

Poznań
5.03.2024 r.

Morfoklimatyczne zróżnicowanie świata

prof. dr hab. **Ewa Bednorz**

Zakład Meteorologii i Klimatologii

prof. UAM dr hab. **Małgorzata Mazurek**

Zakład Geoinformacji

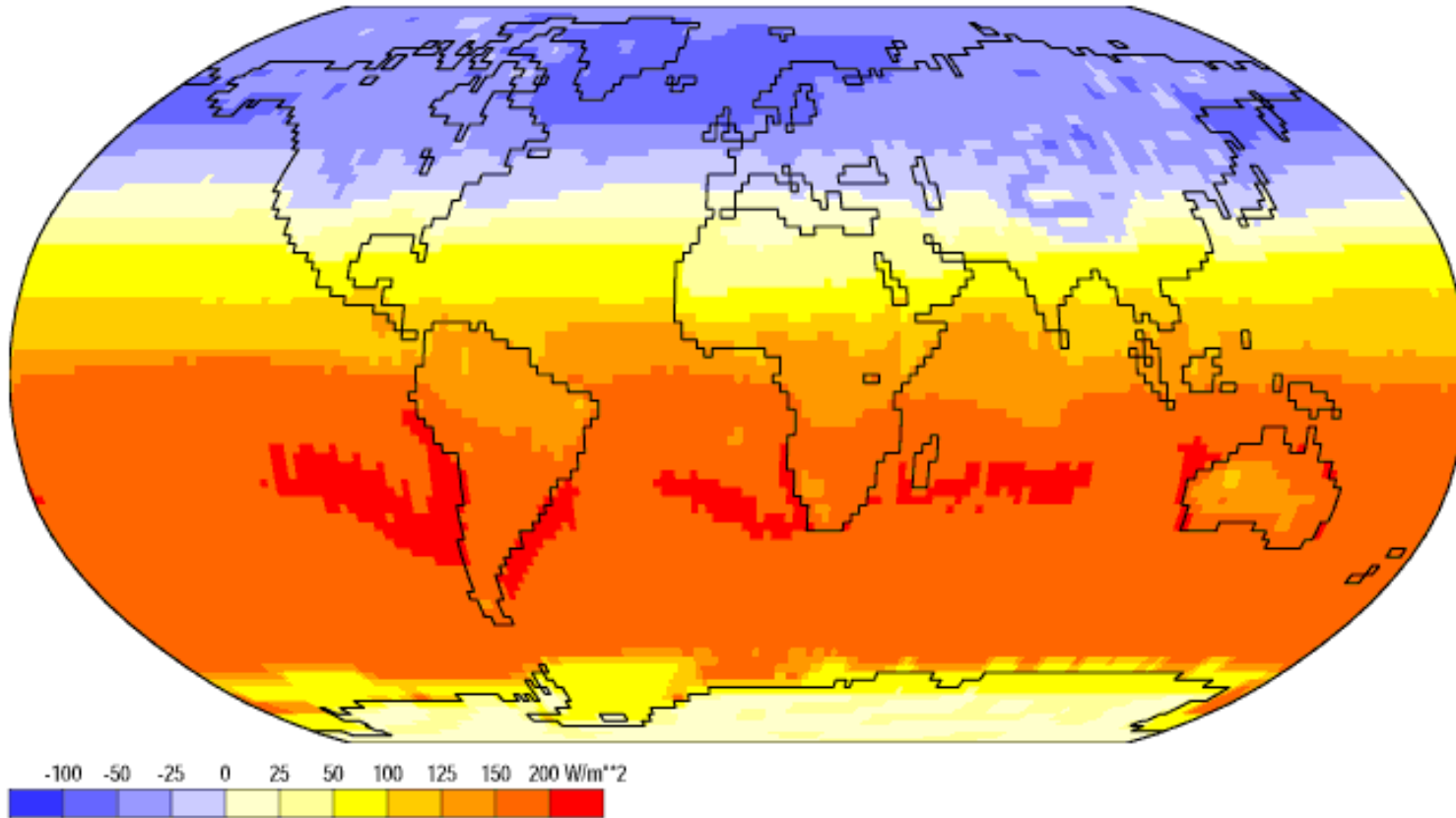


Z czego wynika klimatyczne różnicowanie świata?

Strefowy rozkładu bilansu promieniowania i jego sezonowe zmiany

Net Radiation

Dec



- zmieniające się sezonowo międzyzwrotnikowe obszary najkorzystniejszego dodatniego bilansu promieniowania na północ lub na południe od równika
- obszary o ujemnej wartości bilansu (z niedoborami energii) w szerokościach okołobiegunowych oraz w chłodnej połowie roku w szerokościach umiarkowanych

Z czego wynika klimatyczne różnicowanie świata? – czynniki astrefowe

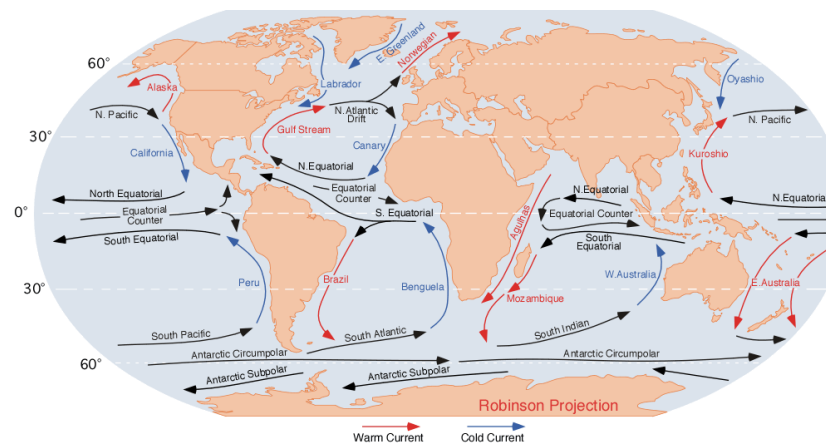
➤ rozkład lądów i mórz



➤ stosunki orograficzne



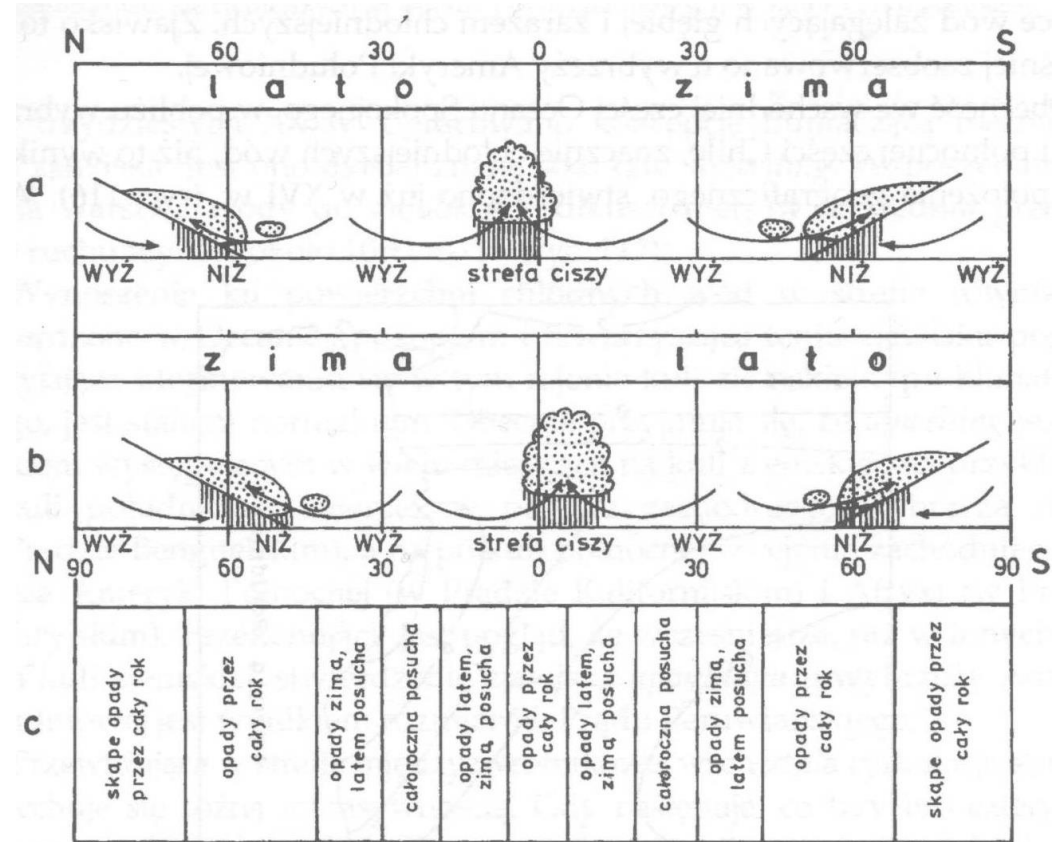
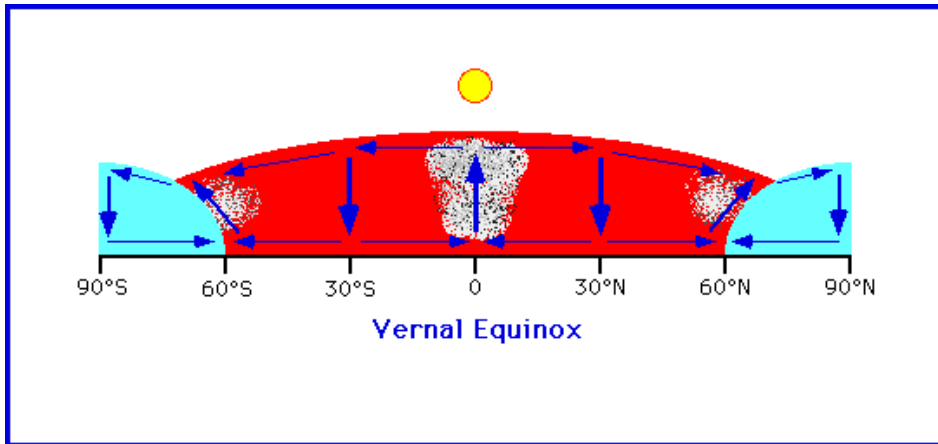
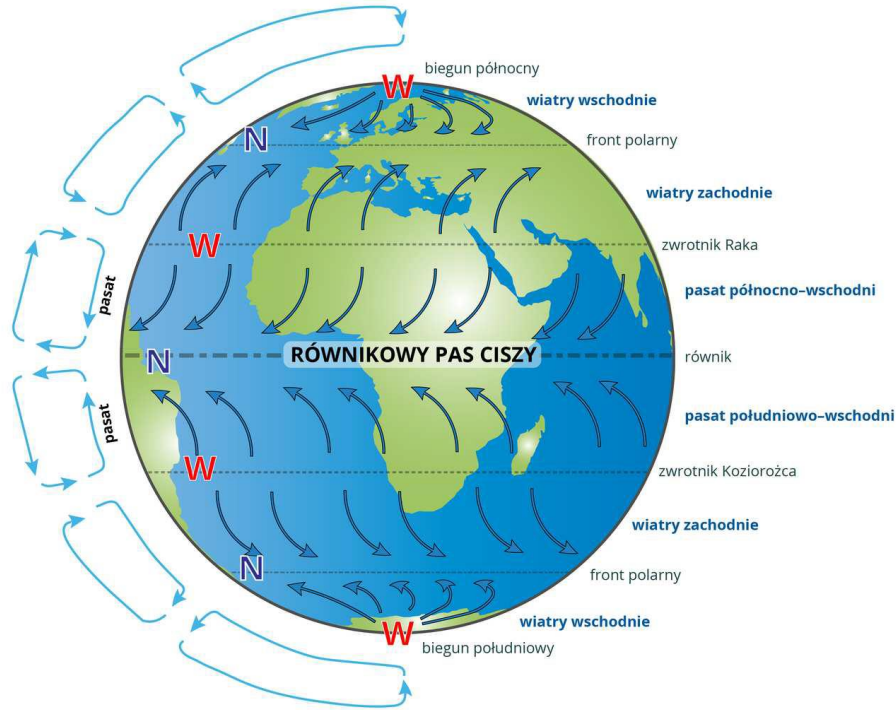
➤ prądy morskie



➤ pokrycie terenu

Cyrkulacja atmosferyczna

uwarunkowana dopływem energii promieniowania, która kształtuje pole ciśnienia na kuli ziemskiej, które z kolei uruchamia stałe wiatry. Ich składowa południkowa wynika z rozkładu pola ciśnienia, a składowa równoleżnikowa z siły Coriolisa.



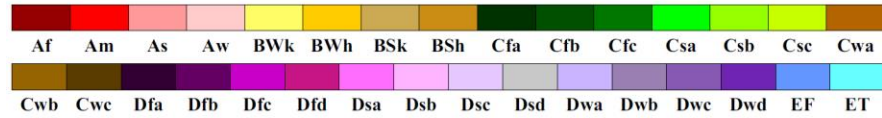
Woś 2006. *Meteorologia dla geografów*. Wyd. Naukowe UAM, Poznań

Pidwirny 2006. <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/7v.html>
<https://geografia24.pl/cyrkulacja-atmosfery/>

Klasyfikacja klimatów Köppena

World Map of Köppen–Geiger Climate Classification

updated with CRU TS 2.1 temperature and VASCLimO v1.1 precipitation data 1951 to 2000



Main climates

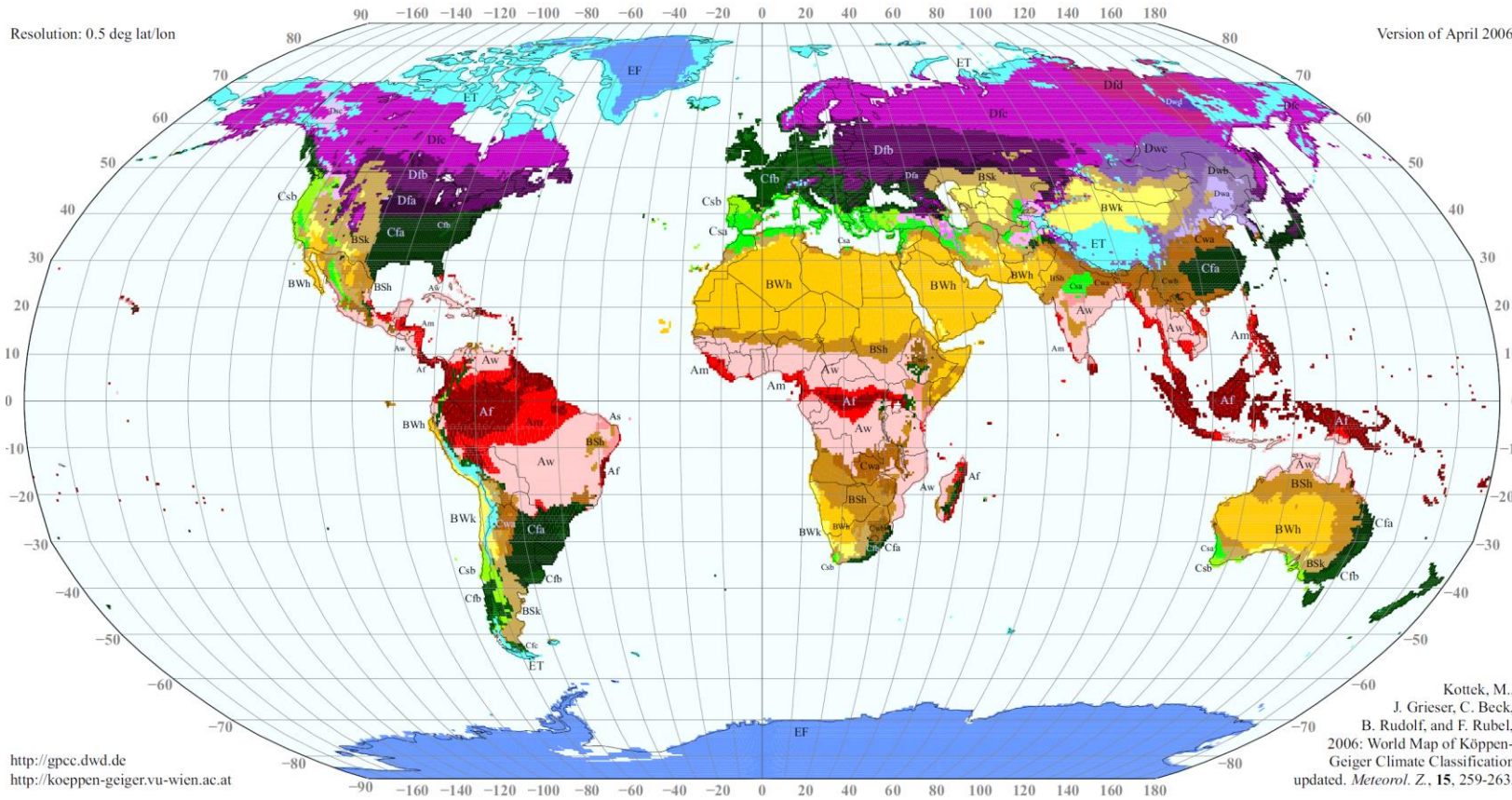
A: equatorial
B: arid
C: warm temperate
D: snow
E: polar

Precipitation

W: desert
S: steppe
f: fully humid
s: summer dry
w: winter dry
m: monsoonal

Temperature

h: hot arid
k: cold arid
a: hot summer
b: warm summer
c: cool summer
d: extremely continental
F: polar frost
T: polar tundra



Jednostki (regiony klimatyczne) zakodowane są trzema (lub dwoma) literami:

- Pierwsza oznacza strefę klimatyczną (od A do E), ustaloną wg kryteriów termicznych, lub termiczno-opadowych
- Druga litera dotyczy rozkładu i wielkości opadów (**W, S, s, f, w, m**)
- Trzecia litera jest uściśleniem cech termicznych (**h, k, a, b, c, d**)

Strefy morfoklimatyczne

Poszczególne regiony klimatyczne są modelowane przez różne procesy morfogenetyczne (rzeźbotwórcze).

Klimat nie tylko decyduje o głównych **czynnikach morfogenetycznych**, ale także wpływa na przebieg działalności tych czynników, czyli decyduje o **jakości, przebiegu i intensywności procesów morfogenetycznych (rzeźbotwórczych)**.

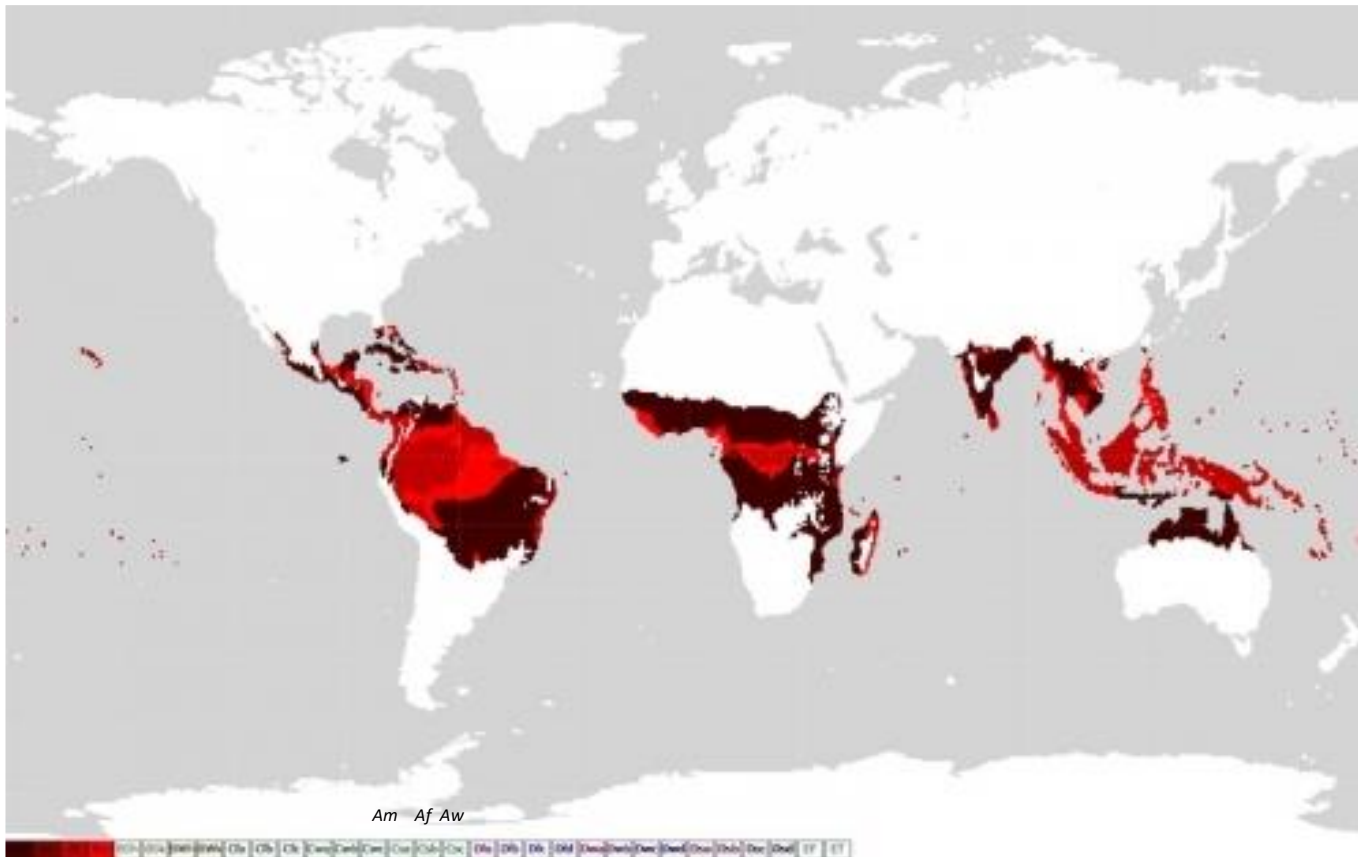
Oddziałują czynniki astrefowe, np. budowa geologiczna obszaru.

A – Międzyzwrotnikowe klimaty deszczowe (Equatorial climates)

klimat lasów deszczowych i sawann bez zimy

średnia temperatura najchłodniejszego miesiąca $\geq 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ i duża roczna suma opadów

- Af** klimat tropikalnych lasów deszczowych, ze średnią sumą opadów $> 60\text{ mm}$ w każdym miesiącu
 - Am** klimat tropikalny monsunowy
 - Aw** klimat sawann z suchą zimą
- } ze średnią sumą opadów z najsuchszym miesiącem $< 60\text{ mm}$

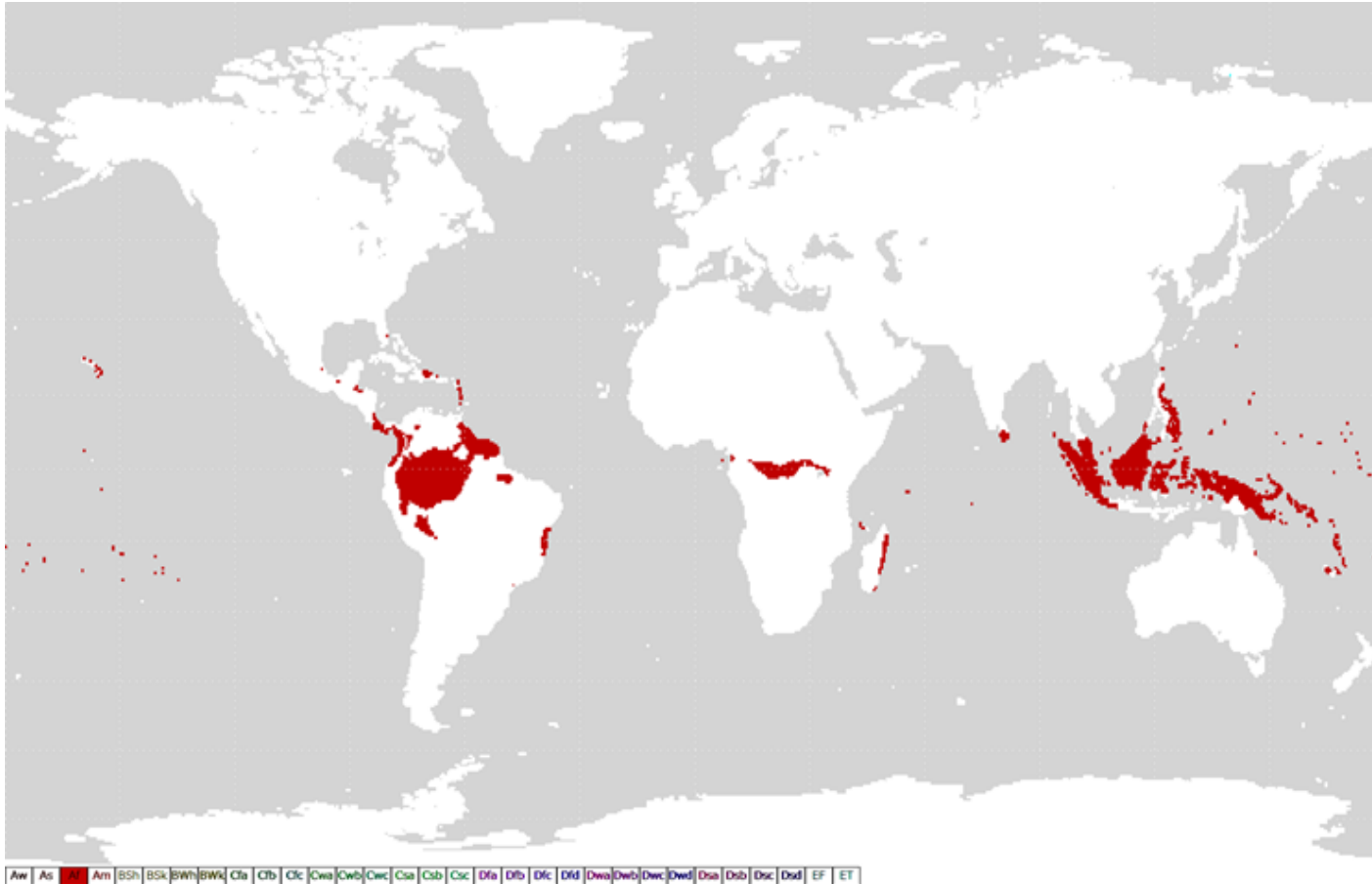


Międzyzwrotnikowe klimaty deszczowe rozciągają się na północ i na południe od równika do około 15 - 25° stopnia szerokości geograficznej

A – Międzyzwrotnikowe klimaty deszczowe (Equatorial climates)

średnia temperatura najchłodniejszego miesiąca $\geq 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ i duża roczna suma opadów

Af klimat tropikalnych lasów deszczowych, ze średnią sumą opadów $> 60\text{ mm}$ w każdym miesiącu



Af

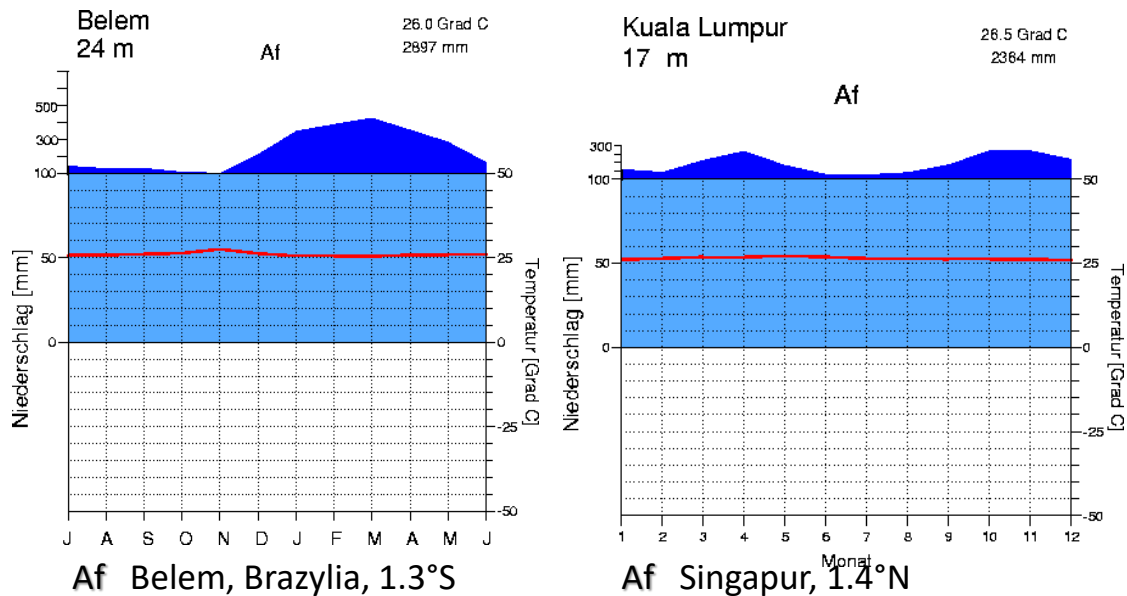
- wysoka temperatura powietrza przez cały rok ($24\text{-}30\text{ }^{\circ}\text{C}$)
- bardzo mała roczna amplituda temperatury – około 2 do $3\text{ }^{\circ}\text{C}$
- opady stosunkowo równo rozłożone w ciągu roku, roczna suma większa niż 1500 mm (2000 mm)
- częste chmury o budowie pionowej *Cumulus* i *Cumulonimbus*
- duża wilgotność powietrza.

Pidwirny 2006. <http://www.physicalgeography.net/fundamentals/7v.html>

A – Międzyzwrotnikowe klimaty deszczowe (Equatorial climates)

Af klimat tropikalnych lasów deszczowych, ze średnią sumą opadów > 60 mm w każdym miesiącu

Diagramy klimatyczne Waltera <https://klimadiagramme.de/>



Wilgotne tropikalne lasy nizinne – drzewostany wielowarstwowe o bardzo dużym zróżnicowaniu gatunkowym. Zimozielone drzewa o prostych, wysoko rozgałęzionych pniach osiągają do 40–50 m. Mają płytki i płaski system korzeniowy i często wykształcają korzenie skarpowe i przybyszowe. Liczne liany i epifity, które cechują się szybkim wzrostem i znaczną długością pędów przy stosunkowo niewielkich średnicach. Rozgałęziają się, kwitną i owocują w warstwie koron drzew. Poza różnymi gatunkami okrytonasiennych (zwłaszcza bromeliowatych i storczykowatych), do epifitów należą porosty, glony i mszaki. Stosunkowo słabo rozwinięte warstwy krzewów i runa.



<https://science.howstuffworks.com/environmental/conservation/issues/rainforest.htm>



<https://pl.wikipedia.org/wiki/Bromeliowate>



do 9 m



korzenie skarpowe i przybyszowe

Liany





Epifity – zanokcica gniazdowa



Epifity – storczyk Paphiopedilum rothschildianum



A – Międzyzwrotnikowe klimaty deszczowe (Equatorial climates)

Af klimat tropikalnych lasów deszczowych, ze średnią sumą opadów > 60 mm w każdym miesiącu

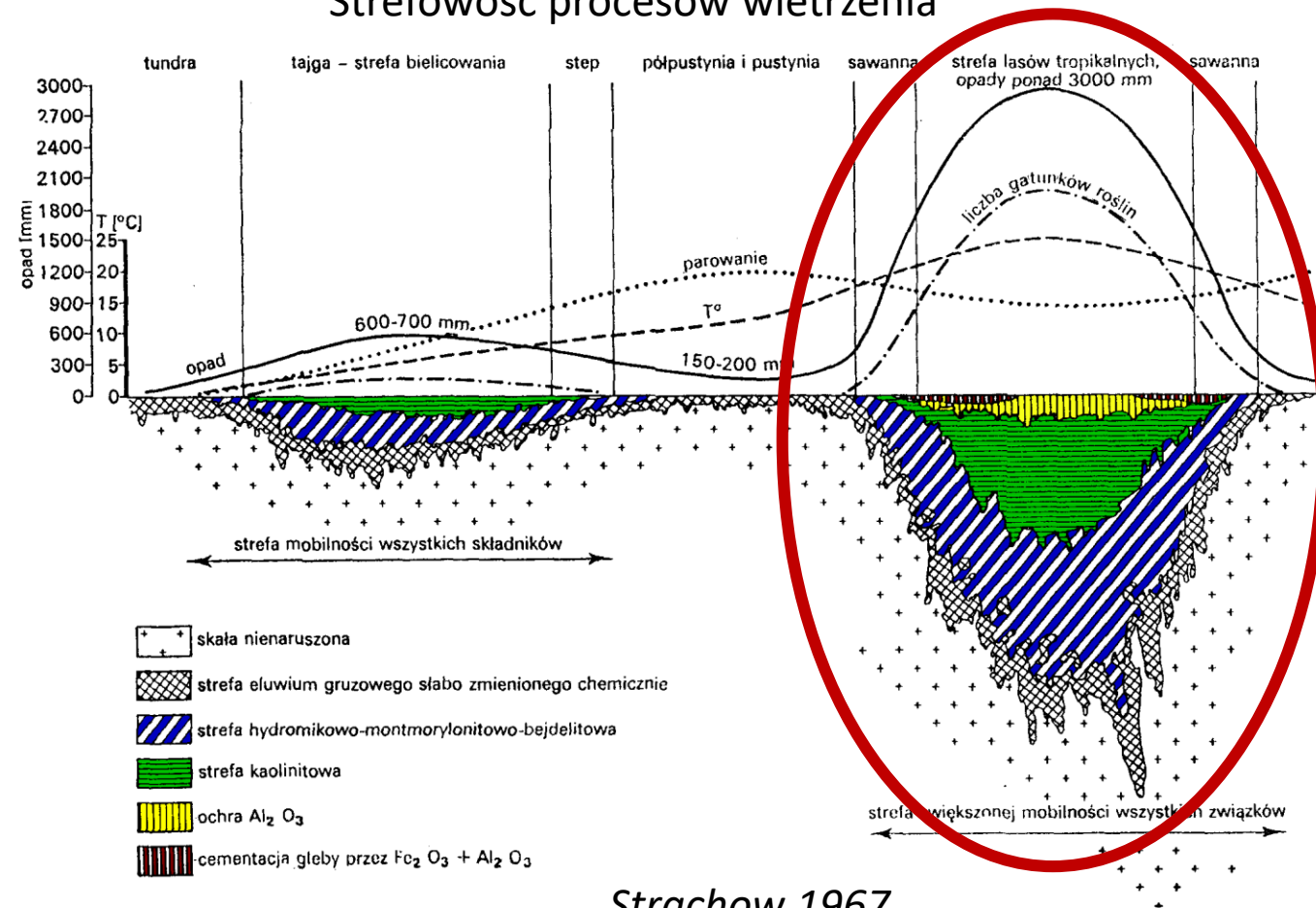
bardzo silne **wietrzenie chemiczne** – duża miąższość pokrywy zwietrzelinowej



czerwonożółte gleby ferralitowe i czerwone gleby ferralitowe

bardzo silne **wietrzenie chemiczne** – duża miąższość pokrywy zwietrzelinowej

Strefowość procesów wietrzenia



Strachow 1967

Profile wietrzeniowe o miąższości do 100 m
Tempo wietrzenia > 50 m/milion lat



A – Międzyzwrotnikowe klimaty deszczowe (Equatorial climates)

Af klimat tropikalnych lasów deszczowych, ze średnią sumą opadów > 60 mm w każdym miesiącu



ograniczone **splukiwanie** (zmyw zwietrzeliny) -
utrudniony przez zwartą roślinność
w górach **silne ruchy masowe** (spętywanie, sptywy
błotne i gruzowe, osuwiska) i sufozja

*Spywy gruzowe i gruzowo-błotne
Wenezuela 1999*



https://en.wikipedia.org/wiki/Vargas_tragedy



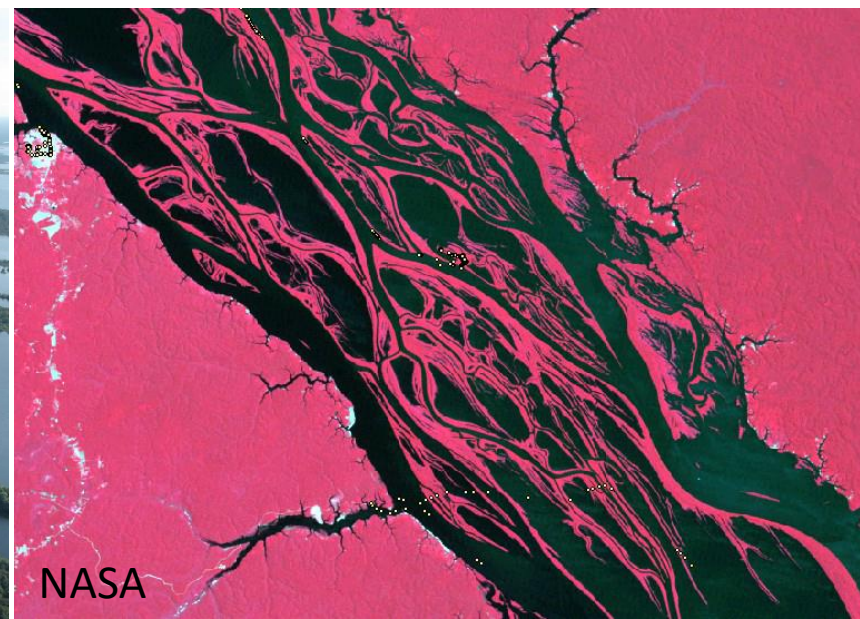
Układy planarne koryt rzecznych w strefie klimatu tropikalnych lasów deszczowych



Koryta meandrujące



łachy śródkorytowe



NASA

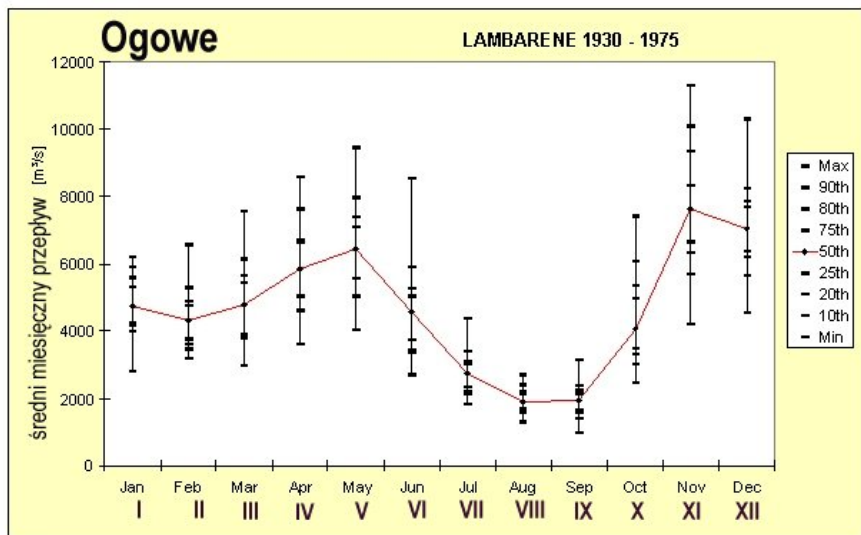


Koryta anastomozujące

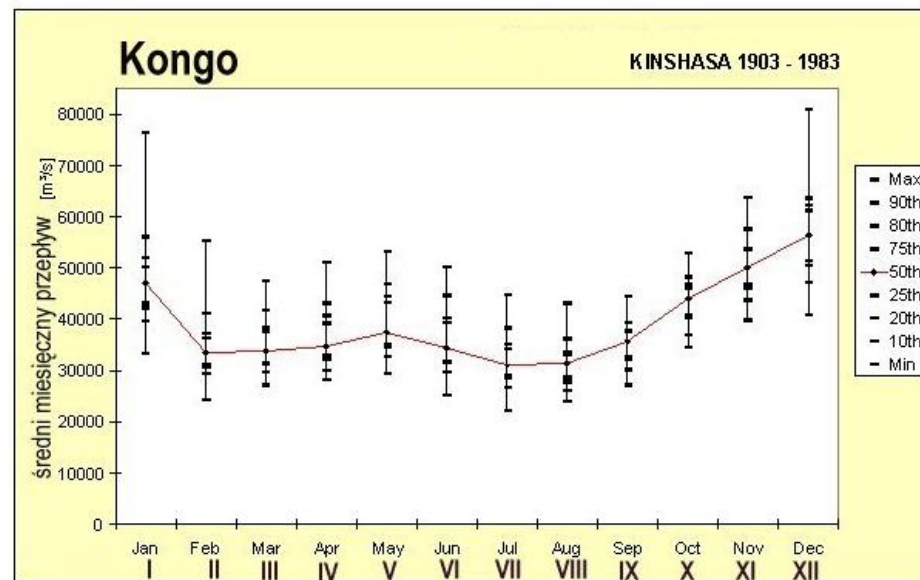
A – Międzyzwrotnikowe klimaty deszczowe (Equatorial climates)

Af klimat tropikalnych lasów deszczowych, ze średnią sumą opadów > 60 mm w każdym miesiącu

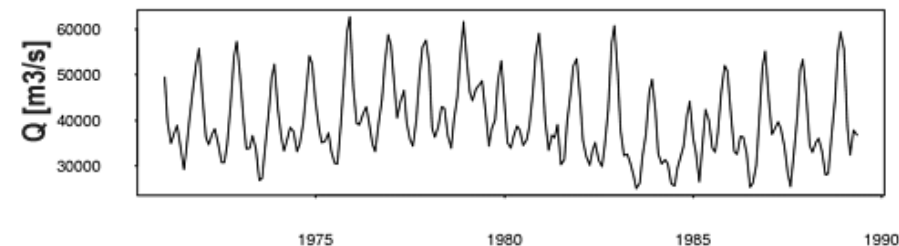
Reżimy rzek w strefie lasów deszczowych



Ogowe (dł. 1200 km)



Kongo (dł. 4320 km)



Wieloletni przepływ rzeki Kongo



Dorzecze Amazonki

Wiosna 2012



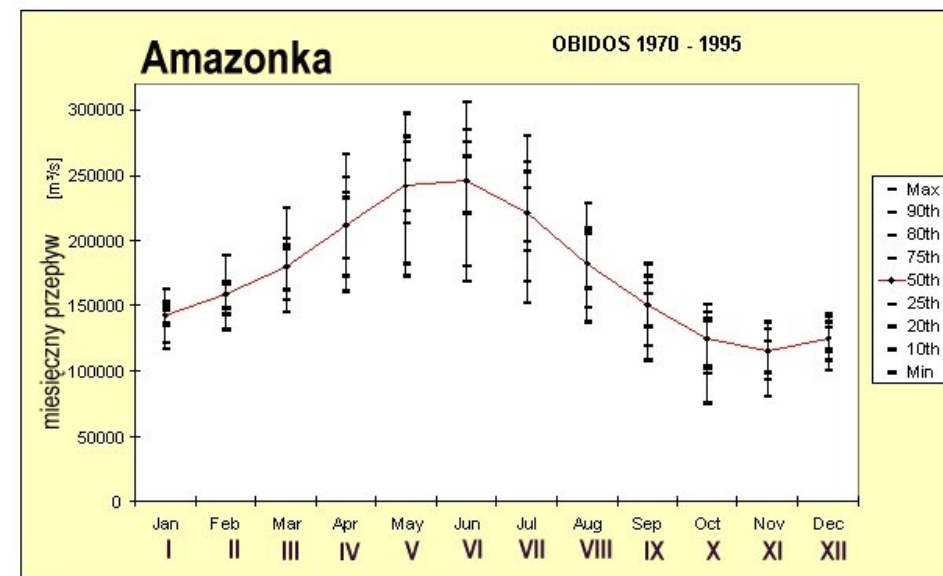
Jesień 2013



Okres wezbrania w dorzeczu Amazonki



Starorzecze na równinie zalewowej Amazonki



Wezbranie



Image Landsat

Koryto rzeczne w trakcie wezbrania

Opadanie poziomu wody w rzece

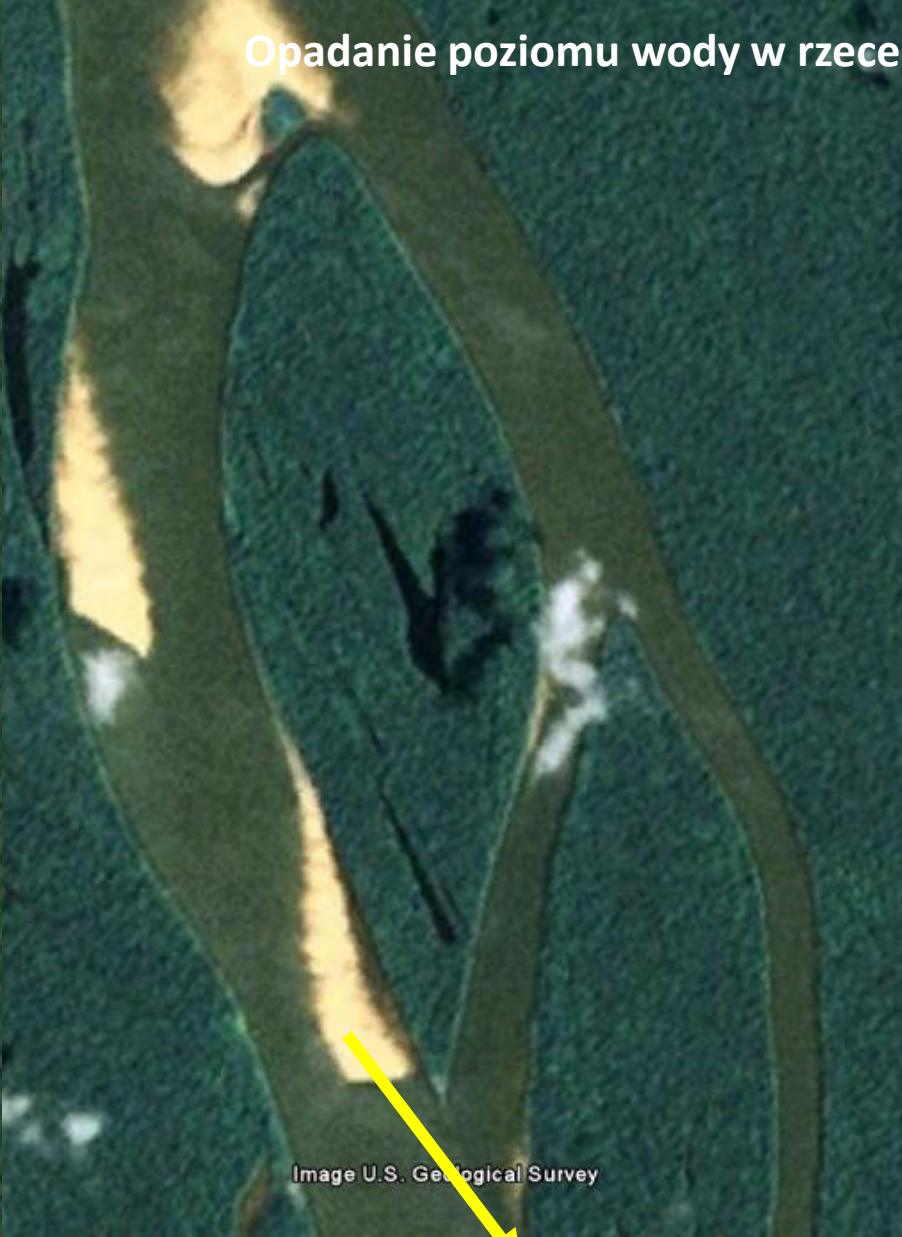


Image U.S. Geological Survey

Po wezbraniu – odsłonięte łachy przykorytowe

Koryto Rio Negro, Brazylia



łachy przykorytowe



Szybko rozwija się sieć rzeczna, intensywne procesy fluwialne

Transport materiału w korytach rzek w strefie równikowej

O czym mówią kolory rzek?



Biała woda – *aqua branca* /white water

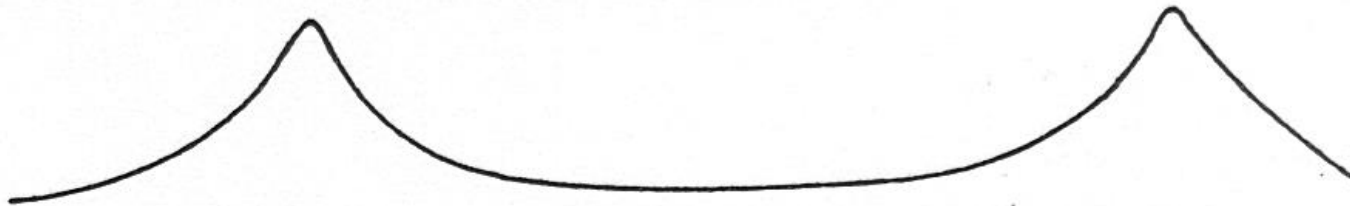


Czarna woda - *aqua preta*/blackwater

Manacapuru River

A – Międzyzwrotnikowe klimaty deszczowe (Equatorial climates)

Af klimat tropikalnych lasów deszczowych, ze średnią sumą opadów > 60 mm w każdym miesiącu



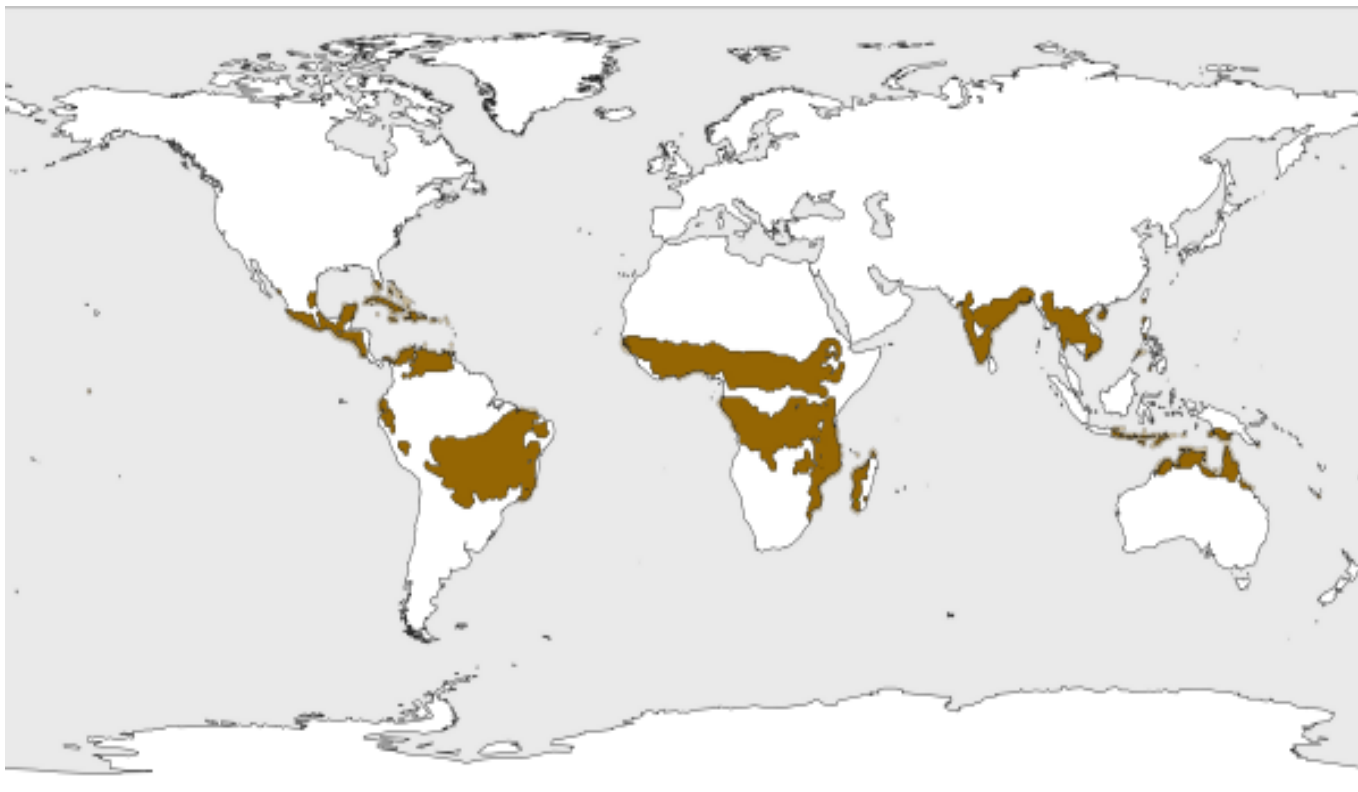
Uproszczony profil krajobrazu morfologicznego w strefie klimatu Af (*Galon R., 1979, Formy powierzchni Ziemi*)

- bardzo silne **wietrzenie chemiczne** – duża miąższość pokrywy zwietrzelinowej
- litologiczne i strukturalne kontrasty tracą akcent morfologiczny pod przykryciem zwietrzliny, powierzchnie stoków są wygładzone, załom między stokiem a podnóżem jest mało wyraźny, profil wypukło-wklęsły stoku
- ograniczone **splukiwanie** (zmyw zwietrzliny) - utrudniony przez zwartą roślinność
- w górach silne **ruchy masowe** (spełzywanie, spływy błotne i gruzowe, osuwiska) i sufozja
- szybko rozwija się sieć rzeczna
- intensywne procesy fluwialne

A – Międzyzwrotnikowe klimaty deszczowe (Equatorial climates)

Ze średnią temperaturą najchłodniejszego miesiąca $\geq 18\text{ }^{\circ}\text{C}$ i dużą roczną sumą opadów

- Am** klimat tropikalny monsunowy
Aw klimat sawann z suchą zimą
- } ze średnią sumą opadów w najsuchszym miesiącu $< 60\text{ mm}$



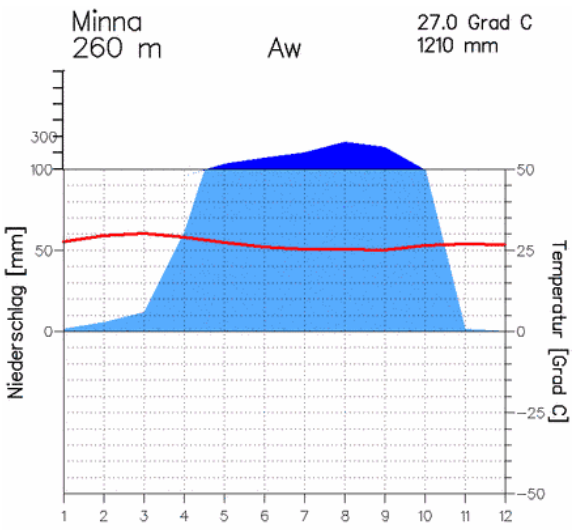
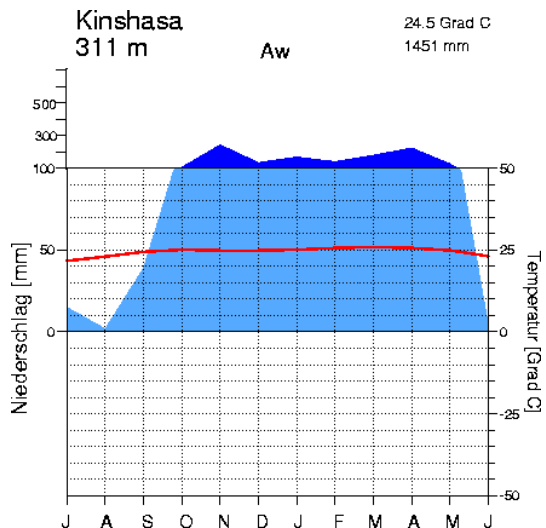
Am/Aw

- roczny rozkład opadów z letnim maksimum związanym z górowaniem słońca w zenicie i zimowym minimum
- w klimacie Am występuje 3-5 miesięczna susza.
- roczne sumy opadów z reguły w przedziale 750-1800 mm w typie Aw i 1500-4000 w typie Am
- klimaty Aw i Am charakteryzują się największymi rocznymi amplitudami temperatury powietrza w kategorii klimatów A (do 6°C)

A – Międzyzwrotnikowe klimaty deszczowe (Equatorial climates)

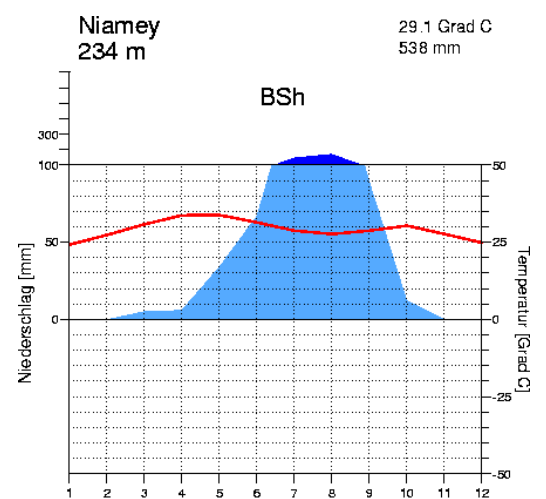
Aw klimat sawann z suchą zimą

Sawanna – roślinność trawiasta + drzewa i krzewy pojedynczo lub w niewielkich grupach

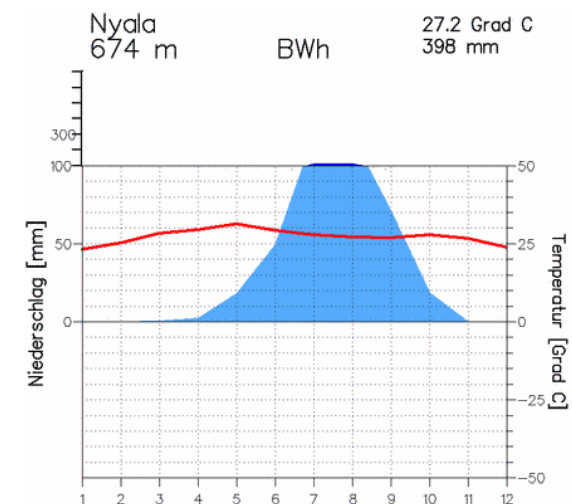


Aw Kinszasa, DR Konga, 4.4°S

Aw Minna, Nigeria, 9.6°N



BSh Niamey, Niger, 13.5°N



BWh Nyala, Nigeria, 12.6°N



Sawanna w Nigrze

*Sawanna
w Zimbabwe*



A – Międzyzwrotnikowe klimaty deszczowe (Equatorial climates)

Aw klimat sawann z suchą zimą

- **pora deszczowa /lato**

umiarkowane wietrzenie chemiczne

splukiwanie (zmyw powierzchniowy)

wysokie przepływy rzeczne

intensywny transport rzeczny



- **pora sucha/zima**

umiarkowane wietrzenie mechaniczne

wysychanie rzek

koryta silnie zamulone

- **na początku pory deszczowej/lata** – ulewne deszcze – skąpa roślinność - gwałtowne powierzchniowe spływy wód opadowych
- za intensywnym wietrzeniem mechanicznym nadąża splukiwanie słabo hamowane przez roślinność

pora sucha



pora deszczowa



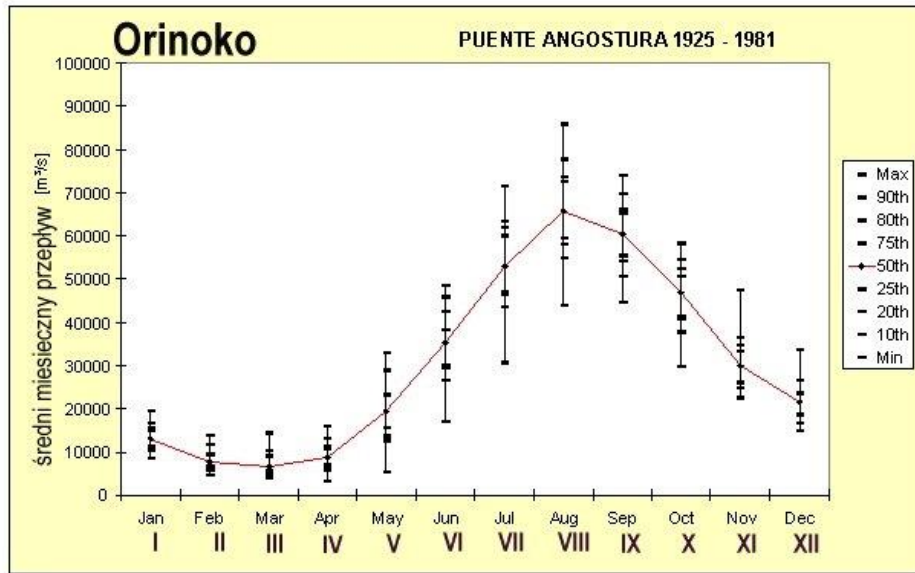
Wyżyna Abisyńska, Etiopia



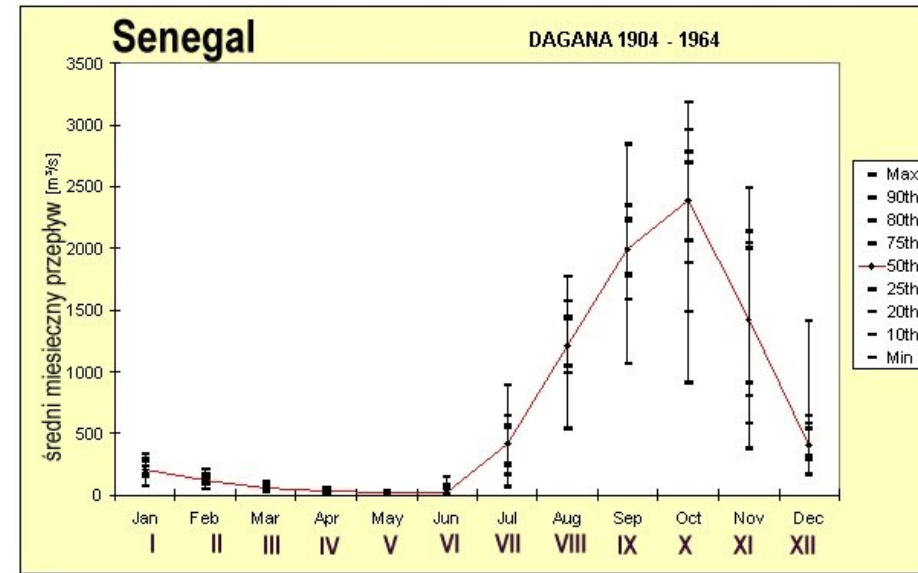
A – Międzyzwrotnikowe klimaty deszczowe (Equatorial climates)

Aw klimat sawann z suchą zimą

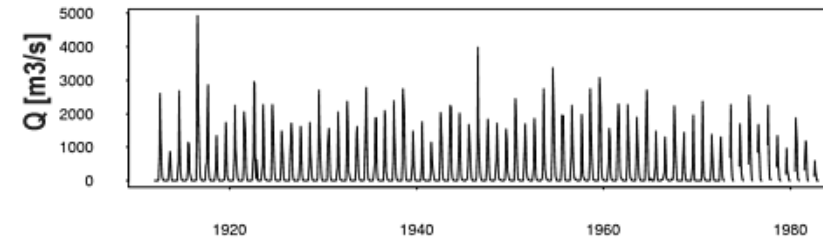
Reżimy rzek w strefie sawann



Orinoko: średni przepływ 35 tys. m³/s



Senegal: średni przepływ 680 m³/s



Wieloletni przepływ rzeki Senegal

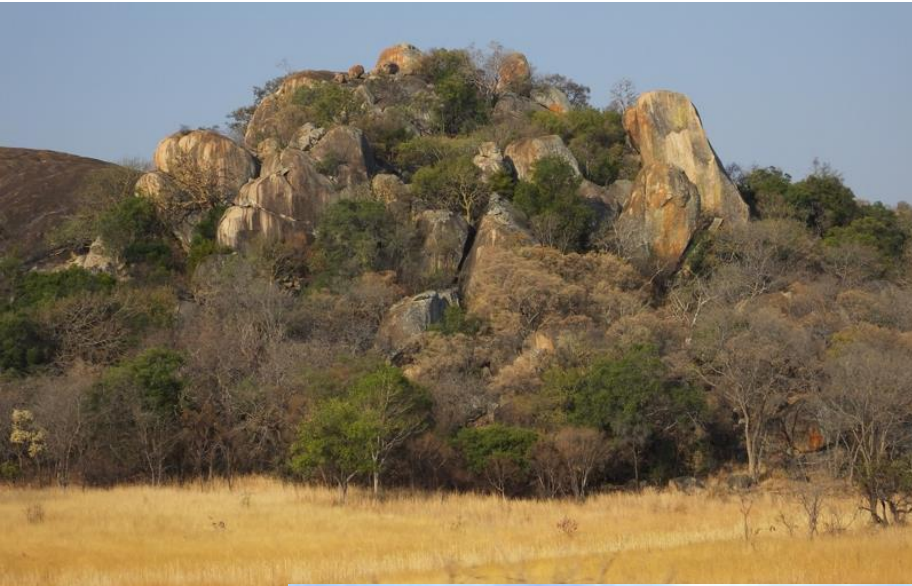


Dolina Nilu Błękitnego na Wyżynie Abisyńskiej

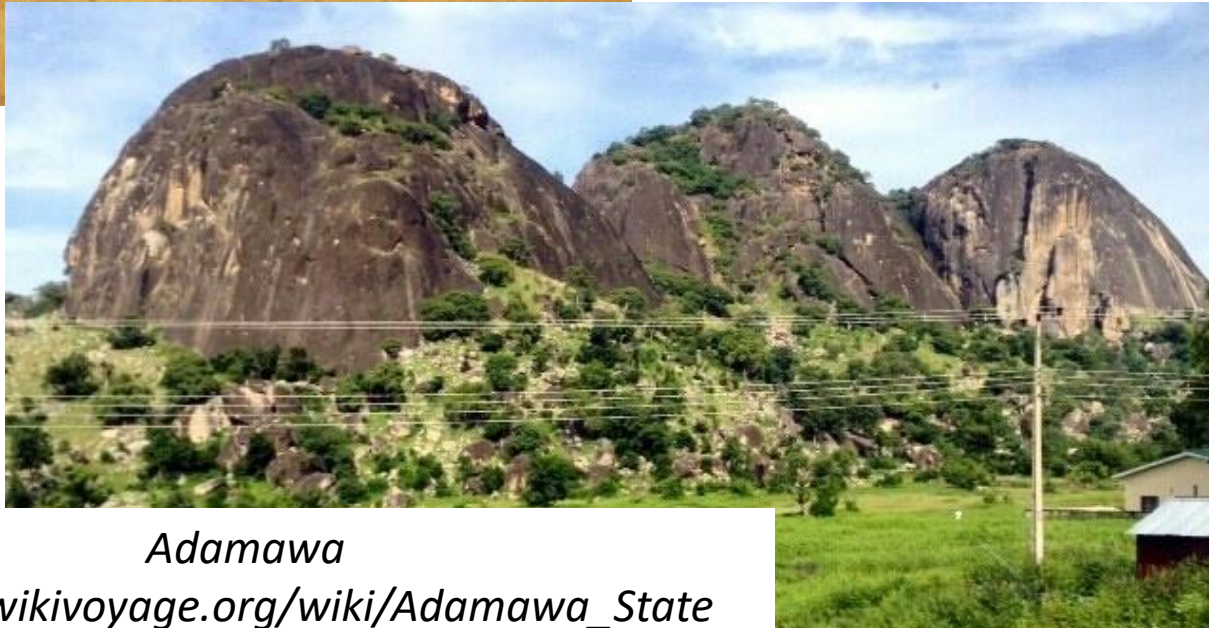


Rzeźba o dużych kontrastach

cofanie się stoków stromych i powstawanie spłaszczeń podstokowych o małym nachyleniu (**pedymentów zmywowych**)



Sawanna w Zimbabwe

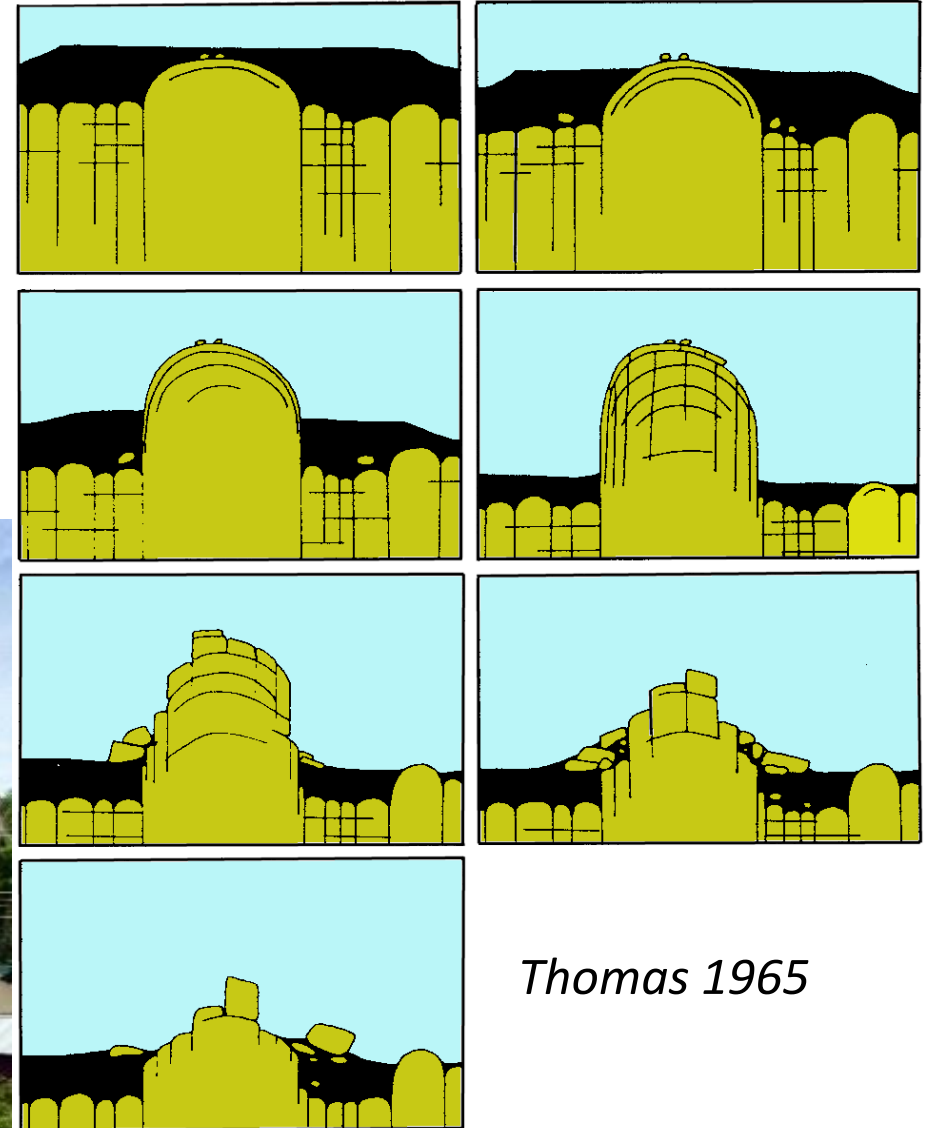


Adamawa

https://en.wikivoyage.org/wiki/Adamawa_State

Pagórki i góry wyspowe (bornhardy)

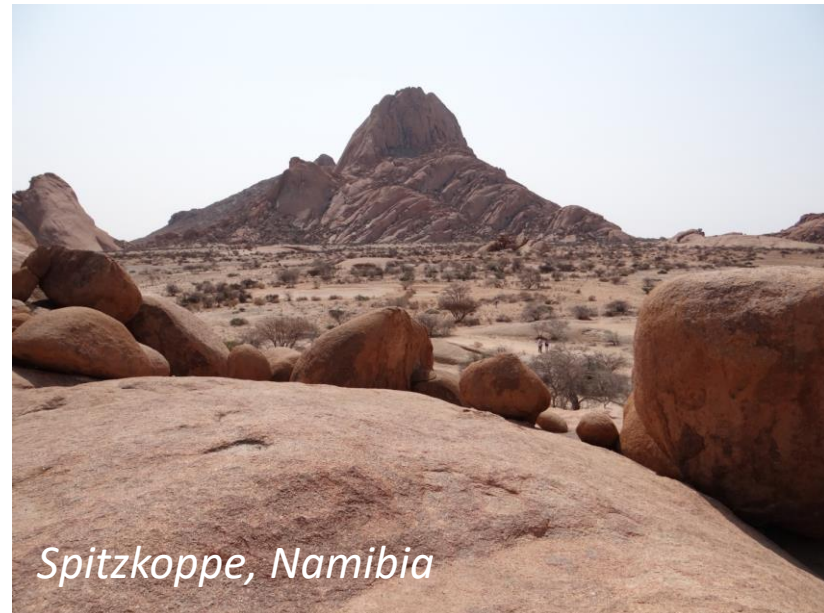
formy twarzielcowe



Thomas 1965

A – Międzyzwrotnikowe klimaty deszczowe (Equatorial climates)

Aw klimat sawann z suchą zimą



*Uproszczony profil krajobrazu morfologicznego w strefie klimatu Aw
(Galon 1979)*

Rzeźba o dużych kontrastach

cofanie się stoków stromych i powstawanie spłaszczeń podstokowych o małym nachyleniu (pedymentów)

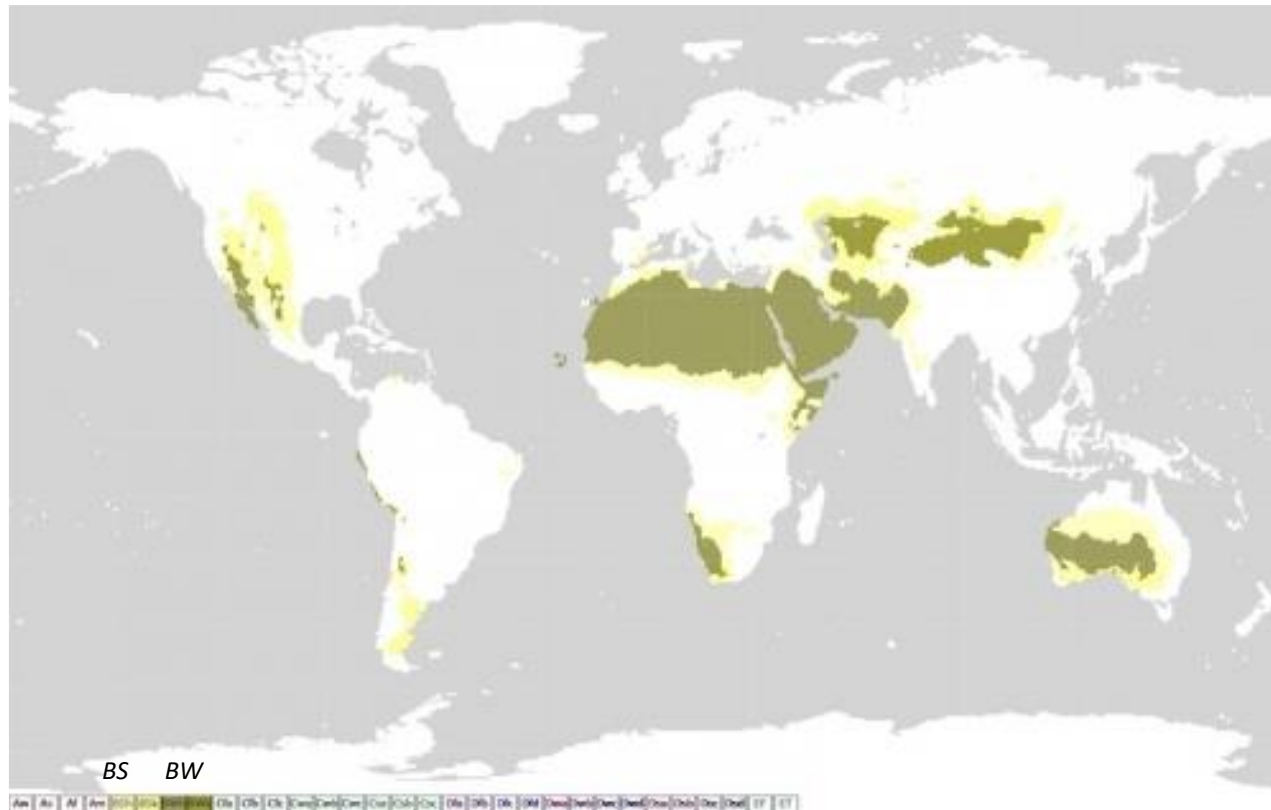


B – Klimaty suche (Arid climates)

Ewapotranspiracja potencjalna przekracza sumy opadów atmosferycznych.

Przynależność do typu B (BW i BS) jest określona zależnością pomiędzy średnią roczną temperaturą, a roczną sumą opadów

| | | | |
|-----------|----------------|---|--|
| BW | klimat pustyni | } | h gorący step / pustynia ze średnią temperaturą roczną $\geq +18\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| BS | klimat stepów | | k chłodny step / pustynia ze średnią temperaturą roczną $< +18\text{ }^{\circ}\text{C}$ |



Klimaty suche rozciągają się od 20 do 35° na południe i na północ od równika.

Zasadniczą częścią regionów pustynnych strefy B są obszary położone na zwrotnikach Raka i Koziorożca, często po zachodniej stronie kontynentów.

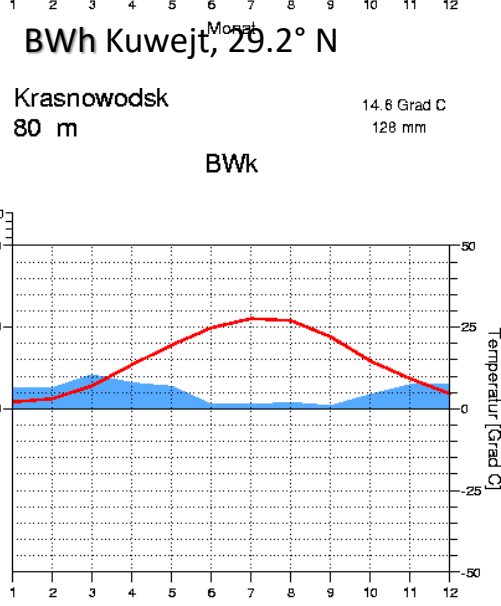
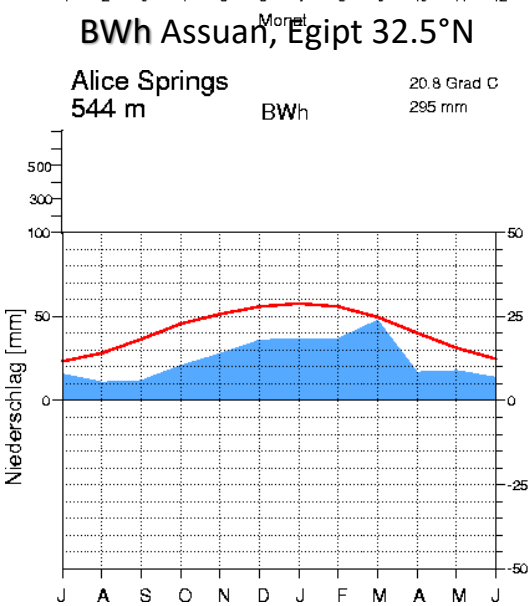
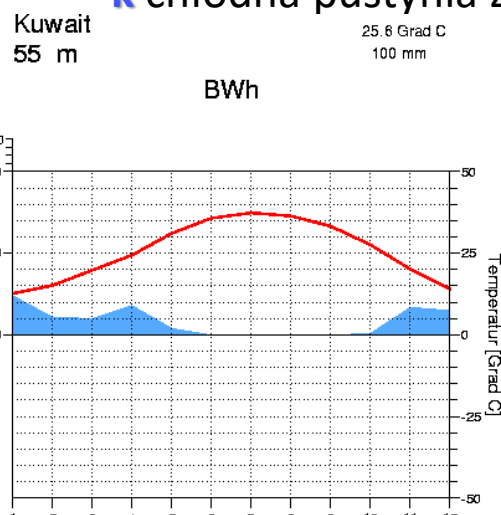
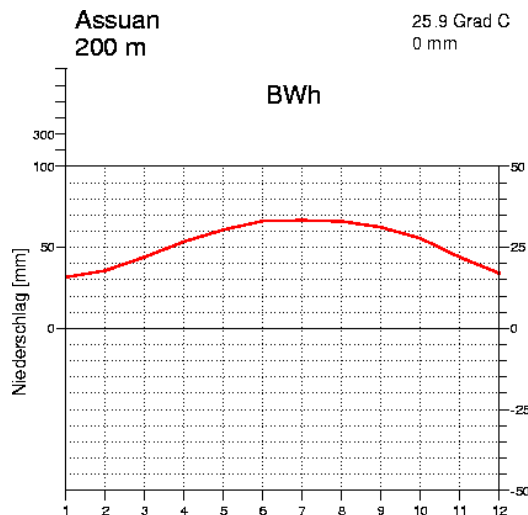
W umiarkowanych szerokościach geograficznych obszary pustynne strefy B lokują się w centralnych częściach rozległych obszarów kontynentalnych, gdzie często są otoczone górami.

B – Klimaty suche (Arid climates)

BW klimat pustyni

h gorąca pustynia ze średnią temperaturą roczną $\geq +18\text{ }^{\circ}\text{C}$

k chłodna pustynia ze średnią temperaturą roczną $< +18\text{ }^{\circ}\text{C}$



BW

- klimat bardzo suchy – pustynny; opady nieregularne i małe – sumy roczne nie przekraczają 250 mm
- największa liczba godzin słonecznych ze wszystkich typów klimatu
- największa dobowa amplituda z bardzo wysoką temperaturą powietrza w dzień.

BW pokrywa 12% lądowych powierzchni Ziemi. Dodatkowe litery **h** i **k** stosuje się dla rozróżnienia pustyni zwrotnikowych i pustyni chłodniejszych w strefie umiarkowanej.

BWh - Alice Springs, 23.5°S

BWk Krasnowodsk, Kazachstan 42.3N

B – Klimaty suche (Arid climates)

BW klimat pustyni

h gorąca pustynia ze średnią temperaturą roczną $\geq +18\text{ }^{\circ}\text{C}$

k chłodna pustynia ze średnią temperaturą roczną $< +18\text{ }^{\circ}\text{C}$

Maksymalna globalna temperatura **56.7 °C** w klimacie BW 10.07.1913

Furnace Creek Ranch, CA, USA (dawniej Greenland Ranch), 36°27'N, 116°51'W, wys. -54.6m



Old Greenland Ranch Station, California, USA

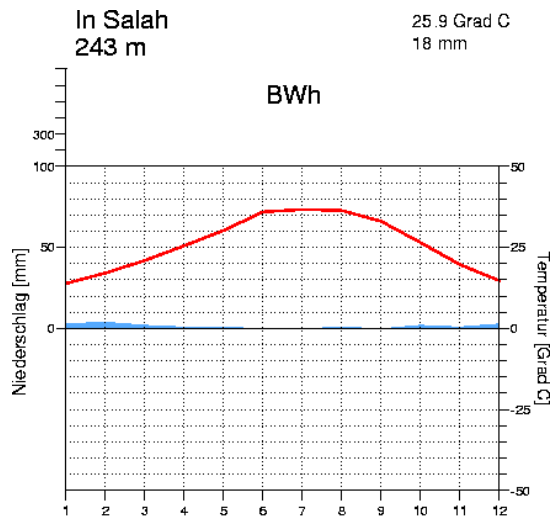
<https://wmo.asu.edu/content/world-meteorological-organization-global-weather-climate-extremes-archive>



Furnace Creek Visitor Center w Dolinie Śmierci, południowo-wschodnia Kalifornia, pustynia Mojave

B – Klimaty suche (Arid climates)

BW klimat pustyni



BWh InSallah, ^{Morag}Algeria 27°N

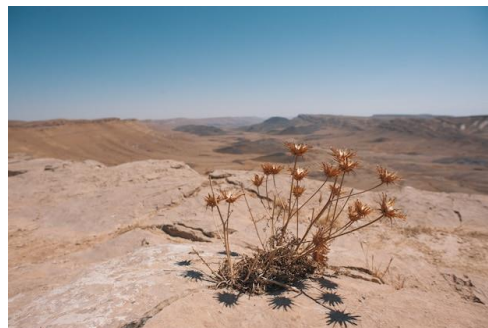
Pustynia – obszar pozbawiony zwartej szaty roślinnej; formacja roślinna nie zajmująca zwartego obszaru, lecz tworząca drobne, oddalone od siebie skupiska roślin kserofitycznych z suchoroślami, sukulentami i roślinami efemerycznymi, pokrywającymi do 10% powierzchni.

Rośliny gromadzą wodę pod grubą skórą (np. kaktusy,) albo na czas suszy (czasem kilkuletni) przechodzą w stan życia utajonego. Rośliny efemeryczne potrafią rozwinąć się i wydać owoce w krótkim okresie, gdy gleba po deszczach jest wilgotna.

Większe skupiska roślinności znajdują się w oazach, gdzie gatunki naturalne zastąpiono uprawnymi: palmą daktylową, oliwką, figą, morelą i pszenicą.



<https://www.national-geographic.pl/>



<https://pl.freepik.com/>

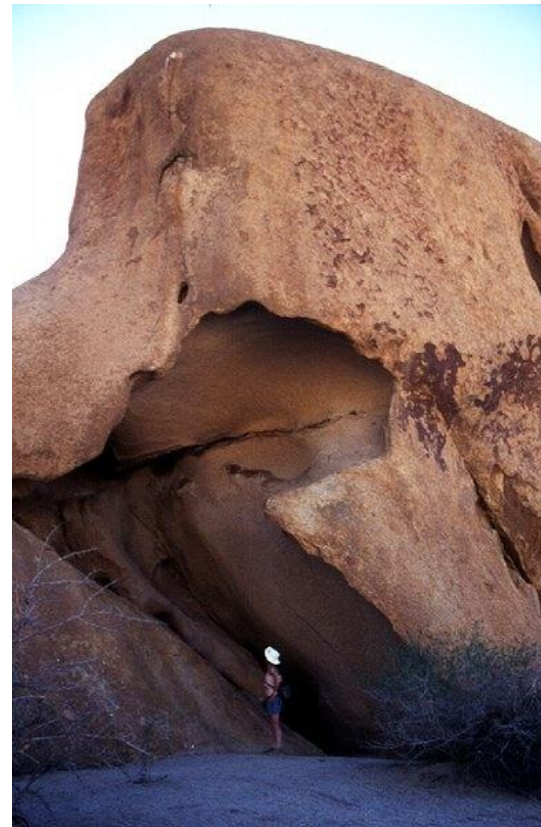


<https://egipt.org.pl/oazy-w-oecanie-wydm/>

B – Klimaty suche (Arid climates)

BW klimat pustyni

intensywne procesy **wietrzenia fizycznego** (rozpad ziarnisty i eksfoliacja): wietrzenie insolacyjne, solne, w górach wietrzenie mrozowe
powstają **pokrywy wietrzeniowe**: solne, gipsowe, wapienne





Masyw Tassili n-Ajjer, Algieria



intensywne procesy **wietrzenia fizycznego** skał (rozpad ziarnisty i eksfoliacja)

Pustynia skalista

- zależność rzeźby od budowy tektonicznej i litologii osadów
- powierzchnia pokryta blokami i gruzem skalnym
- strome zbocza ze żlebami
- ostańce



Serir, Maroko



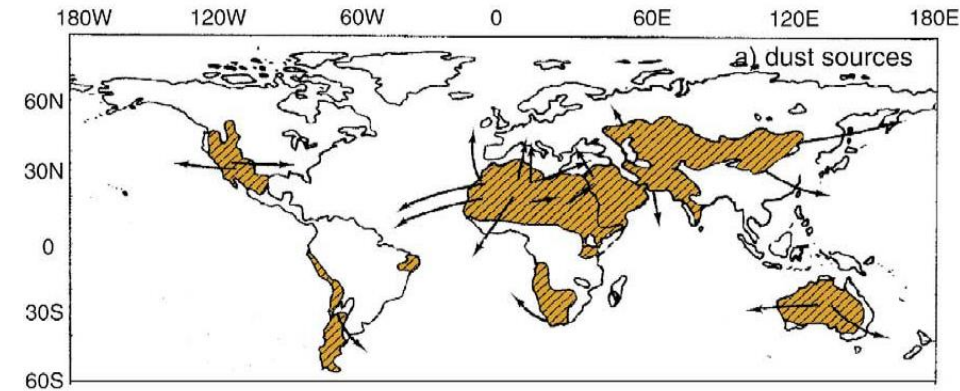
stałe działanie czynnika eolicznego: **deflacja – abrazja eoliczna** -
akumulacja

1. formy erozyjne (grzyby skalne, niecki deflacyjne, jardangi)

Pustynia żwirowa

- płaskie obszary
wyścielone pokrywą
drobnych kamieni i
żwirów
- okruchy skalne
szlifowane przez niesiony
wiatrem piasek - graniaki

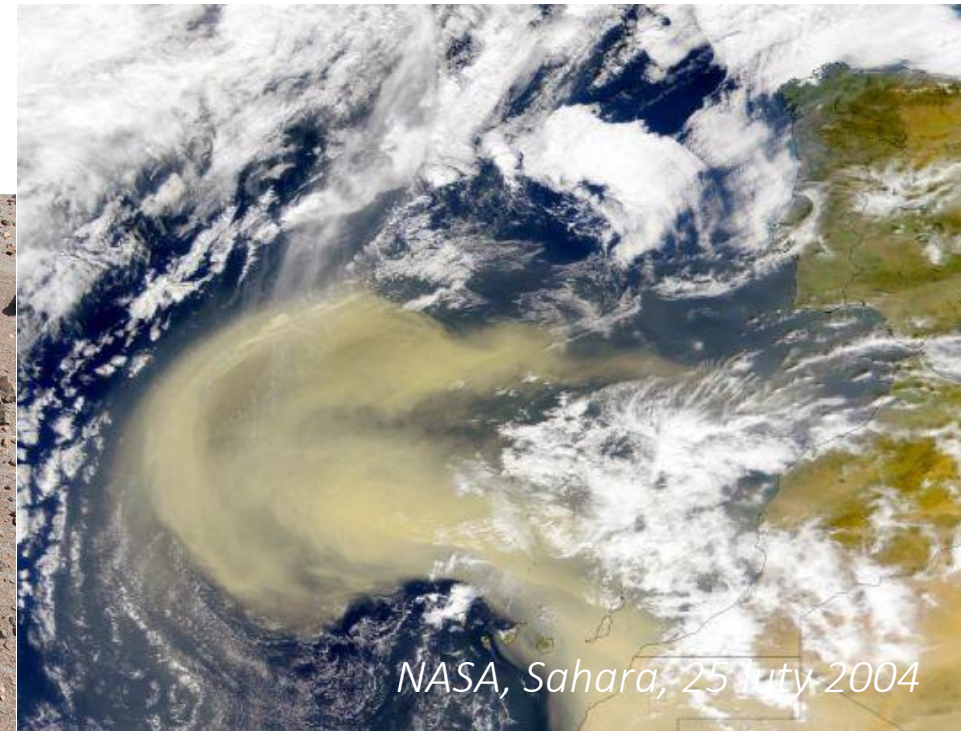
transport eoliczny



Pampa de la Hoya, Peru



abrazja eoliczna - graniaki



NASA, Sahara, 25 July 2004

stałe działanie **czynnika eolicznego**: deflacja – abrazja eoliczna - akumulacja

1. **formy erozyjne** (niecki deflacyjne, jardangi, grzyby skalne)



jardangi



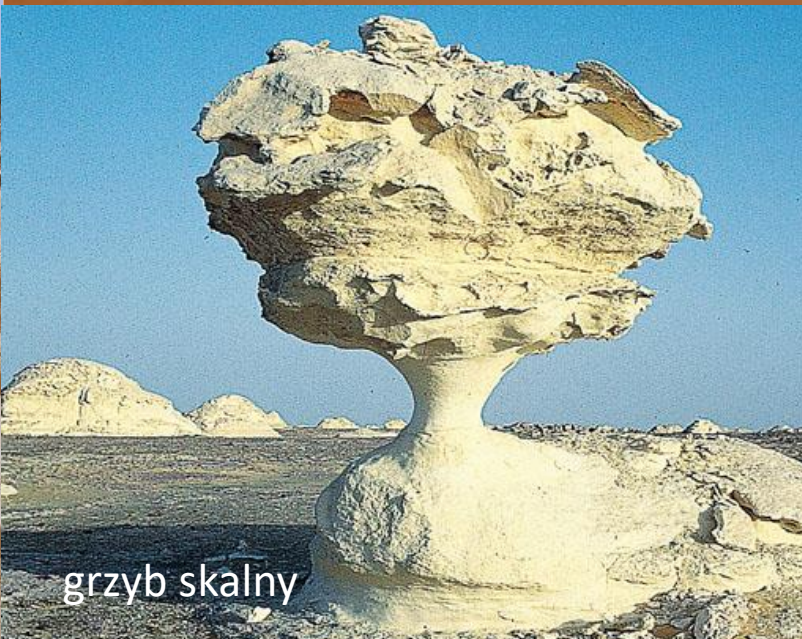
niecka deflacyjna



niecka deflacyjna



jardangi



grzyb skalny



grzyb skalny

B – Klimaty suche (Arid climates)

BW klimat pustyni

stałe działanie czynnika eolicznego: deflacja – abrazja eoliczna - **akumulacja**

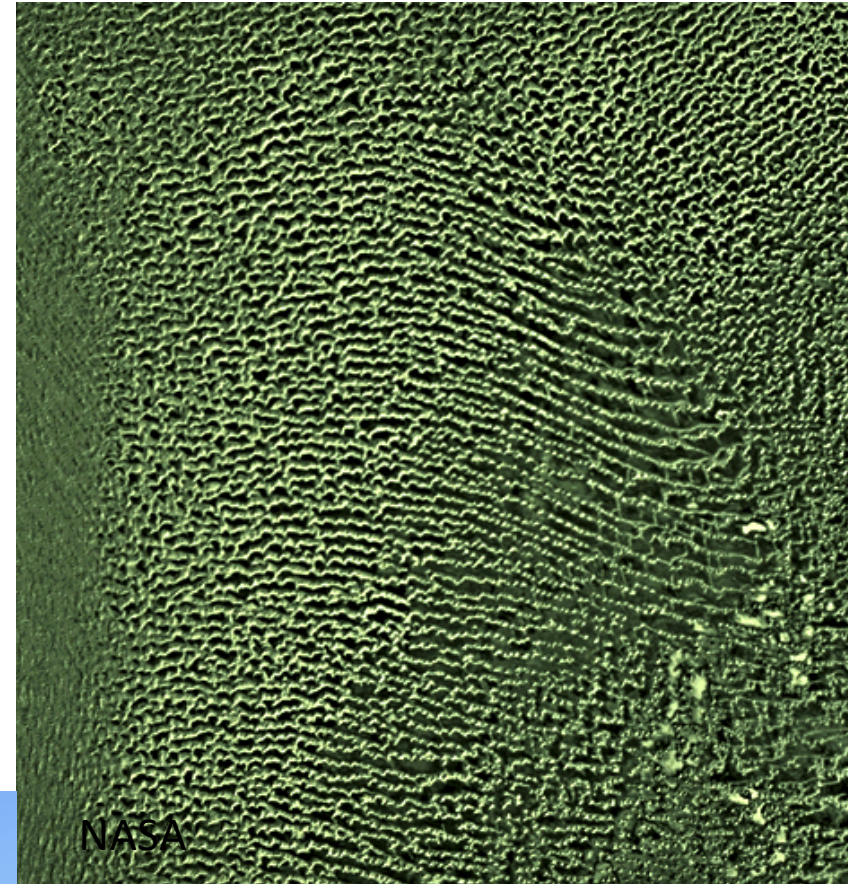
1. formy erozyjne (grzyby skalne, niecki deflacyjne, jardangi)

2. **formy akumulacyjne** (ripplemarki, wydmy, draasy)



ripplemarki

wydmy



morze piasku - draasy

Pustynia piaszczysta

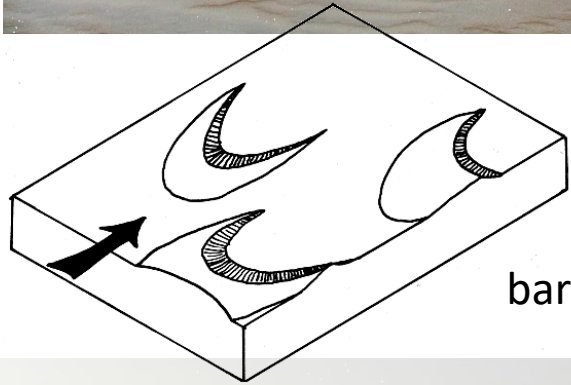
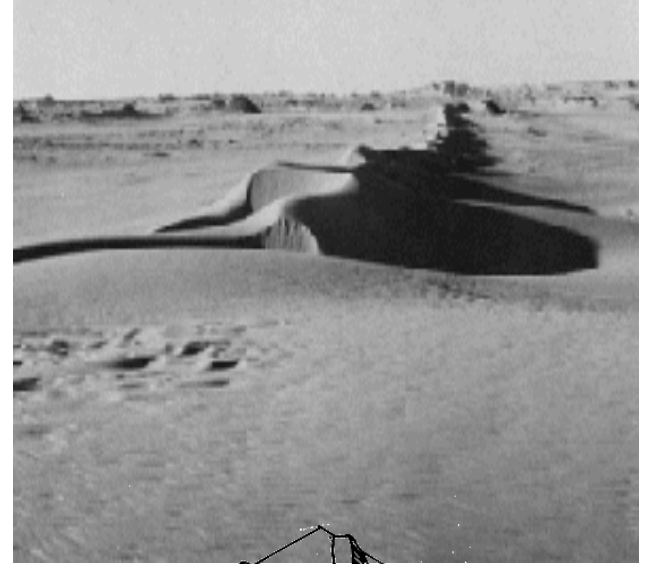
- zbudowana z wywiewanych ziaren piasku i pyłu z powierzchni pustyni skalistej i żwirowej



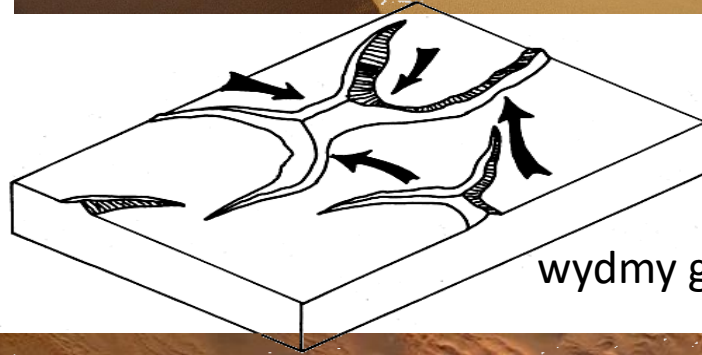
Pampa de la Hoya, Peru



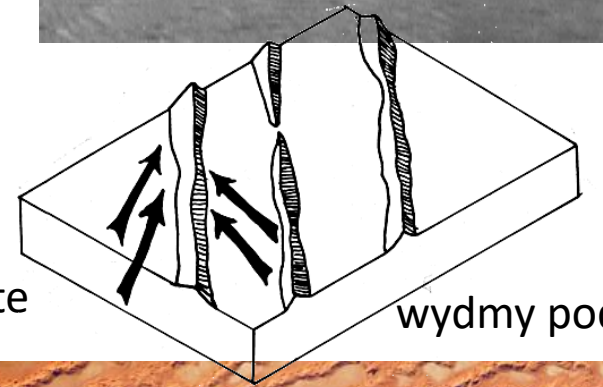
Erg Chebbi, Maroko



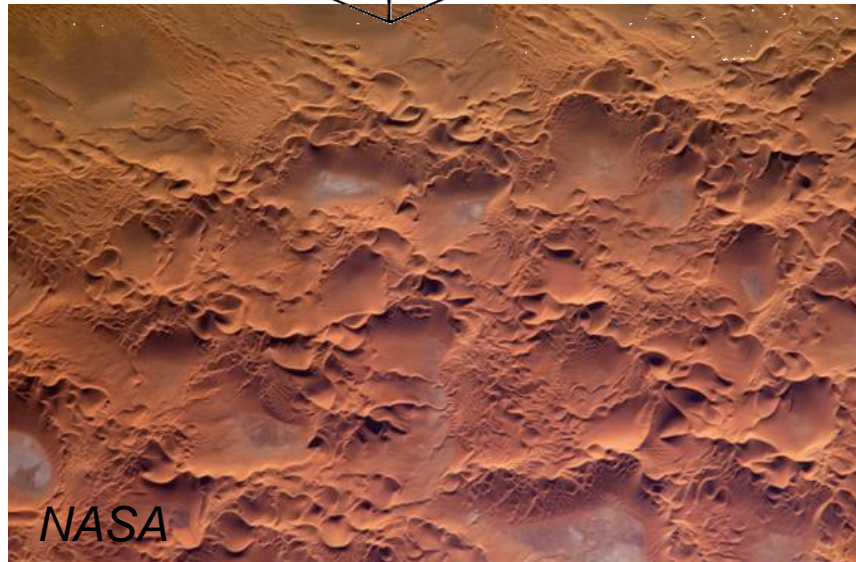
barchany



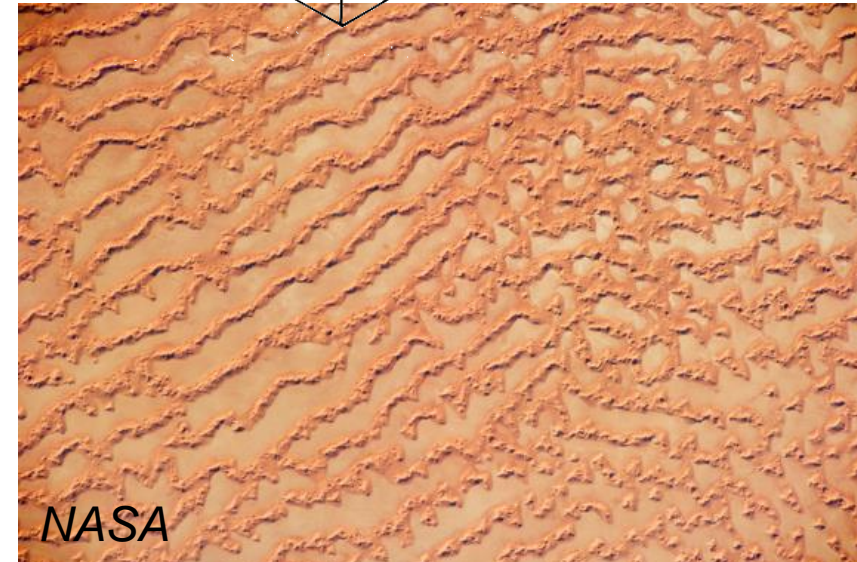
wydmy gwiaździste



wydmy podłużne



NASA



NASA

B – Klimaty suche (Arid climates)

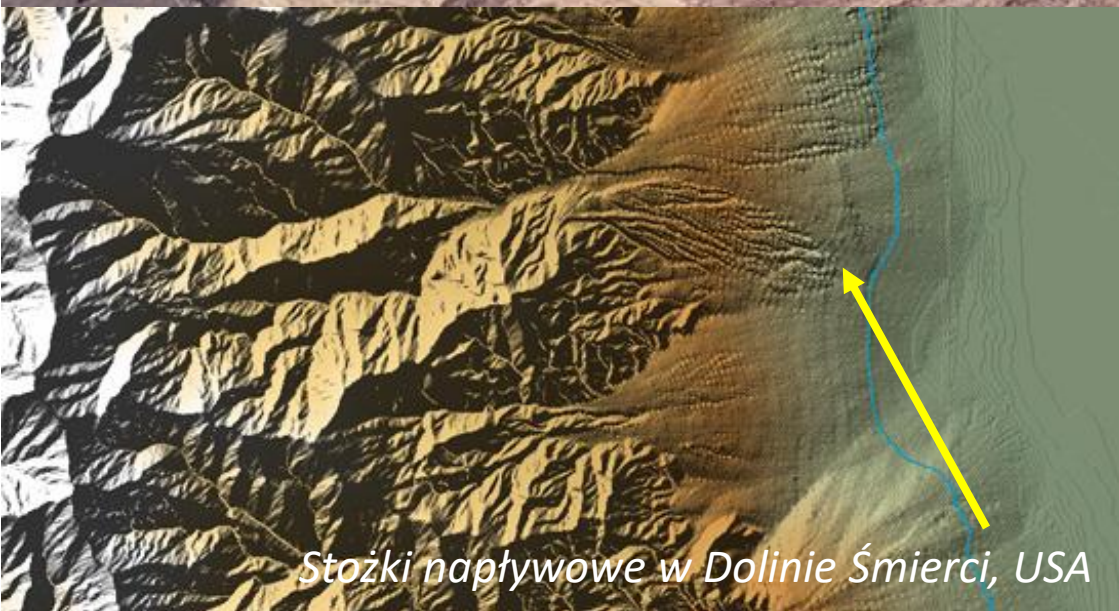
BW klimat pustyń



Badlands National Park



równina akumulacyjna zbudowane z osadów mułkowo-ilastych, Namib, Namibia



Stożki napływowe w Dolinie Śmierci, USA

epizodyczne pojawienie się wody płynącej i **splukiwanie**,
małe możliwości uprzątania zwietrzliny nagromadzonej w
wyniku intensywnego wietrzenia mechanicznego – cofanie
ścian skalnych,

1. formy erozyjne (pedymenty, głęboko wcięte doliny płaskodenne)
2. formy akumulacyjne (stożki napływowe, równiny akumulacyjne zbudowane z osadów mułkowo-ilastych)

B – Klimaty suche (Arid climates)

BW klimat pustyni

powstają **pokrywy wietrzeniowe**: solne, gipsowe, wapienne

Obniżenia na pustyni zajmują płytkie, epizodyczne słone jeziora lub bagna

Dolina Śmierci, USA



Namibia

Szatt al-Dżarid, Tunezja



efemeryczna sieć rzeczna i jeziorna



Sahara, Maroko



Atacama, Peru

B – Klimaty suche (Arid climates)

BW klimat pustyń



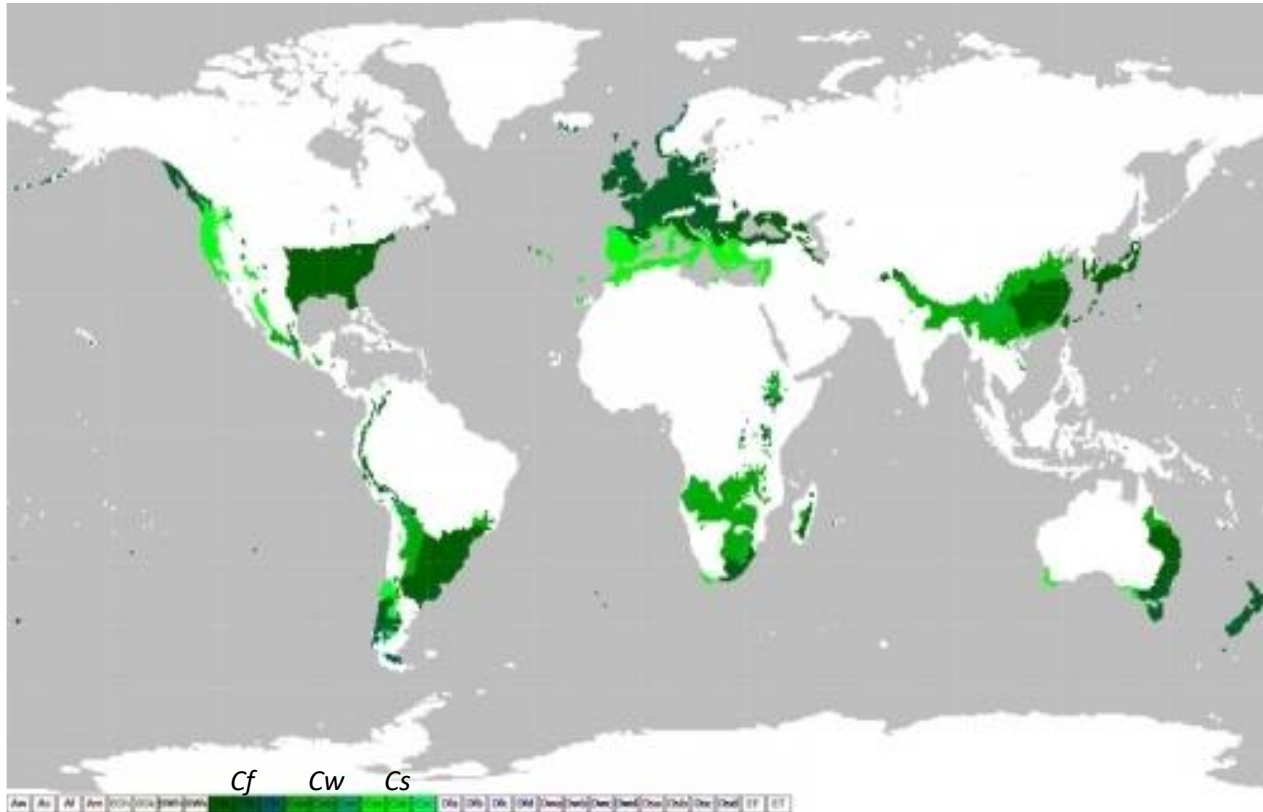
Uproszczony profil krajobrazu morfologicznego w strefie klimatu Bw (Galon 1979)

- wietrzenie mechaniczne i słabe wietrzenie chemiczne
- **stałe działanie czynnika eolicznego**: deflacja – abrazja eoliczna - akumulacja
- **epizodyczne pojawienie się wody płynącej i spłukiwania**, mniejsze możliwości uprzątnięcia zwietrzliny nagromadzonej w wyniku intensywnego wietrzenia mechanicznego – cofanie ścian skalnych
- **efemeryczna sieć rzeczna i jeziorna**
- zagłębienia pustyńne powoli wypełniają się materiałem akumulacyjnym
- kształt stoków nawiązuje do odporności wychodni skalnych
- **duże kontrasty** w rzeźbie między stromymi stokami a spłaszczonym podłożem

C – Klimaty wilgotne, umiarkowanie ciepłe (Warm temperate climates)

(temperatura najchłodniejszego miesiąca od 18 do -3 °C, temperatura najcieplejszego miesiąca ≥ 10 °C)

| | | | | |
|-----------|------------------------------|---|----------|--|
| Cw | klimat ciepły z suchą zimą | } | a | gorące lato – temperatura w najcieplejszym miesiącu ≥ 22 °C |
| Cs | klimat ciepły z suchym latem | | b | ciepłe lato |
| Cf | klimat umiarkowany wilgotny | | c | chłodne lato i zima |



Klimaty wilgotne umiarkowanie ciepłe

– ciepłe i wilgotne lata i łagodne zimy.

Zasięg typu C – od 30 do 50° szerokości geograficznej, głównie po zachodniej lub wschodniej stronie większości kontynentów.

W czasie zimy najważniejszą cechą warunków pogodowych jest obecność niżów szerokości umiarkowanych.

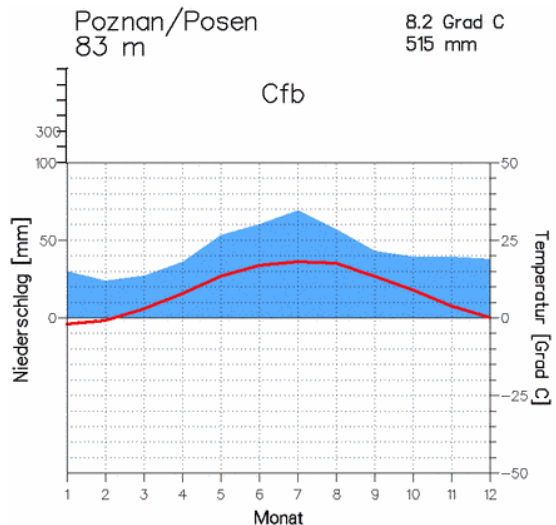
Latem opady mają genezę konwekcyjną.

C – Klimaty wilgotne, umiarkowanie ciepłe (Warm temperate climates)

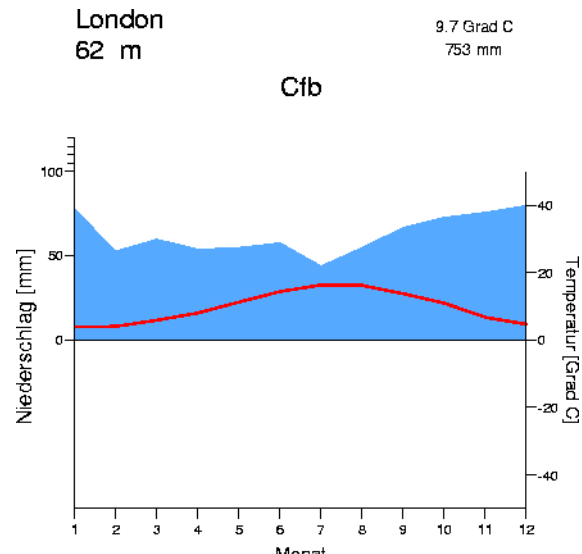
(temperatura najchłodniejszego miesiąca od 18 do -3 °C, temperatura najcieplejszego miesiąca ≥ 10 °C)

Cf klimat umiarkowany wilgotny

b ciepłe lato



Cfb Poznań 52.5°N

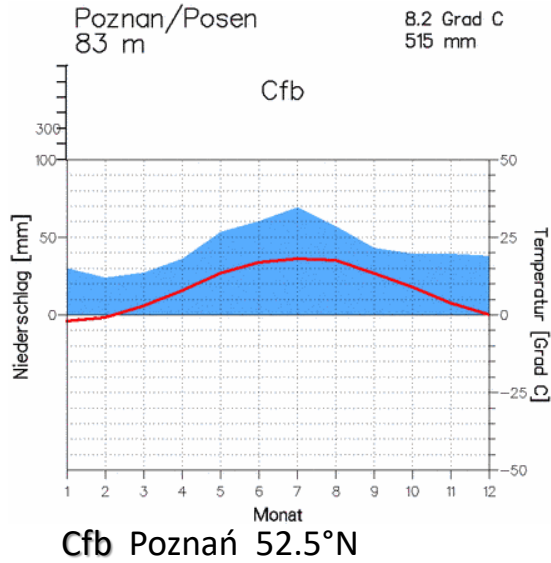


Cfb Londyn 51.5° N

Cfb

- łagodne zimy i ciepłe lata ze stosunkowo małą roczną amplitudą temperatury.
- aktywność cyklonalna i częste fronty atmosferyczne kształtują pogodę w czasie jesieni, zimy i wiosny.
- długie okresy deszczowe związane z niżami szerokości umiarkowanych
- zimą możliwe mrozy

C – Klimaty wilgotne, umiarkowanie ciepłe (Warm temperate climates)



Lasy liściaste zrzucające liście na zimę – roczny rytm rozwoju, z zimowym okresem spoczynku.

Względnie mała liczba gatunków drzew (dąb, buk, grab, ponadto wiąz, klon, lipa i jesion).

W wyniku gospodarki leśnej znaczna część wielogatunkowych lasów liściastych została w przeszłości zastąpiona jednogatunkowymi drzewostanami sosnowymi, które obecnie przeważają w krajobrazie Polski, zajmując uboższe siedliska.

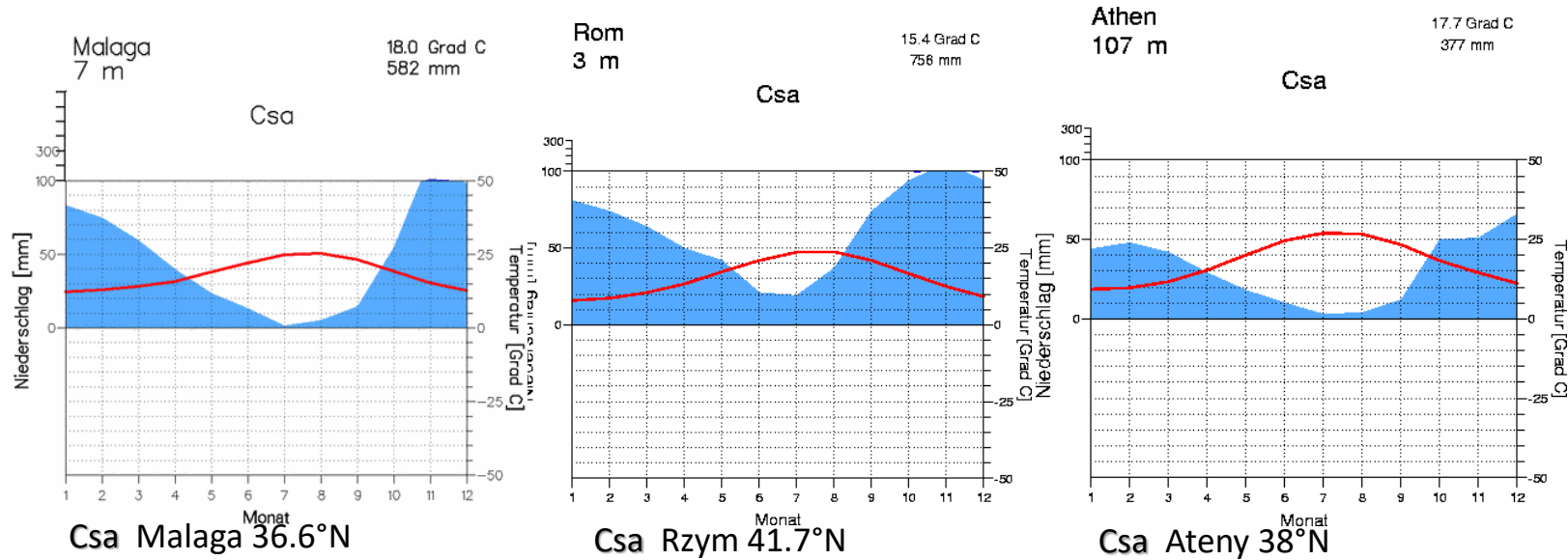


Ze względu na zazwyczaj silne zacielenie dna lasu w okresie letnim, charakterystyczne jest bujnie rozwinięte runo w okresie wiosennym.



C – Klimaty wilgotne, umiarkowanie ciepłe (Warm temperate climates)

Csa klimat ciepły z suchym i gorącym latem



Csa

- suche i gorące lato, dużo godzin słonecznych, dość duża dobowa amplituda temperatury
- zima ciepła, łagodna i deszczowa z małym prawdopodobieństwem wystąpienia mrozu



Roślinność śródziemnomorska

Makia – formacja roślinna z zaroślami krzewiastymi o wysokości do 2 do 4 m (w zależności od warunków siedliskowych). Gęsta, często kolczasta i ciernista, zatem trudna do przebycia, niekiedy z pojedynczymi drzewami.

Garig – uboższa od makii formacja krzewinkowa (do 1 m wysokości) na siedliska bardziej suchych, skalistych, zdegradowanych.

Frygana – o bardzo luźnej strukturze, z obecnością drzew (wschodnie rejony basenu Morza Śródziemnego).



Csa klimat ciepły z suchym i gorącym latem

Zbiorowiska leśne basenu Morza Śródziemnego:

- w zachodniej części lasy z dębem
- lasy z sosną alepską i lasy piniowe
- gaje oliwne ze sztucznymi nasadzeniami oliwki europejskiej



Grecja – Kefalonia, Kreta



C – Klimaty wilgotne, umiarkowanie ciepłe (Warm temperate climates)

Cw klimat ciepły z suchą zimą

Cf klimat umiarkowany wilgotny

dominuje **wietrzenie chemiczne**, łagodne w okresie zimy działanie wietrzenia fizycznego, występuje zwietrzelina o zmiennej grubości, miększe poziomy glebowe



brunatne gleby leśne, gleby płowe, gleby rdzawe, gleby bielcowe

Profile glebowe



maksymalne działanie **wody płynącej**, umiarkowany rozwój sieci rzecznej rozcinający teren siecią dolin płaskodennych, meandrujący układ koryt



lokalnie i okresowo wzrost znaczenia erozji wodnej i eolicznej gleb: **splukiwanie** na stokach o większych nachyleniach, erozja i akumulacja eoliczna



Pojezierze Drawskie (fot. J. Szpikowski)



bruzdy erozyjne



(fot. J. Szpikowski)



Pojezierze Chodzieskie



stożek napływowy
(fot. J. Szpikowski)



wąwóz lessowy

zróżnicowana **erozja eoliczna**

intensywność procesu
wzrasta w strefie
wybrzeży morskich



C – Klimaty wilgotne, umiarkowanie ciepłe (Warm temperate climates)

Cw klimat ciepły z suchą zimą

Cf klimat umiarkowany wilgotny



*Uproszczony profil krajobrazu morfologicznego w strefie klimatu C
(Galon 1979)*

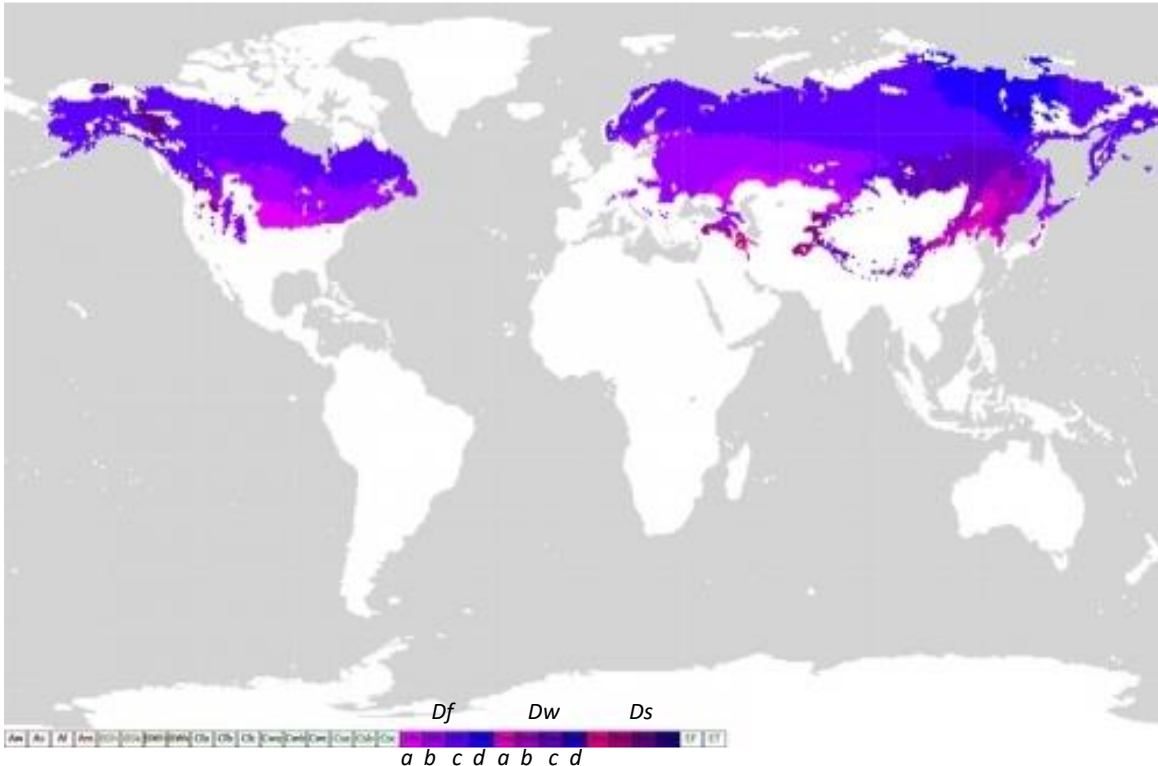
- dominuje **wietrzenie chemiczne**, łagodne w okresie zimy działanie wietrzenia fizycznego, występuje zwietrzelina o zmiennej grubości, miększe poziomy glebowe
- maksymalne **działanie wody płynącej**, umiarkowany rozwój sieci rzecznej rozcinający obszar siecią dolin płaskodennych, meandrujący układ koryt rzecznych
- lokalnie i okresowo wzrost znaczenia erozji wodnej i eolicznej gleb: **splukiwanie** na stokach o większych nachyleniach
- **erozja i akumulacja eoliczna** głównie w strefie wybrzeża
- umiarkowane **ruchy masowe**
- formy rzeźby terenu się zaokrąglają, profil stoku jest wypukło-wklęsły, regularność form rzeźby

D – Klimaty wilgotne chłodne (Snow climates)

temperatura najchłodniejszego miesiąca (stycznia) $< -3\text{ }^{\circ}\text{C}$, temperatura najcieplejszego miesiąca (lipca) $> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$

- Dw** klimat chłodny z suchą zimą
- Ds** klimat chłodny z suchym latem
- Df** klimat chłodny o równomiernym rozkładzie opadów

- a** gorące lato ze średnią temperaturą lipca $> 22\text{ }^{\circ}\text{C}$
- b** ciepłe lato
- c** chłodne lato i zima
- d** skrajnie kontynentalny ze średnią temp. stycznia $< -38\text{ }^{\circ}\text{C}$



Klimaty wilgotne chłodne

charakteryzują się ciepłymi bądź chłodnymi latami i zimnymi zimami.

Średnia temperatura najcieplejszego miesiąca przekracza $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, a najchłodniejszy miesiąc osiąga temperaturę $< -3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Zimy są surowe z burzami śnieżnymi, silnym wiatrem i przenikliwym chłodem przynoszonym przez masy powietrza polarnego kontynentalnego lub arktycznego.

Typ D zajmuje obszary na północ od typu C.

D – Klimaty wilgotne chłodne (Snow climates)

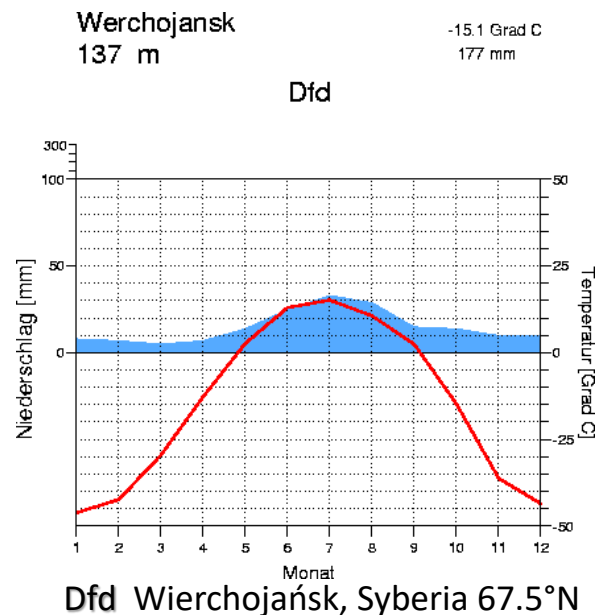
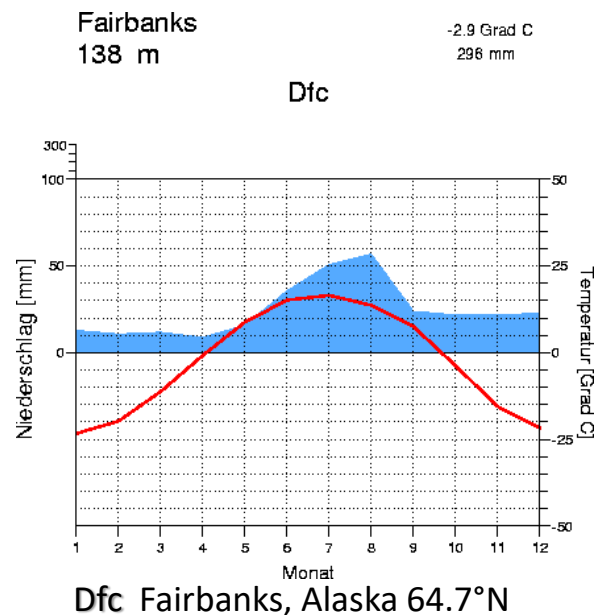
temperatura najchłodniejszego miesiąca (stycznia) $< -3\text{ }^{\circ}\text{C}$, temperatura najcieplejszego miesiąca (lipca) $> 10\text{ }^{\circ}\text{C}$

Dw klimat chłodny z suchą zimą

c chłodne lato i zima

Df klimat chłodny o równomiernym rozkładzie opadów

d skrajnie kontynentalny ze średnią temp. stycznia $< -38\text{ }^{\circ}\text{C}$



➤ Dfc/Dwc i Dfd/Dwd

➤ Lato krótkie i chłodne, a zima bardzo długa z okresami silnych mrozów i często bezchmurną pogodą oraz dużą frekwencją powietrza polarnego kontynentalnego lub arktycznego.

➤ Bardzo duża roczna amplituda temperatury głównie za sprawą niskiej temperatury stycznia. Na północy wieloletnia zmarzlina. Niezbyt duże roczne sumy opadów do 250-500 mm.

D – Klimaty wilgotne chłodne (Snow climates)

Dw klimat chłodny z suchą zimą

Df klimat chłodny o równomiernym rozkładzie opadów

c chłodne lato i zima

d skrajnie kontynentalny ze średnią temp. stycznia $< -38\text{ }^{\circ}\text{C}$

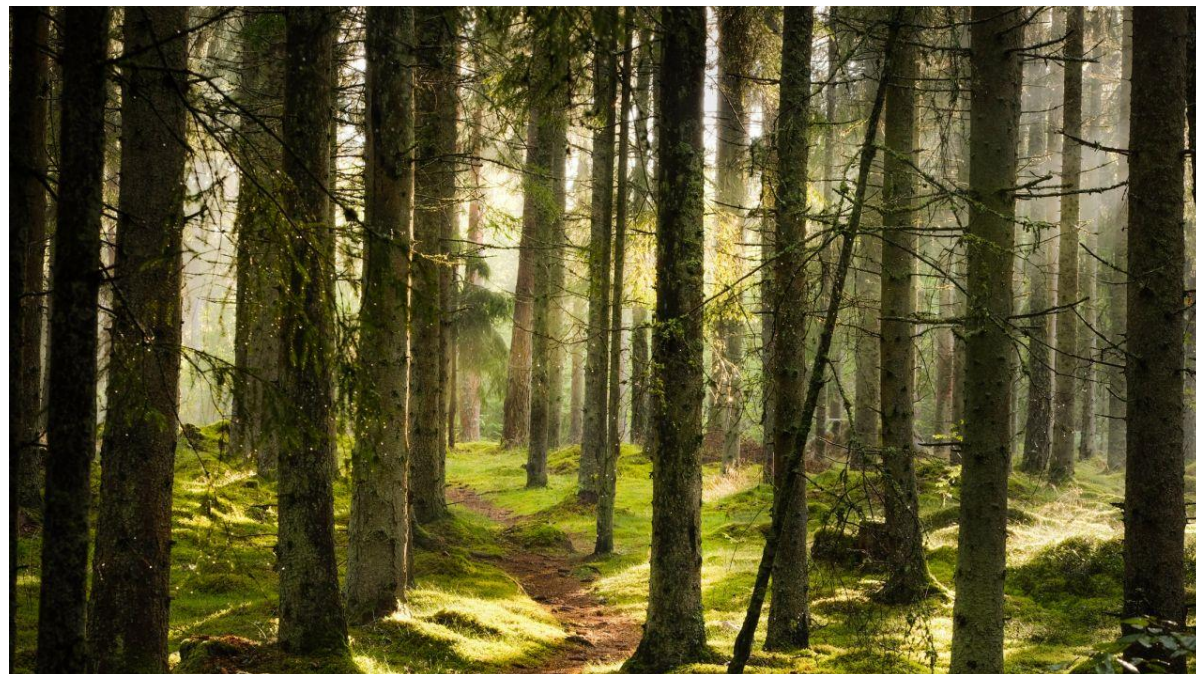
Ubogie pod względem florystycznym borealne lasy iglaste z gatunkami prawie wyłącznie iglastymi: sosna, świerk, jodła, modrzew, domieszka brzozy, topoli, olszy, wierzby.

Tajga ciemna – w klimacie bardziej wilgotnym i cieplejszym zachodniej Euroazji, także wyspowo na obszarze całej Syberii. Gatunki wyższe, rosnące gęściej (świerk syberyjski, jodła syberyjska, limba syberyjska).

Tajga świetlista w części wschodniej o klimacie kontynentalnym. Gatunki niższe, rosnące rzadziej (modrzew dahurski tracący igły na zimę, sosna zwyczajna) runo z krzewinkami i roślinami zielnymi.



<https://www.medianauka.pl/tajga>



<https://www.national-geographic.pl/>

D – Klimaty wilgotne chłodne (Snow climates)

Dw klimat chłodny z suchą zimą

Df klimat chłodny o równomiernym rozkładzie opadów

c chłodne lato i zima

d skrajnie kontynentalny ze średnią temp. stycznia $< -38\text{ }^{\circ}\text{C}$

Ubogie pod względem florystycznym borealne lasy iglaste z gatunkami prawie wyłącznie iglastymi: sosna, świerk, jodła, modrzew, domieszka brzozy, topoli, olszy, wierzby.

Tajga ciemna – w klimacie bardziej wilgotnym i cieplejszym zachodniej Euroazji, także wyspowo na obszarze całej Syberii. Gatunki wyższe, rosnące gęściej (świerk syberyjski, jodła syberyjska, limba syberyjska).

Tajga świetlista w części wschodniej o klimacie kontynentalnym. Gatunki niższe, rosnące rzadziej (modrzew dahurski tracący igły na zimę, sosna zwyczajna) runo z krzewinkami i roślinami zielnymi.



<https://www.national-geographic.pl/>



2012

2021

2022

<https://www.greenpeace.org/poland/>

E – Klimaty polarne (Polar climates)

temperatura najcieplejszego miesiąca < 10 °C obszary poza granicą drzew

ET klimat chłodny tundry z temperaturą najcieplejszego miesiąca od 0°C do 10 °C

EF klimat śnieżny lub wiecznego mrozu z temperaturą najcieplejszego miesiąca < 0 °C



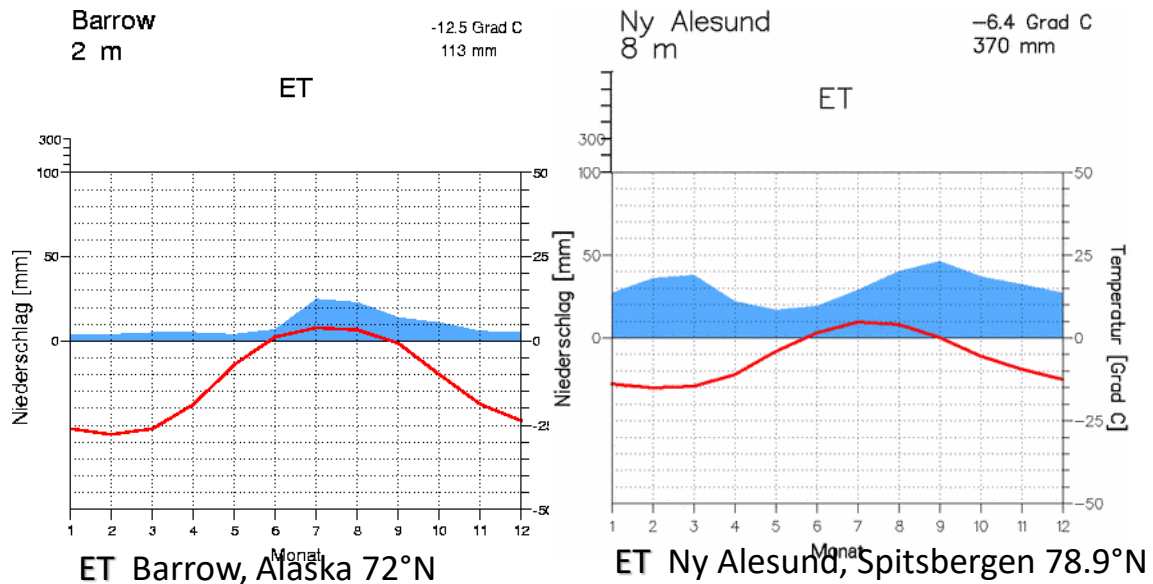
ET – Klimat tundry charakteryzuje się mroźną zimą i chłodnym latem. Roczna suma opadów wynosi zwykle mniej niż 250 mm i większość opadów występuje latem lub wczesną jesienią.

EF – Klimat polarnych lądolodów występuje głównie na kontynentalnych obszarach w wysokich szerokościach geograficznych jak Grenlandia i Antarktyda.

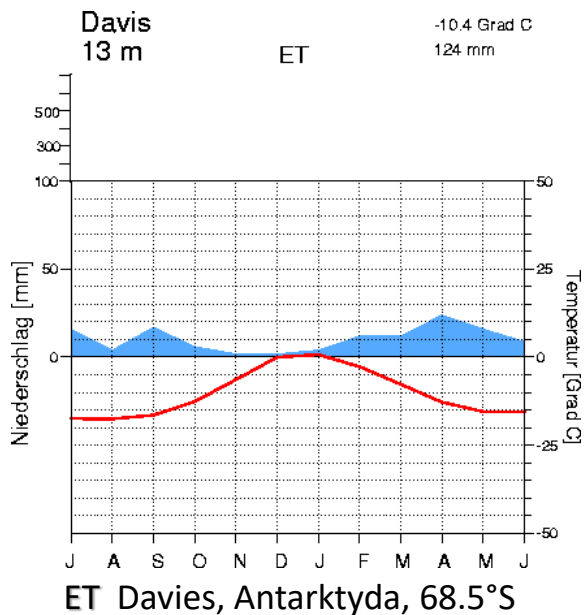
- Przez część roku – podczas nocy polarnej – brak dopływu promieniowania słonecznego, latem insolacja stosunkowo duża za sprawą długiego dnia i dużej przezroczystości atmosfery.
- Duże albedo lodowych i śnieżnych powierzchni ogranicza jej nagrzewanie.
- Duże prędkości wiatru.

E – Klimaty polarne (Polar climates)

ET klimat chłodny tundry z temperaturą najcieplejszego miesiąca od 0°C do 10 °C



ET – Klimat tundry charakteryzuje się mroźną zimą i chłodnym latem. Roczna suma opadów wynosi zwykle mniej niż 250 mm i większość opadów występuje latem lub wczesną jesienią.



E – Klimaty polarne (Polar climates)

ET klimat chłodny tundry z temperaturą najcieplejszego miesiąca od 0°C do 10 °C

Tundra – bezdrzewna formacja roślinna, występująca głównie na półkuli północnej w klimacie polarnym.

Na południu graniczy poprzez lasotundrę z borealnymi lasami iglastymi, a na północy z pustyniami lodowymi.

Tundra mszysto-porostowa występuje w północnej części tundry właściwej. Liczne gatunki mchów (w siedliskach wilgotnych) i porostów (w miejscach suchych i skalistych)

Tundra krzewinkowa – w południowej części tundry właściwej o łagodniejszym klimacie. Formacja uboga i mało zróżnicowana gatunkowo (ok. 300 gatunków roślin naczyniowych), dominują gatunki wieloletnie (nawet ponad stuletnie) o karłowatym wzroście (karłowate brzozy i wierzby), krzewinki (np. bagno zwyczajne i borówka bagienna) oraz rośliny zielne.



E – Klimaty polarne (Polar climates)

ET klimat chłodny tundry z temperaturą najcieplejszego miesiąca od 0°C do 10 °C

Tundra – bezdrzewna formacja roślinna, występująca głównie na półkuli północnej w klimacie polarnym. Na południu graniczy poprzez lasotundrę z borealnymi lasami iglastymi, a na północy z pustyniami lodowymi.

Tundra mszysto-porostowa występuje w północnej części tundry właściwej. Liczne gatunki mchów (w siedliskach wilgotnych) i porostów (w miejscach suchych i skalistych)

Tundra krzewinkowa – w południowej części tundry właściwej o łagodniejszym klimacie. Formacja uboga i mało zróżnicowana gatunkowo (ok. 300 gatunków roślin naczyniowych), dominują gatunki wieloletnie (nawet ponad stuletnie) o karłowatym wzroście (karłowate brzozy i wierzby), krzewinki (np. bagno zwyczajne i borówka bagienna) oraz rośliny zielne.



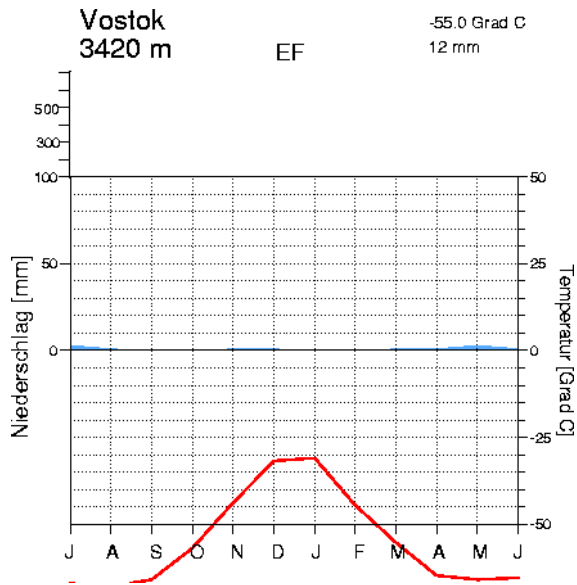
Spitsbergen
dębik ośmiopłatkowy
(*Dryas octopetala*)

E – Klimaty polarne (Polar climates)

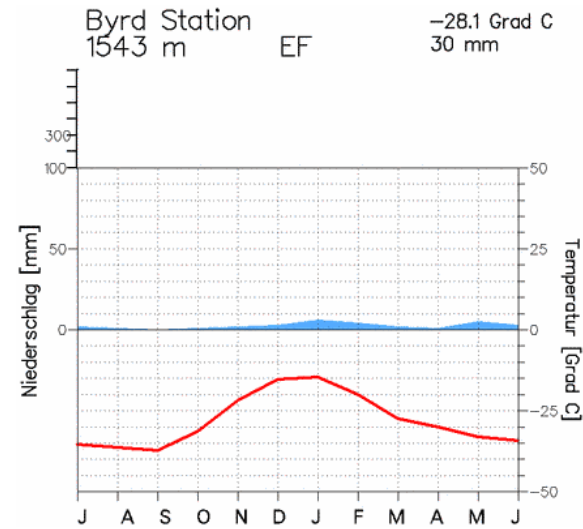
EF klimat śnieżny lub wiecznego mrozu z temperaturą najcieplejszego miesiąca $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$

EF – Klimat polarnych lądolodów występuje głównie na kontynentalnych obszarach w wysokich szerokościach geograficznych jak Grenlandia i Antarktyda.

Przez część roku – podczas nocy polarnej – brak dopływu promieniowania słonecznego, natomiast latem insolacja stosunkowo duża za sprawą długiego dnia i dużej przezroczystości atmosfery. Duże albedo lodowych i śnieżnych powierzchni ogranicza jej nagrzewanie. Duże prędkości wiatru.



EF Wostok, Antarktyda 78.5°S, 3420 m



EF Byrd Station, Antarktyda 80°S, 1543 m



Brazil's Comandante Ferraz Research Station opened in 2020 on the tip of the Antarctic Peninsula will be devoted to studying climate change

<https://www.nytimes.com/2020/01/06/science/>

E – Klimaty polarne (Polar climates)

EF klimat śnieżny lub wiecznego mrozu z temperaturą najcieplejszego miesiąca $< 0^{\circ}\text{C}$

EF – Klimat polarnych lądolodów występuje głównie na kontynentalnych obszarach w wysokich szerokościach geograficznych jak Grenlandia i Antarktyda.

Przez część roku – podczas nocy polarnej – brak dopływu promieniowania słonecznego, natomiast latem insolacja stosunkowo duża za sprawą długiego dnia i dużej przezroczystości atmosfery. Duże albedo lodowych i śnieżnych powierzchni ogranicza jej nagrzewanie. Duże prędkości wiatru.



*Spitsbergen
Lodowiec Nordenskiolda*

E – Klimaty polarne (Polar climates)

EF klimat śnieżny lub wiecznego mrozu z temperaturą najcieplejszego miesiąca $< 0\text{ }^{\circ}\text{C}$

EF – Klimat polarnych lądolodów występuje głównie na kontynentalnych obszarach w wysokich szerokościach geograficznych jak Grenlandia i Antarktyda.

Przez część roku – podczas nocy polarnej – brak dopływu promieniowania słonecznego, natomiast latem insolacja stosunkowo duża za sprawą długiego dnia i dużej przezroczystości atmosfery. Duże albedo lodowych i śnieżnych powierzchni ogranicza jej nagrzewanie. Duże prędkości wiatru.



fot. Nima Sarikhani / Wildlife Photographer of the Year
<https://www.national-geographic.pl/>



<https://www.national-geographic.pl/>

D – Klimaty wilgotne chłodne (Snow climates)

Df klimat chłodny o równomiernym rozkładzie opadów

E – Klimaty polarne (Polar climates)

ET klimat chłodny tundry

EF klimat śnieżny lub wiecznego mrozu

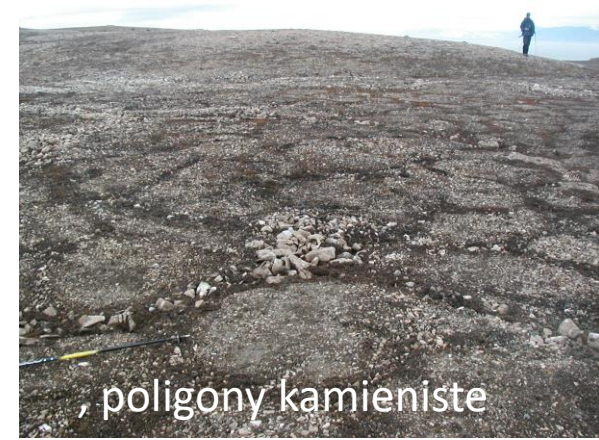
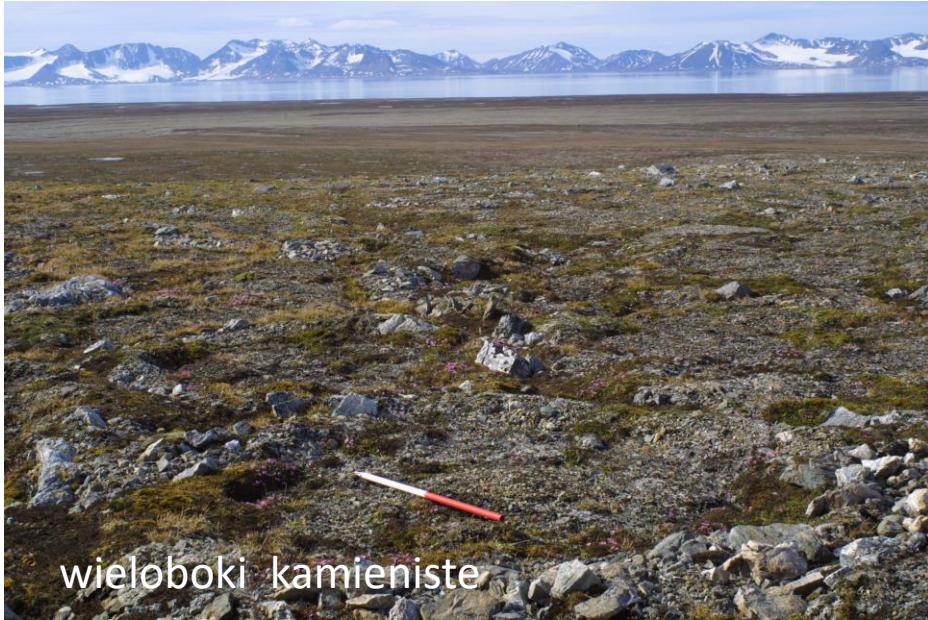
Strefa peryglacjalna – występowanie wieloletniej zmarzliny

Wieloletnia zmarzlina: grunt jest zamrożony przez cały rok lub jego większą część, odmarza sezonowo w strefie przy powierzchniowej tworząc tzw. **warstwę czynną**

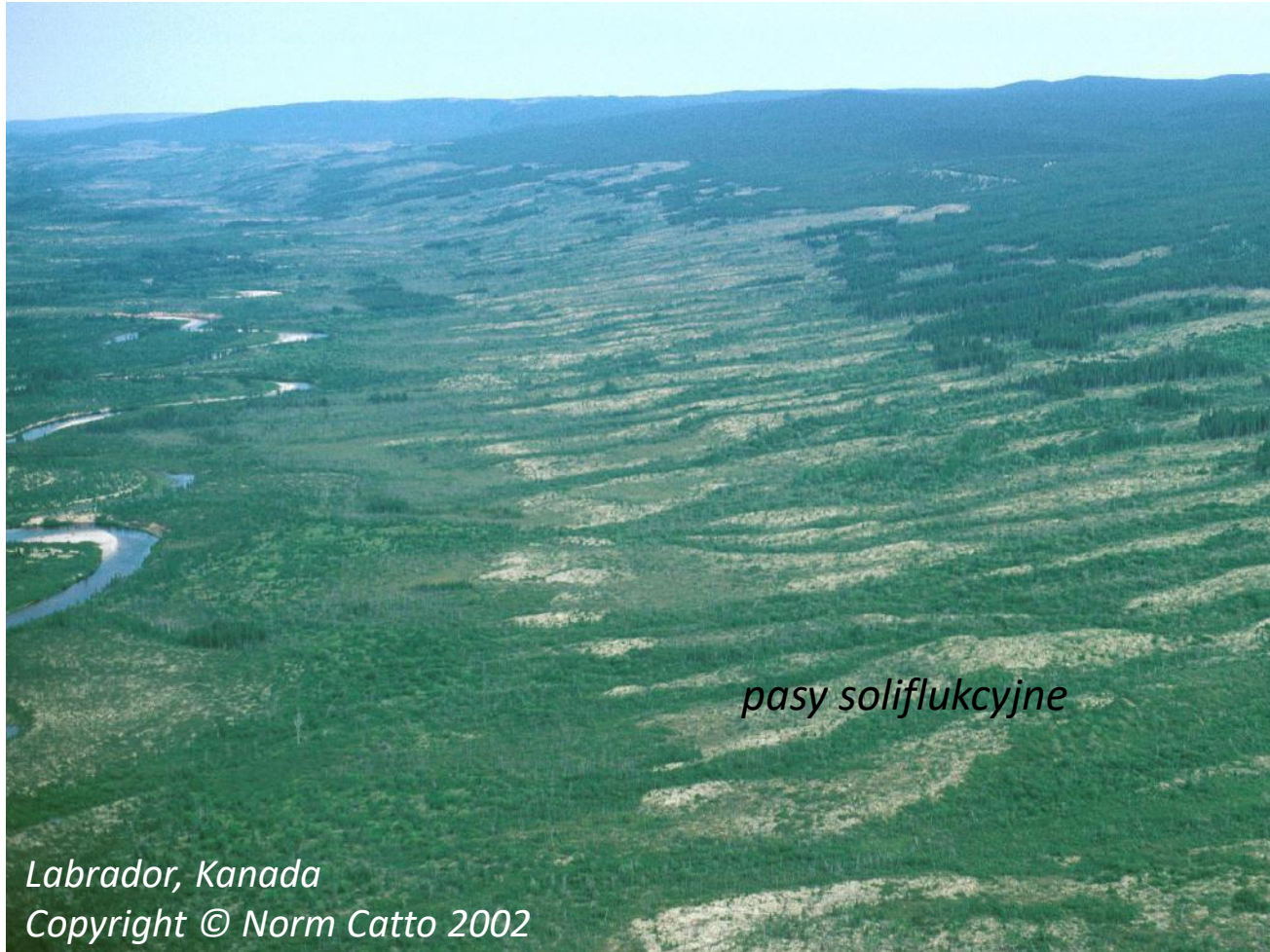
- ciągła ($< -5^{\circ}\text{C}$)
- nieciągła ($0 : - 5^{\circ}\text{C}$)
- sporadyczna ($0 : - 2^{\circ}\text{C}$)



strefa procesów mrozowych: **silne wietrzenie mrozowe**, pęcznienie mrozowe, podnoszenie mrozowe, pękanie mrozowe (pierścienie kamieniste, poligony kamieniste, gleby poligonalne)



ruchy masowe: pełznięcie i **soliflukcja** (terasy i pasy soliflukcyjne), sływy gruzowo-błotne, niwacja (zagłębienia niwacyjne)



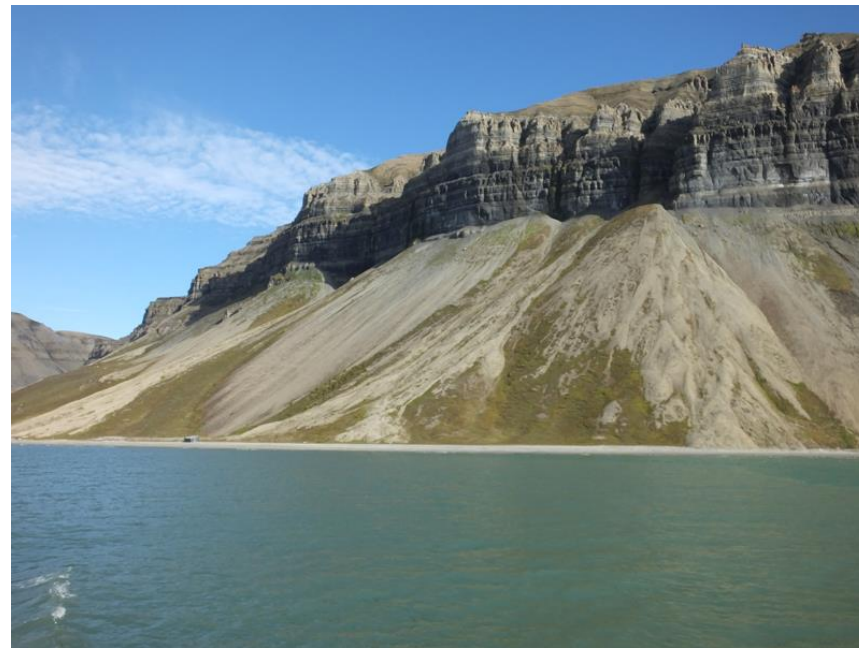
- **soliflukcja** czyli sływ po stoku osadów zwietrzelinowych nasyconych wodą (warstwa czynna)
- występuje w klimatach Df i E na wszystkich stokach o nachyleniu powyżej 2°
- jest ułatwiona obecnością zmarzniętego, nieprzepuszczalnego podłoża





klify mrozowe

stożki usypiskowe



spływ gruzowo-błotny



klify mrozowe

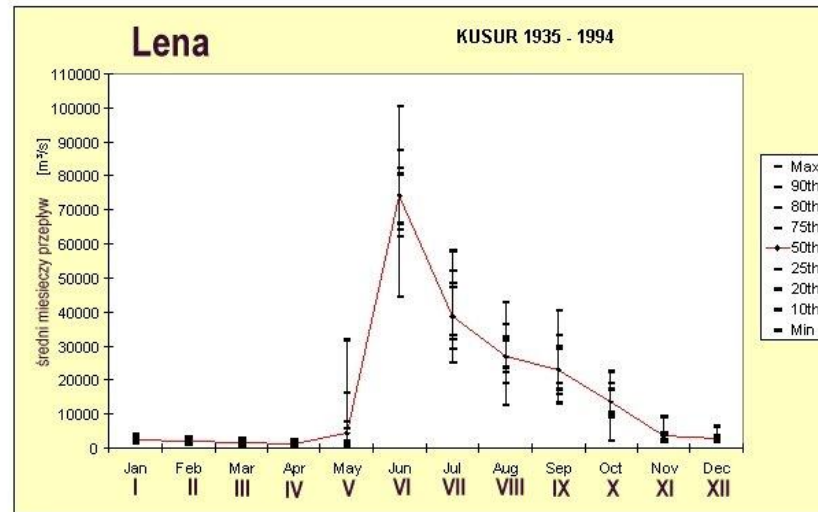
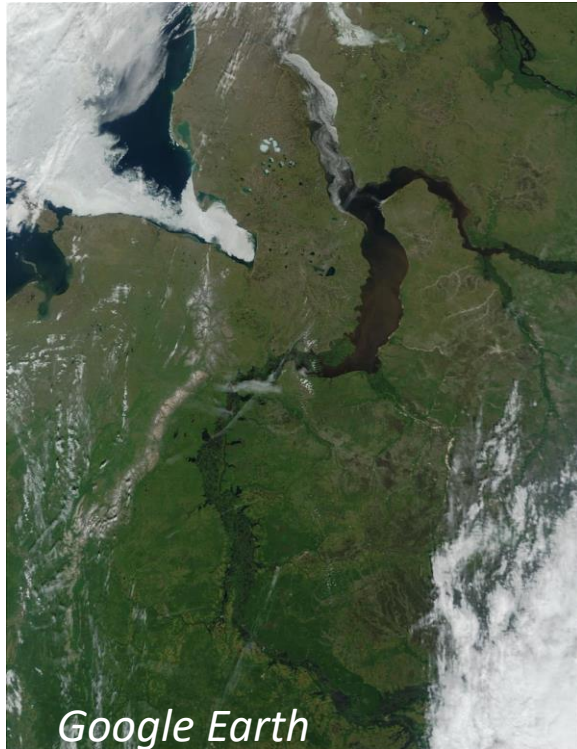
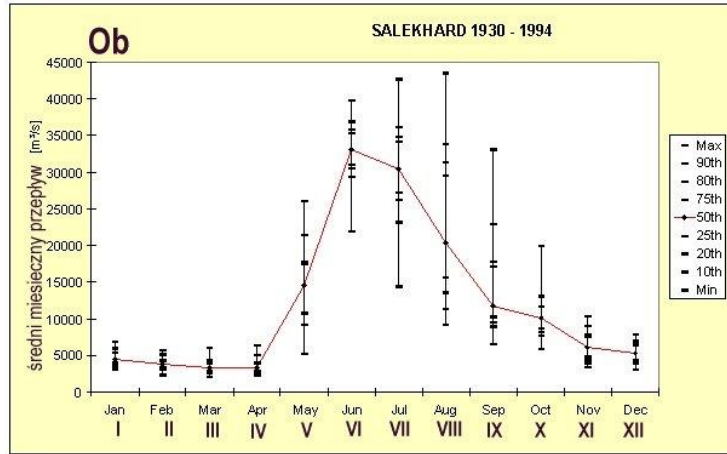
Spitsbergen, Norwegia

ruchy masowe:
pełznięcie i soliflukcja (terasy i pasy soliflukcyjne), spływy gruzowo-błotne, odpadanie, niwacja (zagłębienia niwacyjne)

intensywny spływ powierzchniowy i spłukiwanie (zmyw)

w przypadku stoków młodych powstają urwiska (klify mrozowe) kształtowane przez wietrzenie mrozowe i odpadanie, a u podnóża stożki usypiskowe

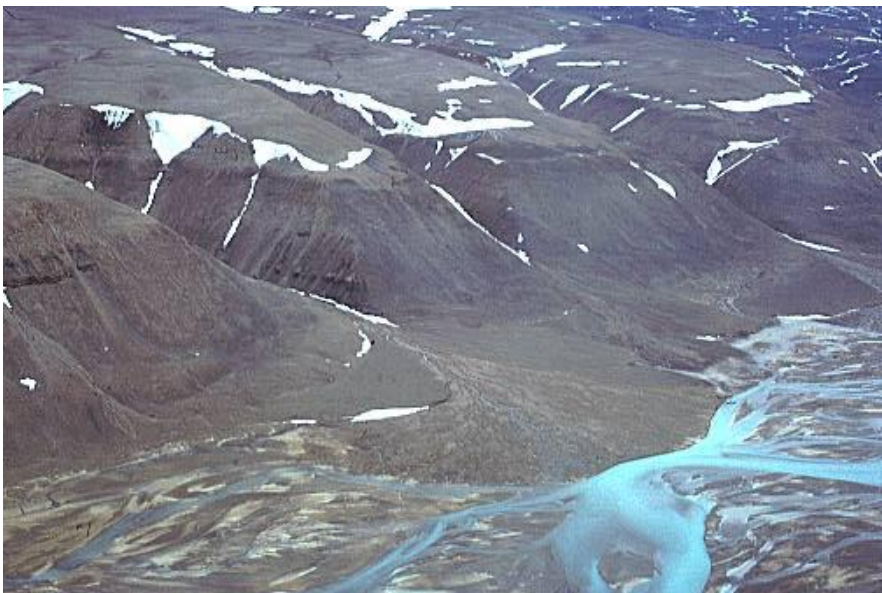
duża zmienność sezonowa odpływu rzecznego, intensywne procesy fluwialne oraz termerozja: szerokie asymetryczne doliny płaskodenne związane z **rozkowym i anastomozującym układem koryt rzecznych**



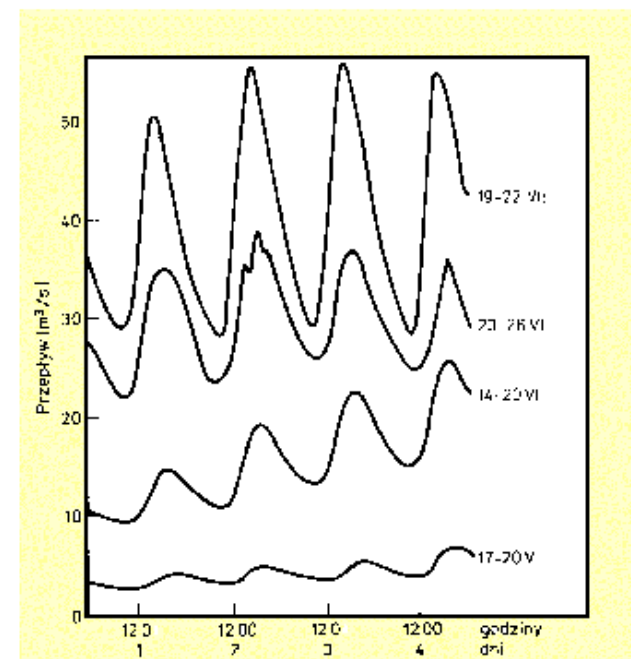
termerozja



duża zmienność sezonowa odpływu rzecznego, intensywne procesy fluwialne oraz termoerozja: szerokie asymetryczne doliny płaskodenne związane z **rozkowym i anastomozującym układem koryt rzecznych**

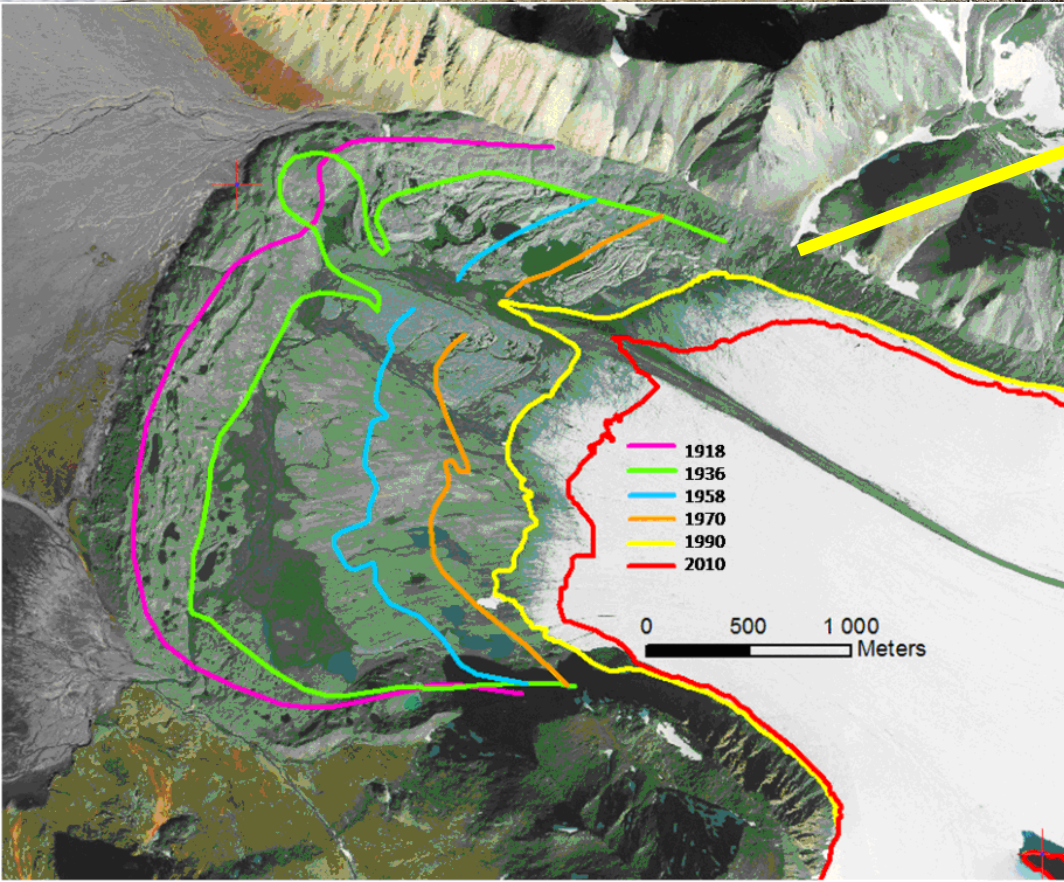
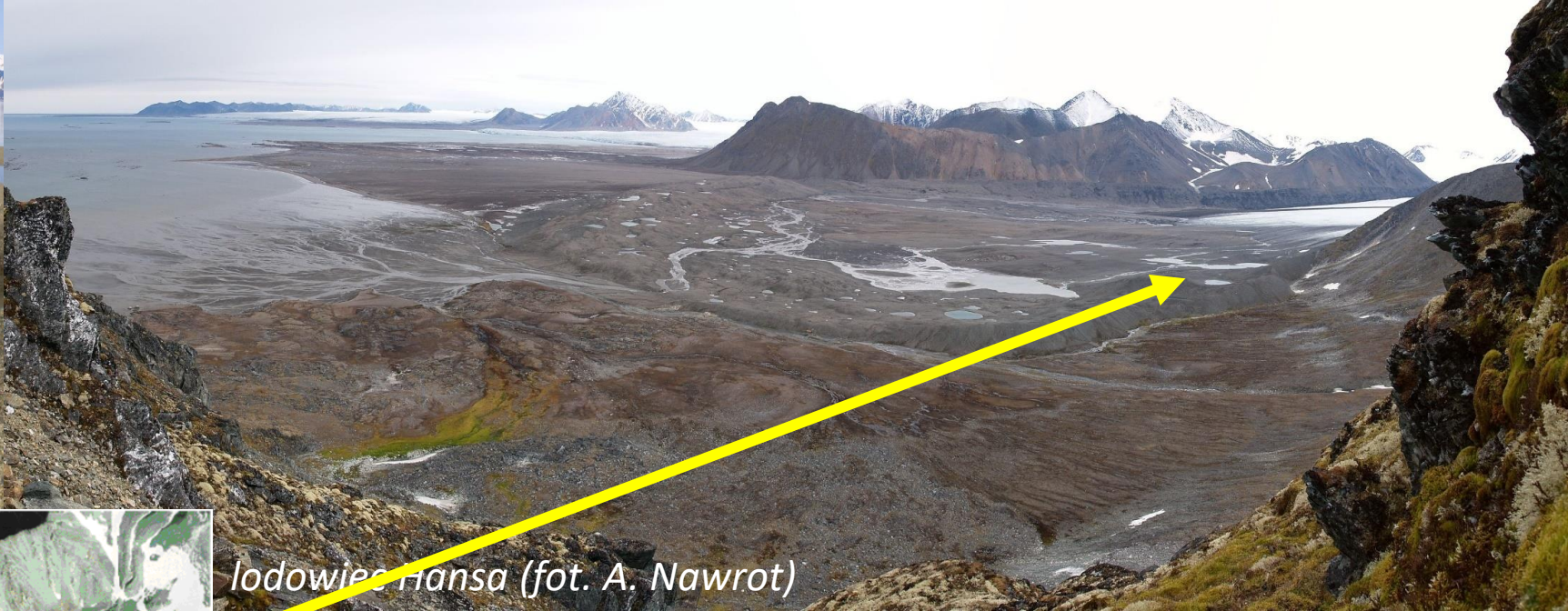


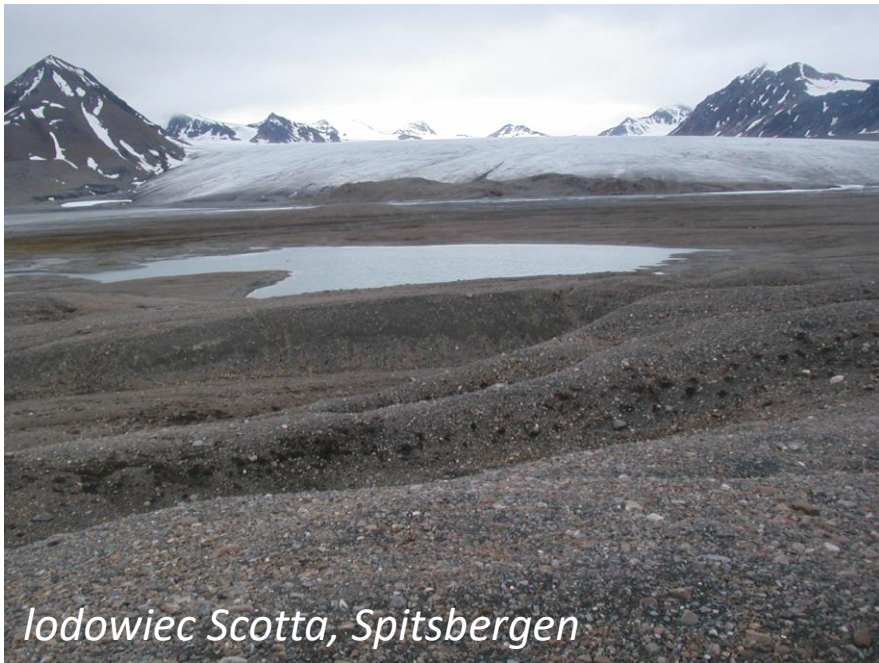
NASA



*Dobowe wahania przepływu
(Jania J. 1997, Glacjologia – nauka
o lodowcach, PWN)*

Strefa procesów glacialnych





Strefa procesów glacialnych

w strefie marginalnej lodowców/lądolodów następuje współcześnie kształtowanie młodej rzeźby terenu



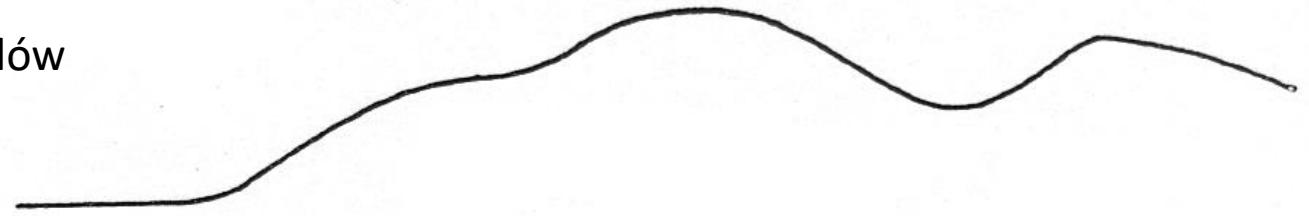
D – Klimaty wilgotne chłodne (Snow climates)

Df klimat chłodny o równomiernym rozkładzie opadów

E – Klimaty polarne (Polar climates)

ET klimat chłodny tundry

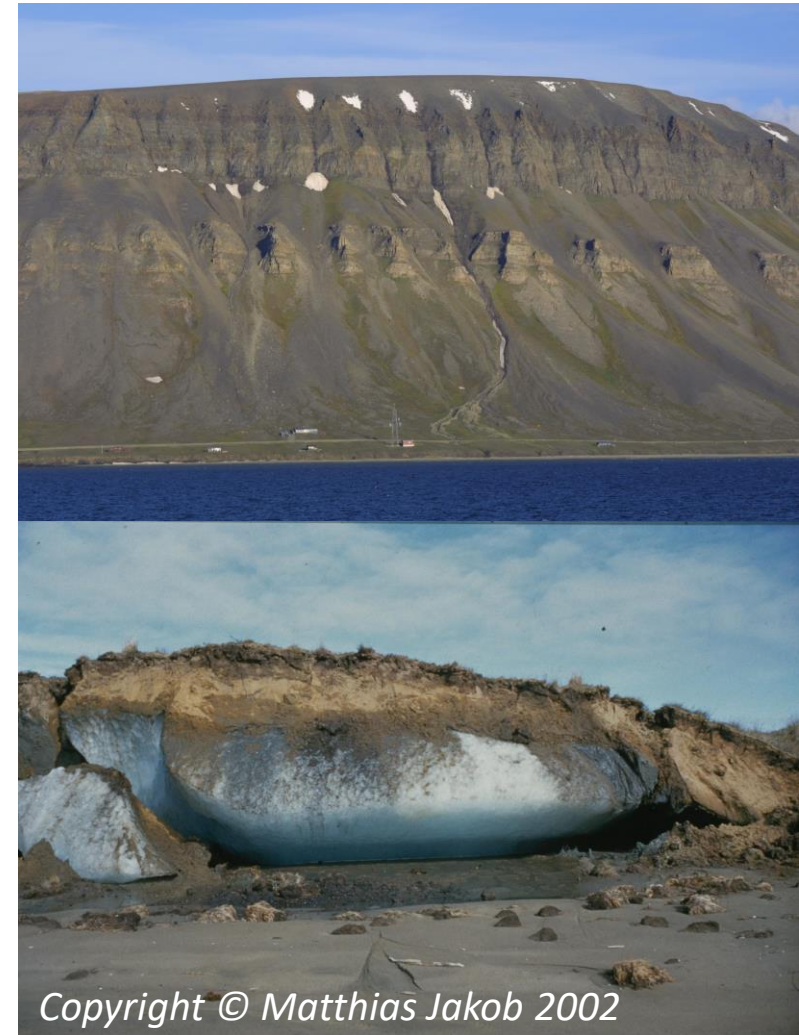
EF klimat śnieżny lub wiecznego mrozu



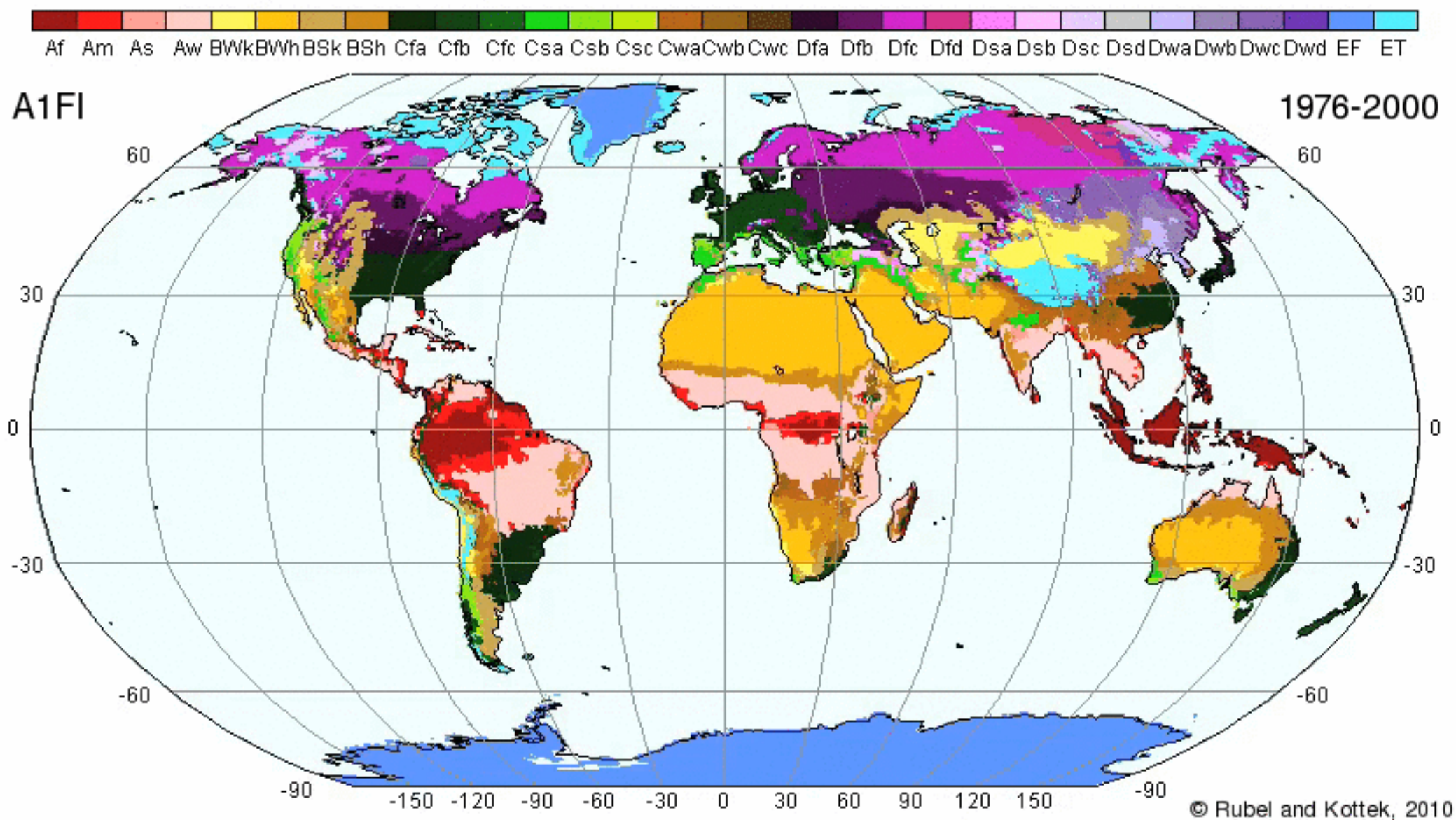
Uproszczony profil krajobrazu morfologicznego w strefie klimatu Df i E (Galon 1979)

- strefa **procesów mrozowych**: silne wietrzenie mrozowe, pęcznienie mrozowe, podnoszenie mrozowe, pękanie mrozowe (pierścienie kamieniste, poligony kamieniste, gleby poligonalne)
- **ruchy masowe**: pełznięcie i soliflukcja (terasy i pasy soliflukcyjne), spływy gruzowo-błotne, odpadanie, niwacja (zagłębienia niwacyjne)
- intensywny spływ powierzchniowy i **spłukiwanie** (zmywu),
- duża zmienność sezonowa odpływu rzecznoego, intensywne **procesy fluwialne** oraz **termoerozja**: szerokie asymetryczne doliny płaskodenne związane z roztokowym układem koryt rzecznych,
- działanie silnego wiatru – umiarkowane **procesy eoliczne**

Strefa procesów glacialnych - w strefie marginalnej lodowców/lądolodów następuje kształtowanie rzeźby terenu



Projekcje zmian zasięgu stref klimatycznych od 1981-2010 do 2071-2100



Projekt dofinansowany ze środków budżetu państwa w ramach programu
Ministra Edukacji i Nauki pod nazwą
Spółeczna odpowiedzialność nauki – Popularyzacja nauki i promocja sportu,
nr projektu SONP/SP/546432/2022,
kwota dofinansowania 112 920,00 zł, całkowita wartość projektu 125 640,00 zł.