

An aerial photograph showing a red icebreaker ship navigating through a dense field of sea ice. The ice consists of numerous small, rounded floes, creating a textured, undulating surface. The ship is positioned in the lower right quadrant, leaving a trail of open water behind it. The overall color palette is dominated by various shades of blue and white, with the red of the ship providing a sharp contrast.

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

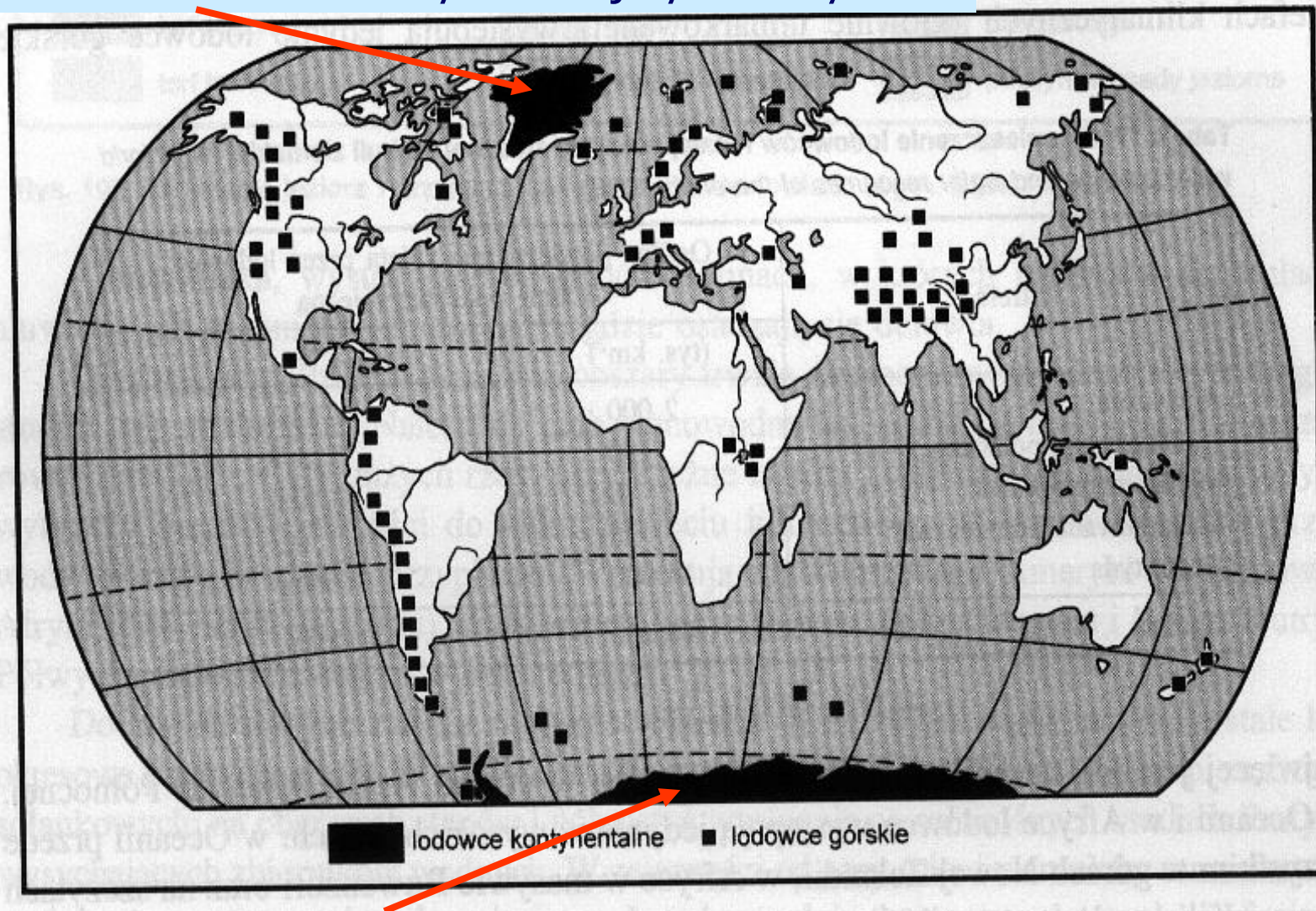
⇒ **68,7%** zapasów wód słodkich hydrosfery



Tabela: Rozmieszczenie złodzenia 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



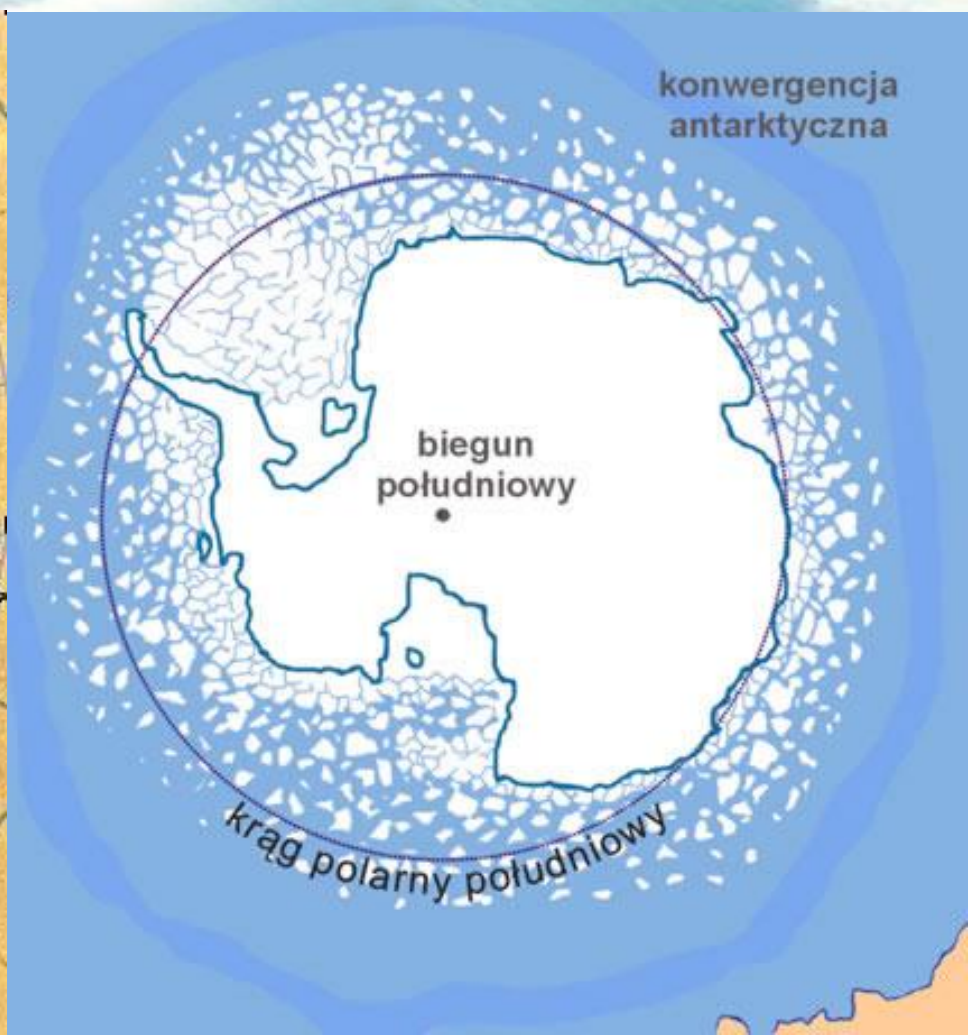
Antarktyka – 85,6% ogólnej objętości lodu na Ziemi

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**

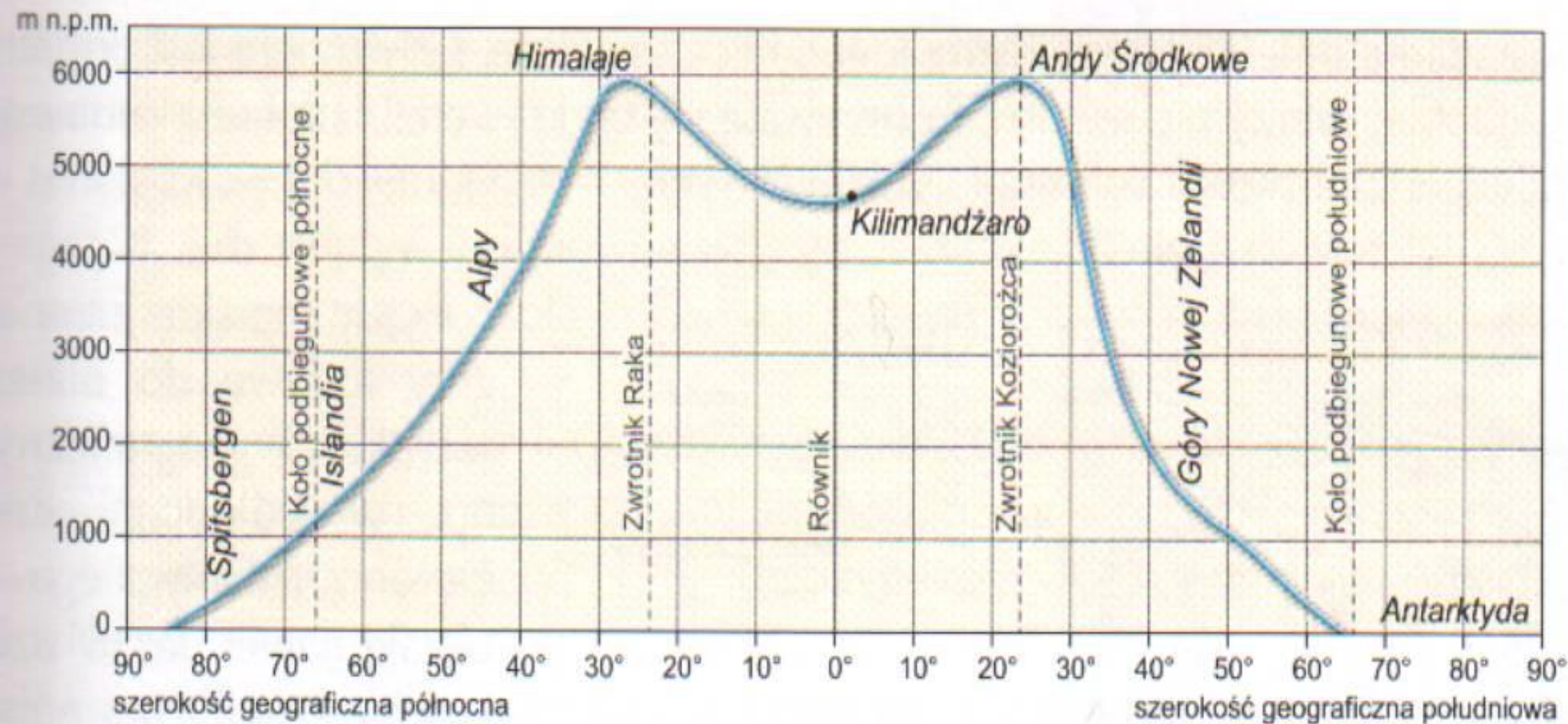


Warunki tworzenia się lodowców górskich

- ⇒ 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

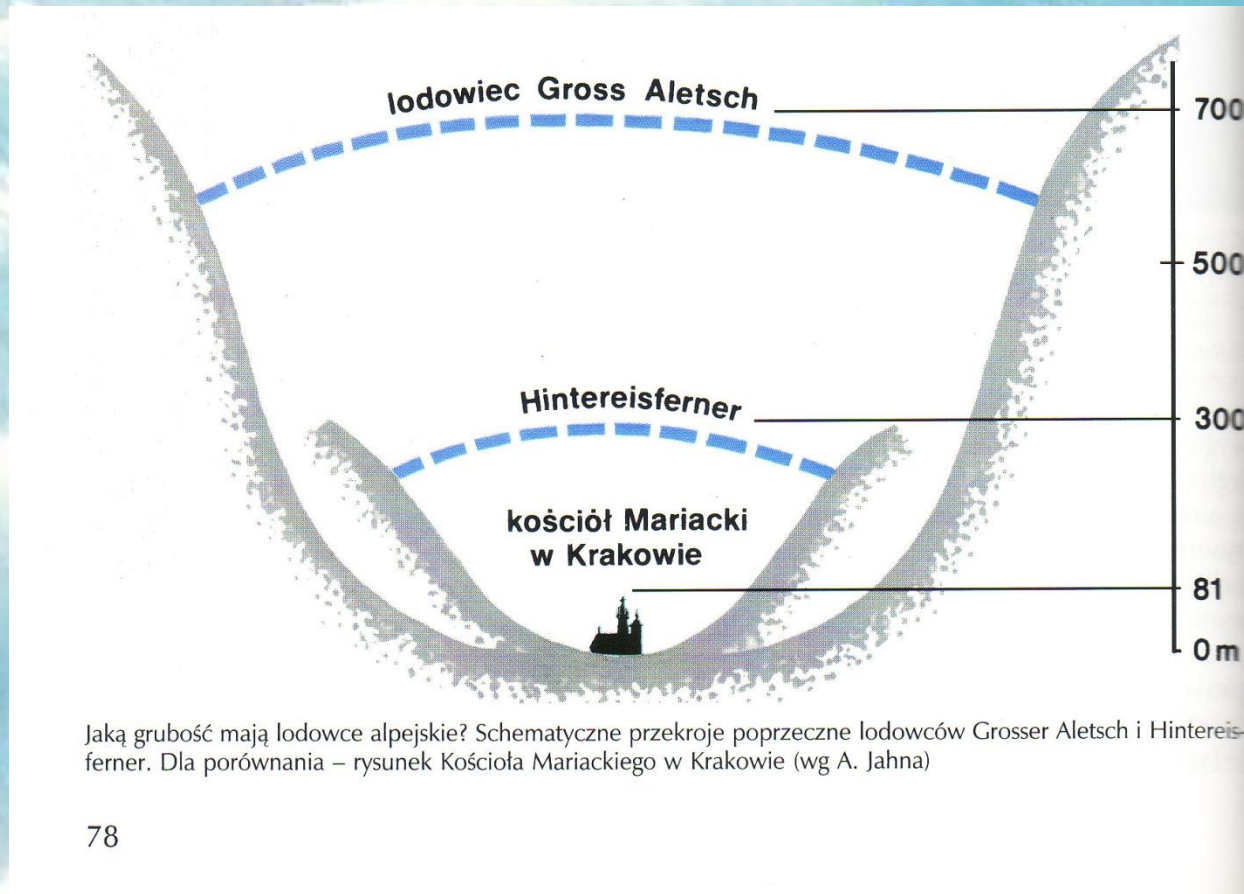
lód lodowcowy



**zamknięte w lodzie
pęcherzyki powietrza**

Miażdżość lodowców

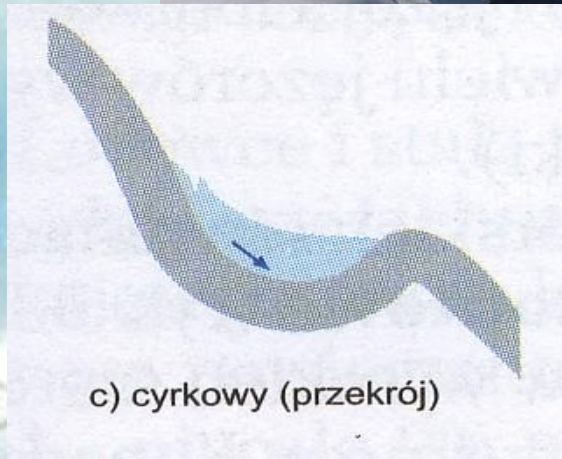
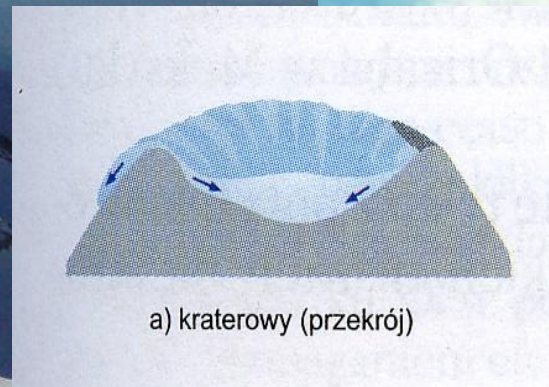
- lądolody do 4000 m
- czapy lodowe do 1000 m
- języki lodowcowe od 50 m do 950 m



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);



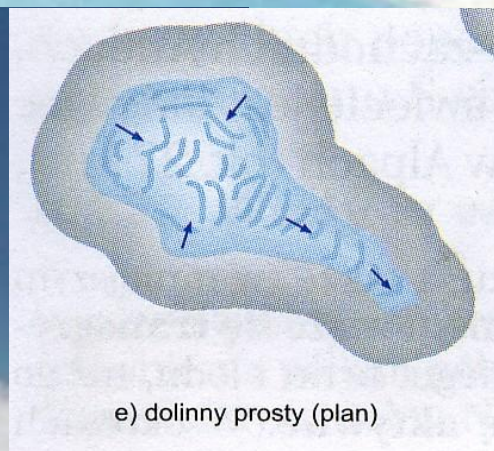
- **wiszące**,
lodowce
leżące na
stromych
zboczach
górkich
w płytkich
zapadliskach;



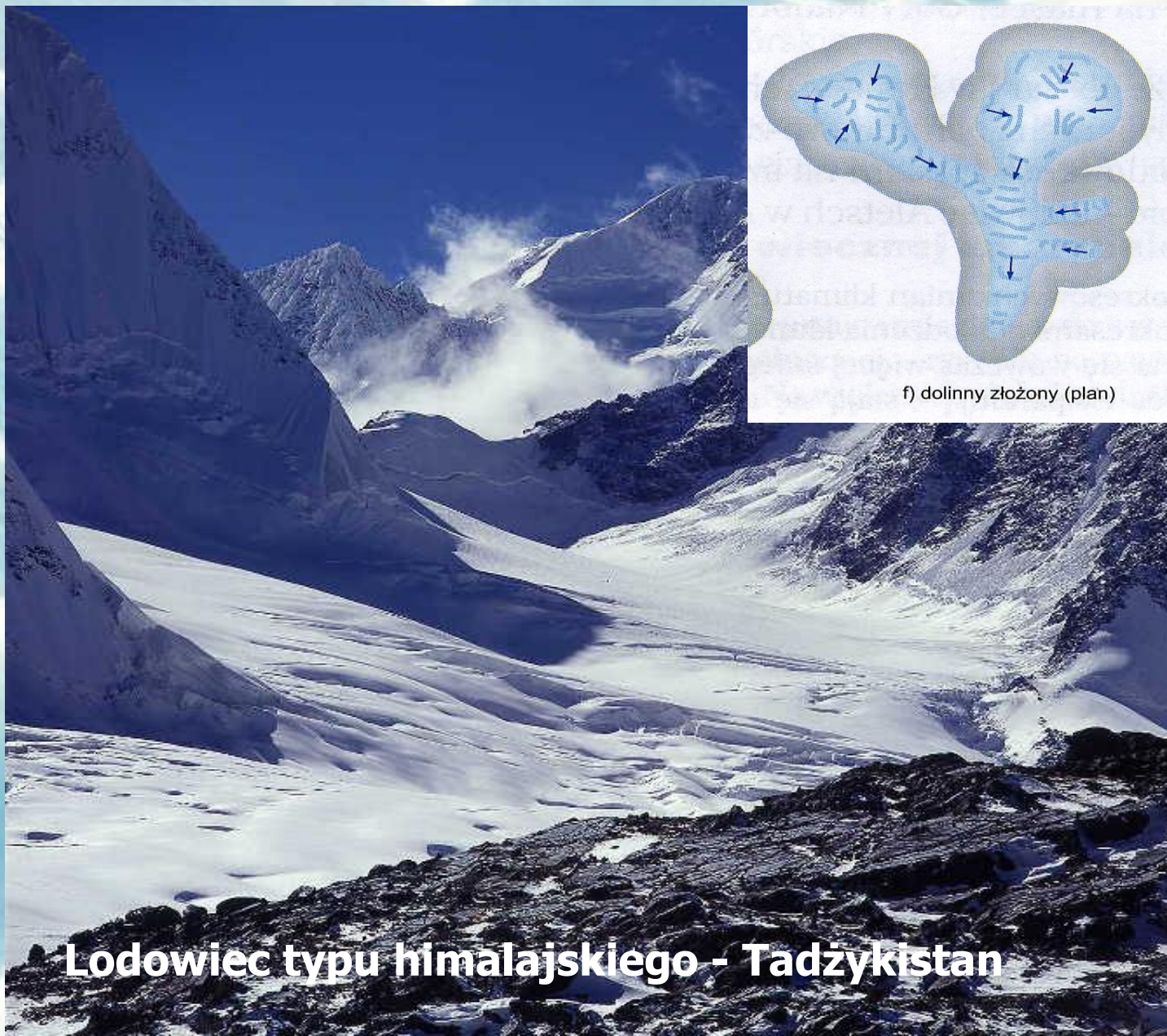
Wiszący lodowiec Hofmannskees

2. Lodowce dolinowe:

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



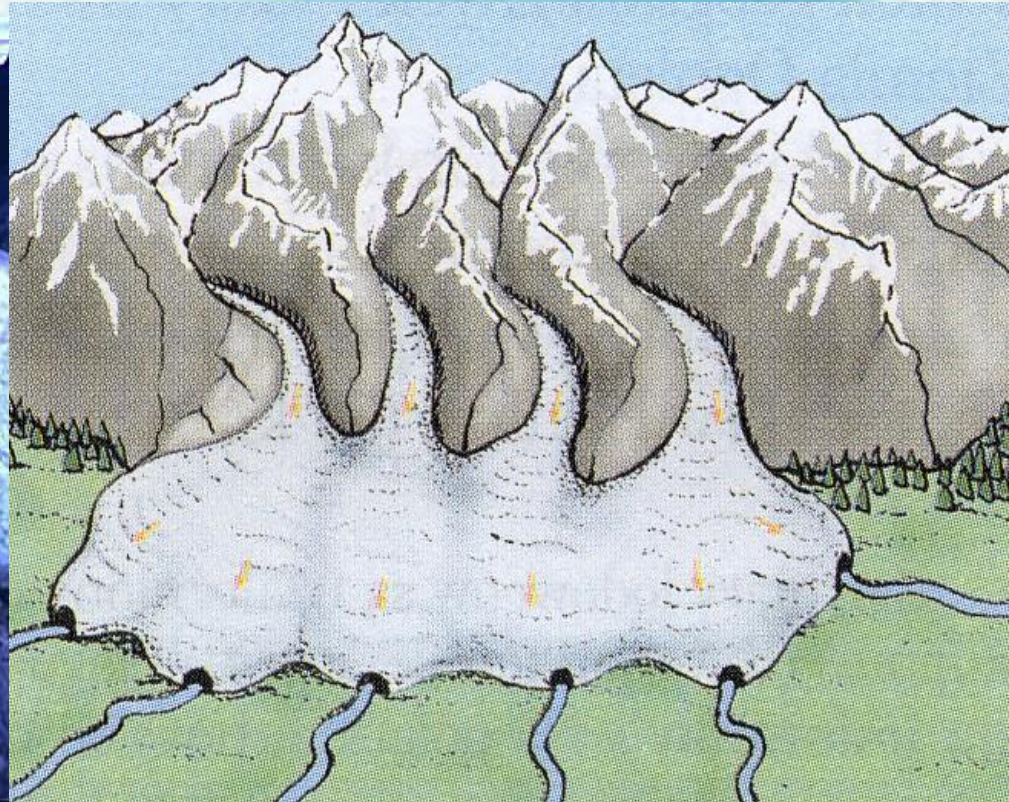
- **typu himalajskiego**, złożone z wielu jęzorów;

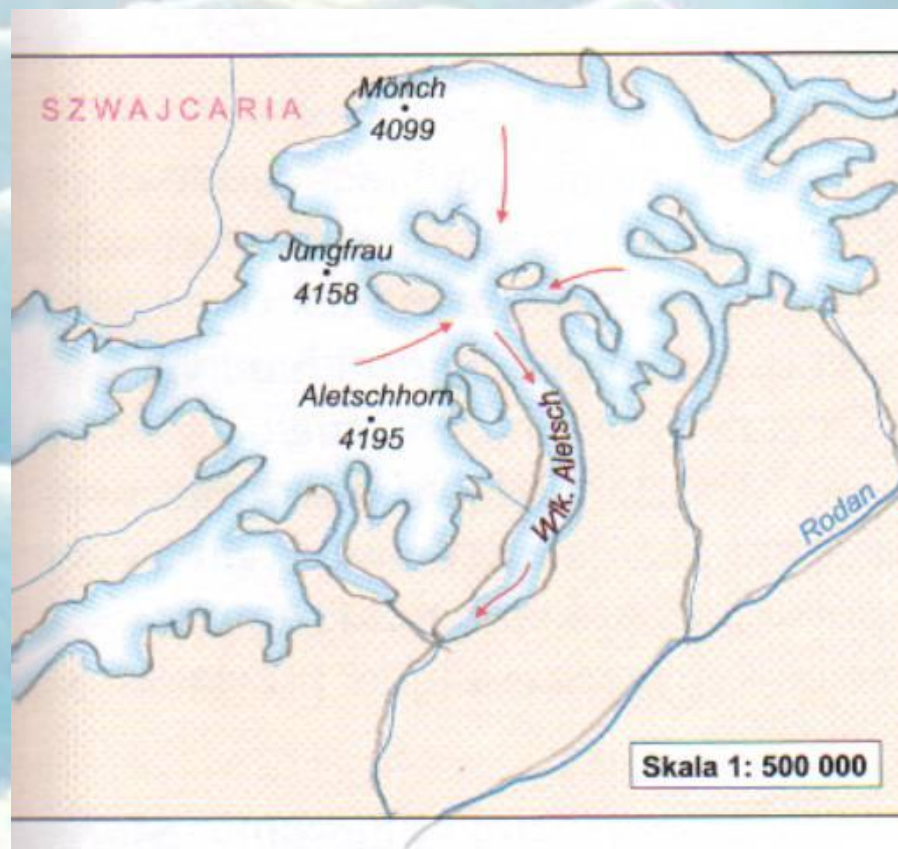


Lodowiec typu himalajskiego - Tadżykistan

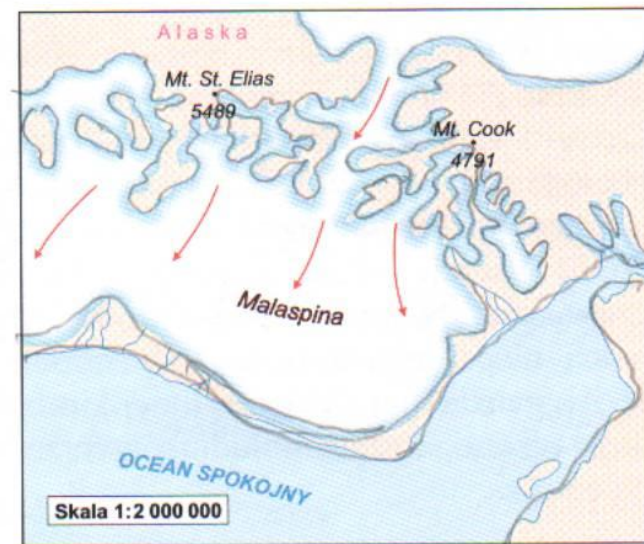
- **lodowiec piedmontowy** - powstaje gdy lodowce górskie, wypływając z gór na równinę podgórską, łączą się ze sobą.

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

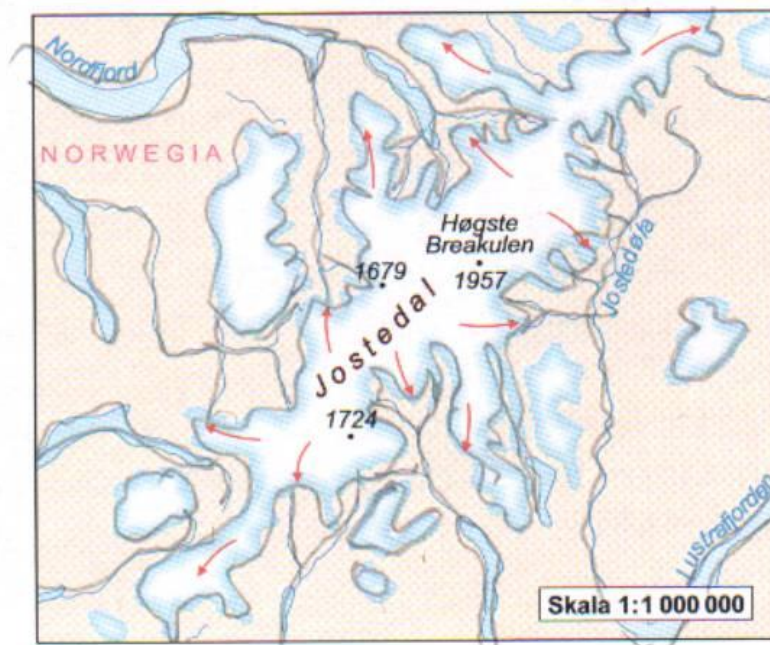




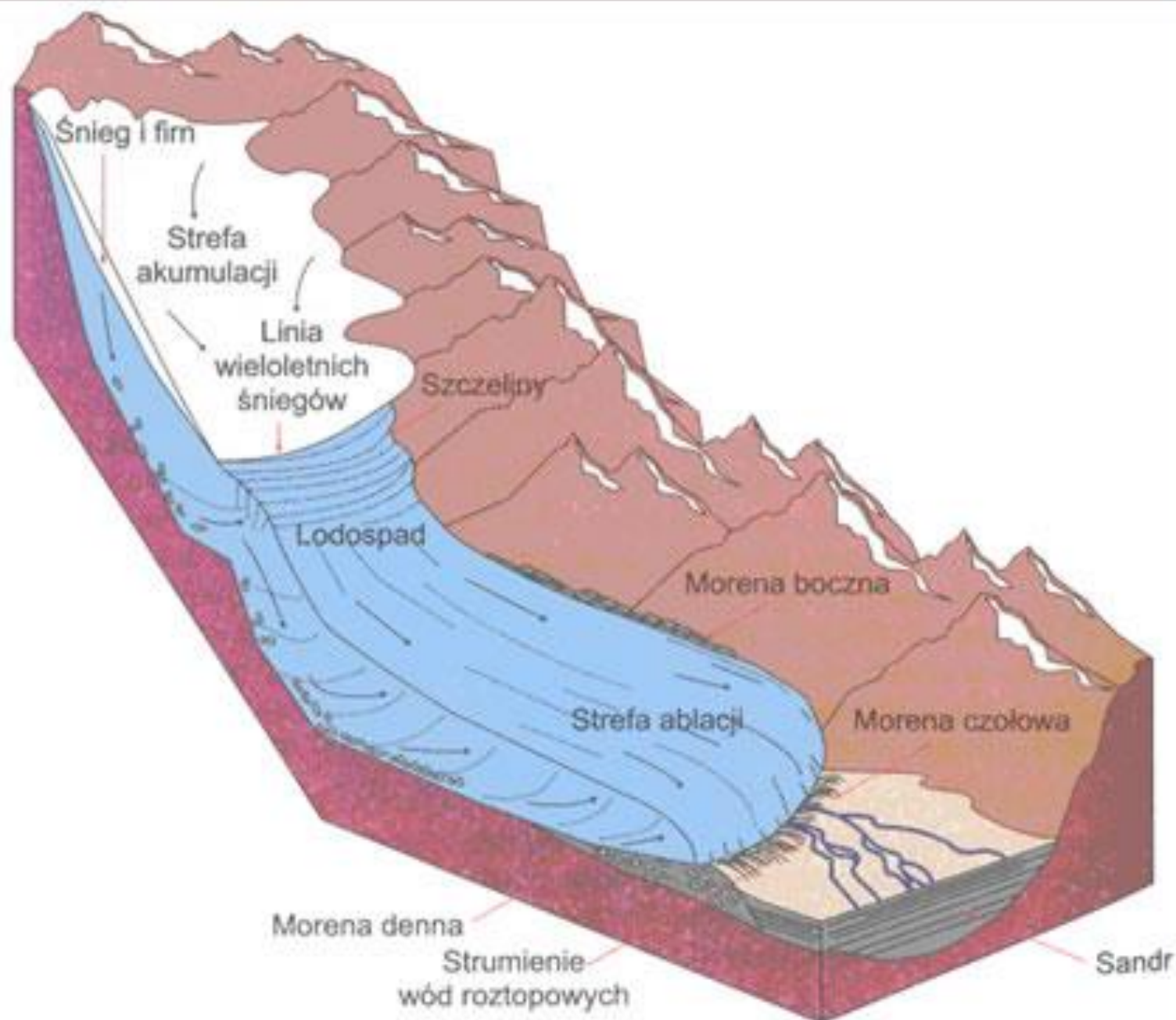
Ryc. 150. Lodowiec typu alpejskiego



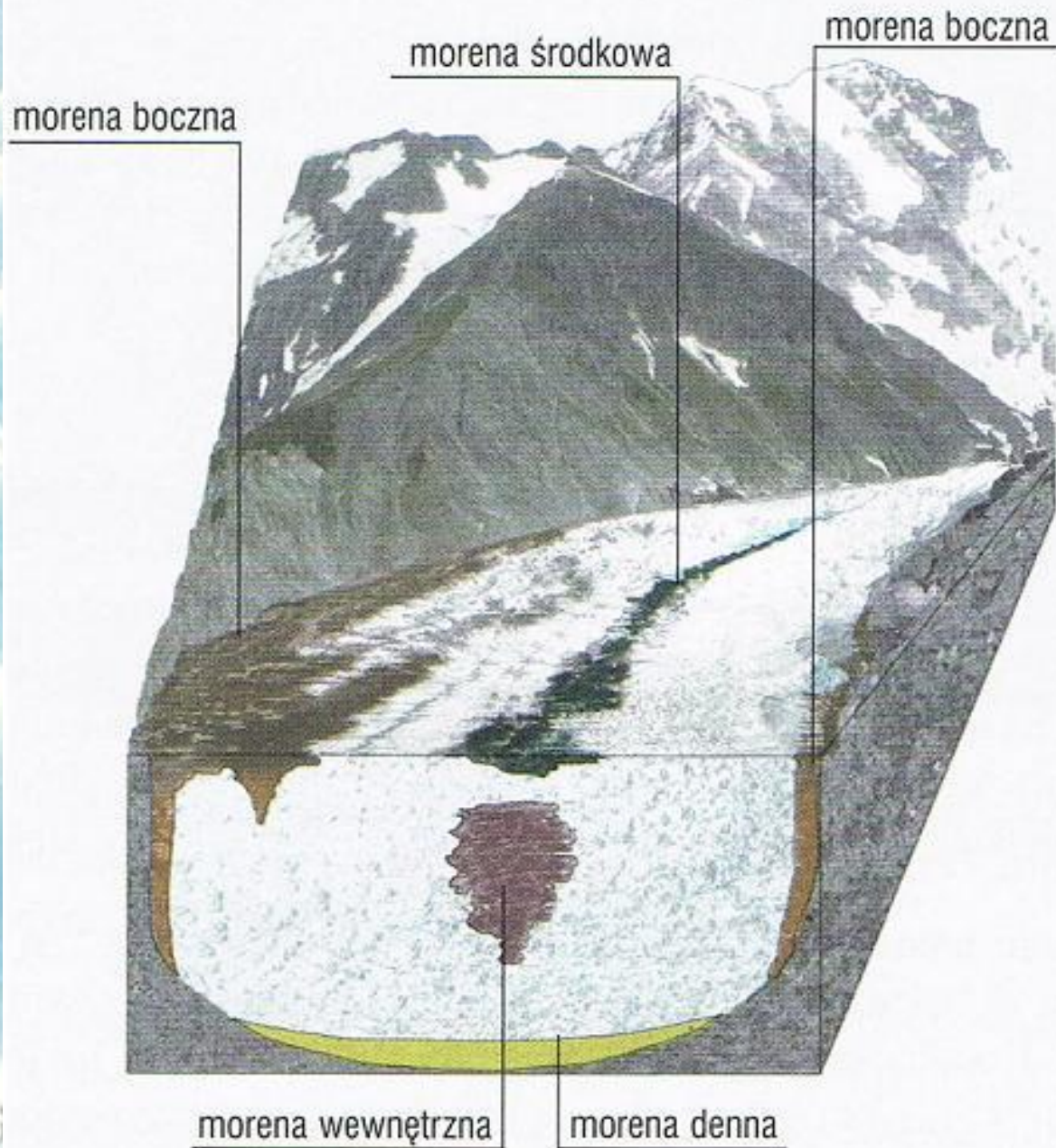
Ryc. 151. Lodowiec piedmontowy

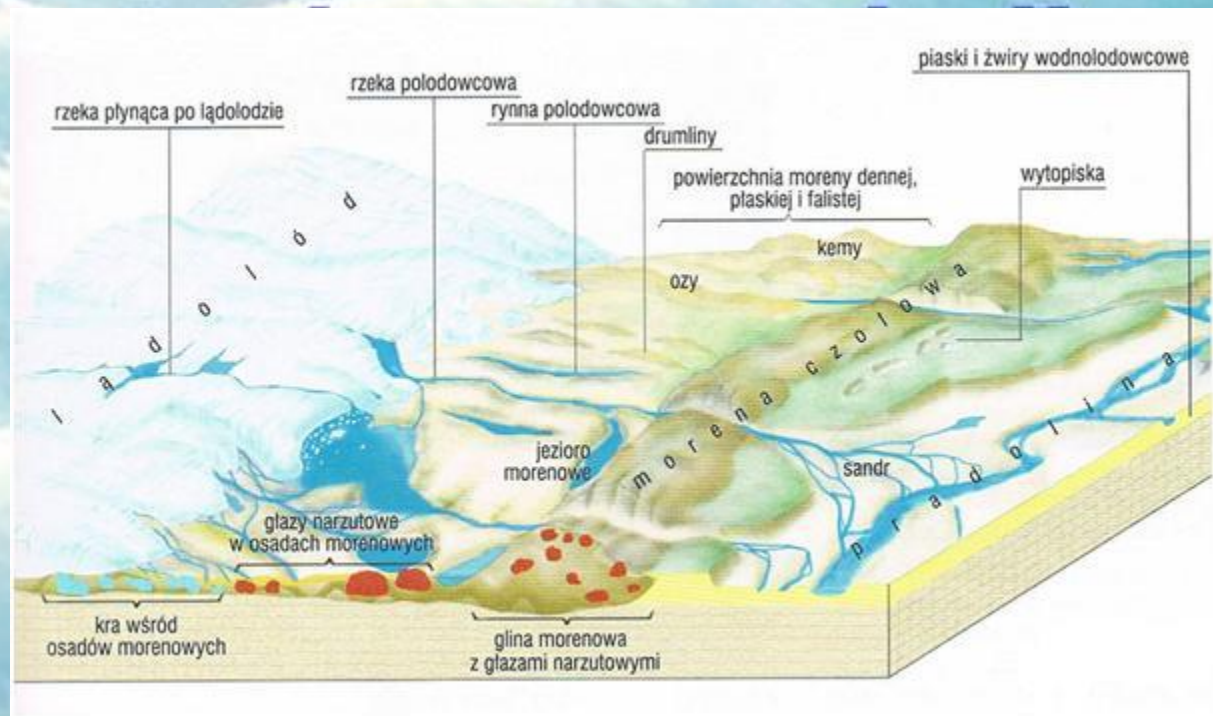


Ryc. 152. Lodowiec skandynawski

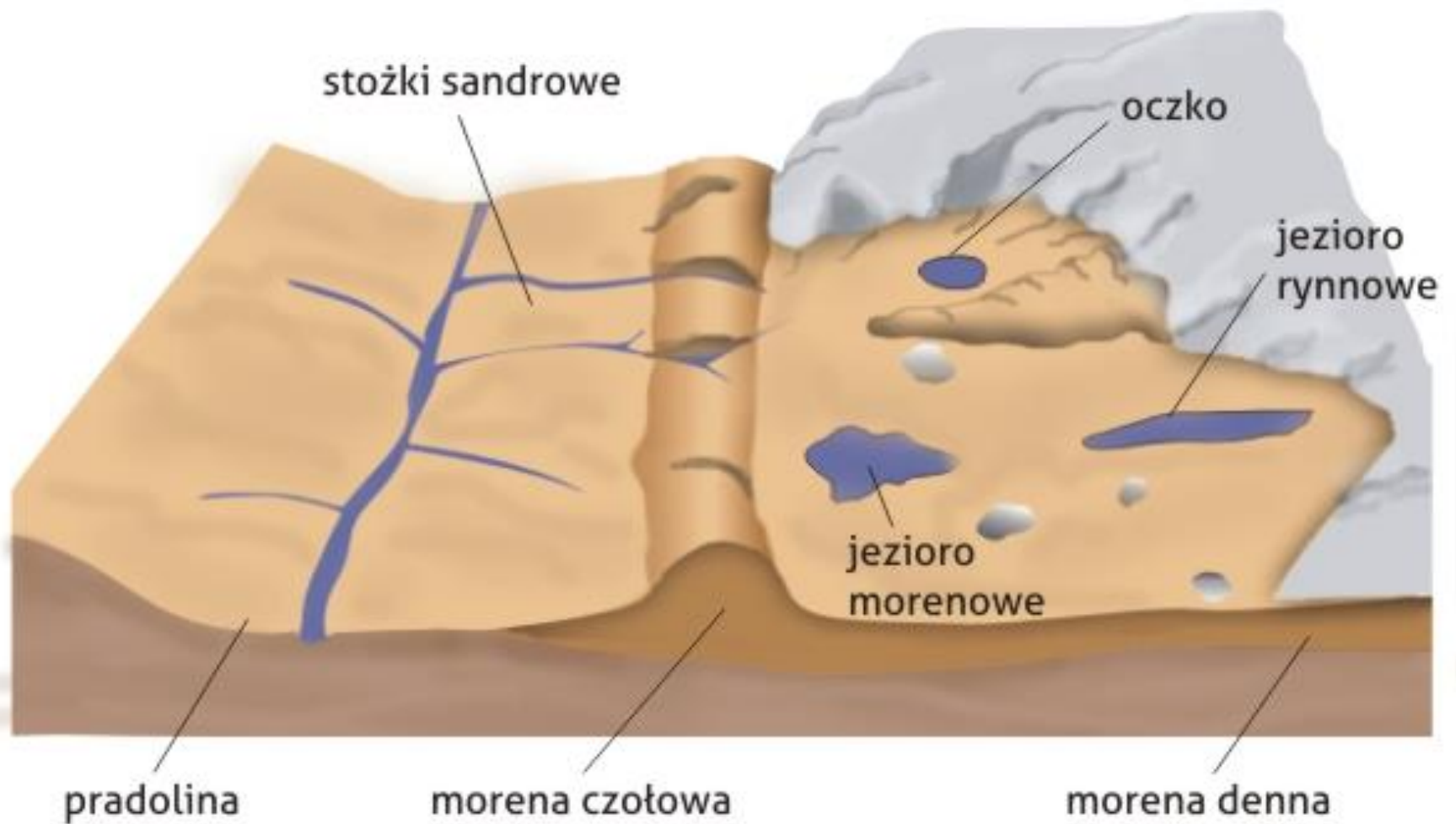


ROZMIESZCZENIE MATERIAŁU MORENOWEGO W ŁODOWCU GÓRSKIM





ŁĄDOLÓD







Karakorum – lodowiec dolinny ze smugami moreny środkowej



Karakorum – lodowce dolinne ze smugami moreny środkowej



Alaska – lodowiec dolinny



Lodowce
dolinne w
Alpach



ALPY

moreny środkowe
w strefie ablacji
jeźzorów
lodowcowych



ALPY

lodowce
dolinne z
dużymi polami
firnowymi



ALPY

Lodowiec Mer de Glace z tzw. pasmami Forbesa (ogiwami), pasmami lodu ciemniejszego, grubokrystalicznego i jaśniejszego - drobnokrystalicznego



ALPY

Lodowiec Mer de Glace z tzw.
pasmami Forbesa







HIMALAJE

lodowiec dolinny



System lodowców dolinnych w masywie Mt. Everest (Himalaje)















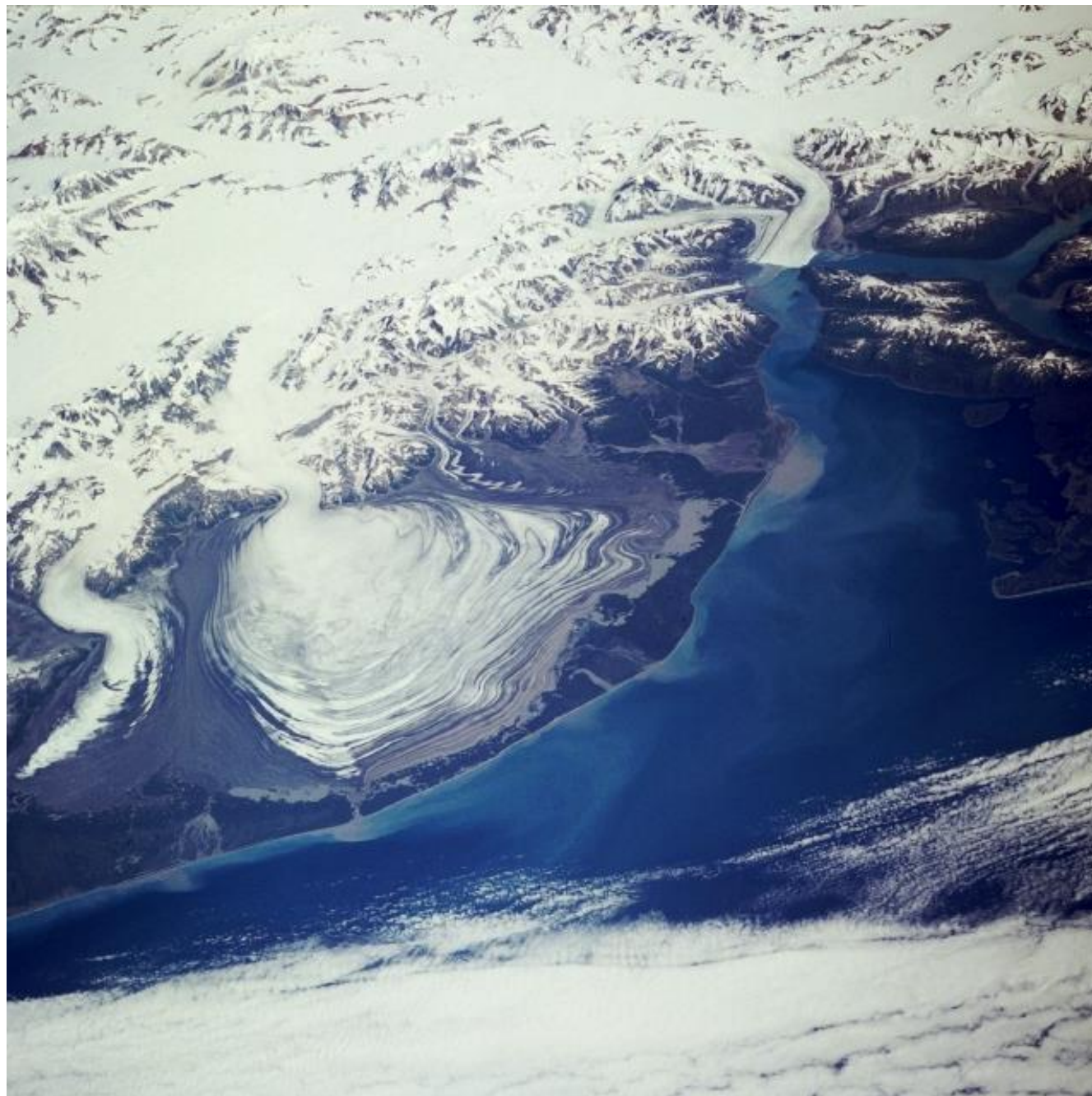


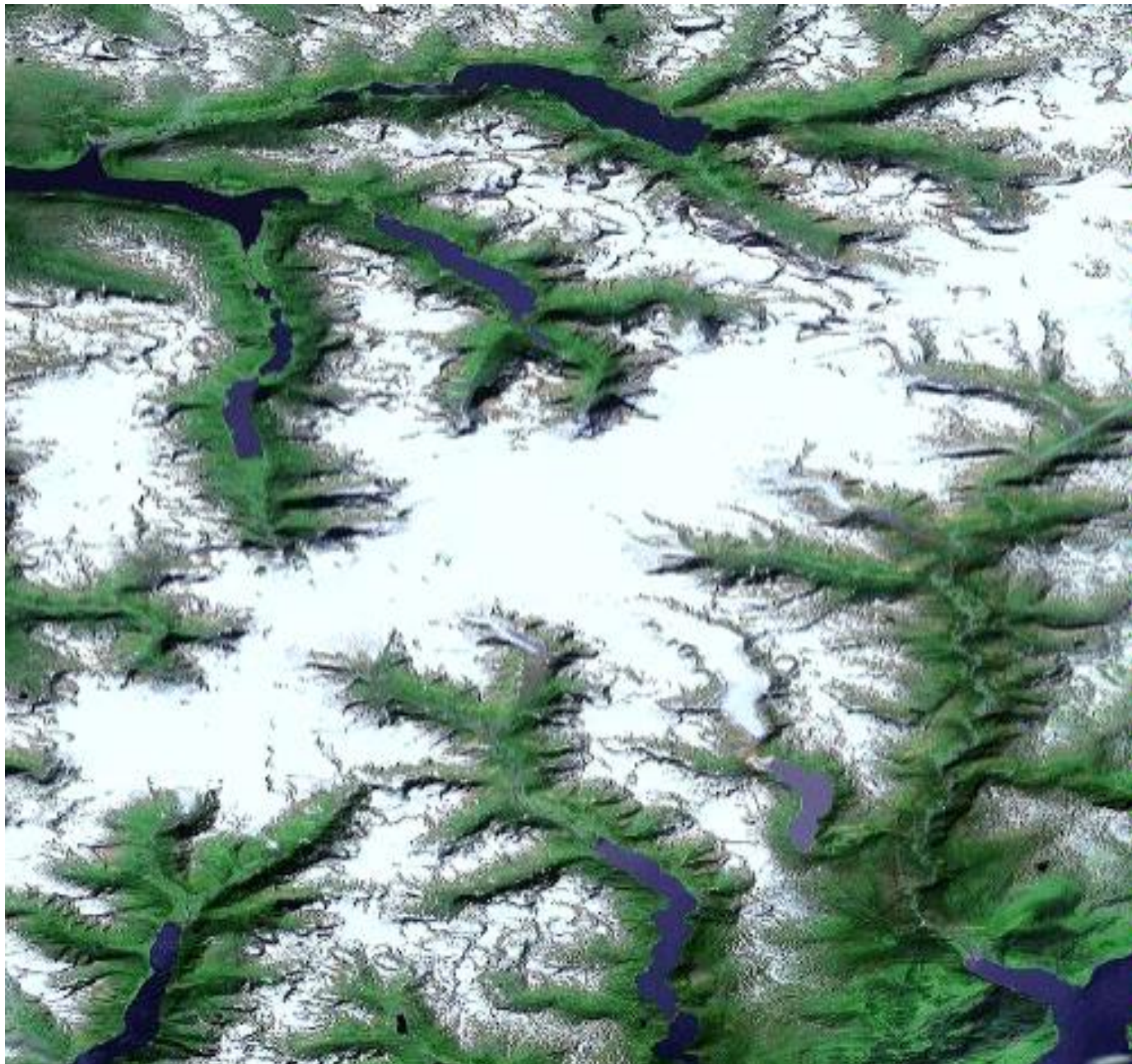


Lodowce dolinne

Nazwa	Obszar	Długość (km)
Lod. Beringa	Alaska	203
Hubbard	Alaska	115
Lod. Fedczenki	Pamir	77
Lod. Pd. Inylczek	Tien-szan	61
Batura	Karakorum	59
Aletsch	Alpy	25

Lodowiec
piedmontowy
Malaspina na
Alasce

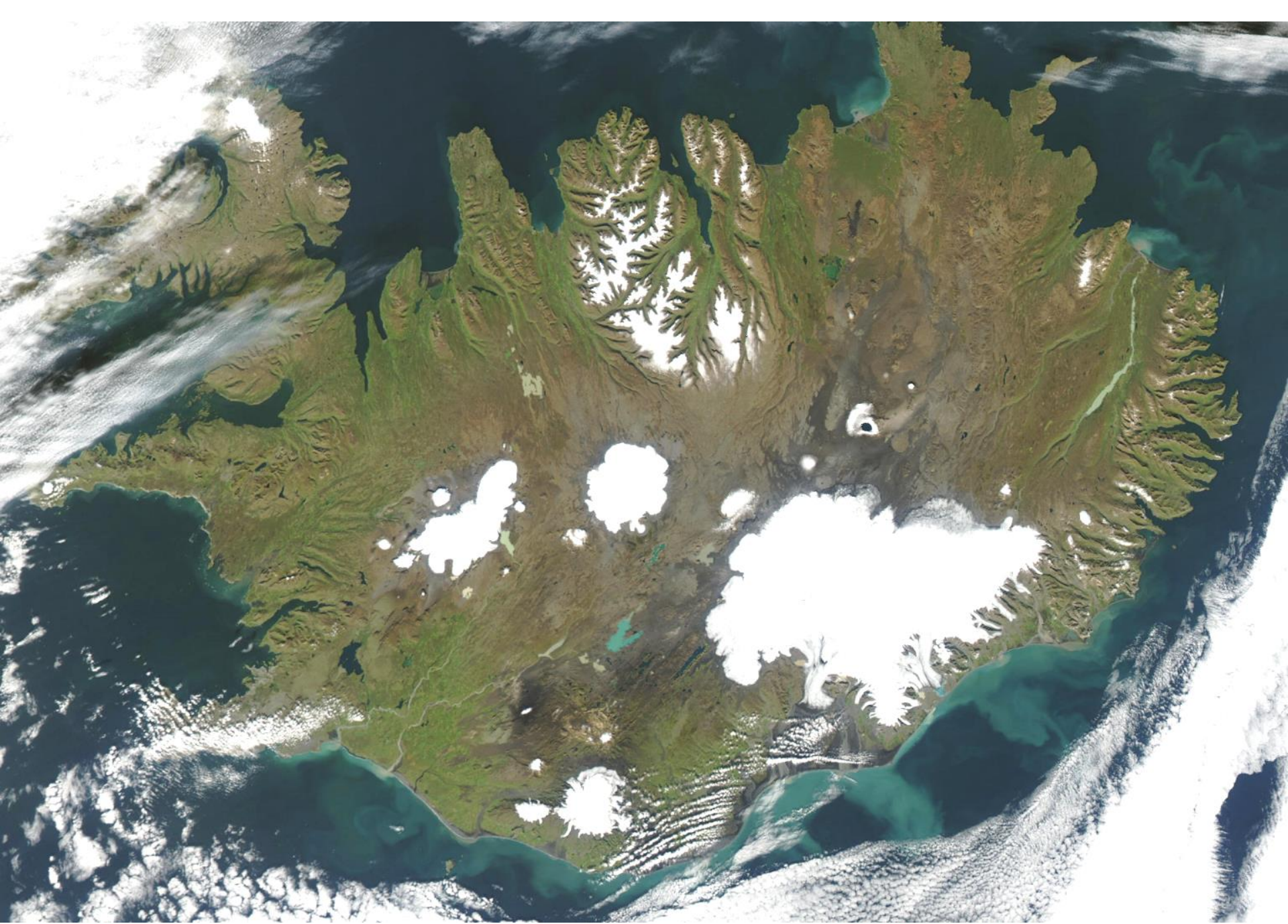


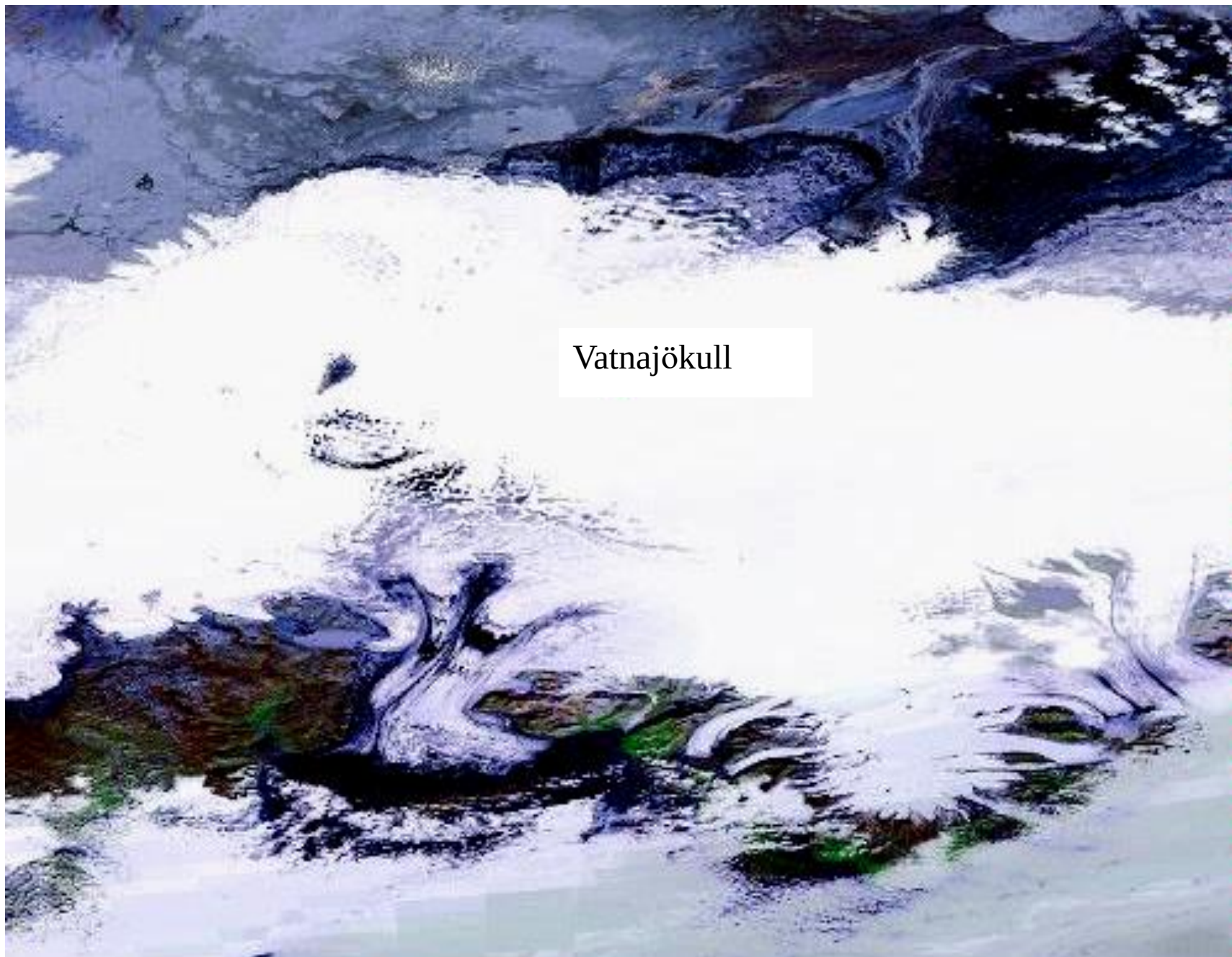


Lodowce
fieldowe
Norwegia



Briksdalsbreen, Norwegia – jezioro
spływający z fiordu

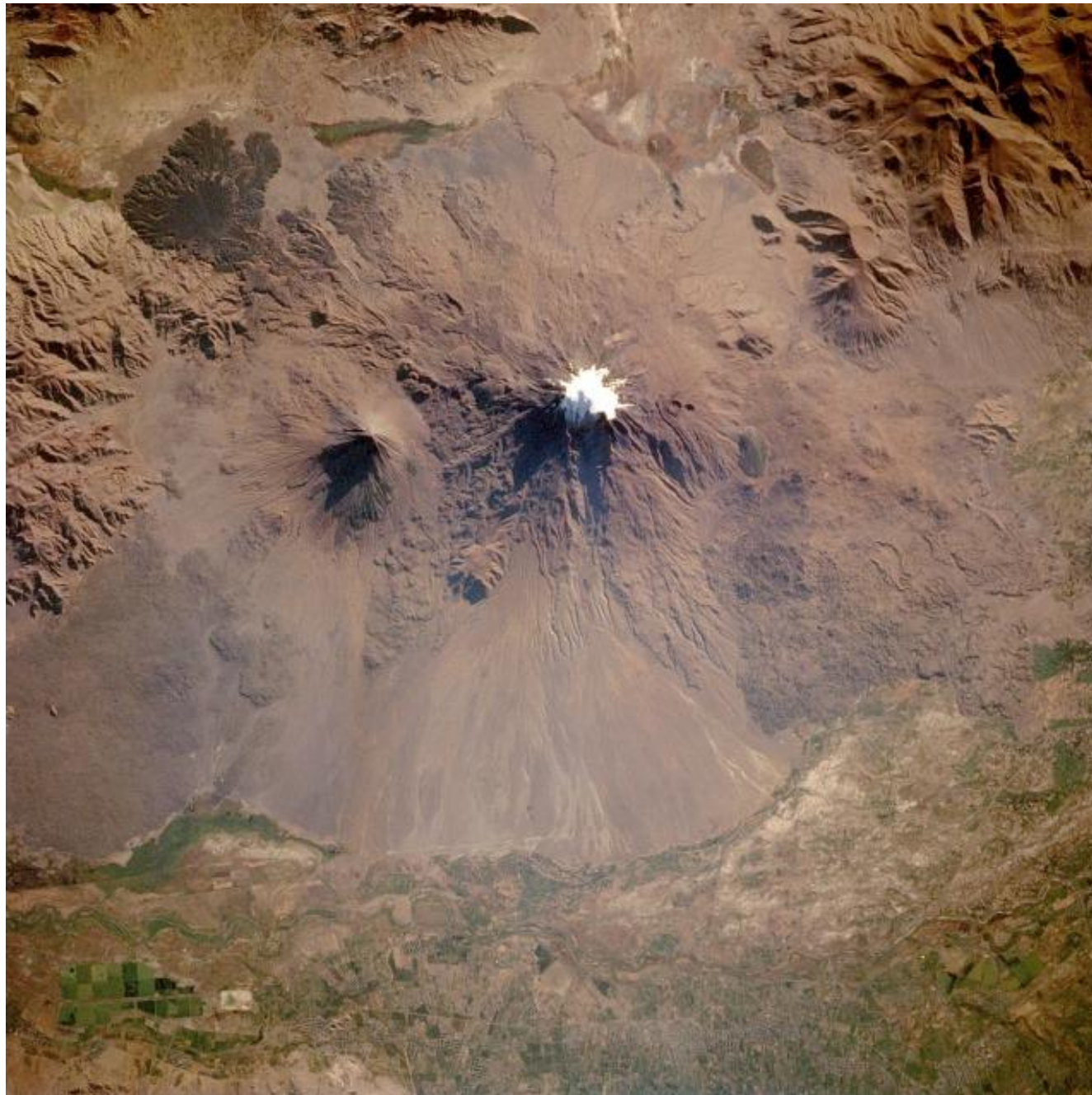




Vatnajökull

Spitsbergen – Lodowiec Elizy (sandr i nalodzie)





Ararat - Kaukaz pole
firnowe w kraterze
wulkanicznym

Kilimandžaro





Kilimandžaro

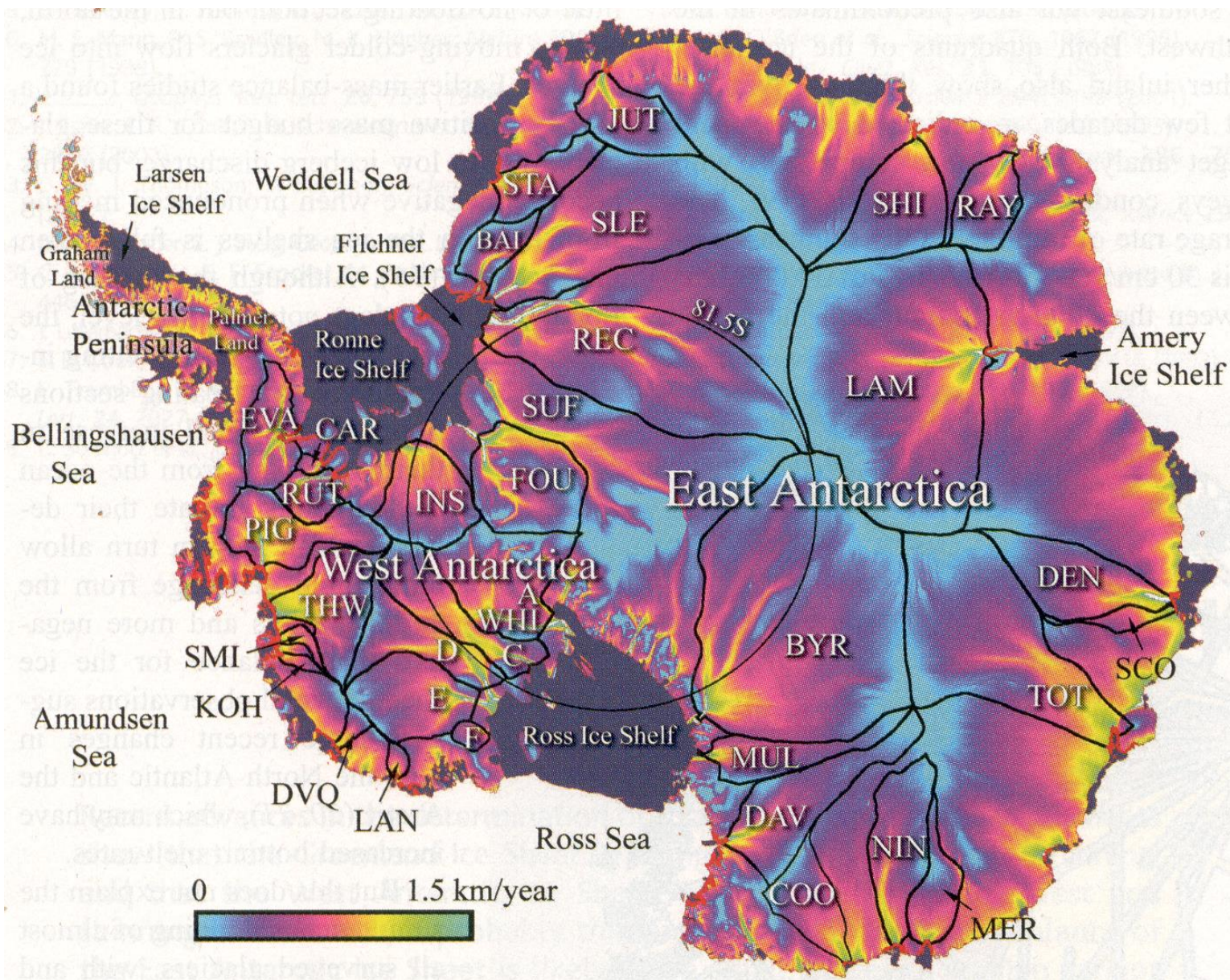


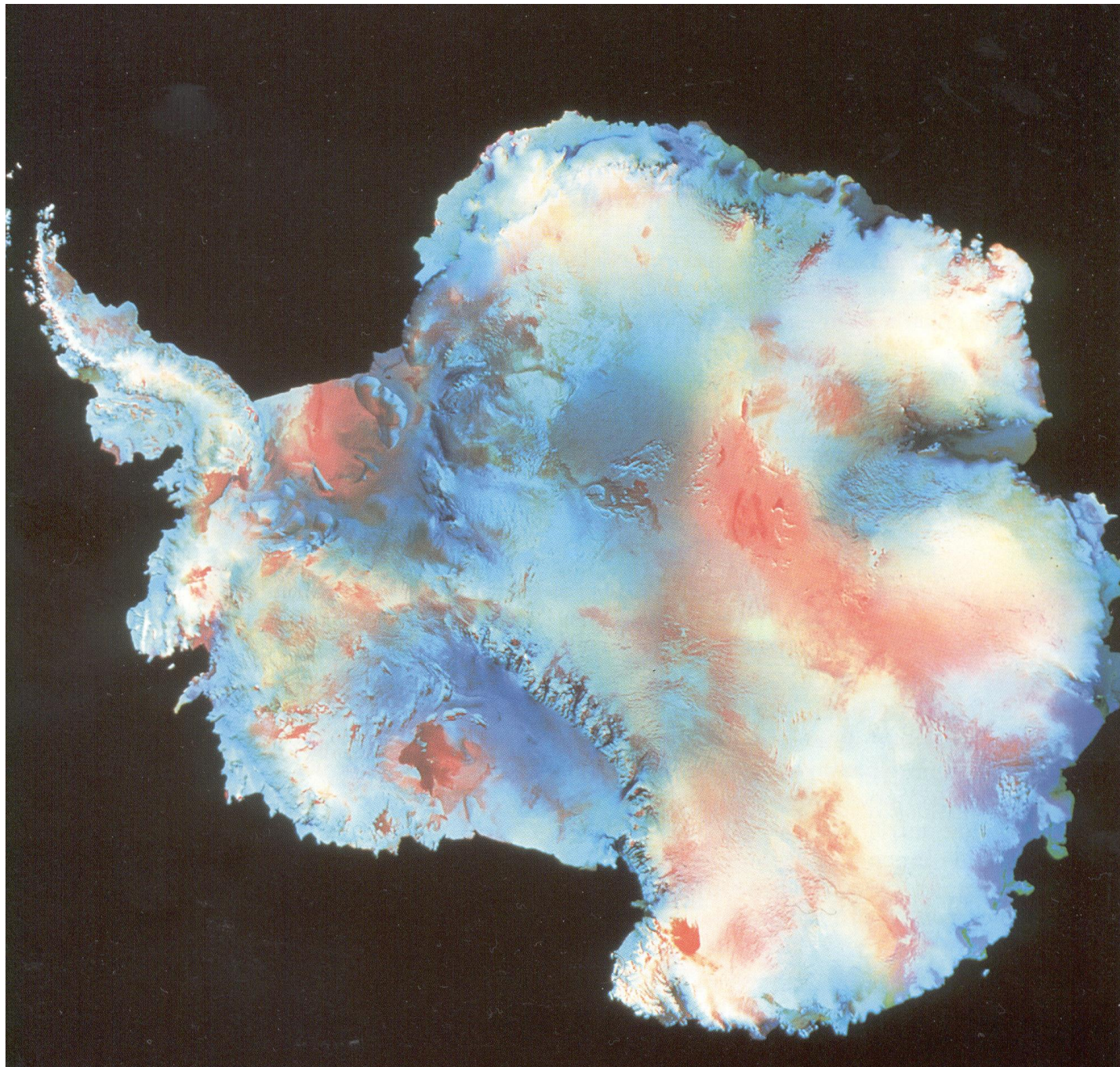
Lodowiec
wiszący

Pokrywy lodowe Grenlandii i Antarktydy

Charakterystyka	Grenlandia	Antarktyda
Powierzchnia (mln km ²)	1,7	14
Średnia grubość (metry)	1530	2160
Objętość (mln km ³)	2,6	30,1
Maks. wysokość (m n.p.m.)	3300	4000
Ablacja przez: - cielenie	50 %	99 %
- topnienie	50 %	1 %

Antarktyda – ruch lodu





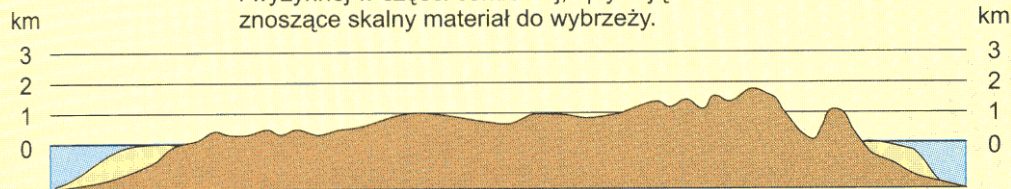


Grenlandia – czoło lądolodu z sandrem na przedpolu

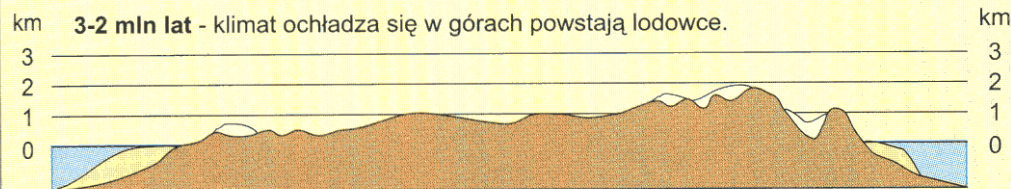


Grenlandia – czoło
lądolodu

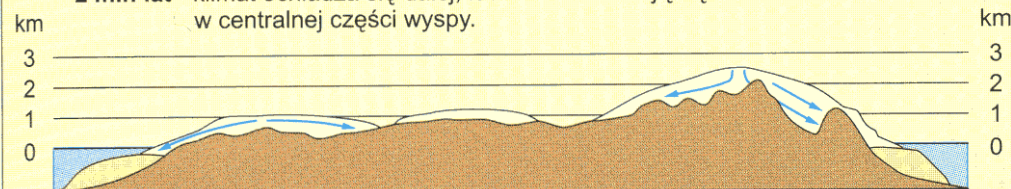
50-10 mln lat - panował klimat ciepły. Z wyspy, górzystej w strefie wybrzeży i wyżynnej w części centralnej, spływają rzeki znoszące skalny materiał do wybrzeży.



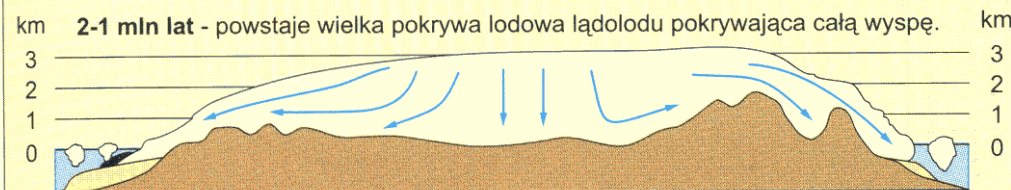
3-2 mln lat - klimat ochładza się w górach powstają lodowce.



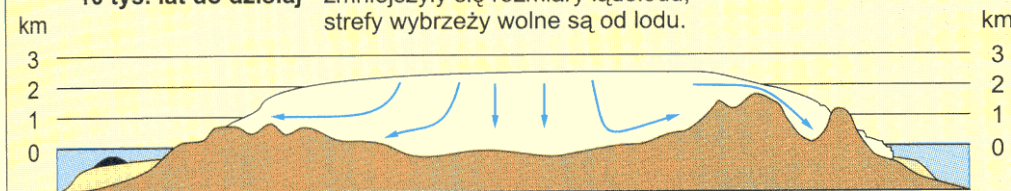
2 mln lat - klimat ochładza się dalej, lodowce rozrastają się także w centralnej części wyspy.



2-1 mln lat - powstaje wielka pokrywa lodowa lądolodu pokrywająca całą wyspę.



10 tys. lat do dzisiaj - zmniejszyły się rozmiary lądolodu, strefy wybrzeży wolne są od lodu.



Geologiczna działalność lodowca:

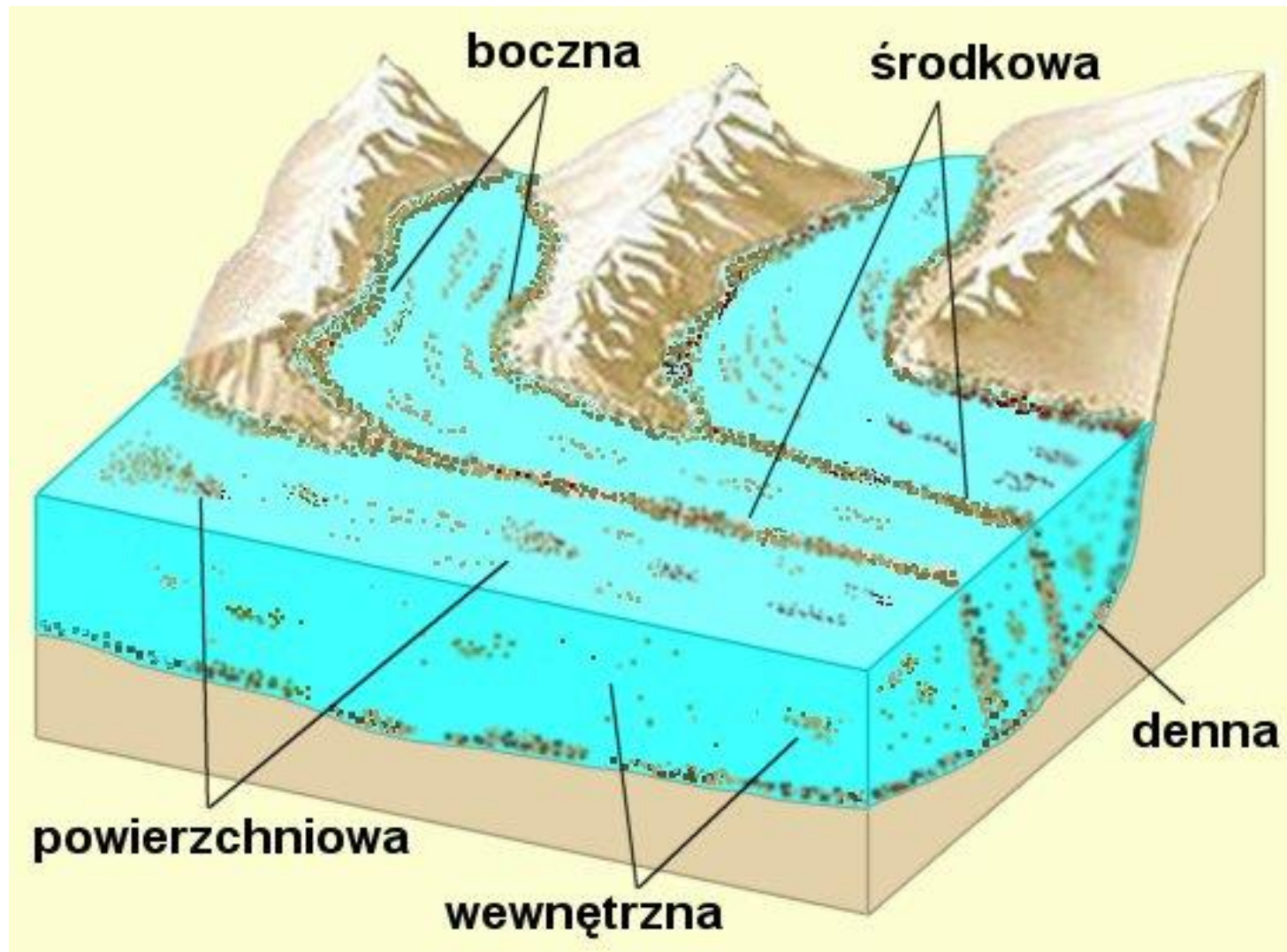
- akumulacja.
- transport,
- erozja,

AKUMULACJA

Moreny:

- morena czołowa:
 - akumulacyjna,
 - spiętrzona,
- morena dennna,
- moreny boczne i środkowe,
- morena ablacyjna.

Moreny lodowca górskiego



Akumulacyjna morena czołowa



Mount Robson, British Columbia, Kanada

Spiętrzona morena czołowa



Morena boczna





Morena boczna

Morena Środkowa



Morena Środkowa



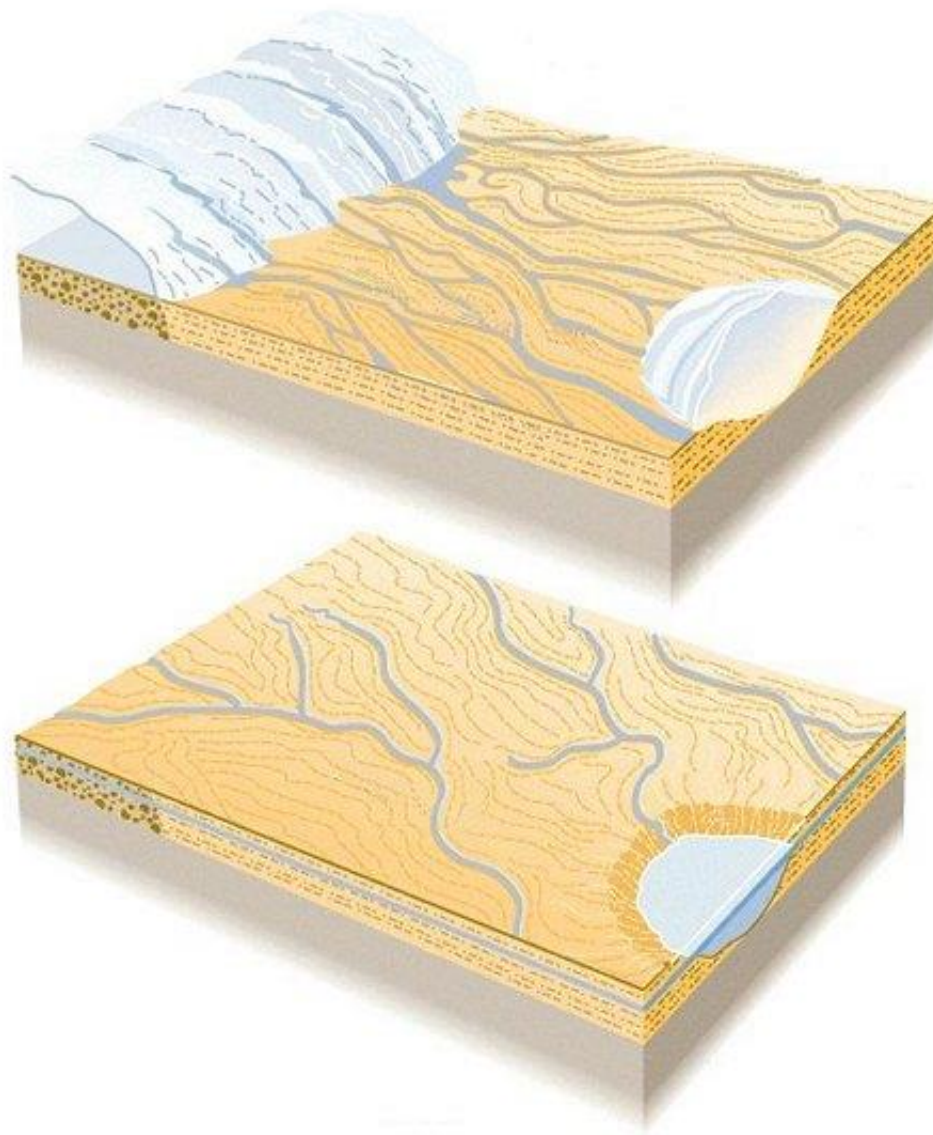


Morena
wewnętrzna
związana z
sezonową
laminacją lodu
lodowcowego

Krajobraz moreny dennej



Geneza jezior oczkowych

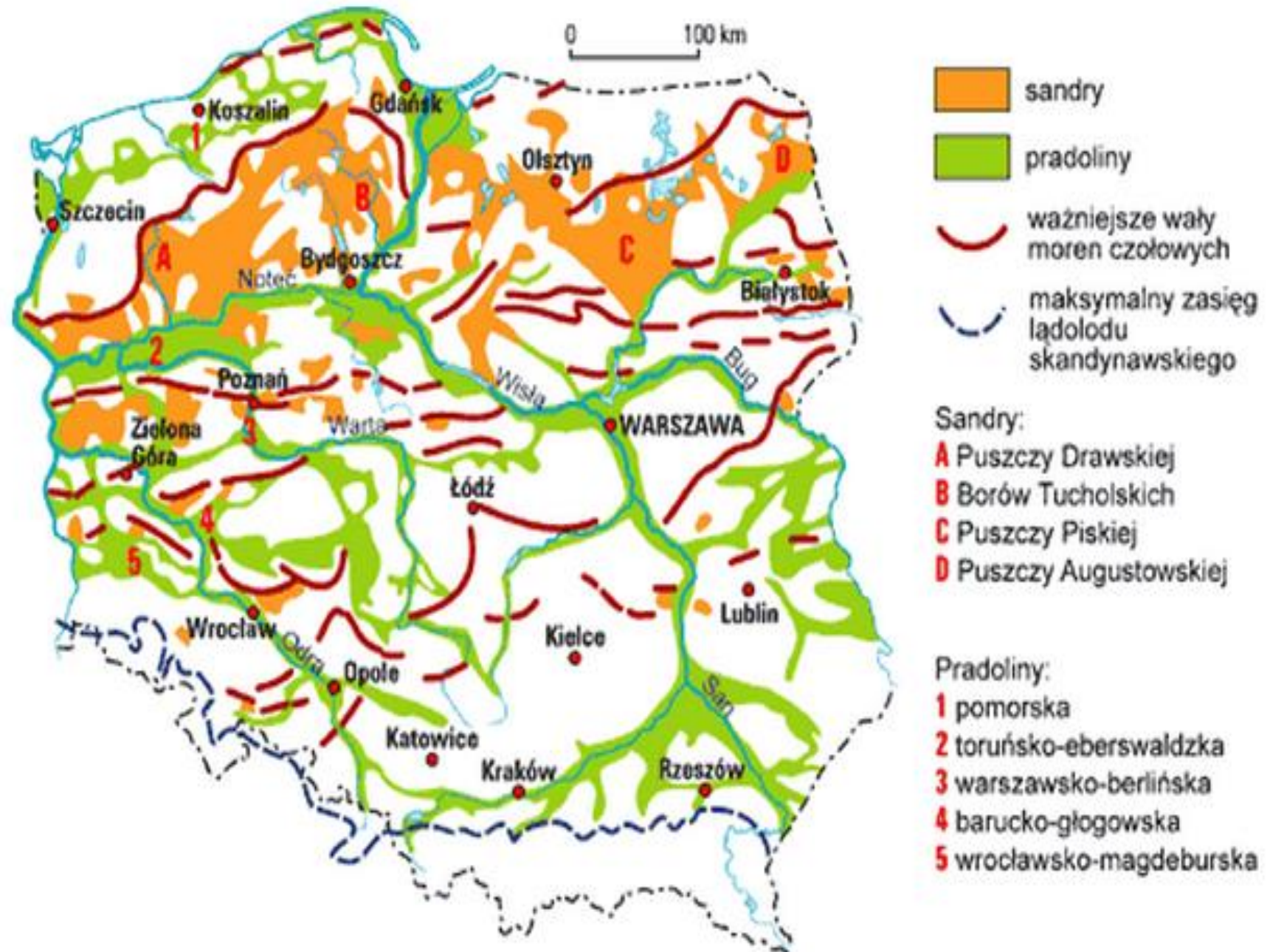


Drumliny





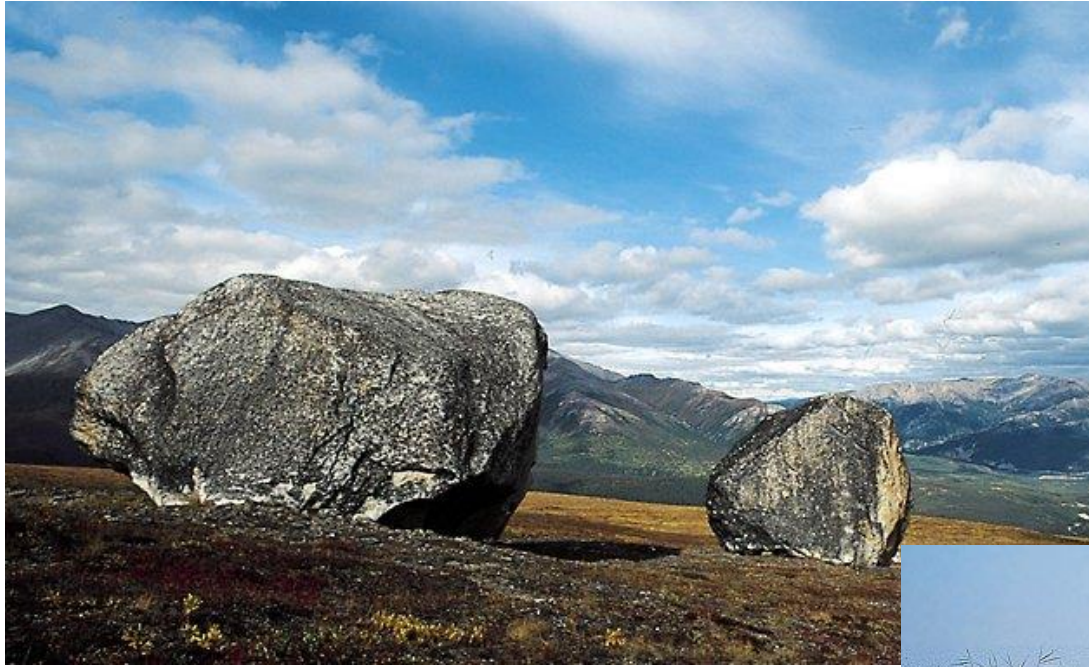
Charakterystyczne elementy polodowcowej rzeźby terenu



Moreny boczne i środkowe



Eratyki



Jezioro Gardno

Eratyki



Muzeum Ziemi, Warszawa

PROCESY NISZCZĄCE:

- detersja (abrazja lodowcowa),
- detrakcja lodowcowa,
- egzaracja lodowcowa.

FORMY EROZYJNE LODU LODOWCOWEGO:

- wygłądy, rysy i bruzdy lodowcowe,
- mutony (barańce),
- struktury glacitektoniczne,
- kotły (kary, cyrki) lodowcowe,
- doliny zlodowacone,
- doliny wiszące.

Wygląd lodowcowy



Alpy Szwajcarskie

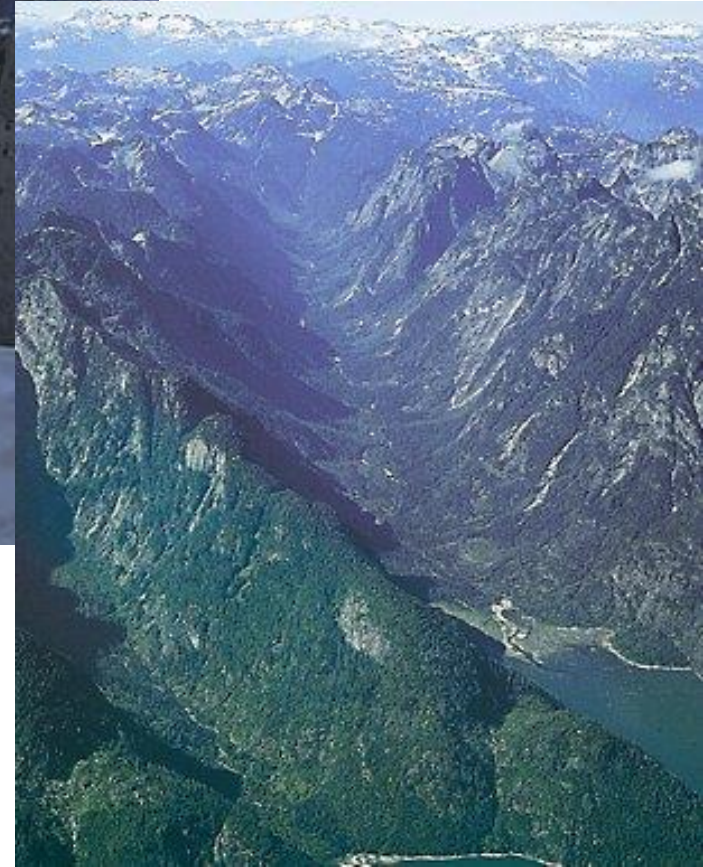


Rysy lodowcowe - Islandia

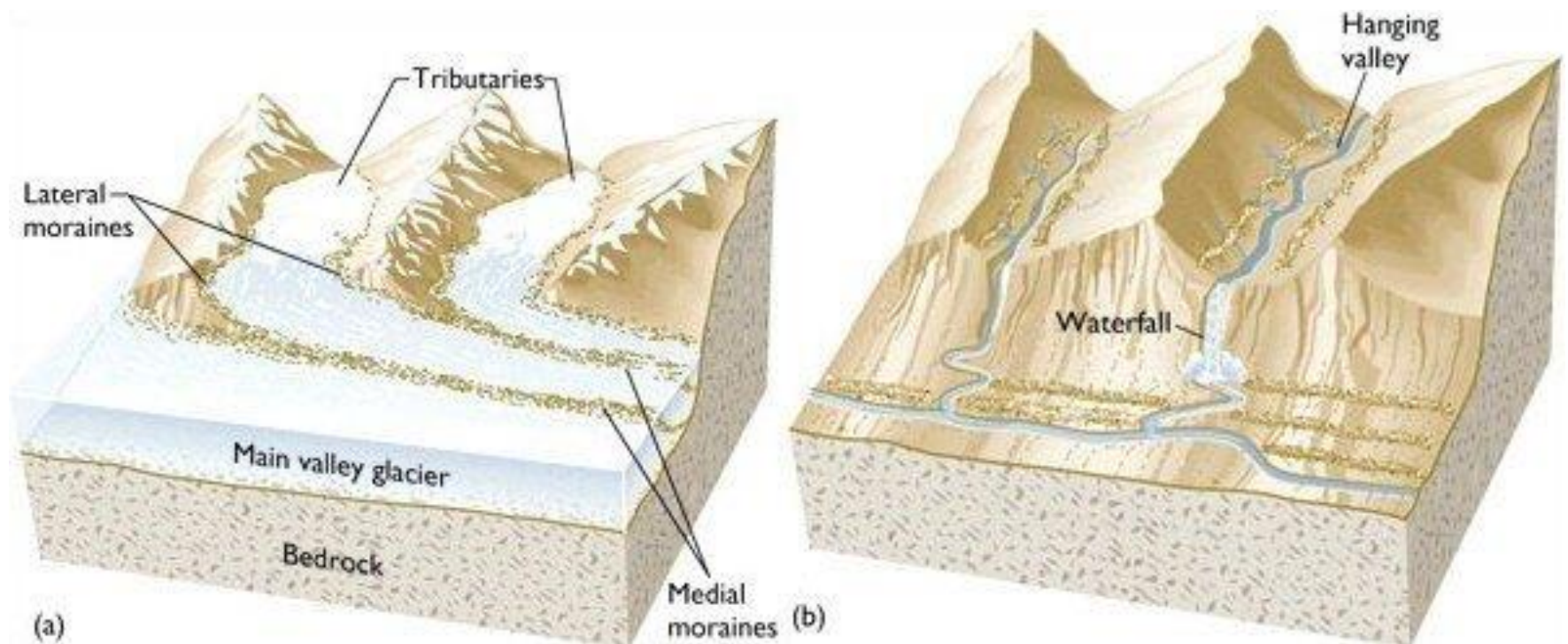
Doliny zlodowaczone - U-kształtne



Sierra Nevada, Kalifornia



Powstawanie dolin wiszących



Dolina wisząca



Sierra Nevada, Kalifornia

Dolina wisząca



Dolina Pięciu Stawów Polskich, Tatry

Fiord



Sognefjorden, Norwegia



Jezioro cyrkowe w kotle polodowcowym



Kocioł polodowcowy



Formy erozji wód polodowcowych:

- garnce podlodowcowe (marmity),
- kotły podlodowcowe,
- rynny podlodowcowe.

Jezioro w kotle podlodowcowym



Jezioro Hańcza, Pojezierze Wschodniosuwalskie

Jezioro rynnowe



Jezioro Jeziorak, Pojezierze Wschodniopomorskie

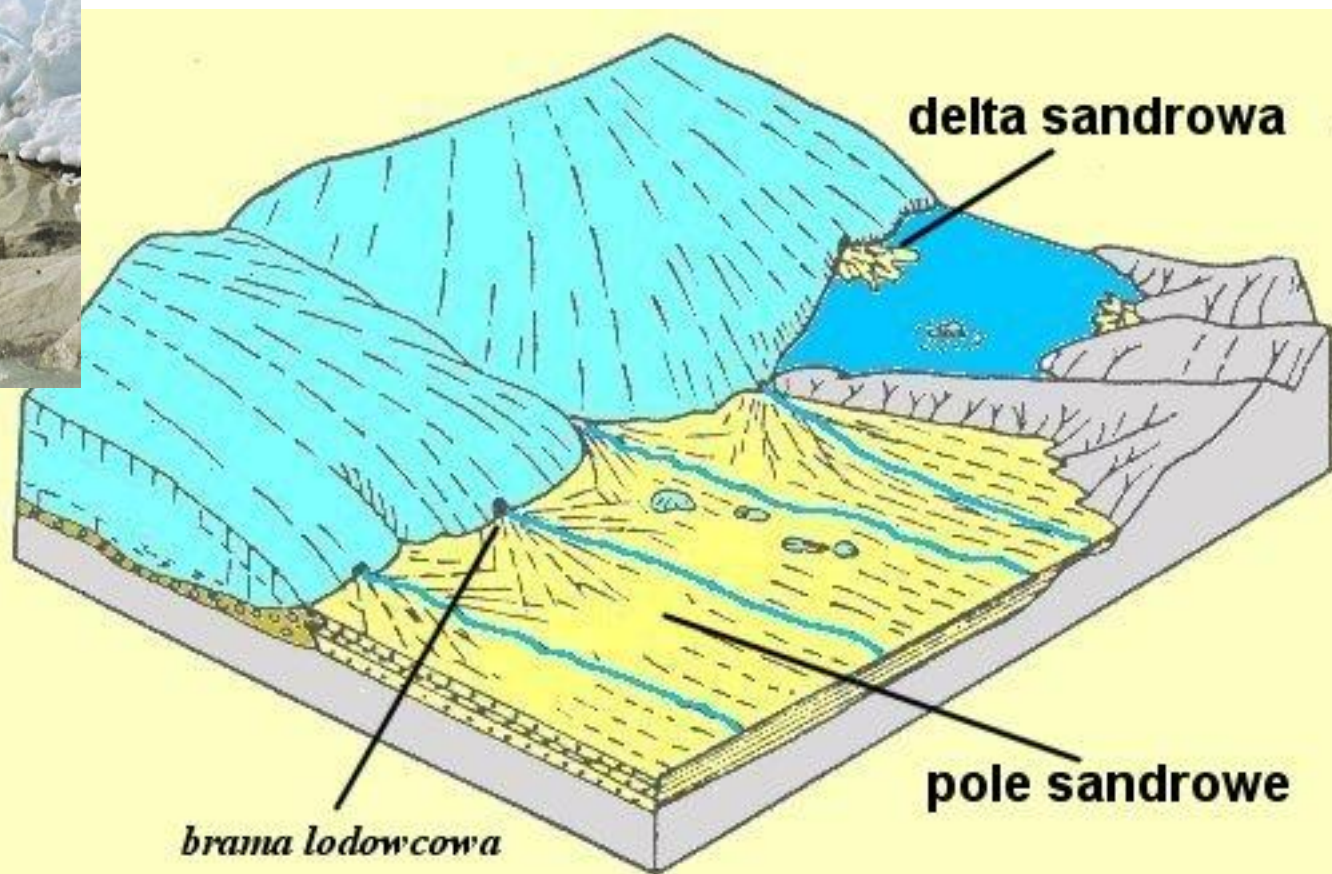


Rynna lodowcowa z jeziorem rynnowym

Formy powstałe w wyniku akumulacji osadów fluwioglacjalnych:

- sandry,
- ozy (eskery),
- kemy i terasy kemowe.

Sandry

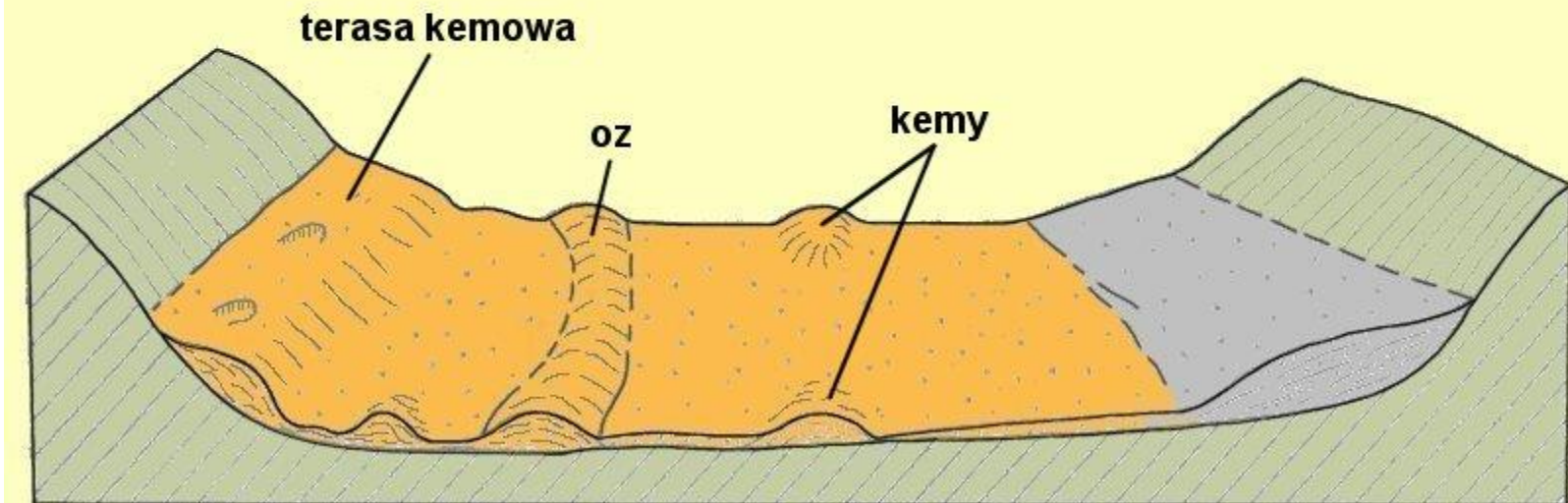
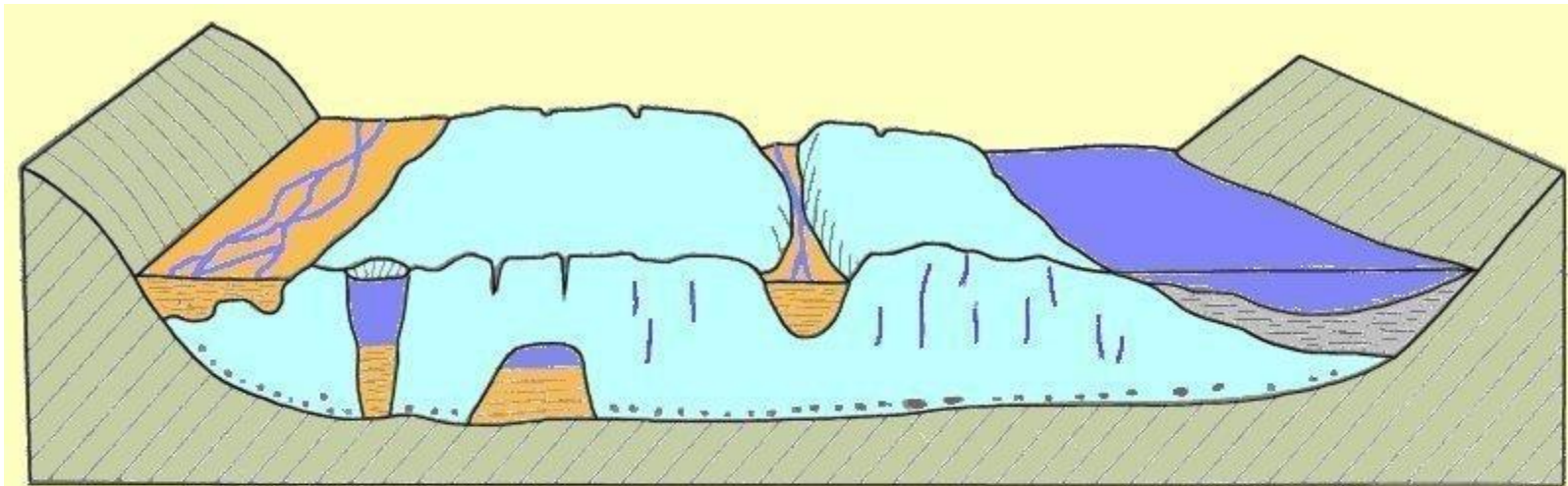


Pole sandrowe



SW Alaska

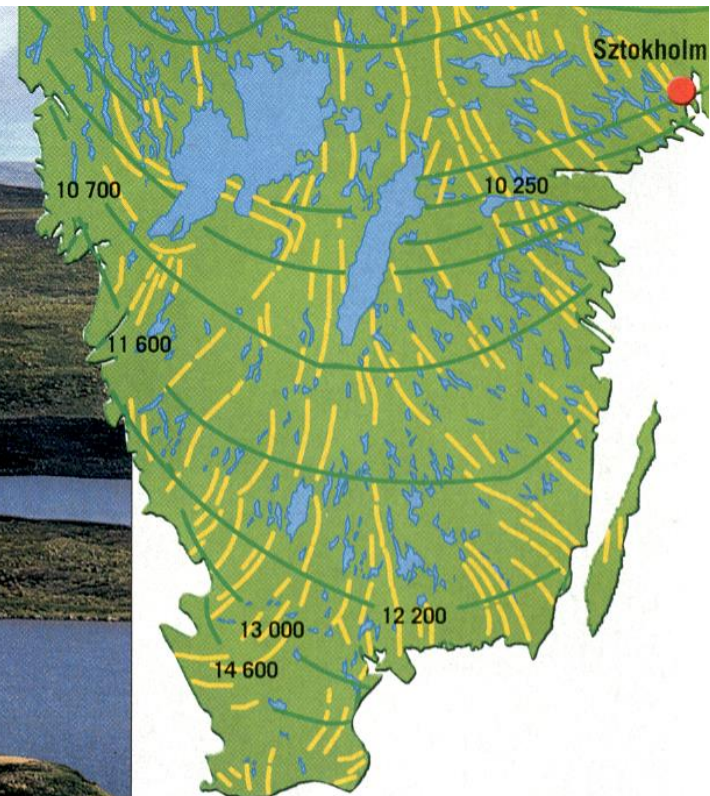
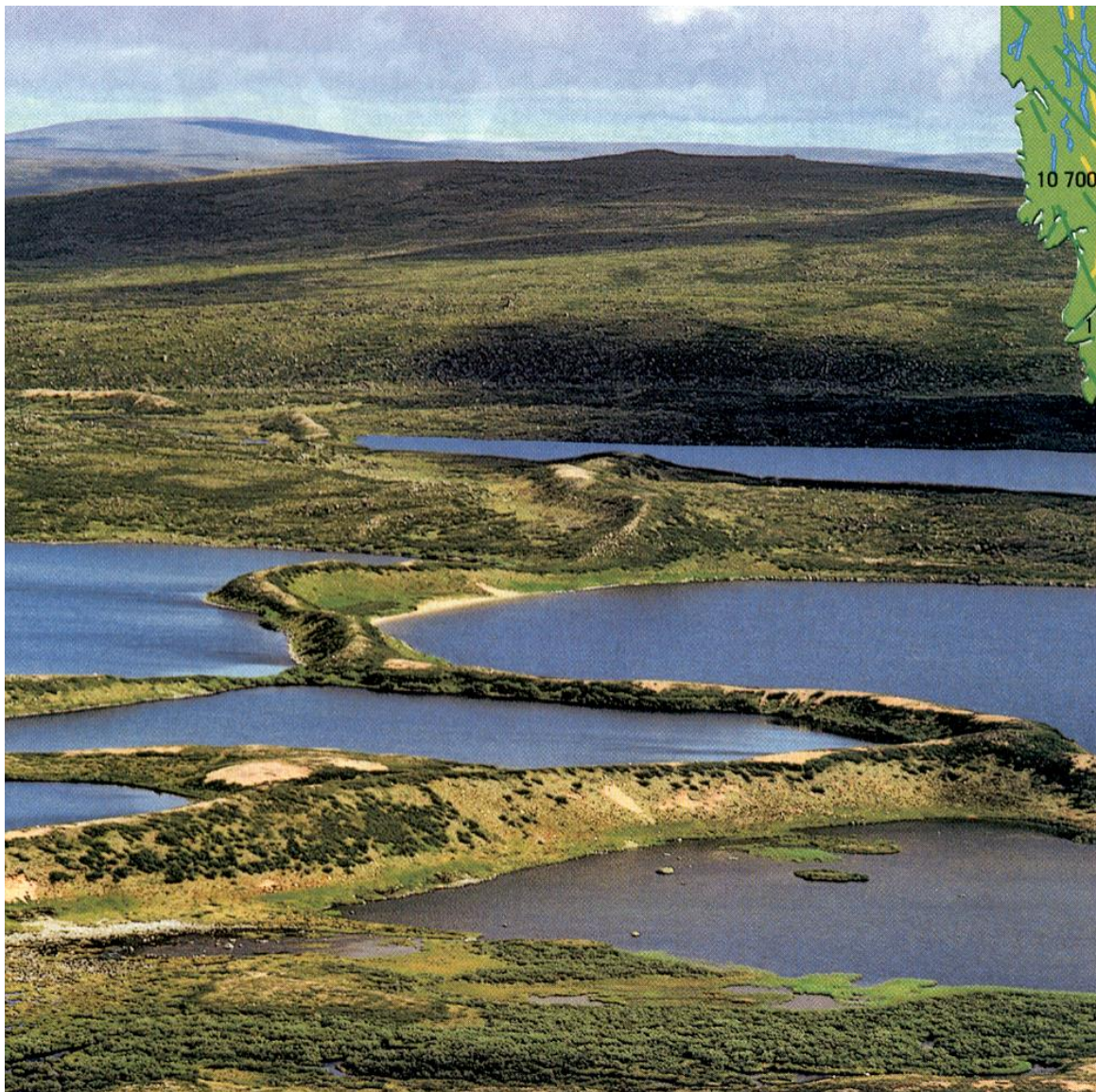
Ozy i kemy



Oz



Kettle-Moraine State Park, Wisconsin, USA

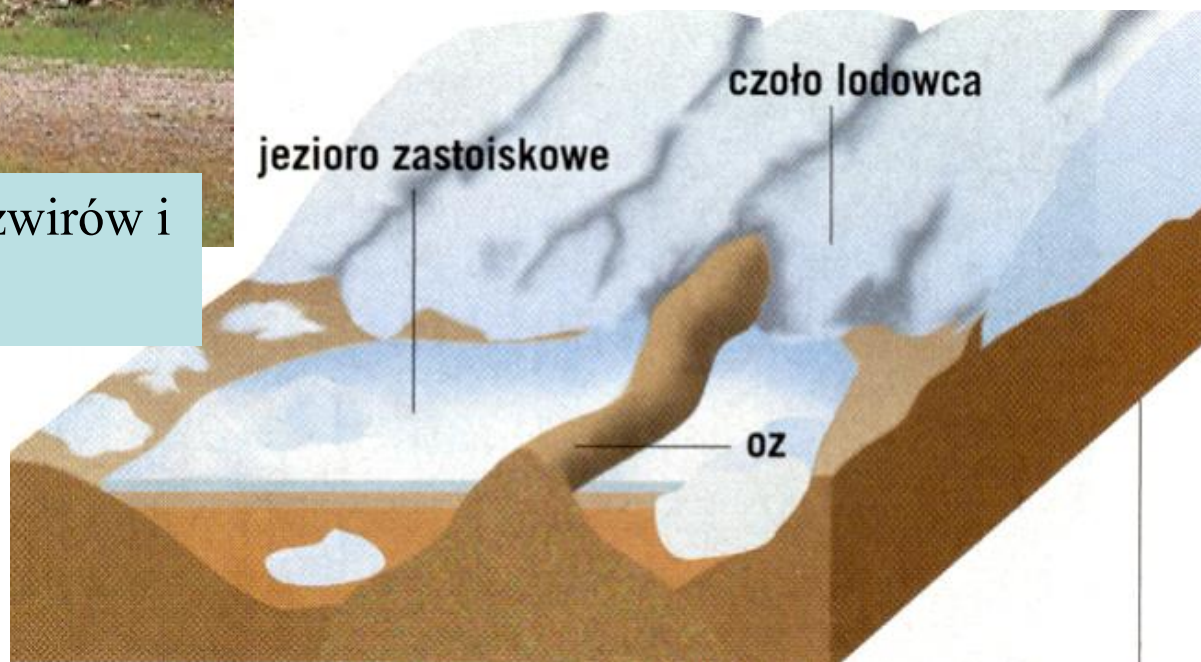


Ozy są formami
wykształconymi w
postaci długich i krętych
wałów zbudowanych z
piasków i żwirów



wał ozowy zbudowany ze żwirów i kamieni

Ozy rozwijają się zazwyczaj w tunelach subglacialnych, wypełnionych osadami okruchowymi złożonymi przez przepływające wody roztopowe



Kem



Cisowa Góra, Pojezierze Wschodniosuwalskie

Osady lodowcowe:

- glina zwałowa
- iły warwowe

Glina zwałowa



It warwowy



Sztokholm

