandia,
- ◆ Nowa Ziemia,
- ◆ Patagonia,
- ◆ Wyspy Arktyki,
- ◆ Svalbard (Spitsbergen),
- ◆ Ziemia Baffina.



Jostedalsbreen – największy lodowiec w kontynentalnej Europie (w Norwegii). Najwyższym szczytem na lodowcu jest Lodalsklpa – nunatak mający wysokość 2083 m.

Lodowiec fieldowy (norweski, wyżynny)



4. Lodowce szelfowe

- ♦ **Lodowce szelfowe** – grube na 200-700 metrów tafle lodowe powstające w wyniku wchodzenia lądolodu do **morza szelfowego**,
 - ♦ od strony morza widoczne są wysokie klify, których wysokość dochodzi do 50 m;
 - ♦ od czoła lodowca szelfowego unoszone przez wody morskie odrywają się często wielkie bloki lodu (lodowiec “cieli się”), które jako **góry lodowe** dryfują z prądami morskimi, zaś ich mniejsze bryły tworzą **pak lodowy** (pływającego lodu na morzu).



Lądowiec szelfowy



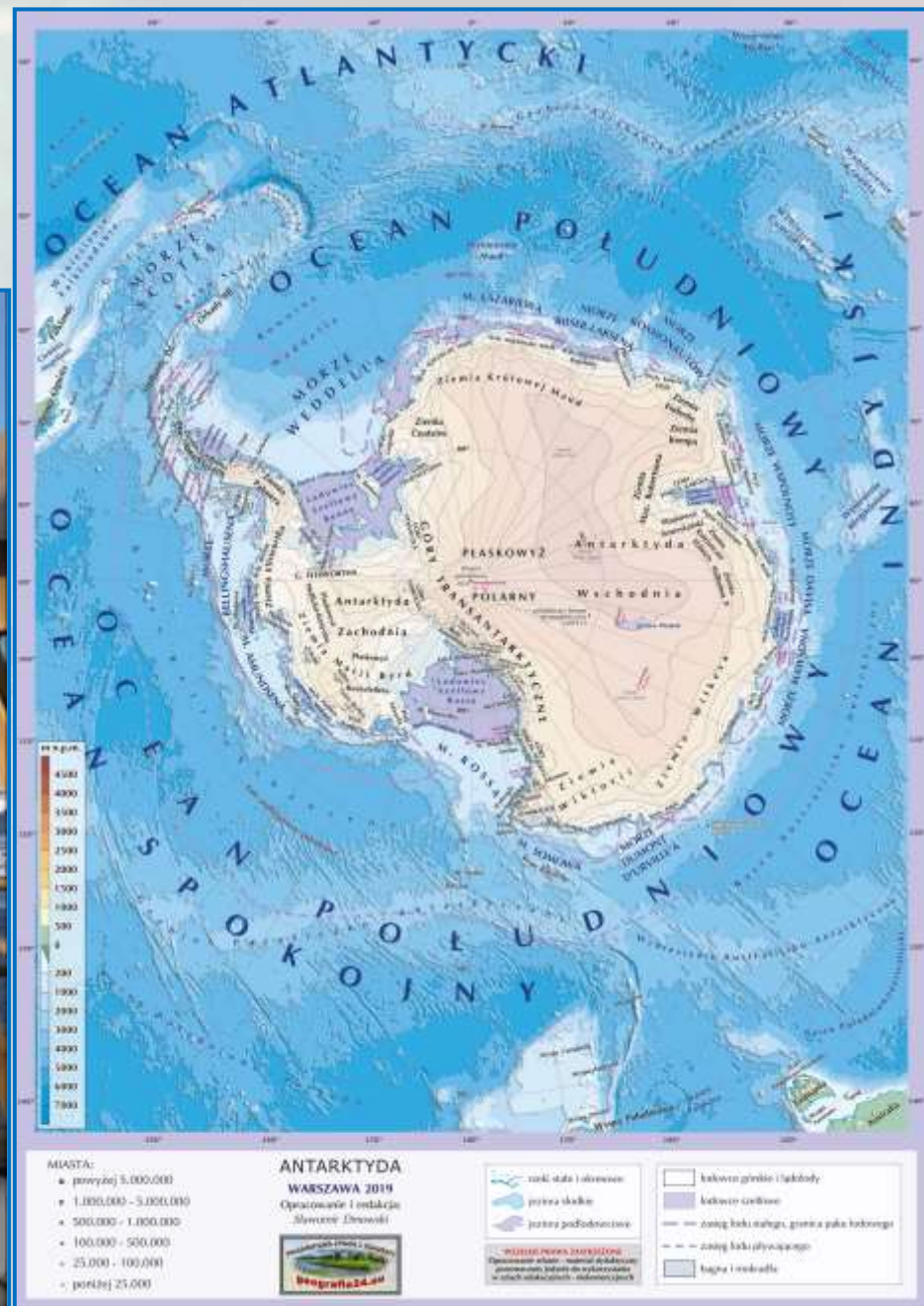
Lodowce szelfowe

◆ Lodowce szelfowe:

- ◆ u wybrzeży Antarktydy (30% linii brzegowej) lodowce szelfowe:

- ◆ Rossa (528 tys. km²), Filchnera (416 tys. km²), Larsena (86 tys. km²);

- ◆ w Arktyce w Kanadyjskim Archipelagu Arktycznym (Wyspa Ellesmere'a).





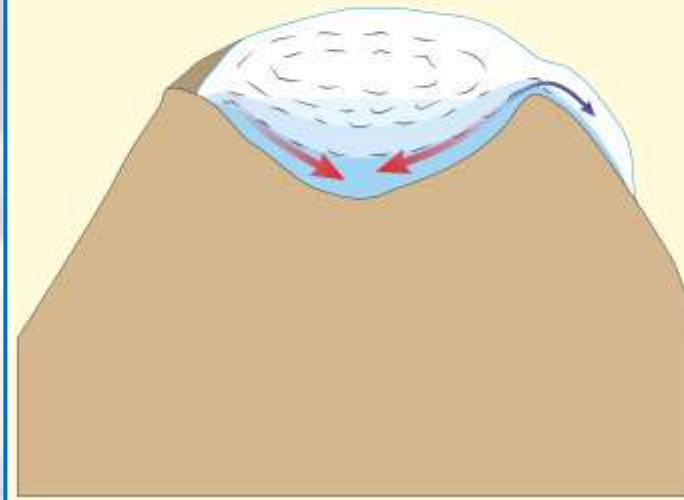
B. Lodowce górskie

1. Lodowce górskich szczytów

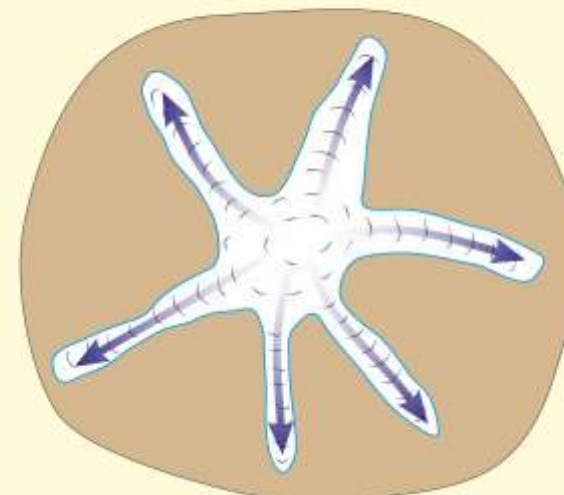
♦ **Lodowce górskich szczytów** dzielą się na:

- ♦ **kraterowe (tzw. kaldery)** – ukształtowane w kraterach wygasłych lub drzemiących wulkanów,
 - ♦ przykład: lodowiec Orizaba w Meksyku;
- ♦ **gwiazdziste (tzw. gwiazdopodobne)** – powstające na szczytach gór, gdzie przemieszczają się z jednego pola firnowego w postaci krótkich języków,
 - ♦ występują m.in. na Uralu.

Lodowiec kraterowy (tzw. kaldery)



Lodowiec gwiazdzisty (tzw. gwiazdopodobny)



Orizaba (5636 m n.p.m.) to czynny wulkan będący najwyższym szczytem Meksyku i całej Ameryki Środkowej. Jest położony w południowej części kraju.

2. Lodowce górskich zboczy

♦ **Lodowce górskich zboczy** dzielą się na:

♦ **cyrkowe (karowe), (typ pirenejski):**

- ♦ złożone w zasadzie tylko z pola firnowego,
- ♦ niewielkie, o zaokrąglonym obrysie, **bez wypływających jeziorów lodowcowych,**
- ♦ tworzą się w lokalnych zagłębieniach terenu;

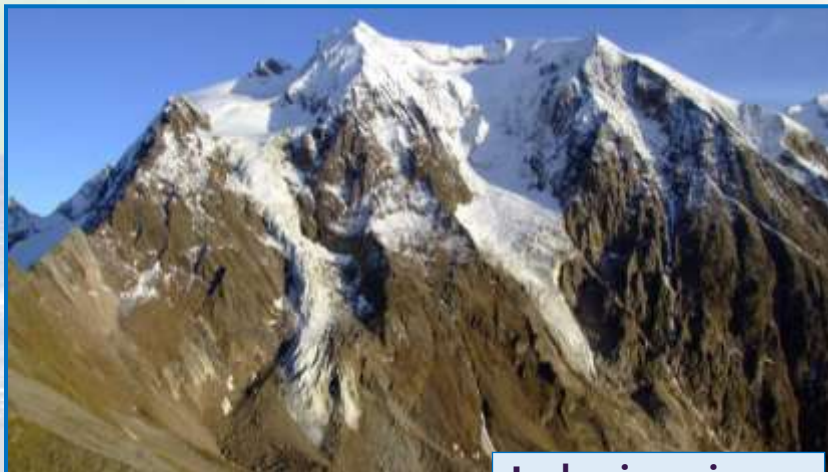
♦ występowanie:

- ♦ Pireneje (Glaciar de Aneto, Glaciar de Coronas),
- ♦ Góry Stanowe,
- ♦ Góry Wierchojańskie;

♦ **wiszące:**

- ♦ powstające w niewielkich, płytkich zapadliskach na stromych zboczach;
- ♦ występowanie:
 - ♦ Himalaje – Góry Lhotse.

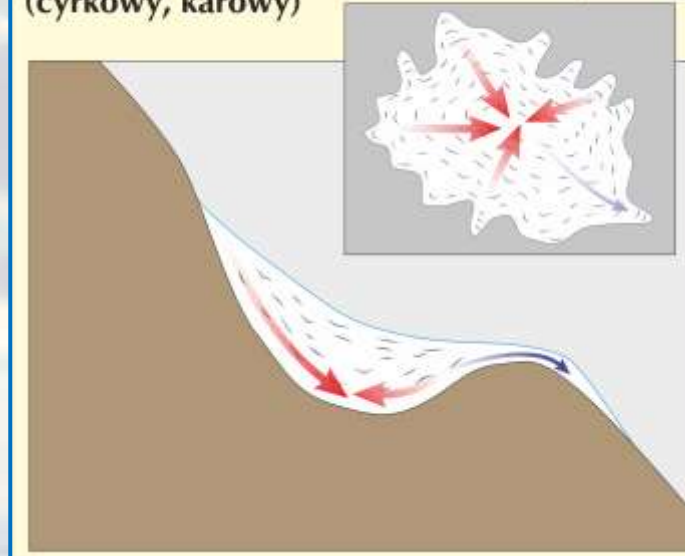
Lodowiec cyrkowy Styggebrean w Norwegii



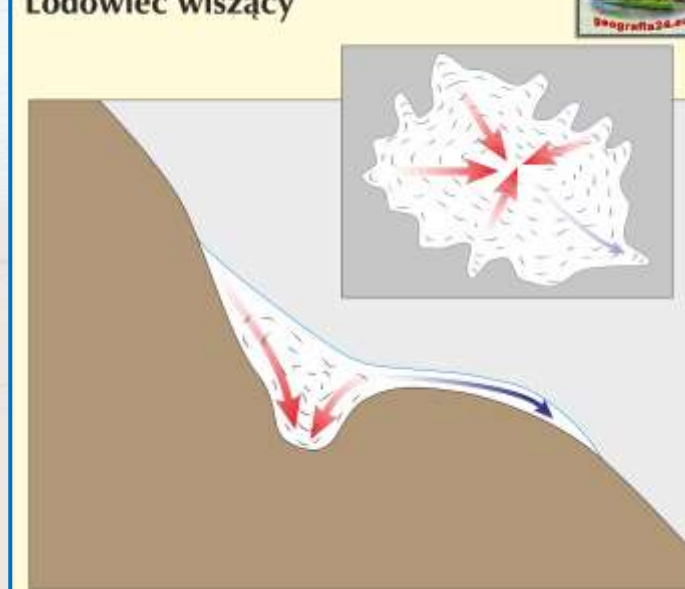
Lodowiec wiszący



Lodowiec pirenejski (cyrkowy, karowy)



Lodowiec wiszący



3. Lodowce dolinne

◆ **Lodowce dolinne** dzielą się na:

◆ **proste** (*typ alpejski*):

◆ składające się z **jednego pola firnowego i jednego jezora lodowcowego**;

◆ występowanie:

◆ Alpy (Grosser Aletsch Gletscher, Mer de Glace),

◆ Nowa Zelandia,

◆ Kaukaz,

◆ Andy,

◆ Alaska;

◆ **złożone (dendrytyczne)** (*typ himalajski*):

◆ powstające z połączenia **wielu jezorów wypływających z jednego lub kilku pól firnowych**;

◆ występowanie:

◆ Himalaje (Kangshung, Lhotse),

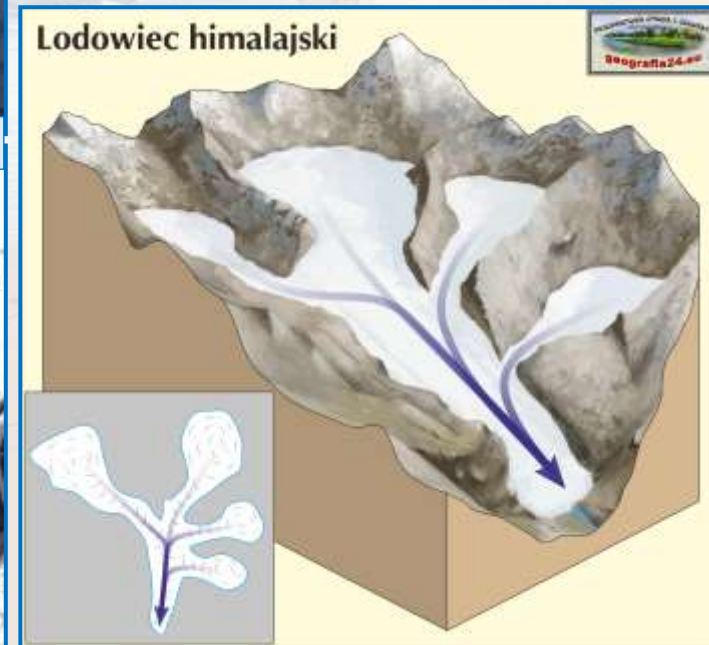
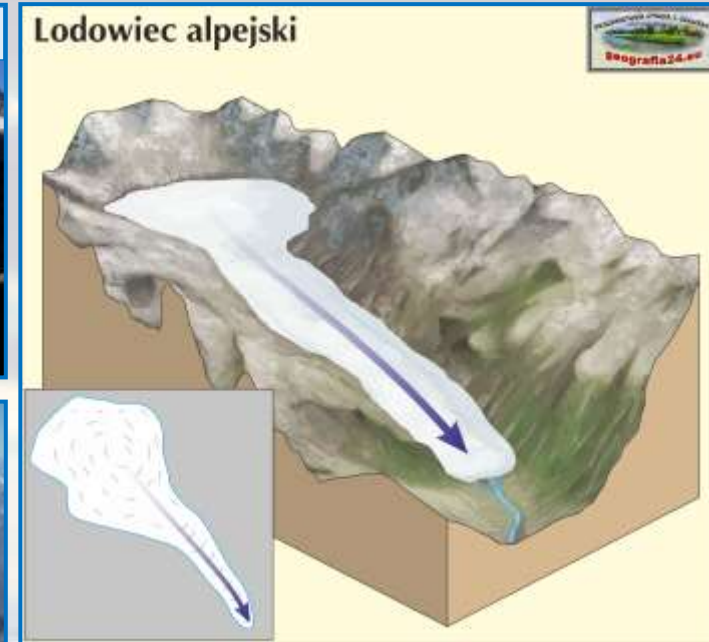
◆ Pamir (Lodowiec Fedczenki),

◆ Karakorum (Siachen),

◆ Góry św. Eliasza,

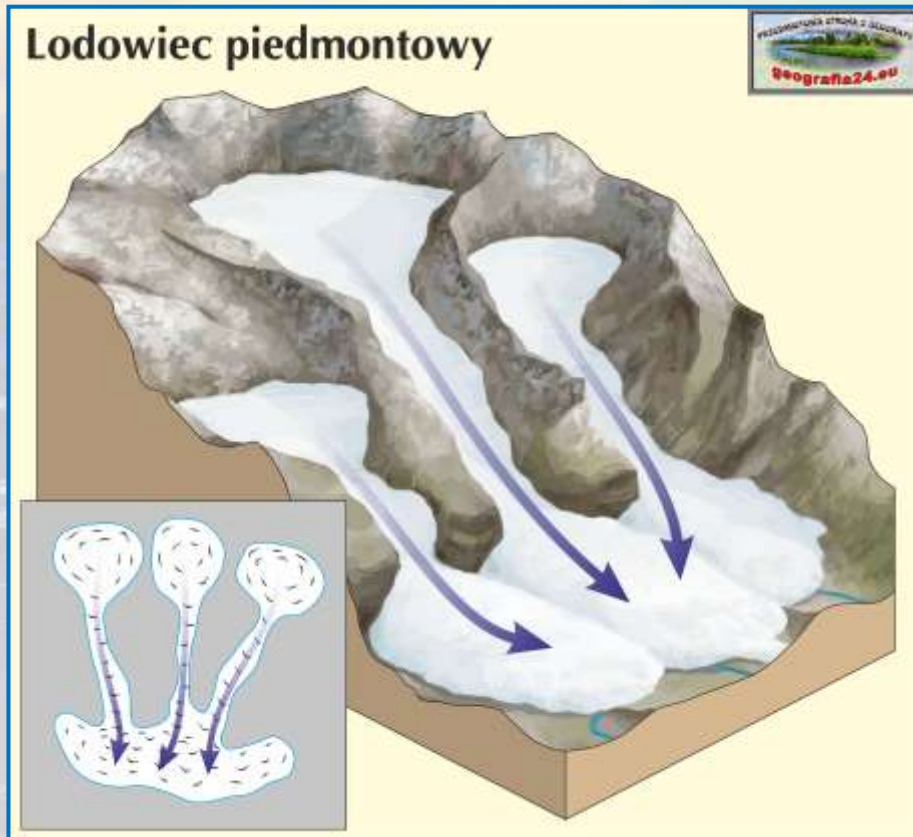
◆ Alaska/Kanada (Lodowiec Hubbarda),

◆ Alaska (Lodowiec Beringa).



4. Lodowce podgórskie (przedgórskie)

- ◆ **Lodowce podgórskie (przedgórskie) (typ piedmontowy):**
 - ◆ z kilku pól firnowych spływają jezory, tworząc na równinnym przedpolu gór jedną wielką pokrywą lodową,
- ◆ występowanie:
 - ◆ Góry Św. Eliasza na Alasce,
 - ◆ Góry Nadbrzeżne w Kanadzie,
 - ◆ Ziemia Ognista.





Lód na powierzchni mórz

Występowanie i ogólne wiadomości o lodzie szelfowym

- ◆ Lód może występować i tworzyć się nie tylko na lądzie, ale też na morzu.
 - ◆ Zamarzanie wody morskiej o przeciętnym zasoleniu następuje w temperaturze około $-1,9^{\circ}\text{C}$.
- ◆ **lodowce kontynentalne** rozprzestrzeniają się niekiedy na obszar szelfowy.
 - ◆ W stosunkowo płytkim morzu gruba warstwa lodu spoczywa bezpośrednio na dnie i stanowi przedłużenie lodowca lądowego.
 - ◆ W głębszych wodach siła wyporu unosi lód ponad dno.
 - ◆ Wtedy często dochodzi do odłamywania się fragmentów lądolodu – tzw. **cielenie się lodowca**.
- ◆ Spoczywająca na szelfie oraz unosząca się na wodzie, ale nadal połączona z lądolodem kontynentalnym, część lądolodu określana jest jako **lód szelfowy**.
 - ◆ Największym lodowcem szelfowym jest **Bariera Lodowa Rossa** u wybrzeży Antarktydy, mająca powierzchnię około 528 tysięcy km^2 i wysokość od 35 do 50 metrów ponad powierzchnię morza.



Góry i wyspy lodowe

- ◆ Oderwane od lodu szelfowego bryły i kry stanowią **góry i wyspy lodowe**.
- ◆ Szczególnie duże bryły lodu i oderwane fragmenty lodów szelfowych, osiągające do kilku tysięcy km² powierzchni, mogą **dryfować** w polarnych strefach oceanów nawet przez kilkanaście i więcej lat.
- ◆ Na półkuli południowej Dryf Wiatrów Zachodnich ogranicza migrację gór lodowych w kierunku niższych szerokości geograficznych.
- ◆ Takiej bariery brakuje na półkuli północnej, gdzie kry i góry lodowe oderwane od lądolodu grenlandzkiego i lodowców położonych na wyspach Arktyki, wędrują wraz prądami morskimi daleko na południe.
- ◆ Stanowią one duże zagrożenie dla żeglugi, tym bardziej, że docierają na jeden z najbardziej uczęszczanych akwenów.
- ◆ Należy pamiętać, że nad powierzchnią morza widoczne jest tylko niewiele ponad 10% całkowitej objętości lodu.
- ◆ Zderzenie z górą lodową na północnym Atlantyku spowodowało zatonięcie w 1912 r. rzekomo niezatopialnego "Titanica".



Pak lodowy i polarny

- ◆ W zimie w strefie umiarkowanej i subpolarnej narasta od brzegu tafla **lodu stałego**, która w lecie ulega całkowitemu stopieniu.
 - ◆ Lód stały tworzy się rokrocznie na Bałtyku, a w XVII i XVIII wieku pokrywał wielokrotnie całą powierzchnię tego akwenu.
- ◆ Na otwartym morzu w odpowiednio zimnym klimacie krystalizują płytki lodu, które mogą następnie łączyć się w tzw. **pak lodowy**.
 - ◆ Część paku lodowego może przetrwać ciepłą porę roku.
 - ◆ Wreszcie w najchłodniejszych wokół biegunowych rejonach Arktyki występuje **pak polarny**, tworzący trwałą pokrywę i topniejący w lecie tylko miejscami.



Pak lodowy



Wieloletnia zmarzlina

Cechy wieloletniej zmarzliny

- ◆ Na Syberii, Alasce i w północnej Kanadzie powszechnie występuje **wieloletnia zmarzlina** (**marzłość stała**, nazywana dawniej wieczną zmarzliną, ale nic nie jest wieczne – określenie więc nie jest najlepsze).
- ◆ Jest to stale zamrożona warstwa gruntu utożsamiana z podziemnym zlodowaceniem.
- ◆ Wieloletnia zmarzlina tworzy się tam, gdzie temperatury są dostatecznie niskie, lecz wielkość opadów zbyt mała, żeby mógł rozwinąć się łądolód.
- ◆ Jej występowanie uwarunkowane jest obecnością wody w gruncie.
- ◆ Temperatura, w której zachodzi zamrażanie, zależy głównie od wielkości ziaren, np. nawodnione żwiry i piaski zamrażają w temperaturze $-0,2^{\circ}\text{C}$, zaś grunty ilaste dopiero przy temperaturze od -4°C do -5°C .



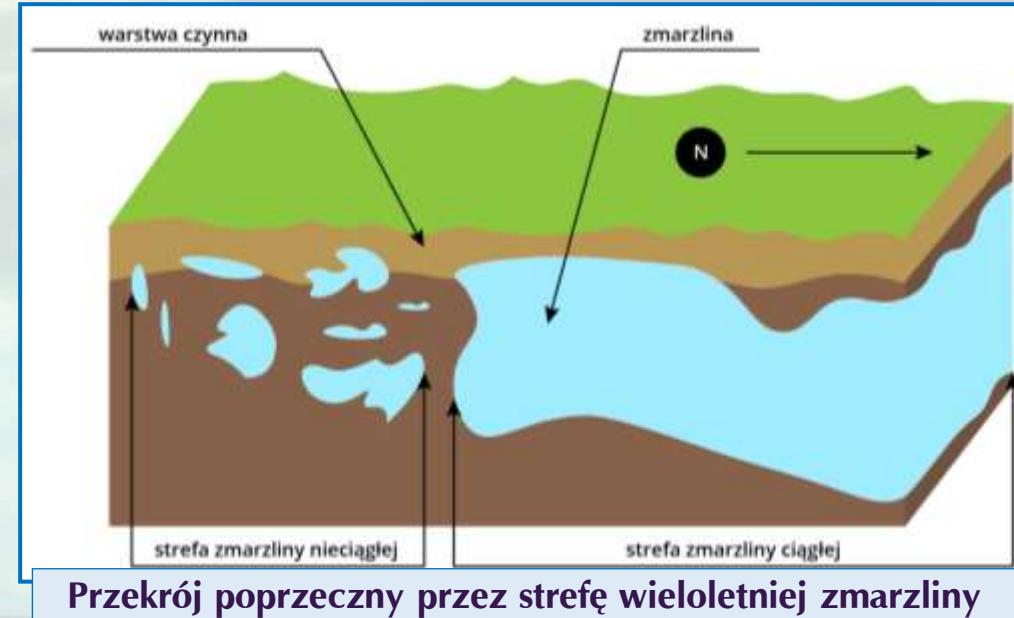
Występowanie wieloletniej zmarzliny

- ◆ **Obszar występowania wieloletniej zmarzliny stanowi aż 14% powierzchni lądów (powierzchnia 21 mln km²).**
- ◆ **Grubość stale przemarzniętej warstwy gruntu jest bardzo zróżnicowana i uzależniona od wielu czynników, tj.:**
 - ◆ warunki klimatyczne,
 - ◆ odległość od morza,
 - ◆ obecność wielkich rzek,
 - ◆ ciepło wnętrza Ziemi,
 - ◆ rodzaj skał budujących podłoże.
- ◆ **W sprzyjających warunkach wieloletnia zmarzlina sięga do głębokości nawet 1000-1500 metrów (Jakucja).**
 - ◆ **Zwykle jednak jej warstwa ma miąższość około:**
 - ◆ 600 metrów na Syberii,
 - ◆ 400 metrów na Alasce.



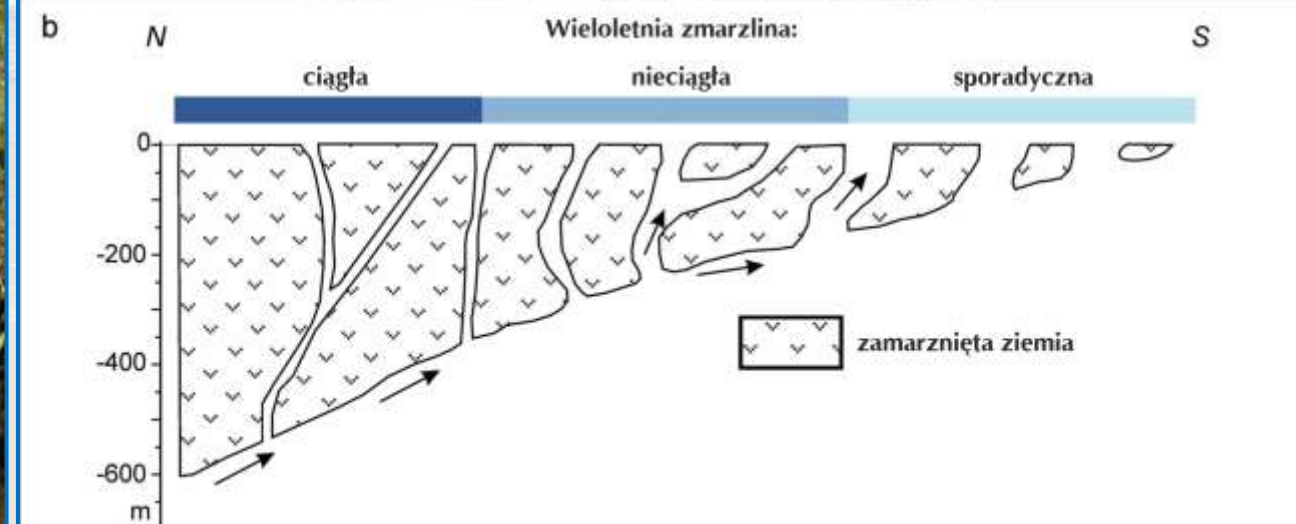
Typy wieloletniej zmarzliny

- ◆ **Wieloletnia zmarzlina może występować w sposób:**
 - ◆ **ciągły** – w strefach, gdzie średnia temperatura roczna powietrza jest niższa niż -5°C , występuje **wieloletnia zmarzlina ciągła**,
 - ◆ tworzy ona zwarte obszary w wysokich szerokościach geograficznych;
 - ◆ **nieciągły** – przylega ona do zmarzliny ciągłej i jest zwana strefą **zmarzliny nieciągłej (wyspowej)**,
 - ◆ ma ona charakter izolowanych płatów, których maksymalny zasięg wyznacza izoterma $-1,5^{\circ}\text{C}$ (średnia roczna temperatura powietrza);
 - ◆ **sporadyczny** – występuje kiedy średnia temperatura roczna danego obszaru wynosi od 0°C do $-1,5^{\circ}\text{C}$.
- ◆ W okresie letnim powierzchniowa warstwa wieloletniej zmarzliny, sięgająca do głębokości około 1-2 metrów (maksymalnie do około 4 metrów) rozmarza na kilka miesięcy.
 - ◆ Tę półpłynną w lecie, a stabilną w zimie część zmarzliny określa się jako **warstwę czynną**.
- ◆ Z przeciwną sytuacją spotykamy się rokrocznie w okresie zimowym w Polsce.
 - ◆ W klimacie umiarkowanym następuje sezonowe przemarzanie gruntu sięgające zwykle do głębokości około 1 metra.
 - ◆ Tylko w ostre bezśnieżne lub prawie bezśnieżne zimy zamrożona przy powierzchniowa warstwa może być grubsza.



Rozmieszczenie wieloletniej zmarzliny

- ◆ Współczesne występowanie wieloletniej zmarzliny wykazuje powiązanie ze **zlodowaczeniami plejstoceńskimi**, kiedy skały przemarzły bardzo głęboko.
- ◆ Jednak ocieplenie klimatu obserwowane w ostatnich dziesięcioleciach powoduje stosunkowo szybkie zanikanie marzłoci, jak również zmniejszanie się pokryw lodowców i lądolodów.



KONIEC



**Materiały pomocnicze do nauki
Opracowane w celach edukacyjnych (niekomercyjnych)**

Opracowanie i redakcja: *Sławomir Dmowski*
Kontakt: *kontakt@geografia24.eu*

**WSZELKIE PRAWA ZASTRZEŻONE
- KOPIOWANIE ZABRONIONE -**