



PROCESY ZEWNĘTRZNE

- **Wierzenie**
- **Lodowce, lądolody**
- **Rzeki**
- **Morza**
- **Wiatr**

Wietrzenie





Wietrzenie:

- ❖ fizyczne (mechaniczne)
- ❖ chemiczne
- ❖ biologiczne



Czynniki wietrzenia fizycznego:

- **wahania temperatury skał (insolacja)**
- **zamarzanie wody i krystalizacja soli w porach i szczelinach skalnych (zamróz)**
- **zmiany objętości minerałów iłowych,**
- **mechaniczne działanie organizmów.**



Skutki wietrzenia fizycznego:

- **Rozpad ziarnisty,**
- **Rozpad blokowy,**
- **Łuszczenie się**



Rozpad ziarnisty



Austin, Nevada, USA

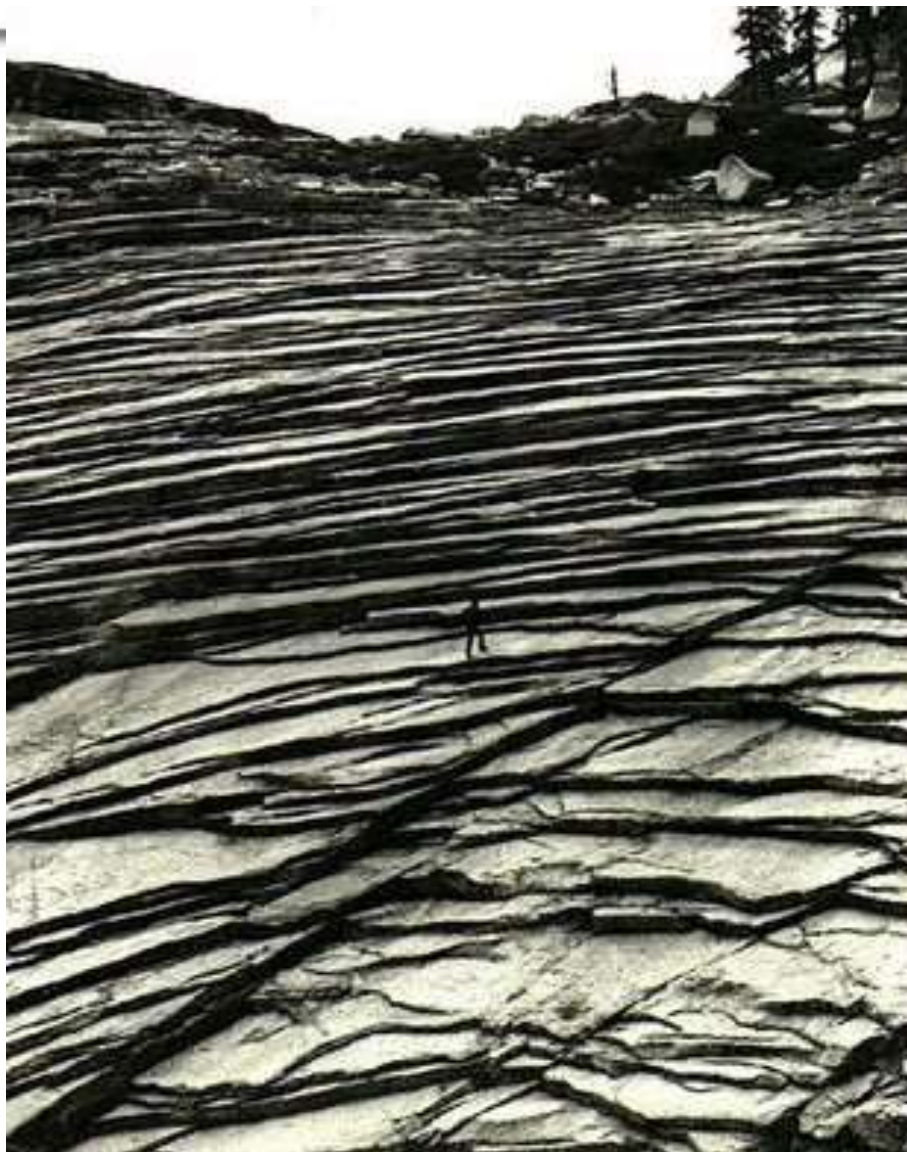
Rozpad blokowy



Victoria Land, Antarktyda



Eksfoliacja (Łuszczenie)



Sierra Nevada, California, USA



Czynniki wietrzenia chemicznego:

❖ woda opadowa, zawierająca m.in.:

- dwutlenek węgla,**
- amoniak i tlenki azotu,**
- kwas siarkowy,**
- kwasy humusowe,**
- chlor i tlen;**

❖ bakterie, wytwarzające m.in.:

- kwasy organiczne,**
- kwas azotowy.**



Procesy wietrzenia chemicznego:

- rozpuszczanie,**
- utlenienie (oksydacja),**
- redukcja,**
- uwodnienie (hydratyzacja),**
- uwęglanowanie (karbonatyzacja).**



Produkty wietrzenia:

- **formy geomorfologiczne:**
 - „głowy cukru”,
 - grzyby skalne,
- **pokrywa zwietrzelinowa,**
- **Gołoborza**
- **Zjawiska krasowe**

„Głowa cukru”



Grzyby skalne



Gołoborze



Terra rossa

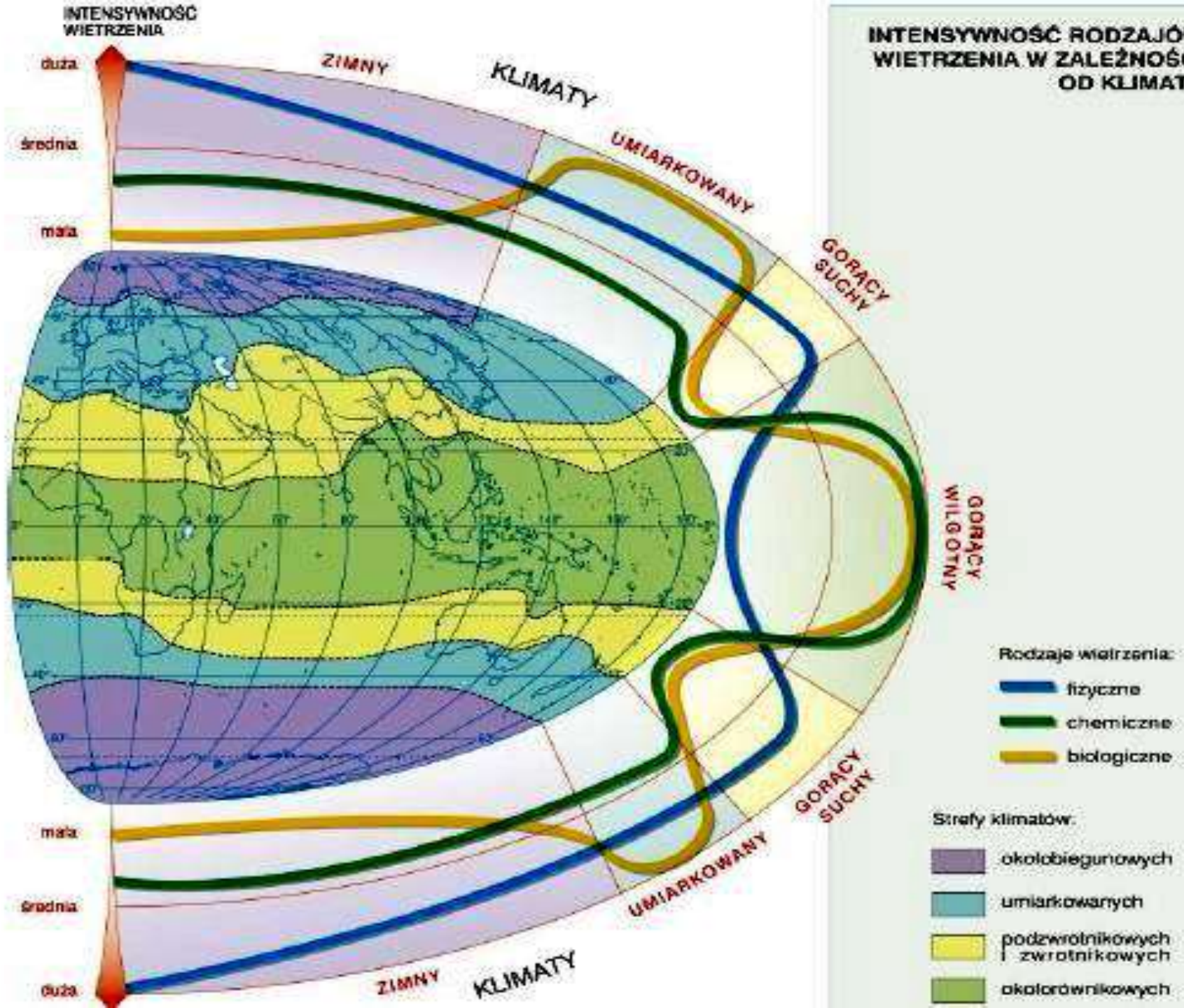




Wietrzenie a klimat

Klimat	Wietrzenie fizyczne	Wietrzenie chemiczne	Wietrzenie biologiczne
Okołobiegunowy polarny	Intensywne (zamróz)	Słabe	słabe
Umiarkowany	Umiarkowane	Umiarkowane	Umiarkowane
Zwrotnikowy pustynny	Silne (insolacja)	Słabe	słabe
Równikowy wilgotny	Bardzo słabe	Intensywne	Intensywne

INTENSYWNOŚĆ RODZAJÓW WIETRZENIA W ZALEŻNOŚCI OD KLIMATU





Zjawiska krasowe





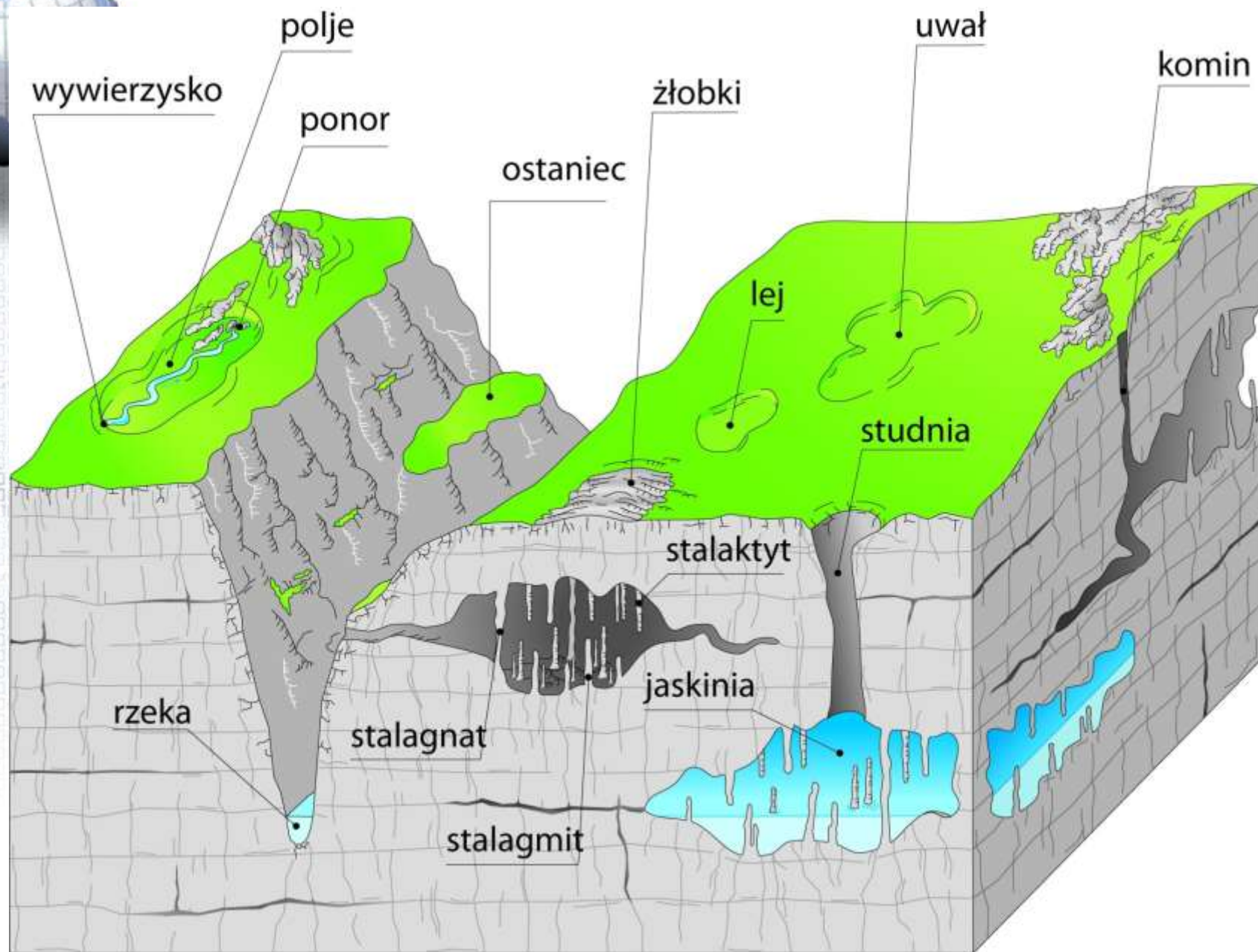
Kras powierzchniowy:

- **żłobki, jamy i bruzdy krasowe,**
- **leje krasowe,**
- **uwały,**
- **doliny zamknięte,**
- **polja.**



Kras podziemny:

- **jaskinie pionowe:**
studnie i kominy krasowe,
- **jaskinie poziome:**
korytarze i galerie,
- **pieczary.**



Rys. 44 Formy krasowe

Kras powierzchniowy



Wyżyna Krakowsko-Częstochowska



Kras powierzchniowy



Wyżyna Krakowsko-Częstochowska



Zapadliskowy lej krasowy



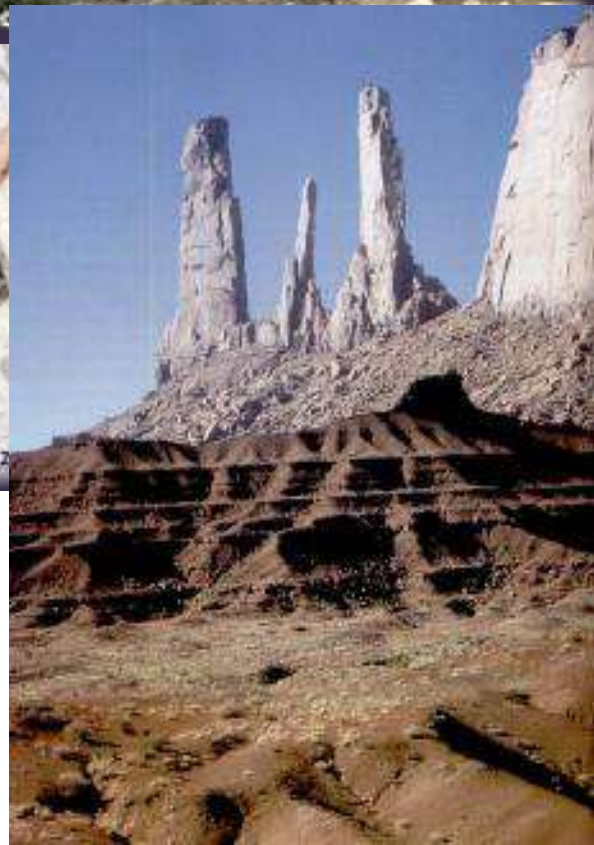


Kras powierzchniowy



Mogoty







Utwory (osady) jaskiniowe:

- ✓ **Allochtoniczne (naniesione),**
- ✓ **Autochtoniczne (utworzone w jaskini):**
 - **material okruchowy,**
 - **eluwium,**
 - **nacieki.**

Zjawiska krasowe – kras podziemny





Stalaktyty





Stalagmity



Jaskinia Cristal Onyx, USA

Stalagnat



Jaskinia Cristal Onyx, USA

Szata naciekowa jaskiń



Jaskinia Aven Armand, Francja

Lodowce na kuli ziemskiej



Lodowce i stała pokrywa śnieżna

⇒ pokrywają nieco ponad **16 mln km²** kontynentów (ok. 11% ich powierzchni)

⇒ magazynują **24 mln km³** wody

Lodowce i stała pokrywa śnieżna są głównym źródłem w hydrosferze wody słodkiej

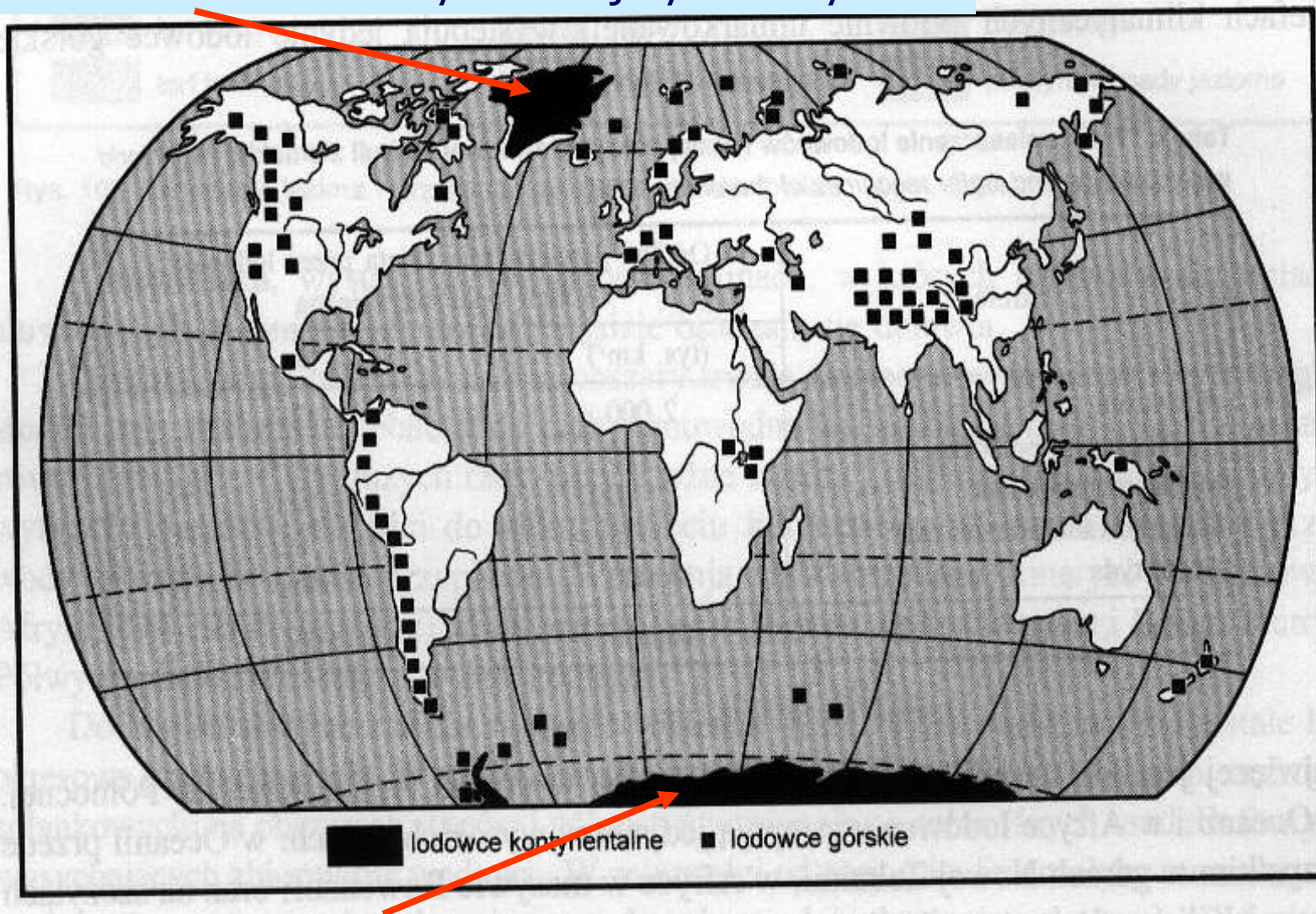
⇒ **68,7%** zapasów wód słodkich hydrosfery



Tabela: Rozmieszczenie zlodzenia na lądach półkuli północnej

Szerokość geograficzna	Lodowce w % ogólnej powierzchni lądowej
90-80°	68,5
80-70°	35,8
70-60°	4,5
60-50°	0,3
50-40°	0,07

Grenlandia – 11% masy lodowej hydrosfery



Antarktyka – 85,6% ogólnej objętości lodu na Ziemi

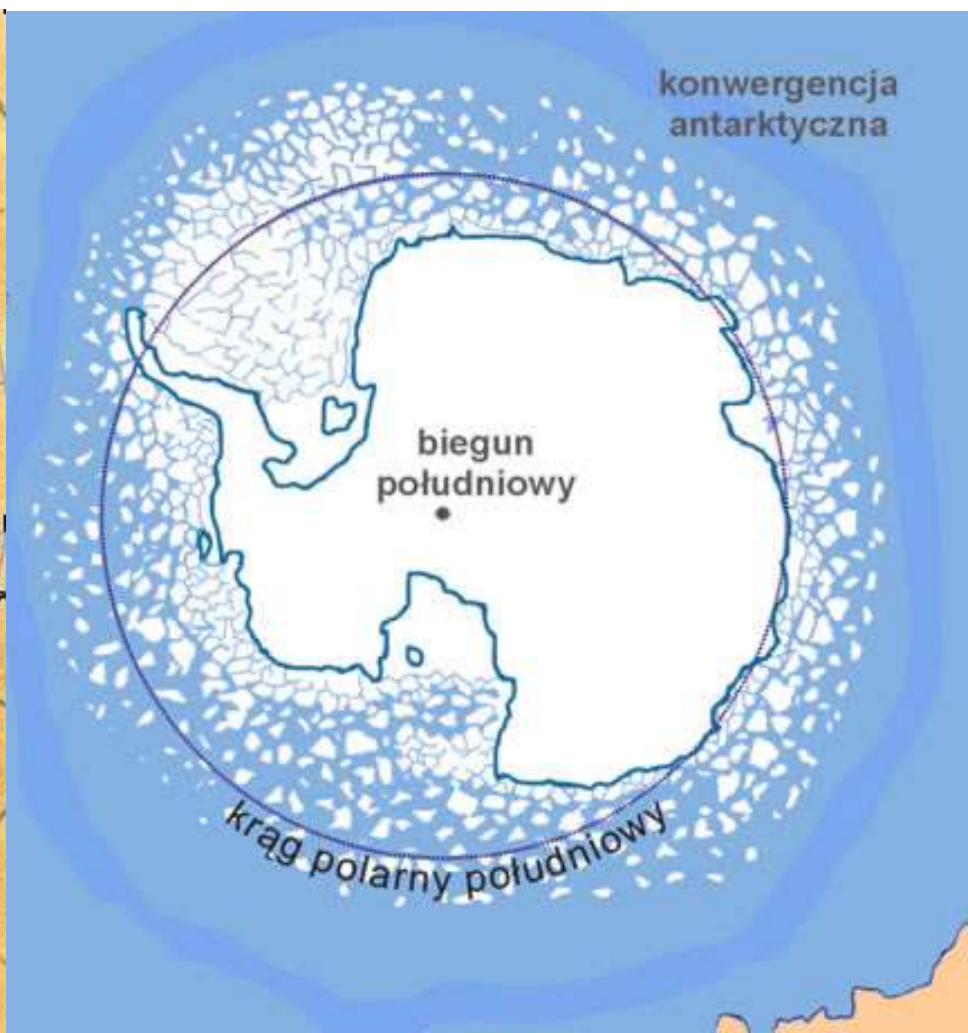
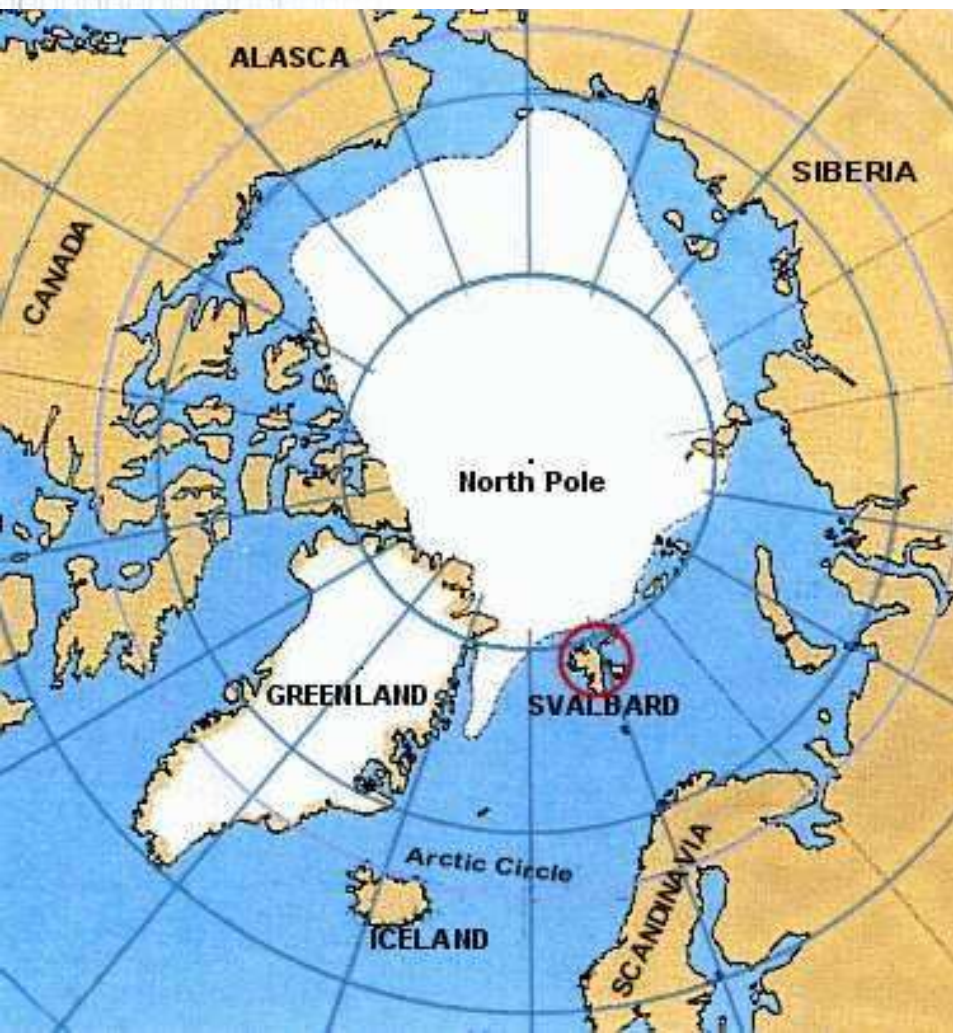
Pozostałe lodowce gromadzą 3,4% masy lodowej hydrosfery



W strefie polarnej występują przede wszystkim:

⇒ **lodowce kontynentalne (lądolody),**

⇒ **pola lodowe**



W pozostałych strefach (głównie umiarkowanej) występują jedynie

⇒ **lodowce górskie**





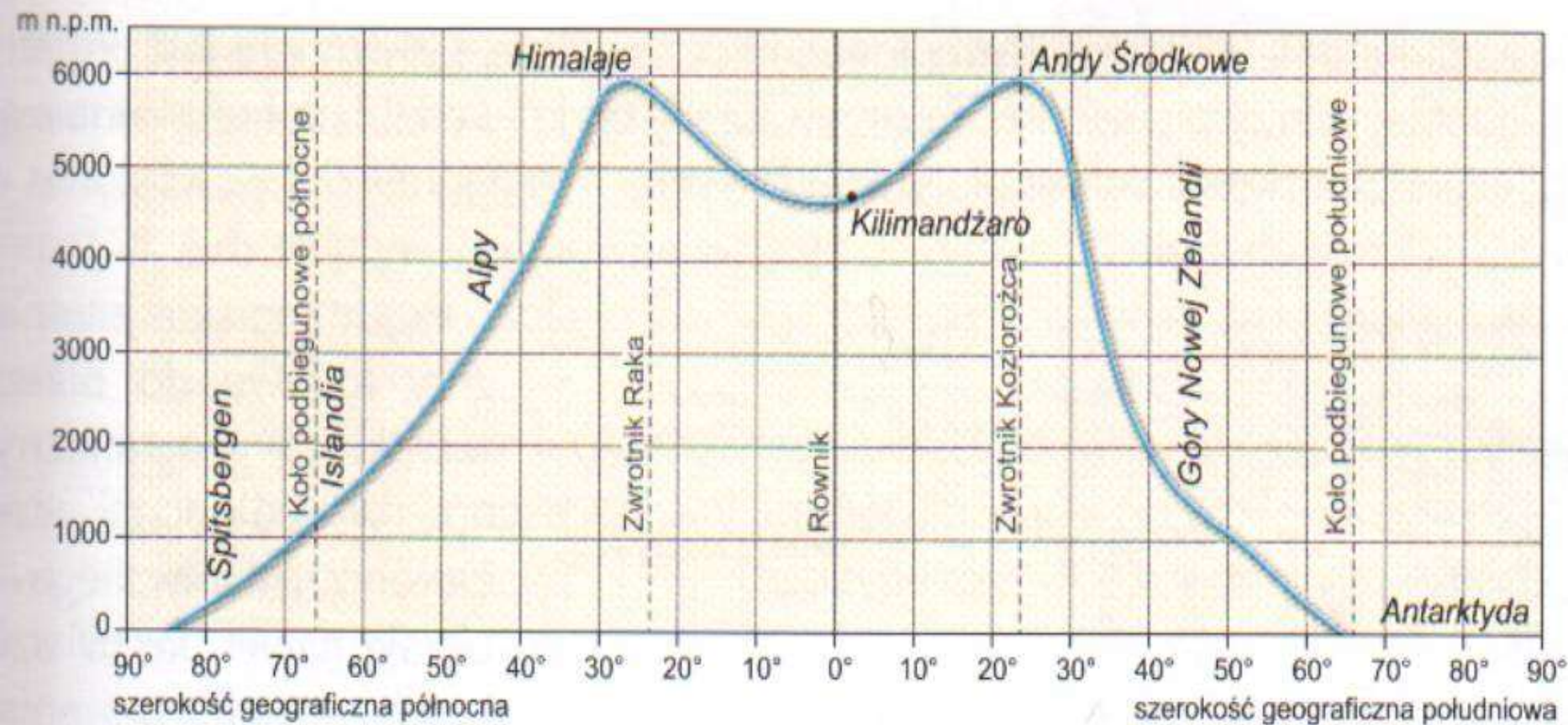
Warunki tworzenia się lodowców górskich

- ⇒ poniżej temperatury 0 stopni – poniżej granicy wiecznych śniegów
- ⇒ dodatni bilans śnieżny – więcej śniegu spada niż się topi w ciągu roku
- ⇒ Istnieje obniżenie w terenie gdzie gromadzi się śnieg





Linia wiecznego śniegu (granica wiecznego śniegu)



W polu firnowym śnieg ulega przeobrażeniu w lód lodowcowy.

śnieg
↓
firn
↓
lód firnowy
↓
lód lodowcowy

świeży śnieg



90% porowatość

stary śnieg



50% porowatość

firn



20-30% a porowatość

lód lodowcowy

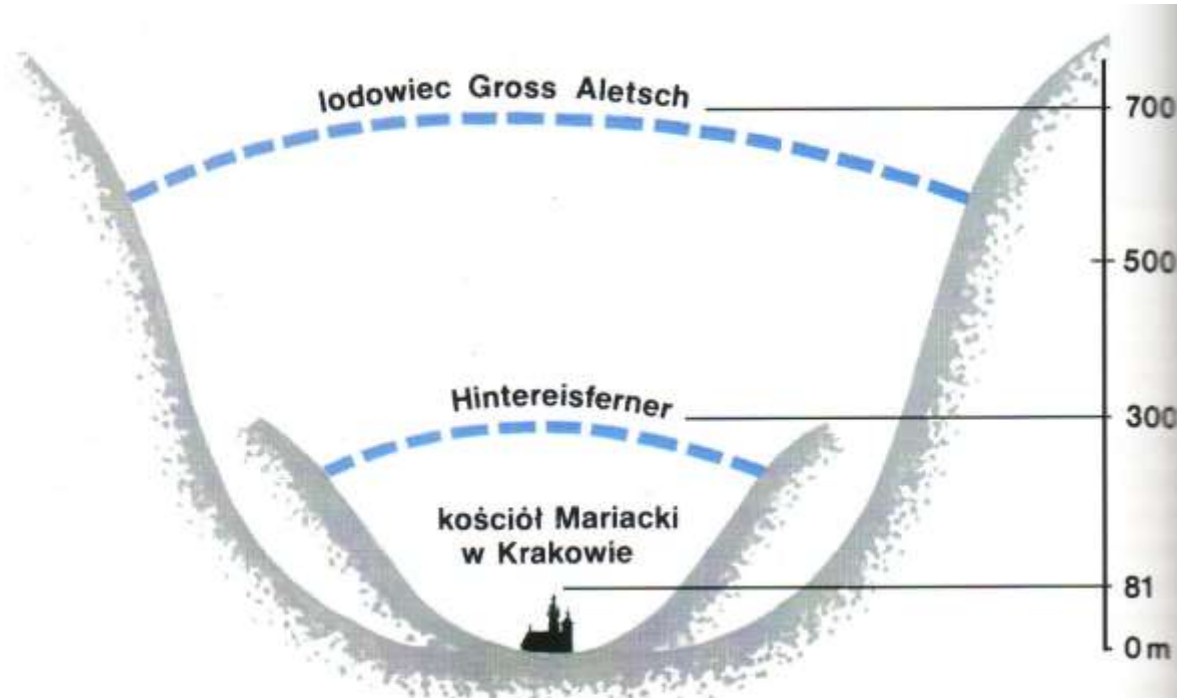


**zamknięte w lodzie
pęcherzyki powietrza**



Mięszkość lodowców

- lądolody do 4000 m
- czapy lodowe do 1000 m
- języki lodowcowe od 50 m do 950 m

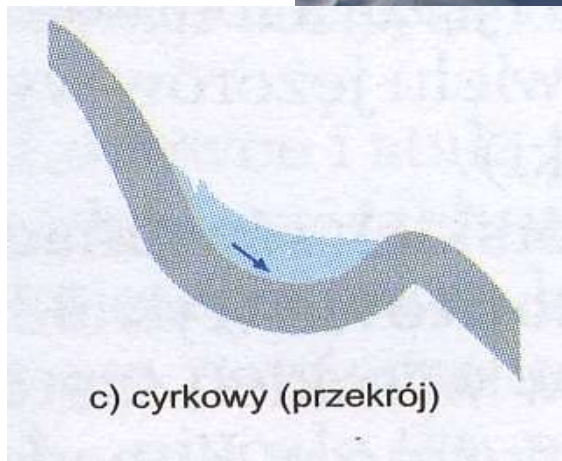
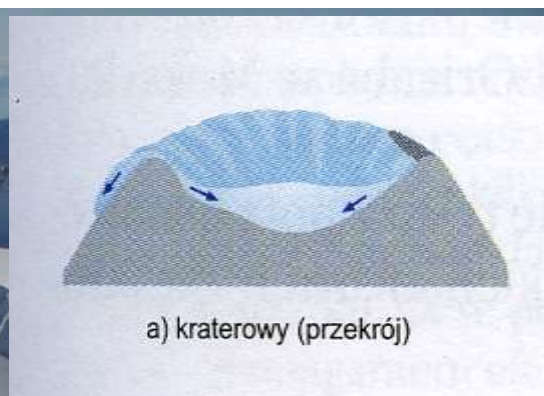


Jaką grubość mają lodowce alpejskie? Schematyczne przekroje poprzeczne lodowców Grosser Aletsch i Hintereisferner. Dla porównania – rysunek Kościoła Mariackiego w Krakowie (wg A. Jahna)

Rodzaje lodowców górskich:

1. Lodowce zboczy górskich i szczytów:

- **kaldery**, lodowce leżące w kraterach wygasłych wulkanów;
- **cyrkowe**, lodowce leżące w wysoko położonych karach (mają tylko pole firnowe);





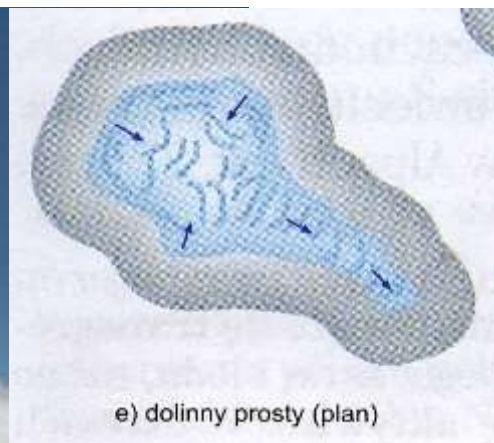
- **wiszące**, lodowce leżące na stromych zboczach górskich w płytkich zapadliskach;



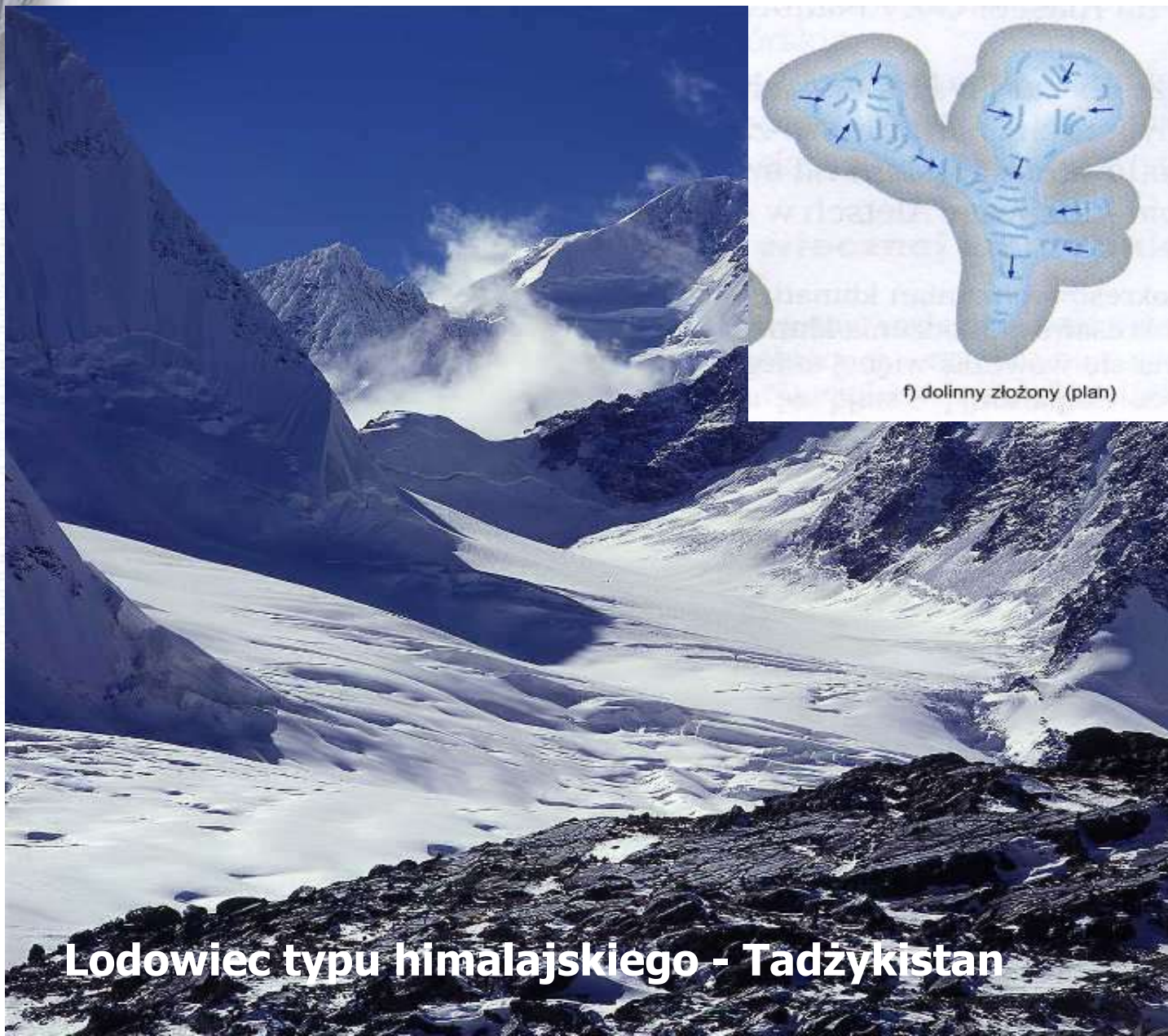
Wiszący lodowiec Hofmannskees

2. Lodowce dolinowe:

- **typu alpejskiego**, proste z jednym polem firnowym, od którego odchodzi jeden jezior lodowcowy



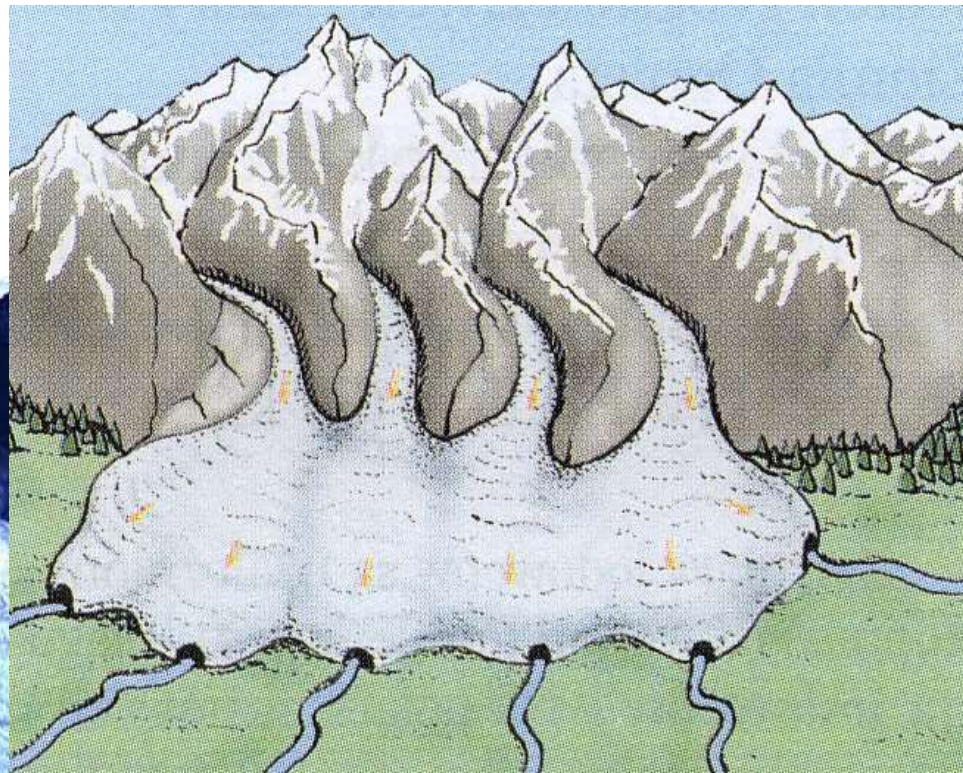
- **typu himalajskiego**, złożone z wielu jęzorów;

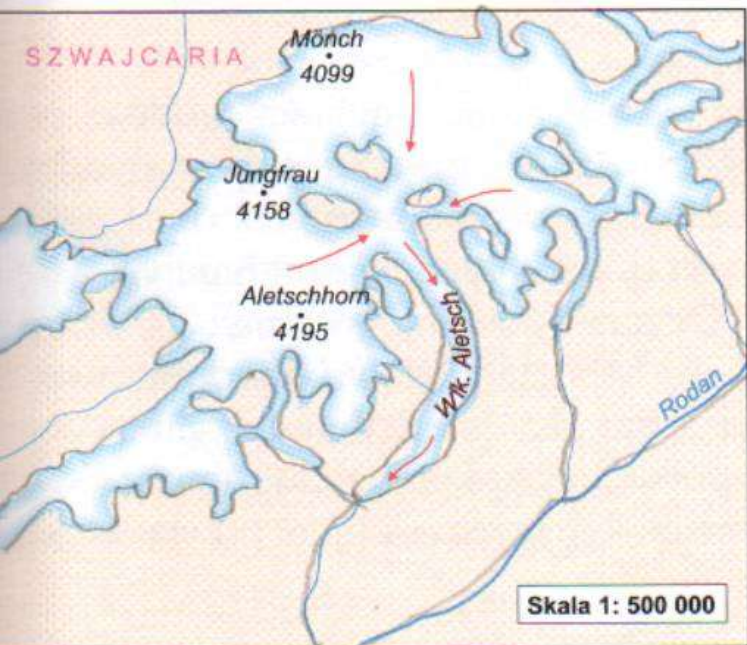


Lodowiec typu himalajskiego - Tadżykistan

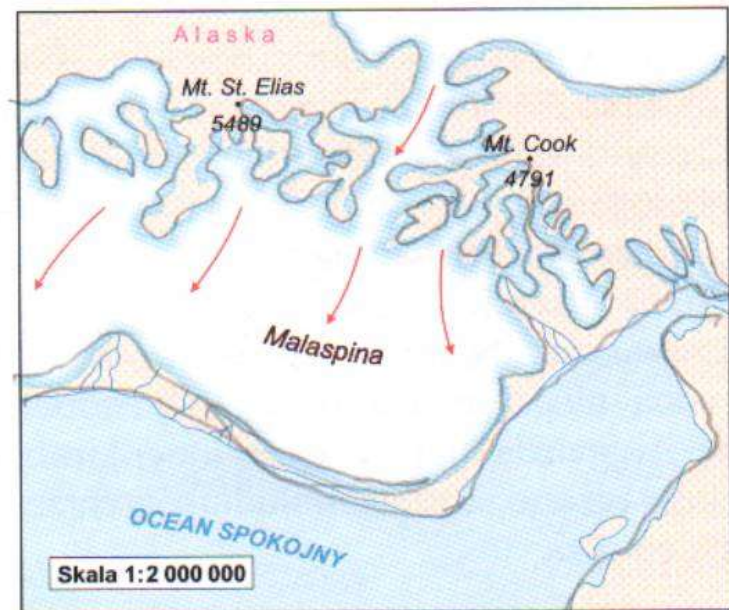
• **lodowiec piedmontowy** - powstaje gdy lodowce górskie, wypływając z gór na równinę podgórska, łączą się ze sobą.

• Tego typu lodowce są charakterystyczne dla okolic podbiegunowych, głównie Gór Skalistych i Alaski (tu znajduje się największy na świecie lodowiec piedmontowy Malaspina).

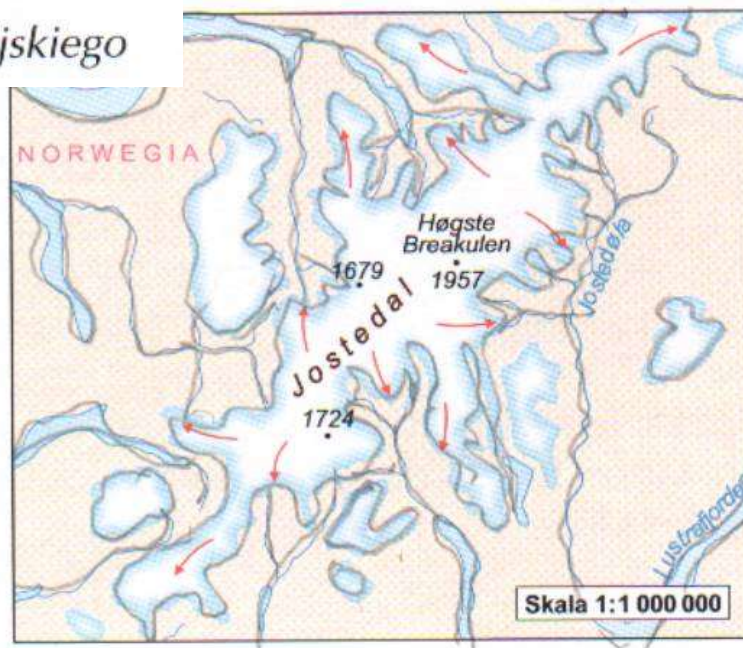




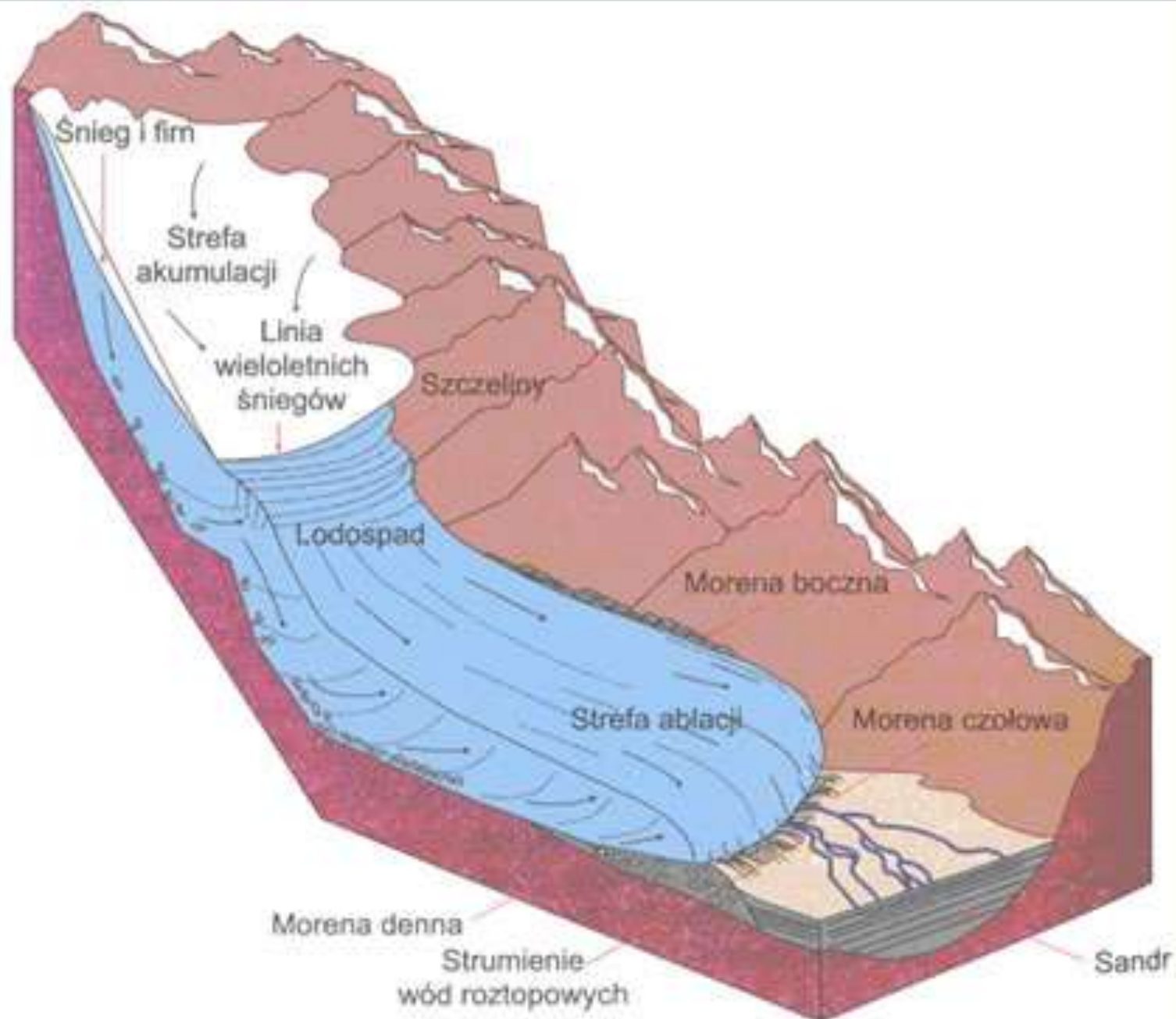
Ryc. 150. Lodowiec typu alpejskiego



Lodowiec piedmontowy

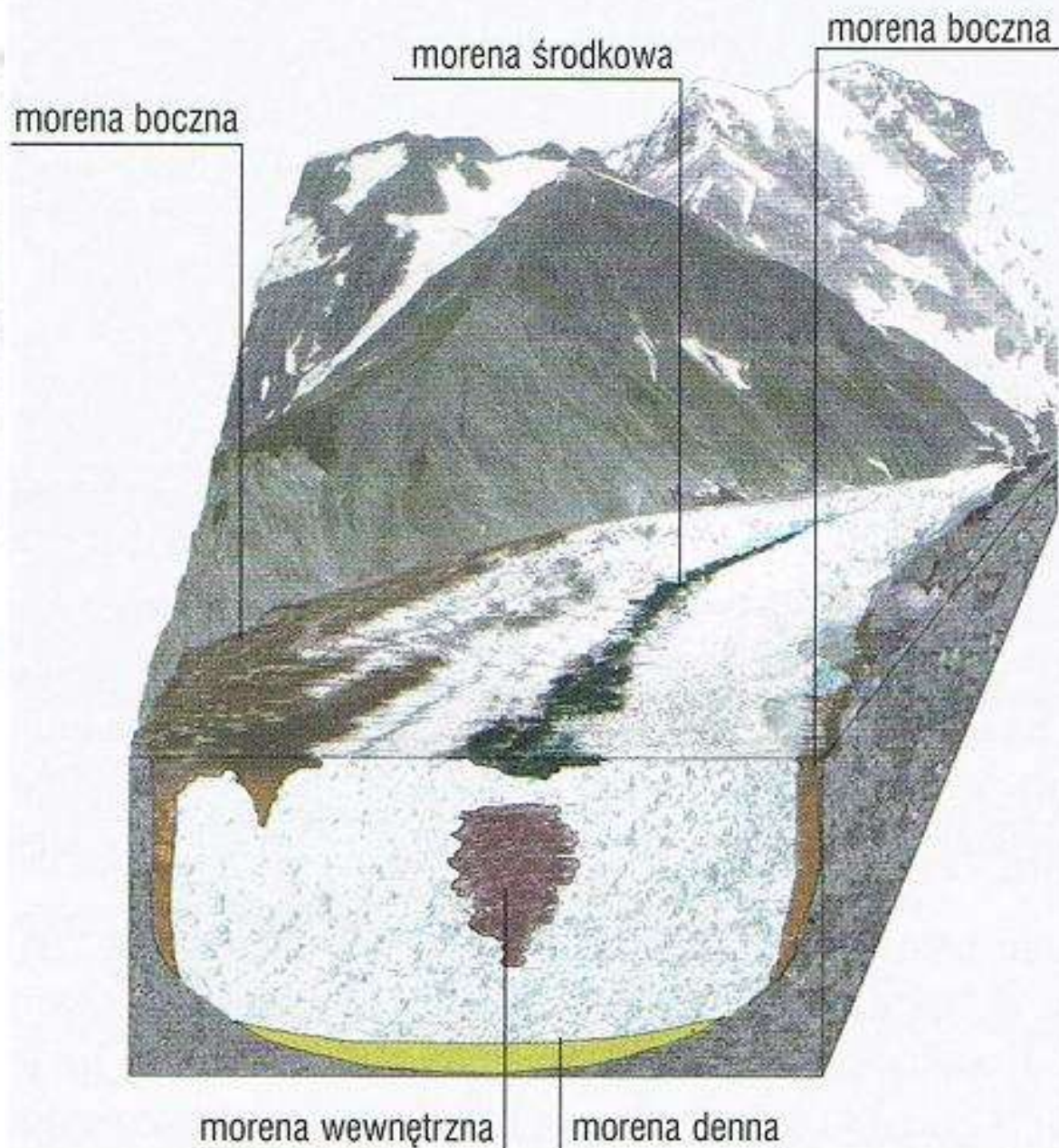


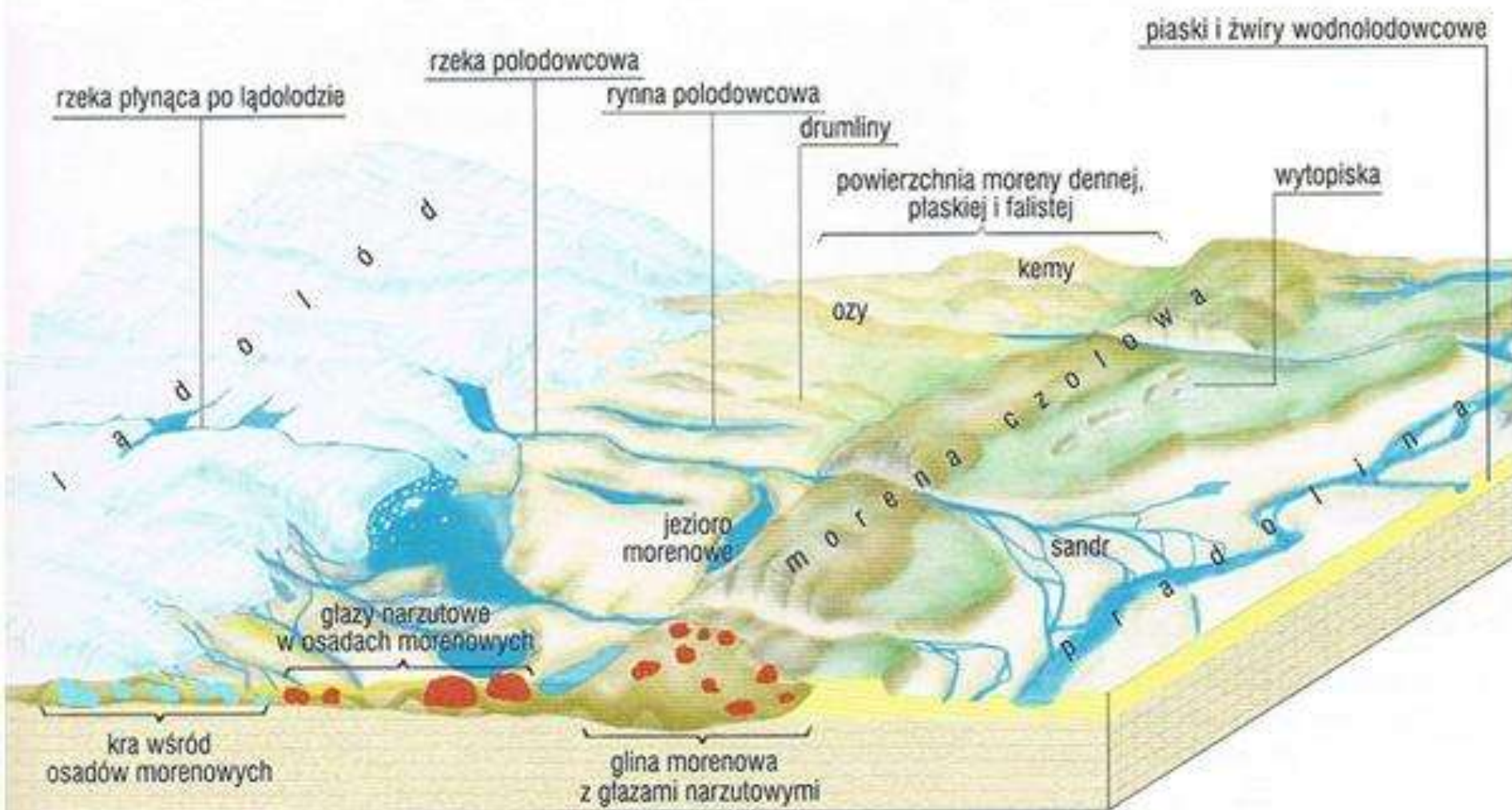
Ryc. 152. Lodowiec skandynawski





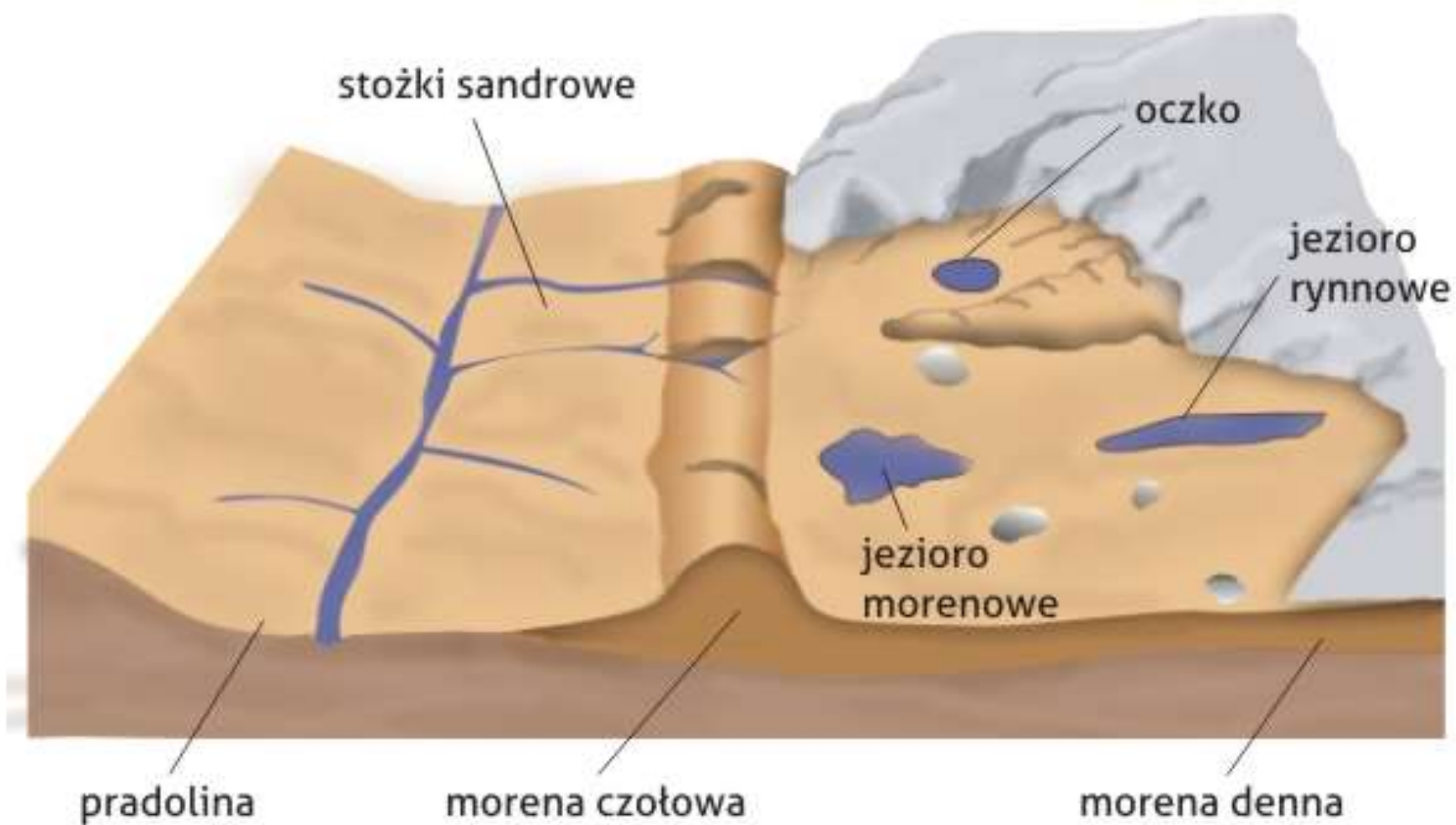
ROZMIESZCZENIE MATERIAŁU MORENOWEGO W ŁODOWCU GÓRSKIM







ŁĄDOLÓD







Klasyfikacja rzek

- rzeki stałe
- rzeki okresowe
- rzeki epizodyczne

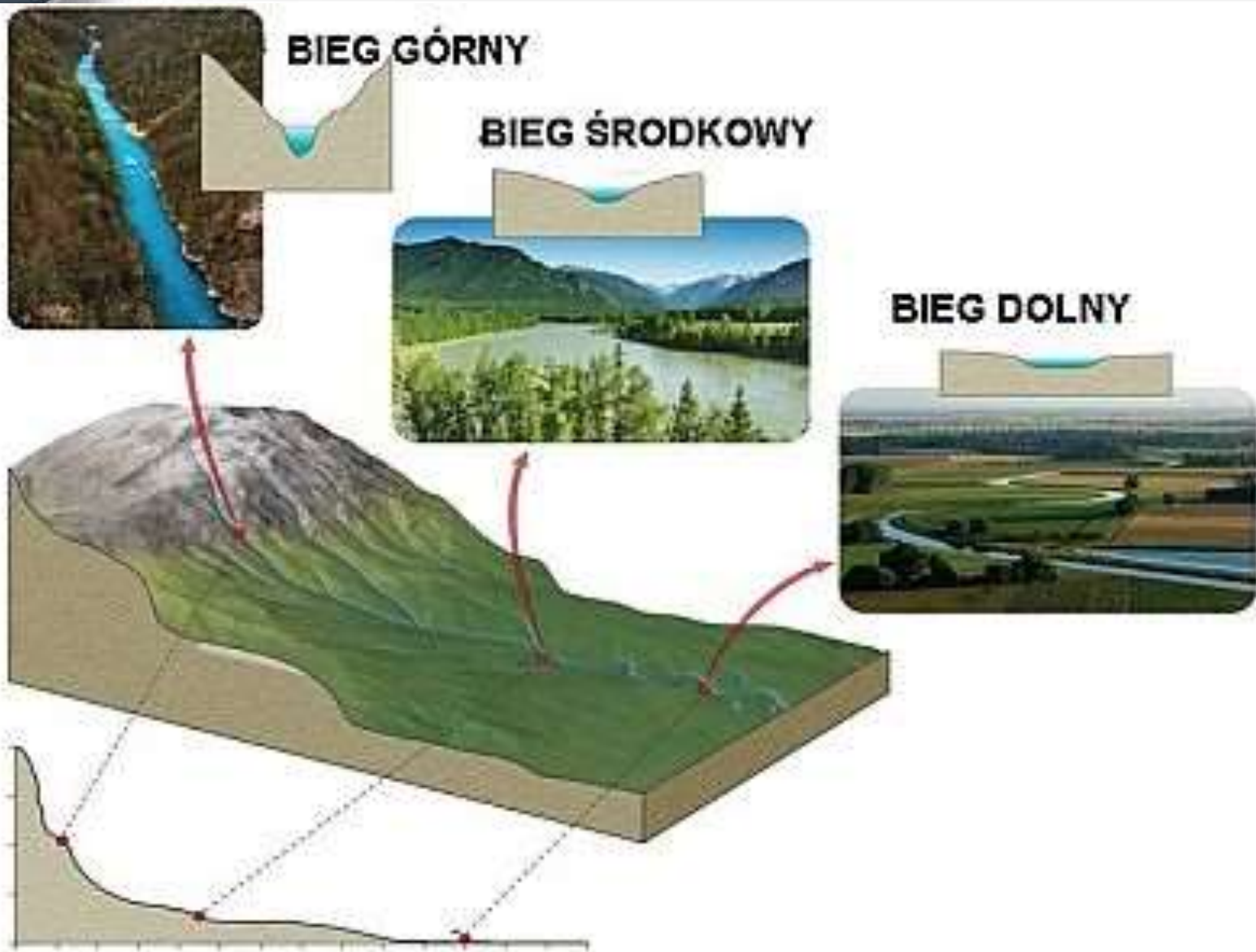


Sposoby zasilania rzek

(reżim rzeczny)

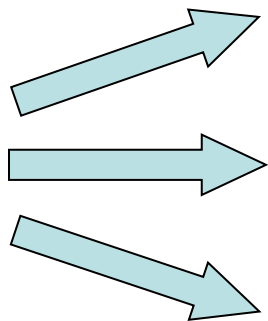
- **deszczowe**
- **lodowcowe**
- **śnieżne**
- **gruntowe (wody podziemne)**
- **deszczowo-śnieżny**
- **śnieżno-deszczowy**
- **złożony**

Działalność rzek w 3 biegach

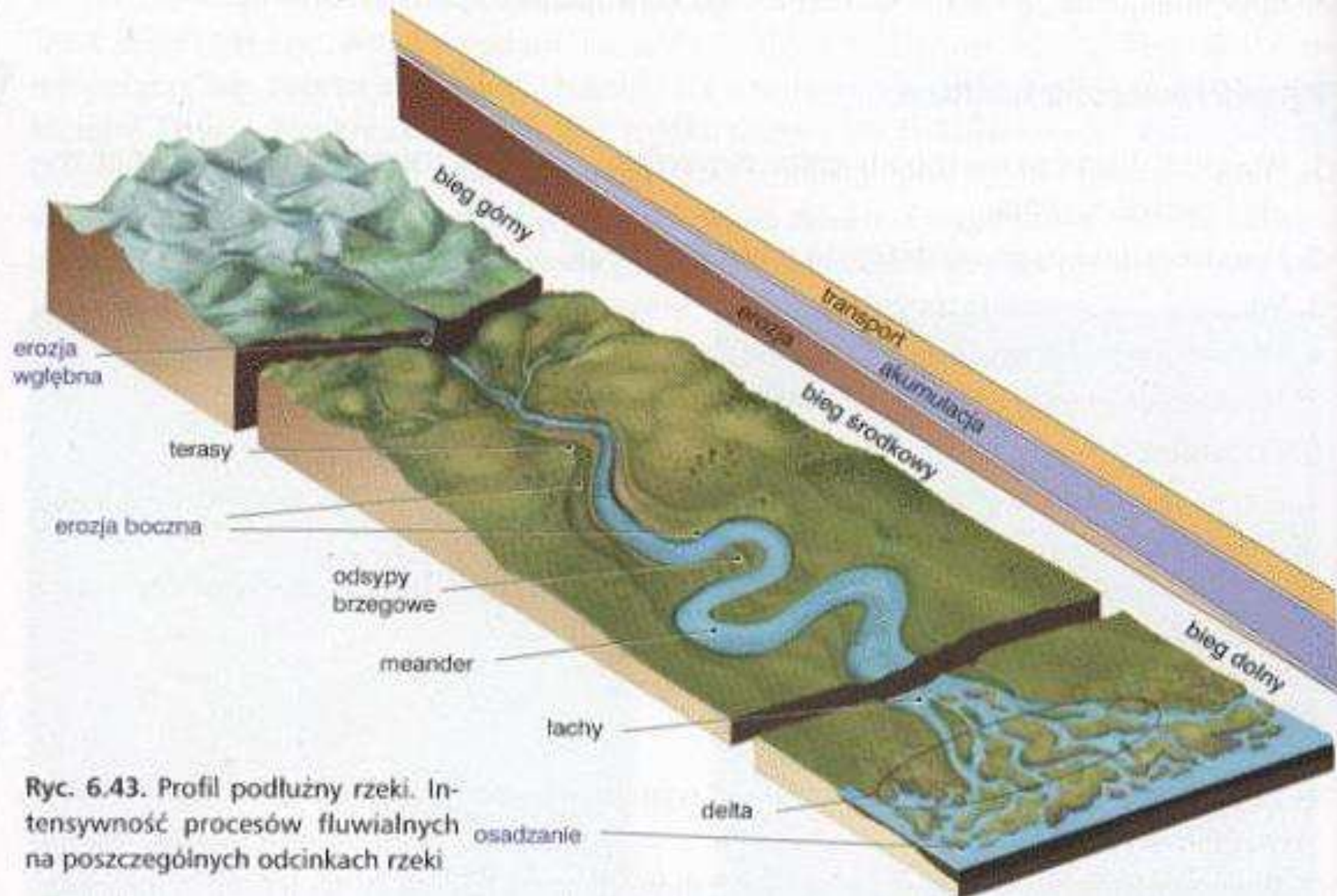




Procesy erozyjne



- **erozja wgłębna**
- **erozja wsteczna**
- **erozja boczna**



Ryc. 6.43. Profil podłużny rzeki. Intensywność procesów fluwialnych na poszczególnych odcinkach rzeki

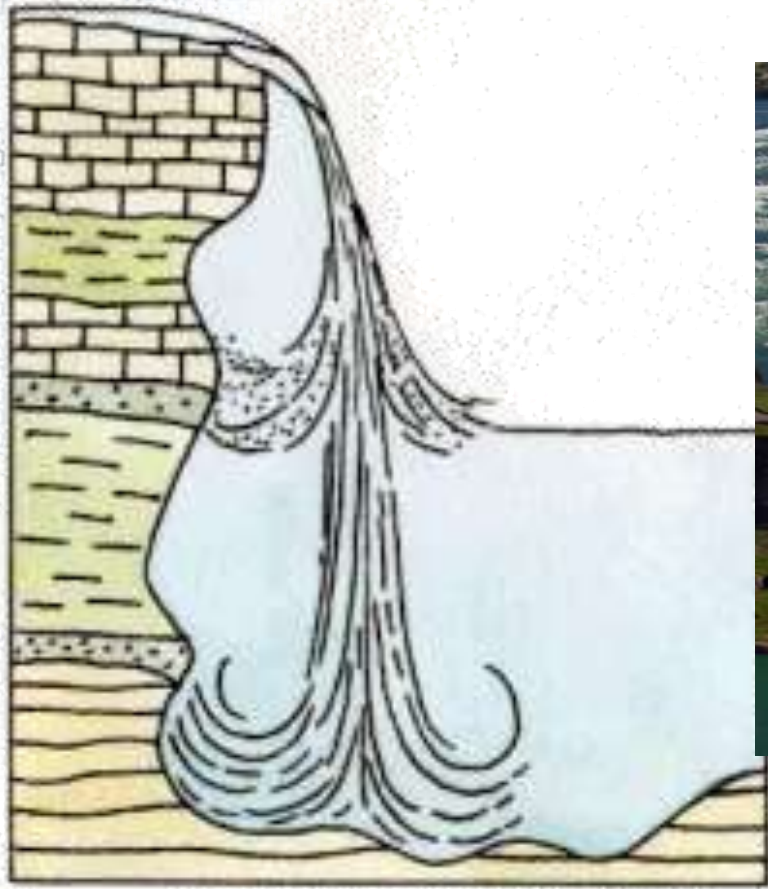


Erozja wgłębna – pogłębianie koryta rzecznego dolina V-kształtna





Erozja wsteczna – cofanie się wodospadu



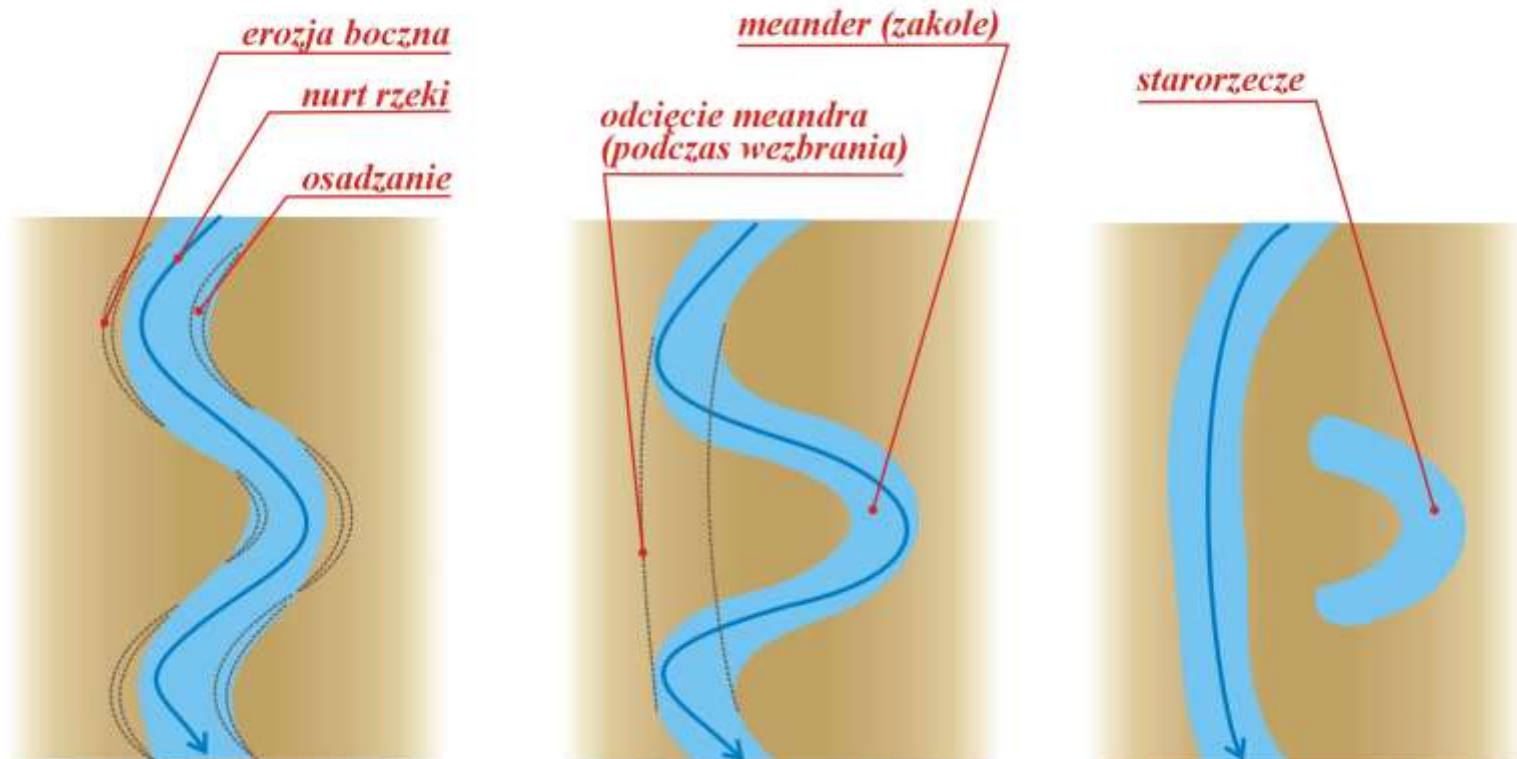




Bieg środkowy

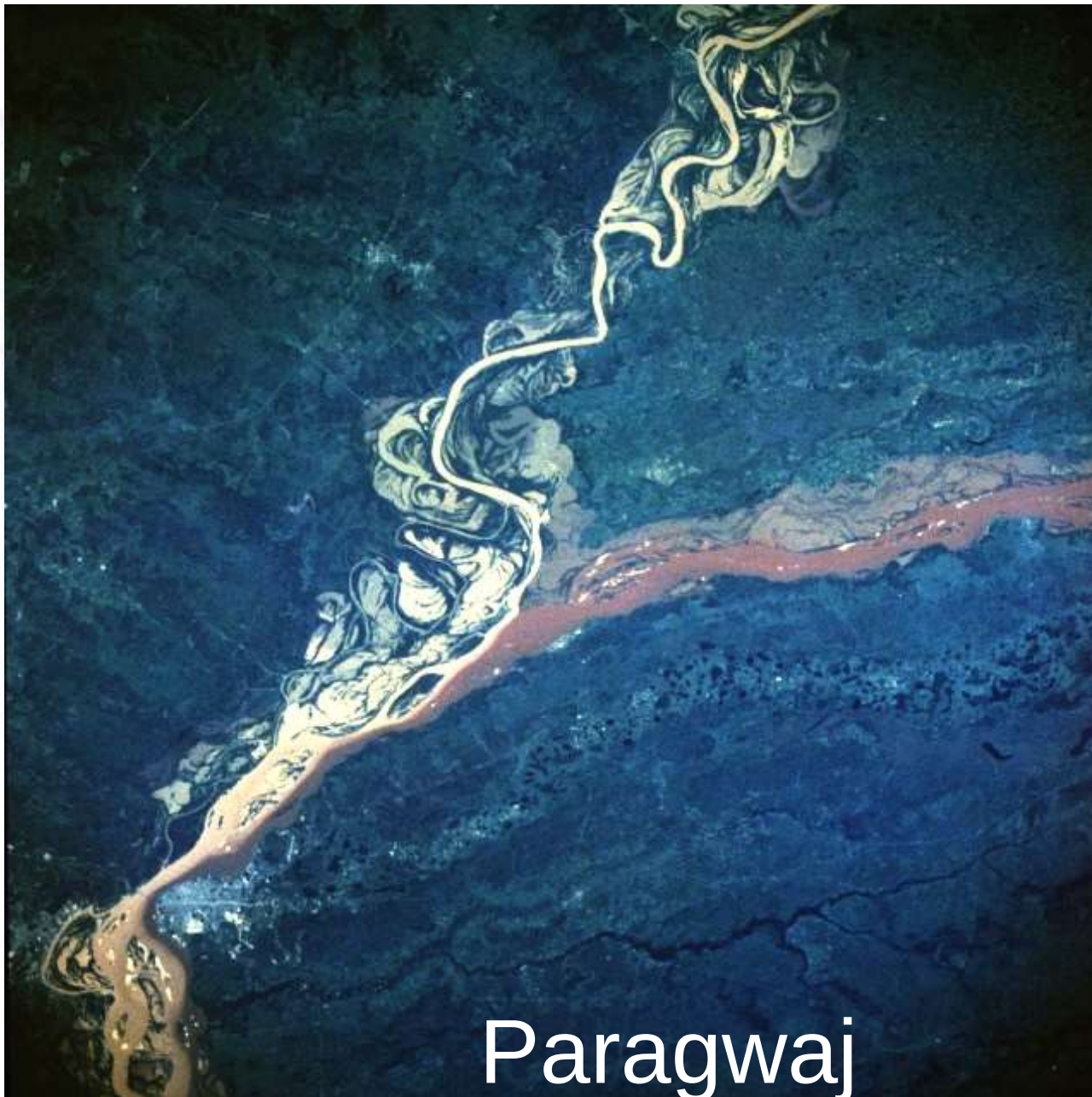
EROZJA BOCZNA

erozja boczna jest to podcinanie i rozmywanie brzegów koryta przez nurt rzeki, prowadzi do powstawania meandrów i starorzeczy





Dolina
Jangcy



Paragwaj



Prypeć





Ujście rzeki

DELTA

akumulacja rzeki > niszcząca dz. morza

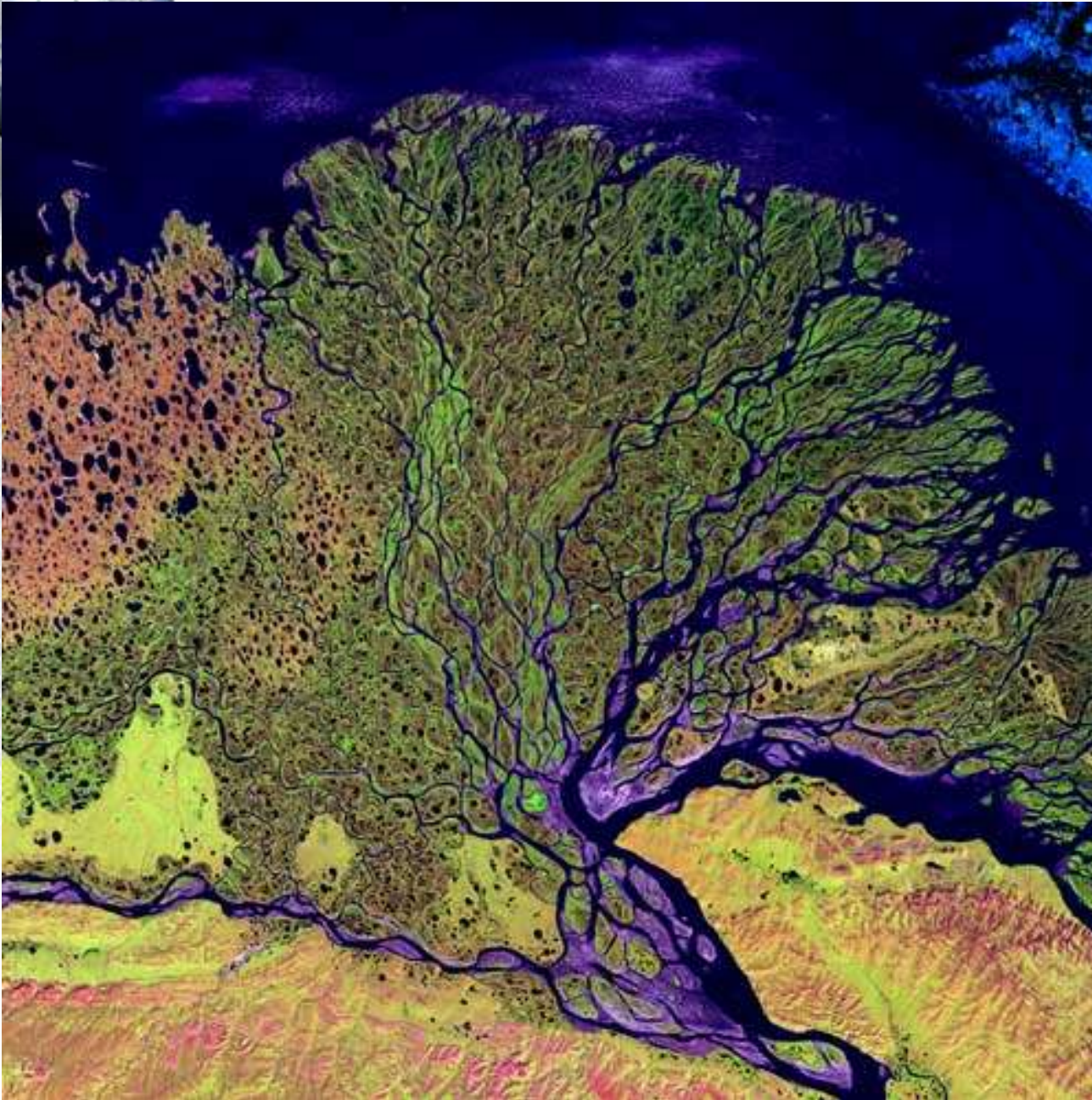
ESTUARIUM (LEJEK)

akumulacja rzeki < niszcząca dz. morza

Delta Nilu



Delta Leny



Delta Okavango



© 2005 Globexplorer, Earth Satellite Corporation

Delta Indusu



Loara





Działalność mórz

Działalność mórz zachodzi na wybrzeżu, które wyznacza zasięg działalności fal, prądów i pływów morskich.

Możemy wyróżnić:

- **Wybrzeża wynurzone**, które powstają w czasie regresji morza, na skutek wynurzania dna morskiego są płaskie, niskie i mają słabo urozmaiconą linię brzegową.
- **Wybrzeża zanurzone**, które powstają w czasie transgresji morza mogą być niskie, jeśli morze wkroczyło na teren nizinny, lub wysokie, jeśli zalało tereny wyżynne bądź górskie. Jeśli teren, na który wkroczyło morze miało bardzo urozmaiconą rzeźbę to linia wybrzeża będzie również bardzo urozmaicona (z dużą ilością zatok, wysp, półwyspów)



Typy wybrzeży zanurzonych:

Dalmatyńskie – powstaje przez zalanie łańcuchów górskich ułożonych równolegle do wybrzeża. Ma postać wielu podłużnych wysp ułożonych równolegle do wybrzeża.





Riasowe – powstaje przez zalanie łańcuchów górskich ułożonych prostopadle do wybrzeża.

Ma postać długich, równoległych do siebie, palczastych półwyspów wcinających się w morze oddzielonych długimi zatokami. Np. Wybrzeże Bretanii we Francji, Peloponezu

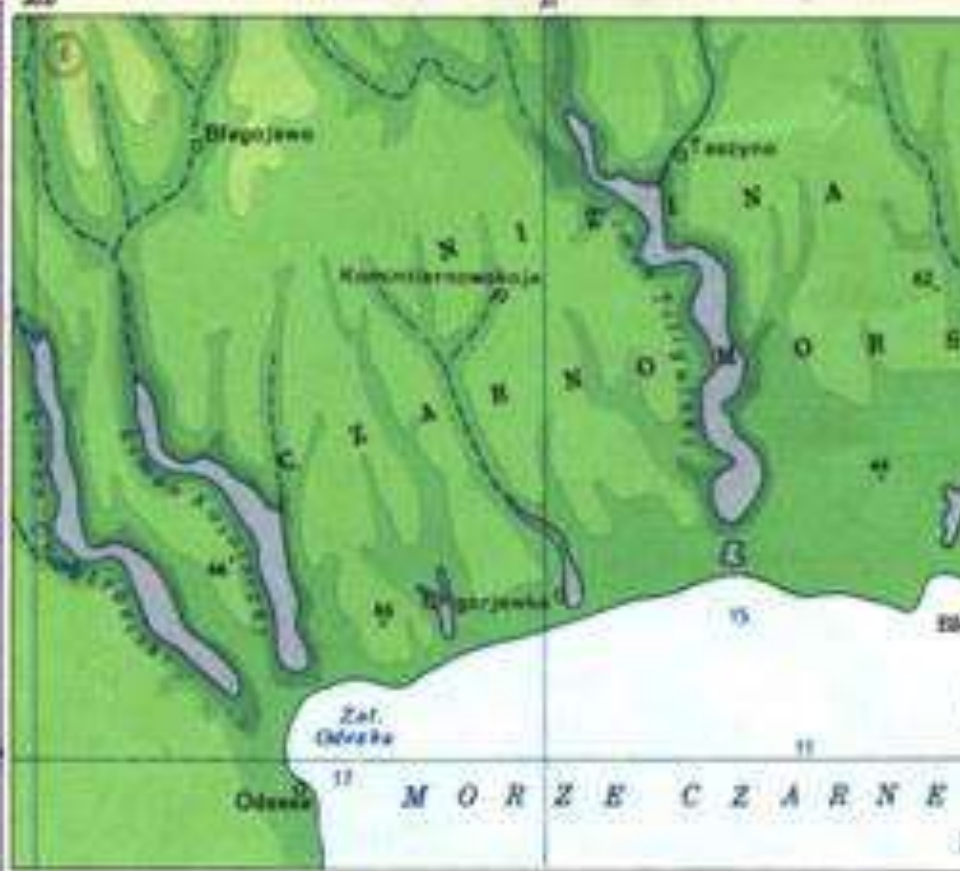


Image © 2009 DigitalGlobe





Limanowe – powstaje na skutek zatopienia ujść rzecznych, które miały postać głębokich jarów. Taki zatoki są zamykane piaszczystymi kosami. Zamknięte zatoki nazywamy limanami. Ten typ wybrzeża występuje w zachodniej części Morza Czarnego.



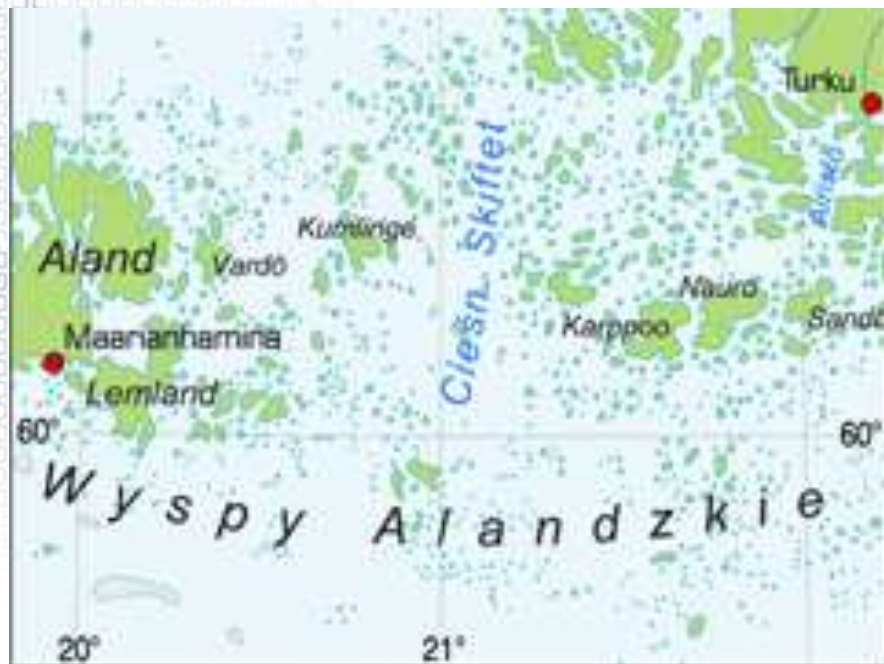


Fiordowe – powstaje przez zalanie dolin U-kształtnych w górach. W ten sposób powstają fiordy – długie, wąskie, kręte i głębokie zatoki wcinające się głęboko w ląd. Ten ty wybrzeża np. występuje w Norwegii, na Wyspie Południowej w Nowej Zelandii (Fiordland)



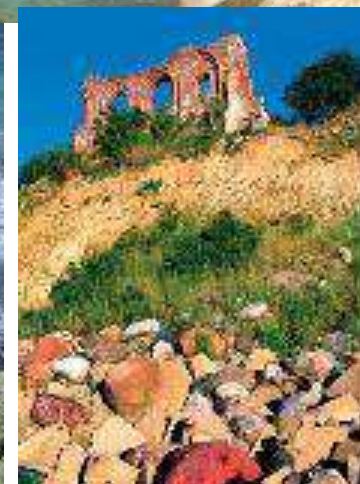


Szerowe (szkierowe) – powstaje przez zalanie obszaru nizinnego z licznymi obniżeniami i wygładami lodowcowymi (obszaru z licznymi formami polodowcowymi na niżu). Ma postać tysięcy małych, skalistych wysepek. Występuje np. w południowej Szwecji i Finlandii.





Wybrzeże klifowe – wysokie wybrzeże podcinane przez fale. Do najłynniejszych wybrzeży klifowych należą: Klify Moheru (Irlandia), Klify Dover (WB), kredowe klify Rugii, Wybrzeże 12 Apostołów (Australia). W Polsce wybrzeże klifowe występuje na Wyspie Wolin oraz w okolicach Gdyni



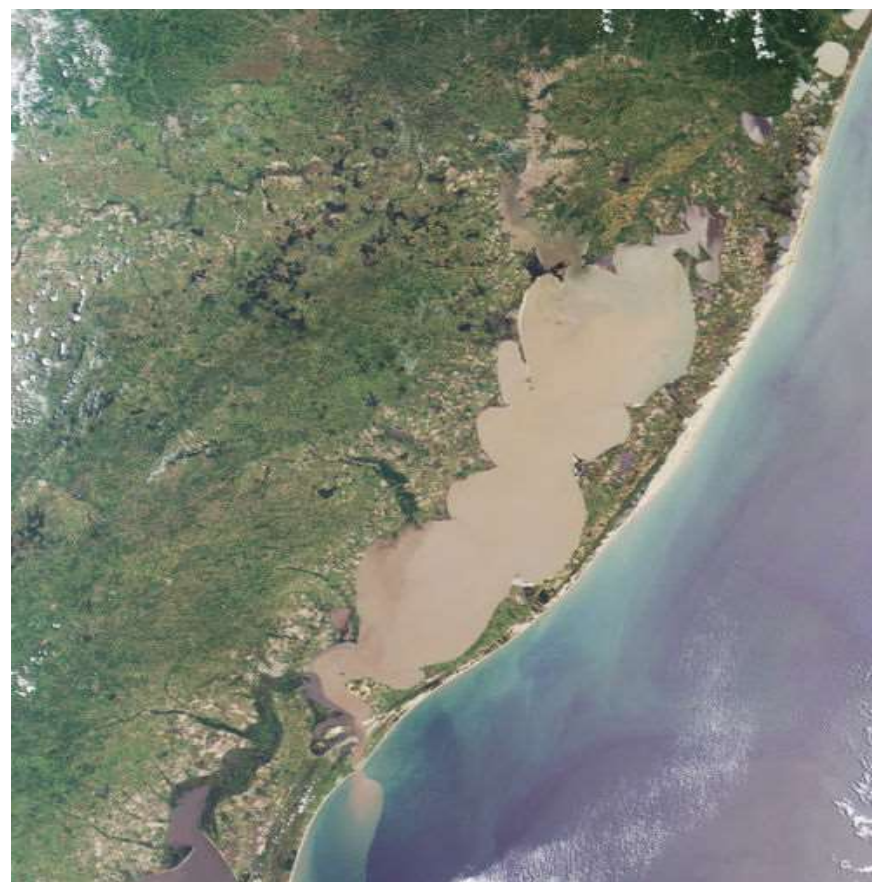
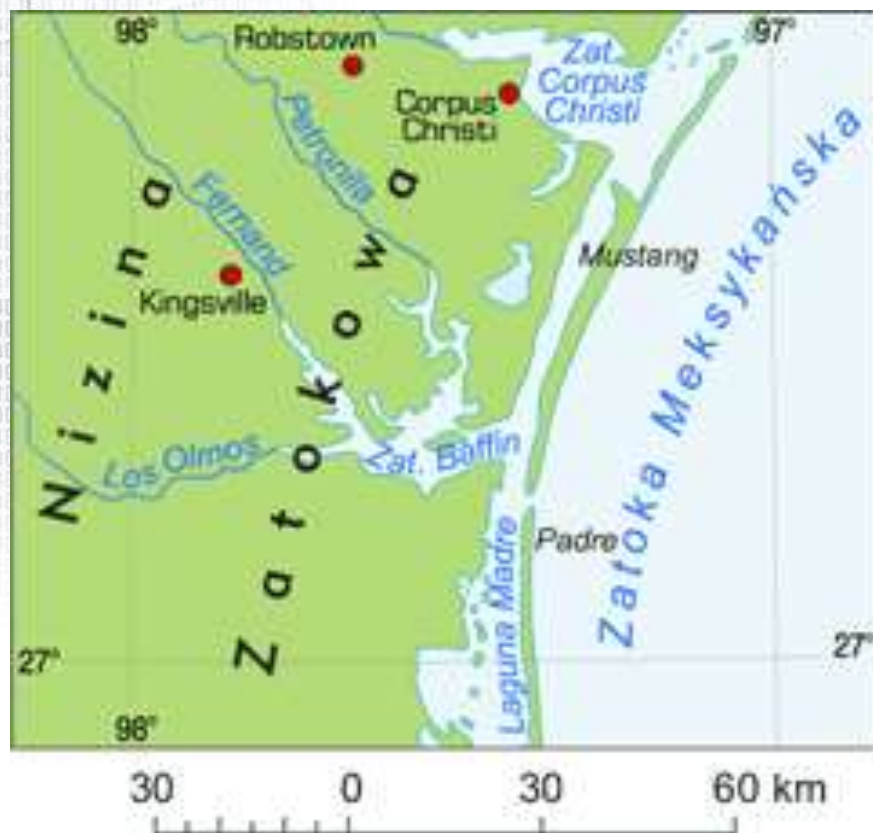


Wybrzeże mierzejowe – powstaje, gdy fale działają ukośnie do brzegu lub, gdy wzdłuż brzegu płynie prąd przybrzeżny, który usypuje piaszczysty wał zwany mierzeją. Mierzeje zamykają zatoki przeistaczając je najpierw w zalewy a następnie w jeziora przybrzeżne. Ten typ wybrzeża występuje w Polsce





Wybrzeże lagunowe – powstaje na obszarach pływowych na skutek wynurzenia się wałów brzegowych (powstaje lido), które odcinają zatokę (lagunę). Rzeki wpadające do laguny niosą materiał, który powoduje jej zabagnienie. Powstaje dużo wysepek. Taki typ wybrzeża powstaje np. w Wenecji





Wybrzeże deltowe – powstaje na obszarach ujściowych rzek, które zmieniają ukształtowanie wybrzeża poprzez budowanie delty. Ten typ może powstawać tylko wtedy kiedy rzeka uchodzi do płytkiego zbiornika, przy braku prądów wynoszących osady. Takie wybrzeże powstaje przy ujściu Amazonki czy Gangesu.





Wybrzeże namorzynowe (mangrowe) – powstaje w strefie tropikalnej, na **płaskim** wybrzeżu porośniętym namorzynami, na którym występują pływy morskie. W czasie przyprływy drzewa znajdują się pod wodą a między korzeniami gromadzą się osady. Roślinność chroni brzeg przed działalnością fal.





Wybrzeże koralowe – powstają w wodach ciepłych mórz przy udziale koralowców. Żyjątka te budują rafy ze szkielecików wapiennych.

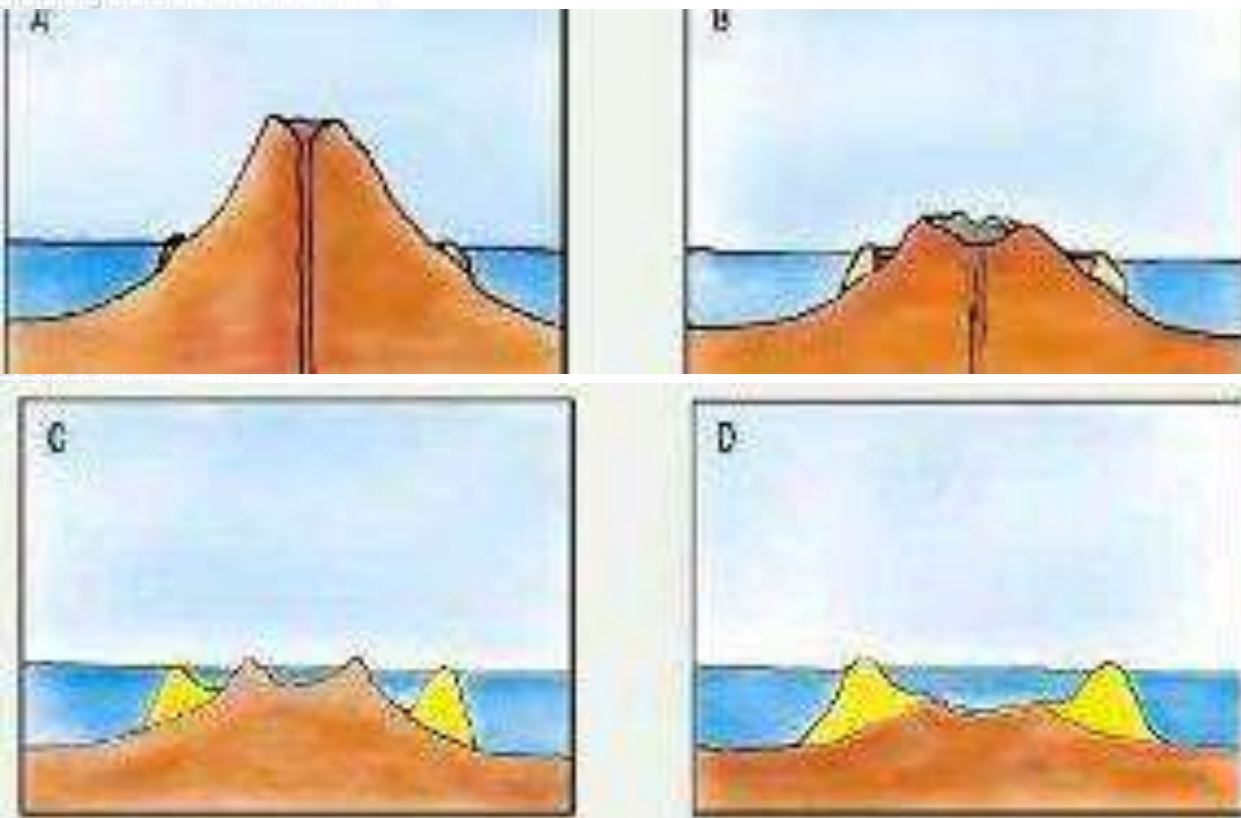
rafy barierowe ciągnące się wzdłuż wybrzeża w płytkich ciepłych wodach. Fale rozbijają się o rafy dzięki czemu brzeg jest chroniony.

Najstłynniejszą tego typu rafą jest Wielka Rafa Koralowa, ciągnąca się wzdłuż Półwyspu Jork w Australii, uznawana za jeden z cudów świata.



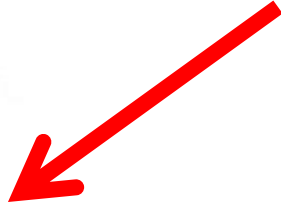


atole koralowe – powstają wokół podwodnych gór, na ogół wulkanów. W ciepłych wodach kolonie koralowców osiadają i rozwijają się na zboczach wulkanu (góry). W miarę upływu czasu kolonia rozrasta się i na powierzchni pojawia się rafa w formie pierścienia dookoła wyspy (wulkanu). Akwen wodny między rafa a wyspa nosi nazwę laguny. Po pewnym czasie wyspa „znika” pod wodą.





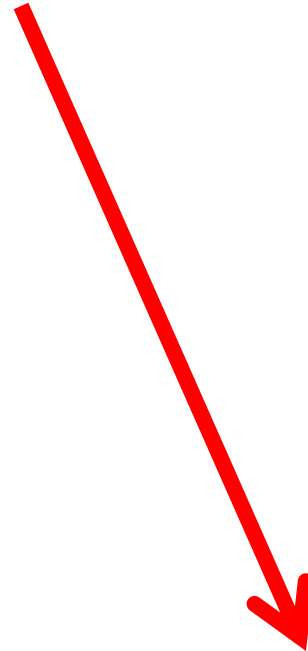
Działalność wiatru



Korazja



Deflacja



Akumulacja



**Korazja – polega na szlifowaniu
powierzchni skalnych przez ziarenka
niesione przez wiatr**

Do form, które na skutek tego procesu
powstają należą:



grzyby skalne

graniaki

łuki skalne

jardangi



grzyby skalne forma w kształcie grzyba, która powstaje na skutek tarcia materiału skalnego o podłoże zbudowane ze skał litych. Najwięcej materiału wiatr transportuje przy gruncie dlatego skały właśnie w dolnej partii są najbardziej wyszlifowane



Łuki skalne – występują np. w Parku Narodowym Arches w USA. Tworzą się na obszarach, gdzie wiatry wieją często w tym samym kierunku. Korazji ulega środkowa część skały. Reszta – tworzy łuk



jardangi – są to ostre grzbiety oddzielone bruzdami, powstałymi na skutek korazji w skałach o niskim stopniu scementowania. Powstają na obszarach o stałych kierunkach wiatrów. Największe skupienie tych form występuje na Pustyni Lut w Iranie.



Graniak wiatrowy o dwóch powierzchniach



Graniak wiatrowy o czterech powierzchniach

graniaki - są to niewielkie okruchy skał
wyszlifowane piaskiem na powierzchniach
oddzielonych ostrymi krawędziami. W Polsce są to
czasem kamienie polne wyszlifowane w
charakterystyczny sposób przez wiatr



deflacja – polega na wywiewaniu materiału skalnego. Z tym procesem związane jest powstanie niektórych oaz w Egipcie i niektórych jezior. Np. za jezioro o genezie eolicznej uznaje się Jezioro Czad



**Na skutek deflacji powstają
charakterystyczne formy:**



**Misy
deflacyjne**



**Ostańce
deflacyjne**



**Bruk
deflacyjny**



**Złoża
eoliczne**



Misy deflacyjne – formy wklęsłe o długości do kilkunastu kilometrów i głębokości do kilkudziesięciu metrów. Jest to forma, która powstaje w miejscu, z którego został wywiany materiał. Największe zauważono na Pustyni Namib.



Ostańce deflacyjne – formy wypukłe o stromych stokach i płaskich szczytach, zbudowane z piasków lub iłów, które powstają na skutek nierównomiernego wywiewania materiału skalnego



Bruk deflacyjny– to pokrywa zbudowana z odruchów skalnych, leżących na osadach piaszczystych. Powstaje na terenach zbudowanych ze skał różnoziarnistych na skutek wywiewania materiału drobniejszego. *Bruk deflacyjny pokrywa pustynie kamieniste*



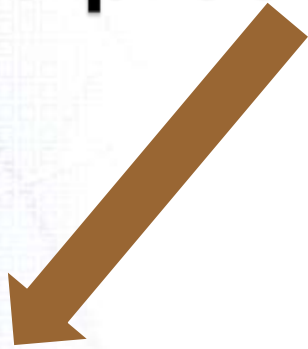
Złóża eoliczne – powstają często na obszarach nadmorskich lub nadrzecznych, gdy wiatr wywiewa materiał lżejszy a cięższy pozostawia. Do tego typu złóż należą np. piaski złotonośne w Australii



Działalność akumulacyjna – polega na zostawianiu (depozycji) materiału skalnego, niesionego przez wiatr. Dzieje się tak, gdy prędkość wiatru spada lub napotyka on jakąś przeszkodę na swej drodze (np. kępy trawy)



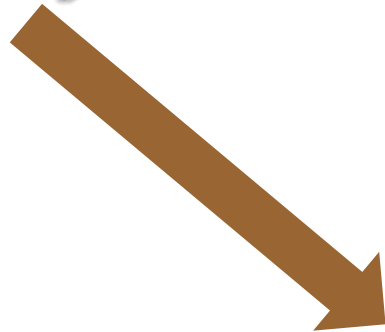
**Do form, które powstają na skutek
tego procesu zaliczamy:**



wydmy



ripplemarki

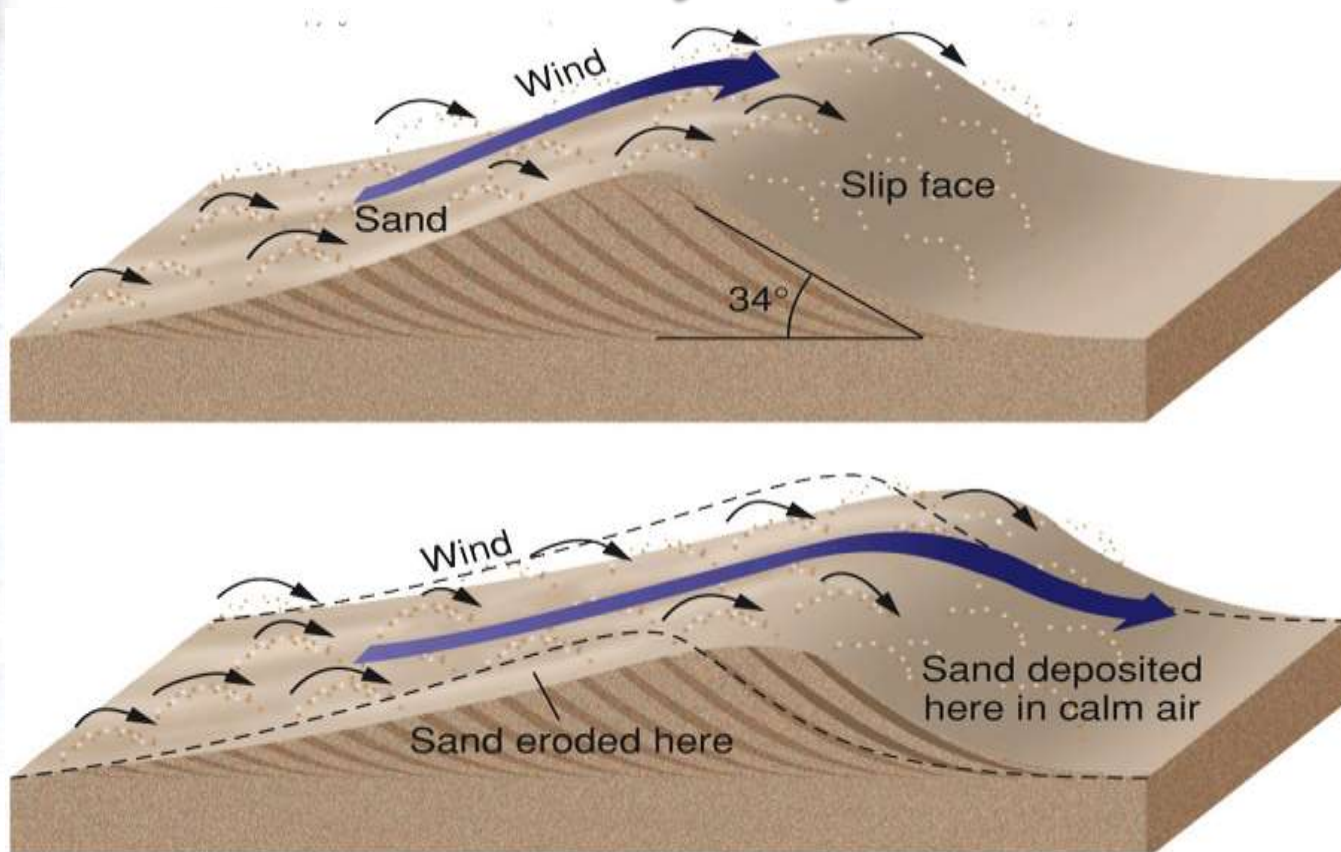


pokrywy

lessowe



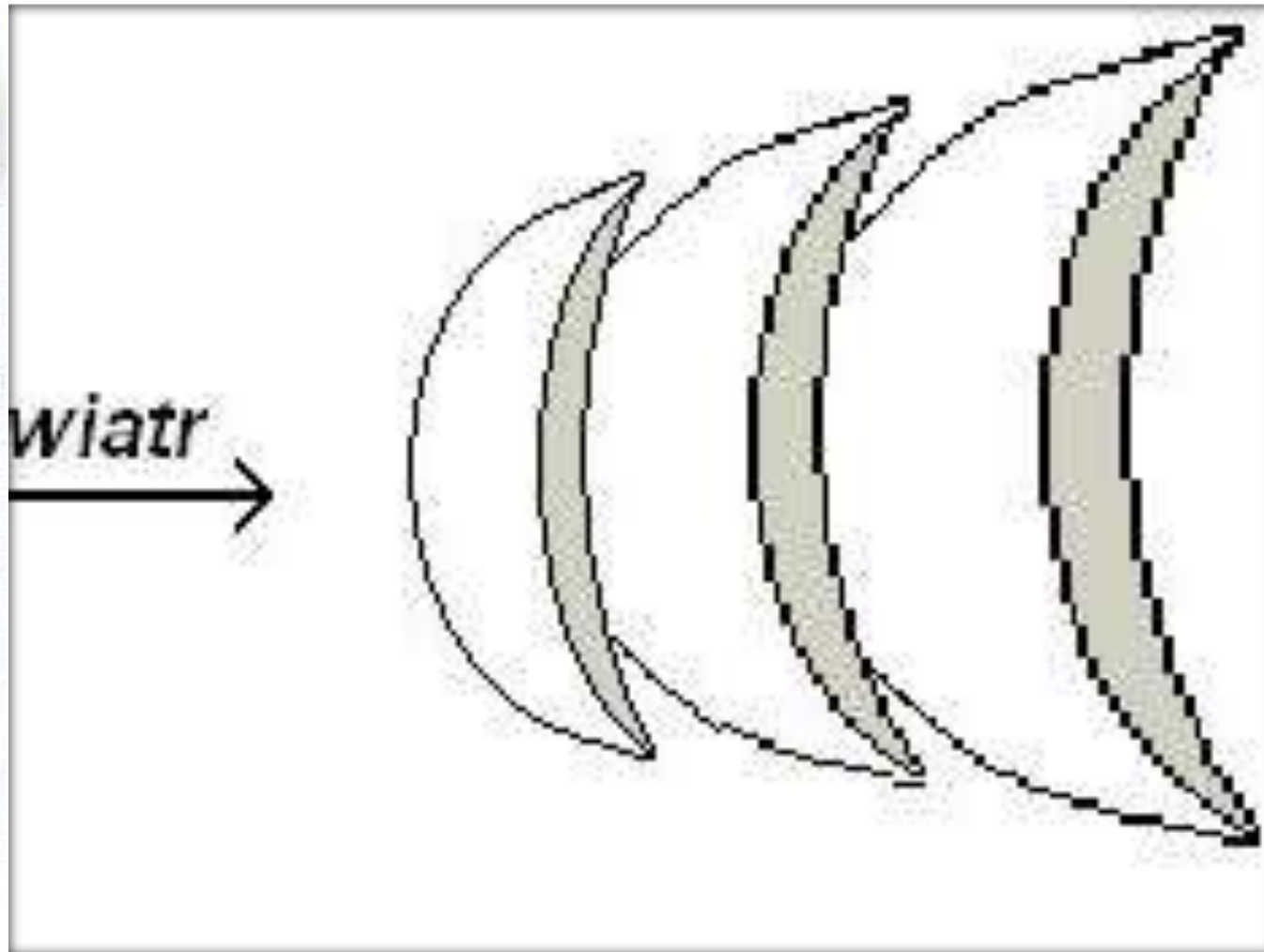
Wydmy



Wydmy – formy w kształcie łuku zbudowane z piasków. Stok dowietrzny jest długi i płaski. Stok zawietrzny jest krótki i stromy



barchany – wydmy powstające na obszarach suchych. Ich ramiona szybciej poruszają się niż środek (na środku jest więcej piasku). Barchany mają około 30 metrów wysokości 500 metrów długości. Występują na ergach (pustyniach piaszczystych) i należą do wydm ruchomych.



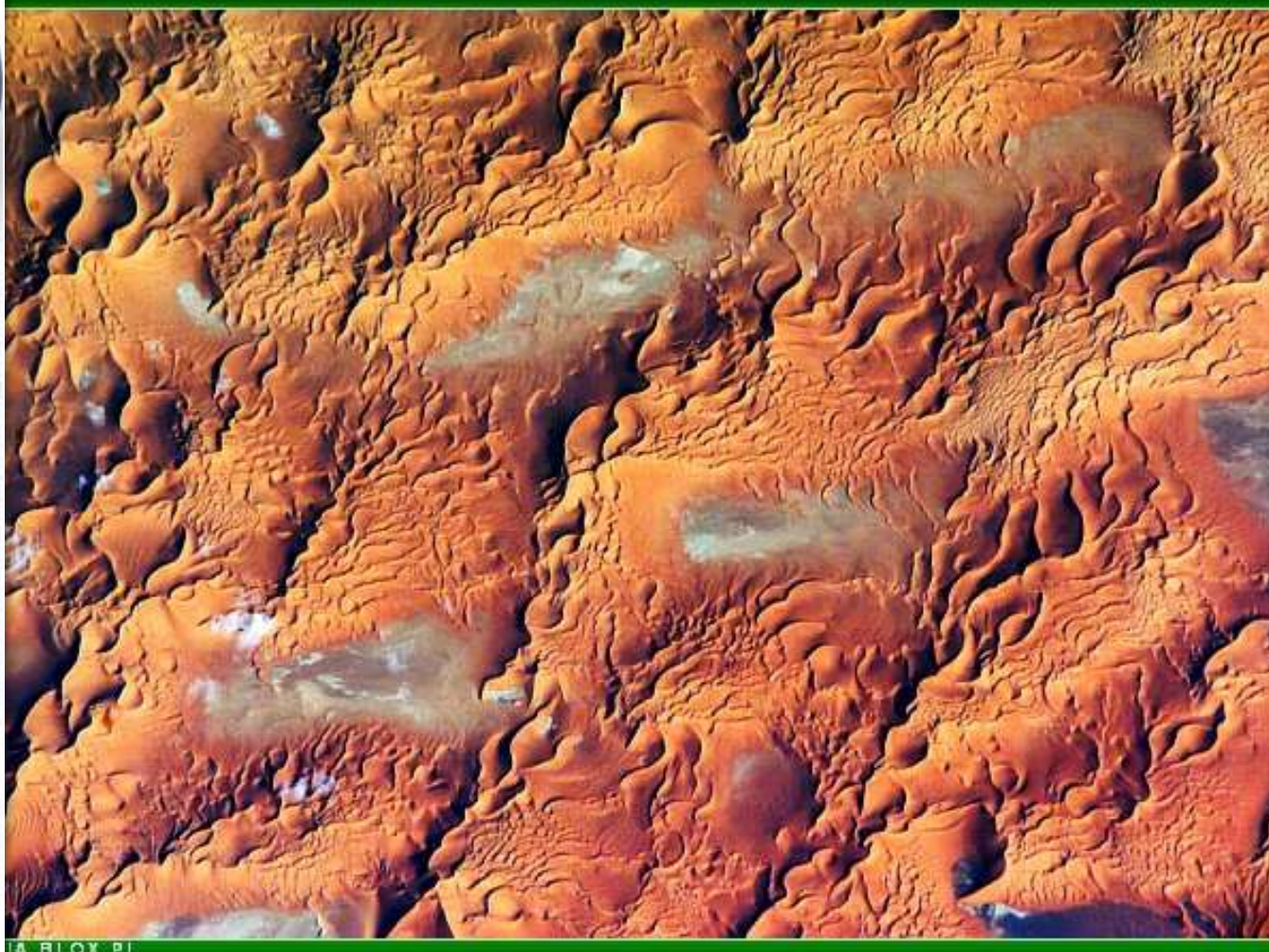
wydmy podłużne – tworzą się gdy materiału jest dużo a siła wiatru jest umiarkowana. Występują na pustyniach piaszczystych (wyglądają jak kilka barchanów ustawionych jeden za drugim)



wydmy paraboliczne – występują na obszarach, gdzie wody gruntowe zalegają płytko a na powierzchni występuje nieciągła pokrywa roślinna. Szybciej porusza się środek wydmy gdyż ramiona przytrzymywane są przez kępy trawy.



Wydmy poprzeczne – powstają na wybrzeżach morskich. Są to ciągi wydm poprzecznych połączonych ramionami



Wydmy gwiaździste – są to pagórki o nieregularnych kształtach. Tworzą się na obszarach, gdzie wieją wiatry z różnych kierunków. Są to wydmy stałe. Na Saharze pełnią rolę



Ripplemarki – zmarszczki na powierzchniach piaszczystych. Formy krótkotrwałe, które ulegają transformacji, gdy zmienia się kierunek wiatru. Tworzą się na stokach dowietrznych wydmy.



pokrywy lessowe - uformowały się z pyłu na przedpolach pustyń oraz na przedpolach dawnych lądolodów. Pył wywiany z przedpola Lodowca Skandynawskiego utworzył pokrywy lessowe na przedpolu Karpat, Alp, na obszarze Ukrainy i Pogórza Kazachskiego. Pokrywy lessu w Chinach są natomiast współczesne - tworzone są z materiału



PUSTYNIE

Obszarami, na których zachodzi działalność wiatru są przede wszystkim pustynie.

Ze względu na budowę pustynie dzielimy na:

ergi – pustynie piaszczyste np. Wielki Erg Wschodni, Wielki Erg Zachodni, Erg Igildi,

gibber i serir – pustynie żwirowe np. część Pustyni Simpsona w Australii

hamady – pustynie kamieniste (skaliste) np. Hamada al. Hamra w pn Afryce

takyry – pustynie ilaste np. część Pustyni Gobi



Pustynie zwrotnikowe

Ich powstanie wiąże się z cyrkulacją powietrza w strefie międzyzwrotnikowej. Na równiku, na skutek silnej konwekcji (wznoszenia) powietrza związanej z ogrzaniem gruntu, powstają deszcze zenitalne (ogrzane powietrze unosi się, oziębia, dochodzi do kondensacji pary wodnej, powstają chmury a następnie opady). Powietrze traci swą wilgoć w szerokościach równikowych. Dalej płynie w kierunku szerokości zwrotnikowych jako antypasat.

Nad zwrotnikami dochodzi do stłoczenia mas powietrza spływają one ku powierzchni Ziemi. To powietrze jest więc suche.

W szerokościach zwrotnikowych opady są bardzo niskie lub ich brak, dlatego w tych szerokościach powstają pustynie np. Sahara, Pustynia Libijska, Nubijska, Arabska, Wielki Nefud, Mały Nefud, Syryjska, Rub al. Chali, Wielka Pustynia Wiktorii, Wielka Pustynia Piaszczysta, Pustynia Gibsona



Pustynie śródgórskie

Tworzą się za wielkimi pasmami górskimi lub w centralnej części kontynentów z dala od wybrzeża. Góry stanowią barierę, którą musi pokonać masa powietrza. Wznosi się więc ono po zboczu oziębiając się, co prowadzi do kondensacji i opadów na stokach dowietrznych. Powietrze przekraczające barierę górska jest już suche i spływa na dół. Strona zawietrzna jest cieniem opadowym i właśnie na stokach zawietrznych tworzą się pustynie np. Pustynia Takla Makan w Kotlinie Kaszgarskiej, Pustynia Gobi, Kyzyl-kum, Kara-kum, Pustynia Ałaszan



Pustynie nadmorskie

Pustynie, które powstają na wybrzeżach, na skutek działania zimnych prądów morskich. Zimna woda nie paruje, co utrudnia kondensację i opad. Tego typu pustyniami są: Pustynia Atakama (zachód Ameryki Południowej – powstała dzięki zimnemu prądowi Peruwiańskiemu) Pustynia Namib w zachodniej Afryce – powstała dzięki zimnemu prądowi Benguelskiemu.