

UVOD

1. Što je ekologija?

2. Život i fizički okoliš

ŽIVOT I FIZIČKI OKOLIŠ

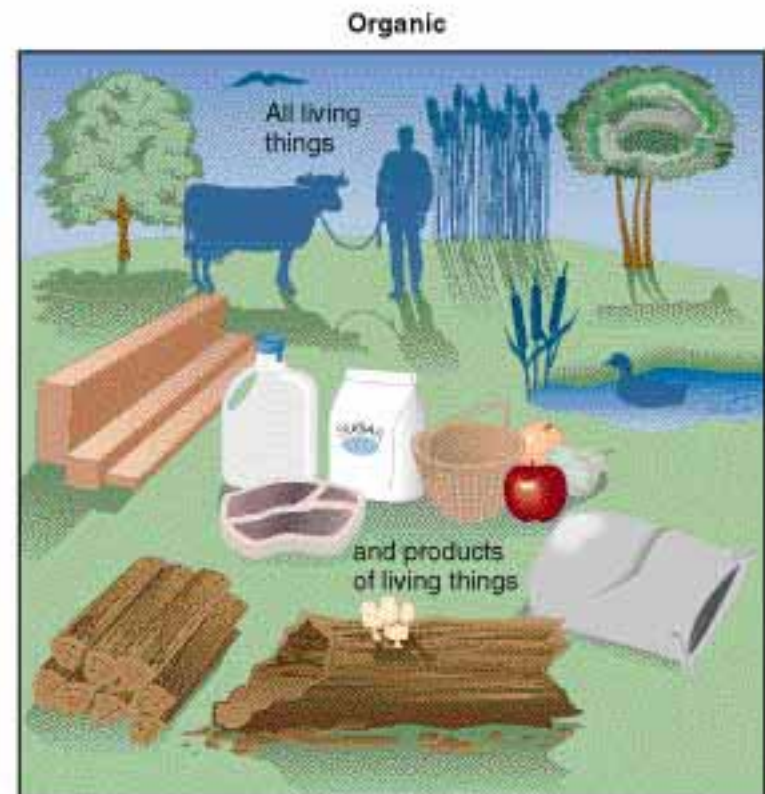
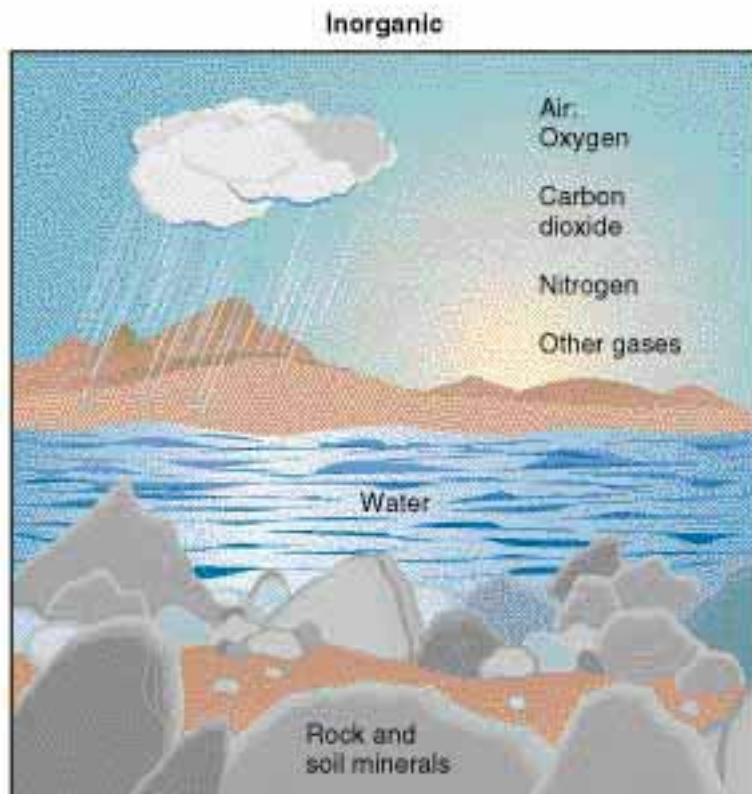
1. Značajke fizičkog okoliša
2. Ekološki faktori
3. Život na kopnu
4. Život u vodi



ŽIVOT I FIZIČKI OKOLIŠ

- Često suprostavljamo živo-neživom; organsko-anorganskom; biološko-kemijskom i fizikalnom. Ipak, ove dvije realnosti prirodnog svijeta ne egzistiraju izolirano jedna od druge
- Fizikalni i biološki svijet su međuovisni. Život u potpunosti ovisi o fizičkom svijetu, ali organizmi također djeluju na neživi svijet

Anorganski i organski svijet





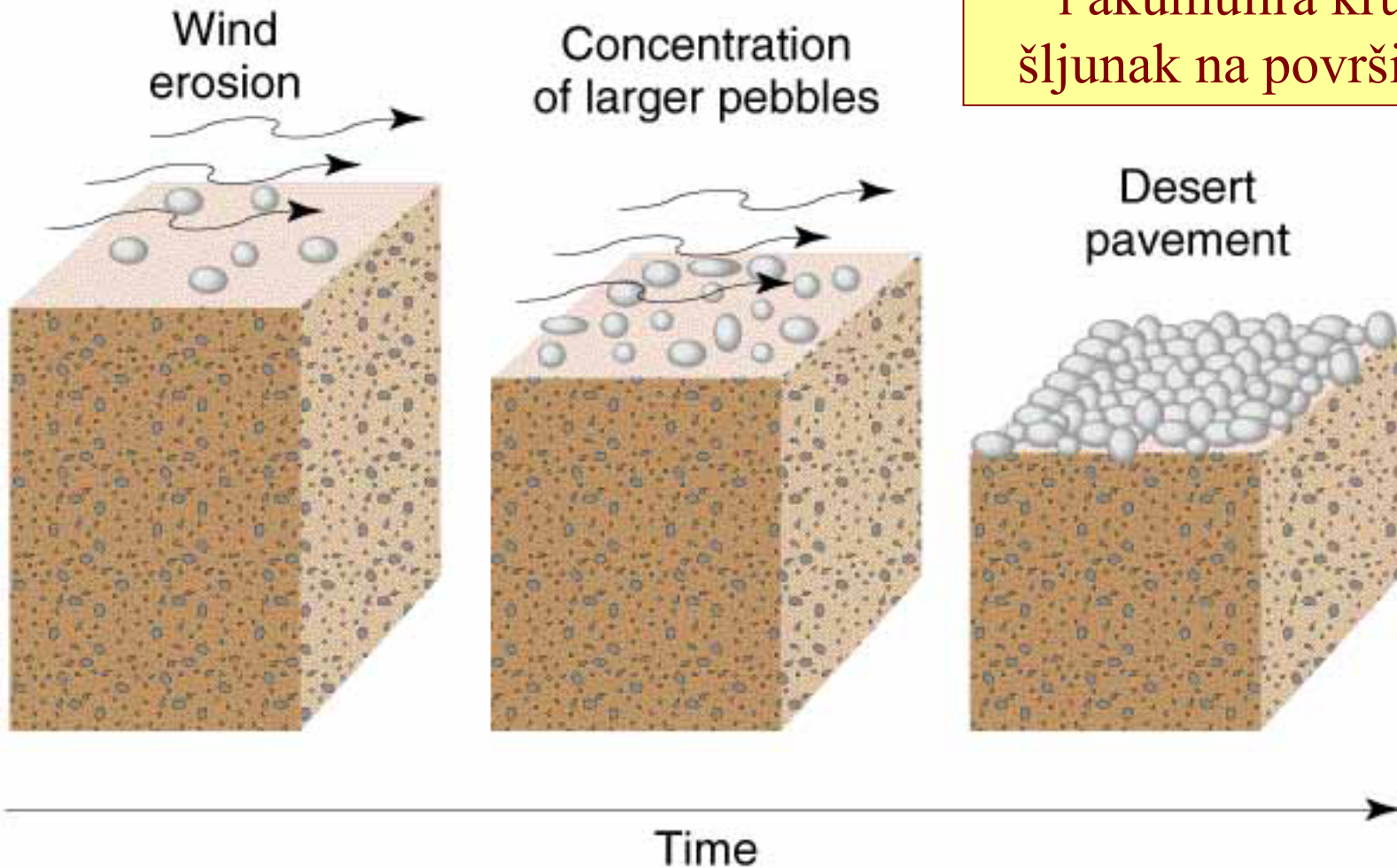
Utjecaj pješčanih
oluja na eroziju
tla....

...što rezultira
njihovom
neplodnošću

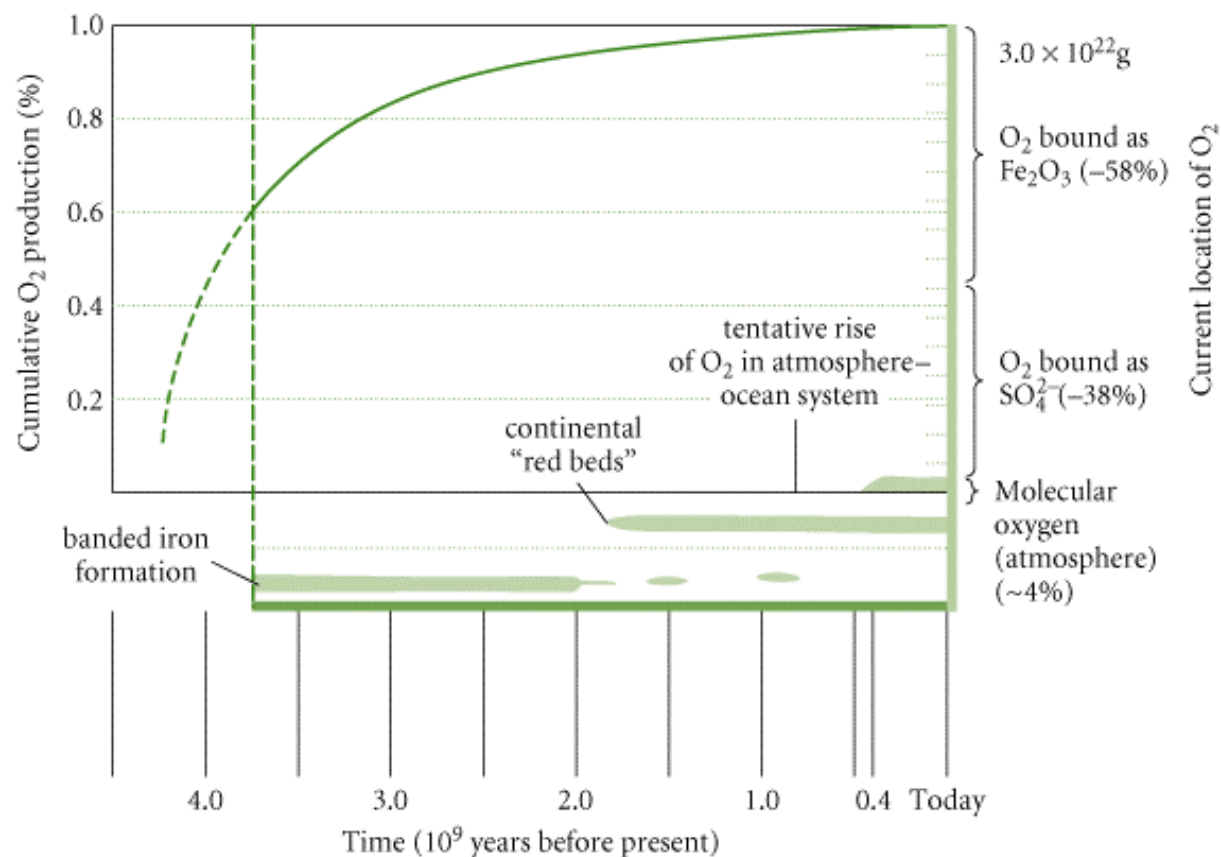


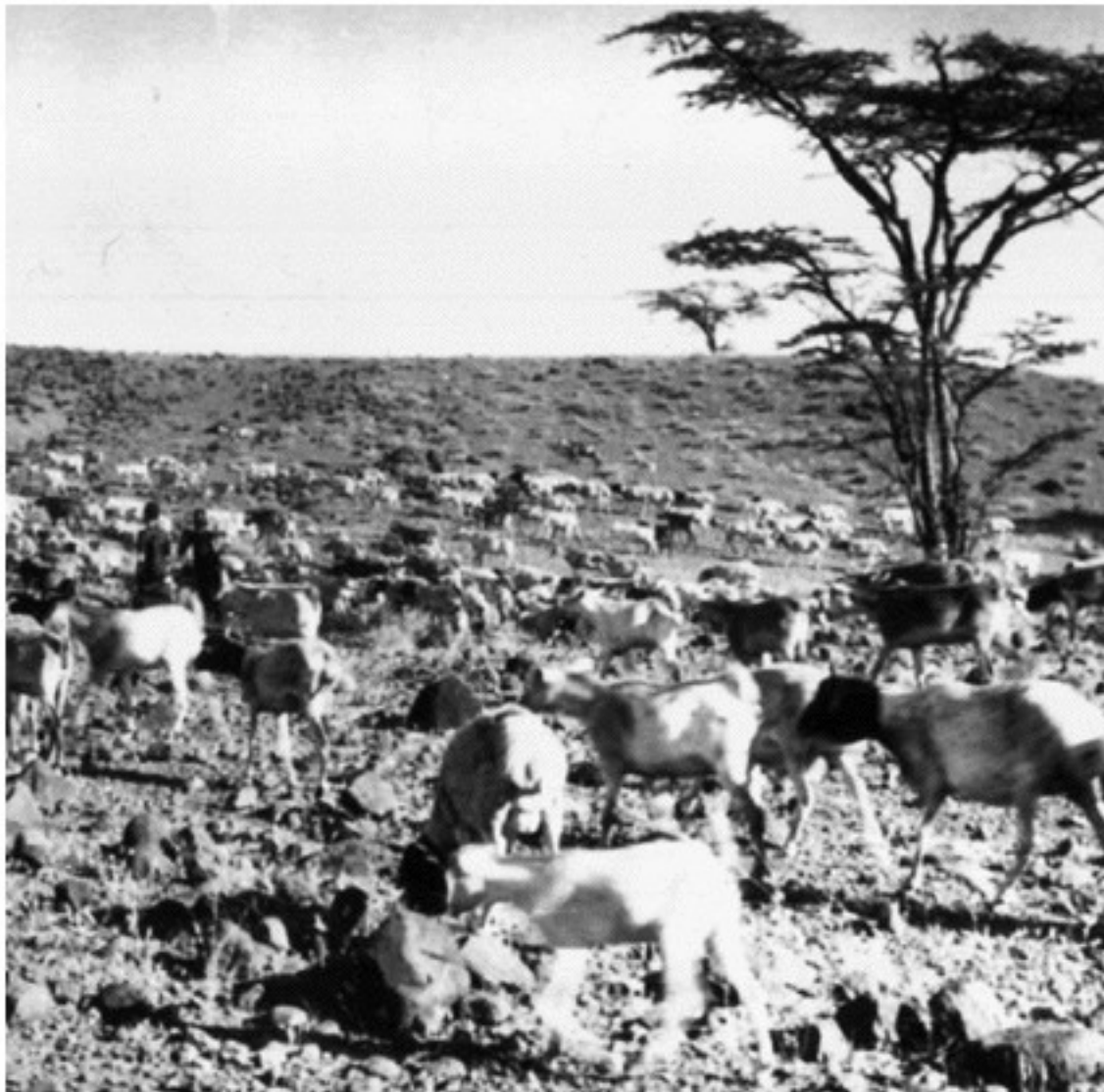
Erozija pod utjecajem vjetra može tla učiniti neplodnim

Vjetar odnosi čestice tla i akumulira krupni šljunak na površini tla



Današnja razina kisika u Zemljinoj atmosferi rezultat je djelovanja organizama





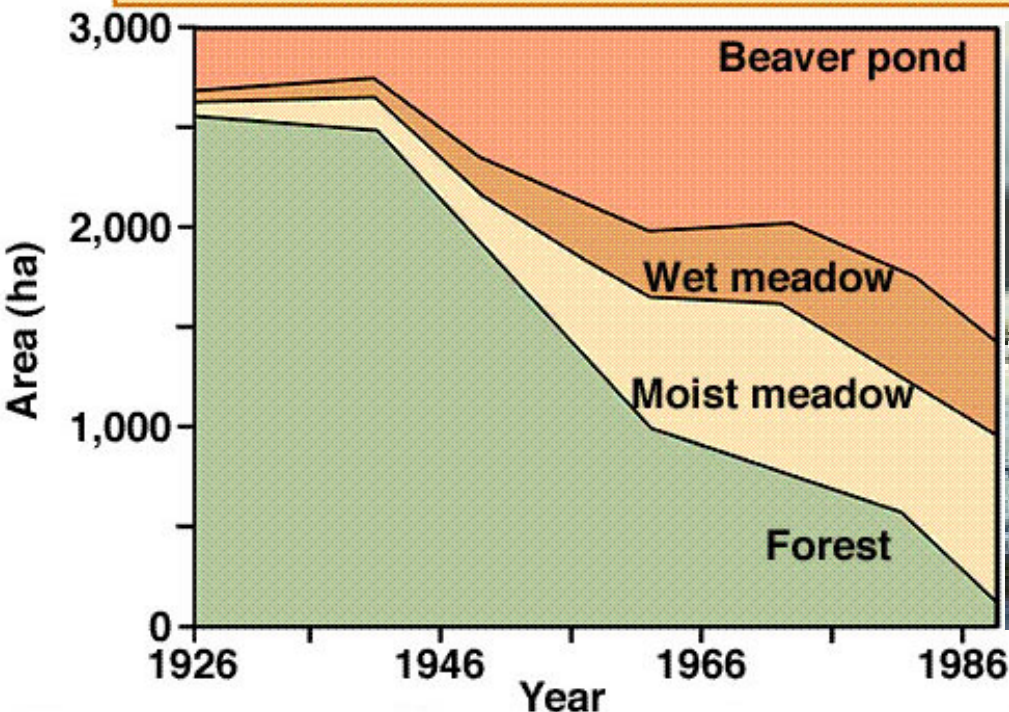
Prekomjerna ispaša
od strane koza i
ovaca potpuno je
istrijebila
vegetaciju na
području sjeverne
Kenije

Zemljišni glodavci odgovorni su za brežuljkasti izgled ovog područja. Niža područja između humaka podložna su poplavama tijekom proljeća. Glodavci neprestano kopaju nove tunele a iskopanu zemlju izbacuju vani stvarajući humke.



Landscape Change by Beaver

From 1927–88, beavers transformed this landscape from one dominated by forest to a diverse patchwork of several ecosystems.



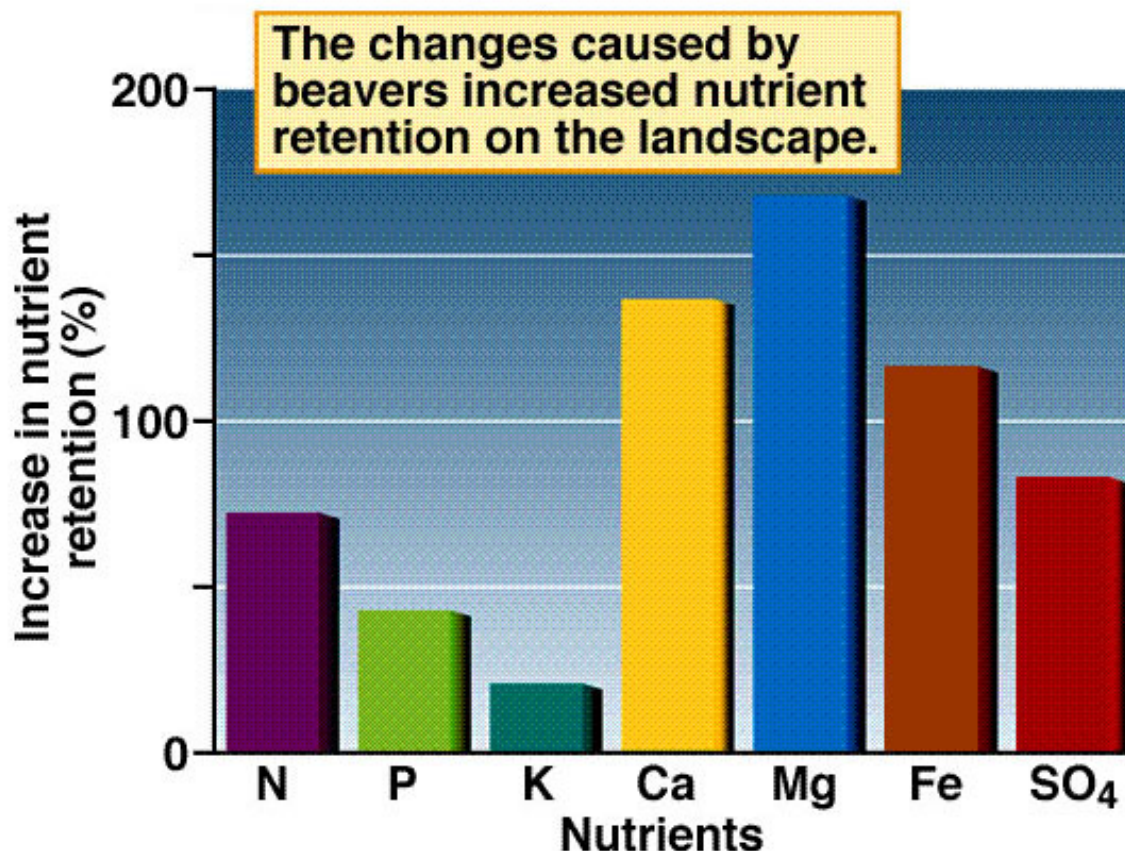
**Dabar je životinja
koja može značajno
promijeniti izgled
krajolika**



Krajolik koji je 1926 bio dominantno šumski značajno je tijekom vremena izmjenjen aktivnošću dabra

Zbog stvaranja umjetnih jezera u nacionalnom parku Voyageurs u Minnesoti dabrovi su u razdoblju između 1927 i 1988 značajno povećali zadržavanje većine hranjiva.

Nutrient Retention & Beavers





Jazavac i druge
životinje koje
kopaju u tlu mogu
svojom aktivnošću
značajno promijeniti
izgled krajolika



Život ima jedinstvena svojstva koja ne dijeli s fizičkim sustavima

- Dvije temeljne značajke koje razlikuju žive organizme od neživih sustava su **kretanje** (sposobnost usmjeravanja određene aktivnosti u pravcu unaprijed određenog cilja) i **reprodukcija**
- Iako različiti od fizikalnih sustava, organizmi ipak funkcioniraju unutar određenog seta fizikalnih zakona. Npr. organizmi transformiraju energiju da bi izvršili rad, a pri tome metabolizam ugljikohidrata i kretanje pomoću udova slijede kemijske i fizikalne principe (sličnost između kretanja čovjeka i automobila)

Život ima jedinstvena svojstva koja ne dijeli s fizičkim sustavima

- **Unatoč činjenici da se temelje na istim principima, postoje i važne razlike u funkcioniranju bioloških i fizikalnih sustava:**
- **Kod fizičkih sustava transformacije energije djeluju u pravcu uspostavljanja ravnoteže, tj. slijede liniju manjeg otpora (npr. kotrljanje kamena)**
- **Kod bioloških sustava organizmi transformiraju energiju ciljano nastojeći se održati izvan ravnoteže s fizikalnim silama (npr. gravitacija – let ptice; protok topline; difuzija; kemijske reakcije itd.)**

Organizmi mogu povećati svoju razinu energije putem termodinamički nevjerojatnih transformacija

- Dok fizikalni sustavi rasipaju energiju, organizmi energiju koncentriraju:
 - Fizikalni i kemijski procesi obično vode k transformacijama koje oslobađaju energiju. Kao rezultat, energetska razina ovih sustava opada s vremenom, dakle sustav se spontano mijenja od višeg k nižem energetske stanju (oksidacija ugljikohidrata, gorenje itd). Fizikalni sustavi rasipaju energiju; tj. postoji tendencija da se energija jednoličnije distribuira u većem sustavu (njihanje klatna, pad kamena u more itd.)
 - Organizmi predstavljaju goleme koncentracije energije. Da bi osigurali vlastiti integritet oni se suprotstavljaju jednolikom raspoređivanju energije. Da bi se suprotstavili kemijskim i fizikalnim procesima organizmi moraju trošiti energiju

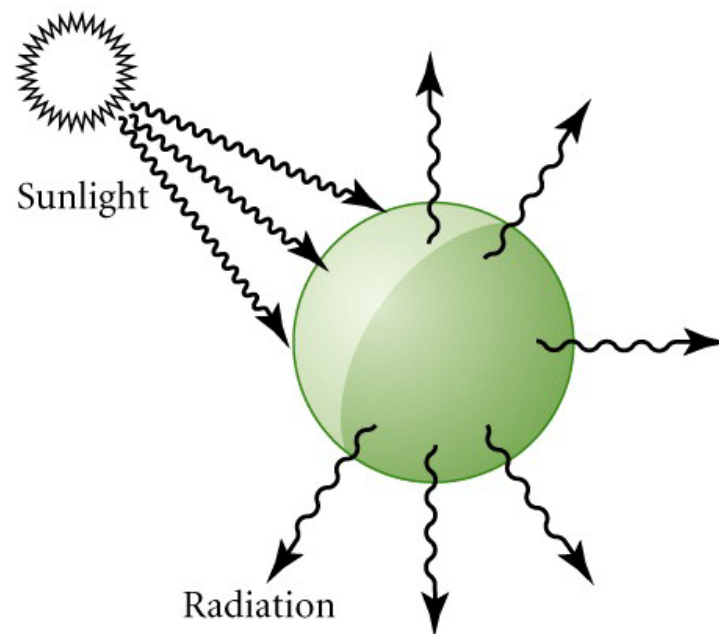
Organizmi mogu kontrolirati protok energije ili tvari između njihovog unutrašnjeg i vanjskog okoliša

FIZIČKI SUSTAVI:

Pasivni protok – odvija se bez ulaganja energije (proporcionalan s gradijentom)

BIOLOŠKI SUSTAVI:

Aktivni protok – traži utrošak energije (suprotstavlja se tendenciji oslobađanja energije; tj. protok ima negativnu vodljivost)



U termodinamički ravnotežnim uvjetima dobitak energije jednak je gubitku energije

Organizmi mogu kontrolirati protok energije ili tvari između njihovog unutrašnjeg i vanjskog okoliša

$$\text{PROTOK} = \text{POVRŠINA ORGANIZMA} \times \text{GRADIJENT} \times \text{VODLJIVOST}$$

- ↓
1. Površina/volumen
 2. Voštana prevlaka
 3. Sklopljivi nastavci
 4. Šupljikavost (npr. pluća)

- ↓
1. Biokemijske transformacije (npr. kako tkiva troše kisik povećava se gradijent)
 2. Kretanje kroz heterogeni okoliš

- ↓
1. Krzno
 2. Kutikula
 3. Boja



Veličina u ekologiji mijenja sve!

- Odnos organizma prema okolišu mijenja se s veličinom organizma
- Odnosi između brzine procesa i veličine organizma nazivaju se **alometrički odnosi**

$$y = a x^b \quad (b - \text{alometrička konstanta})$$

ili u logaritamskoj formi

$$\log (y) = \log (a) + b \log (x)$$

Alometrički odnosi

Omjer između površine (P) i volumena (V) organizma



Alometrička konstanta koja iznosi 2/3 ili 0.67



$$P = a V^{0.67}$$



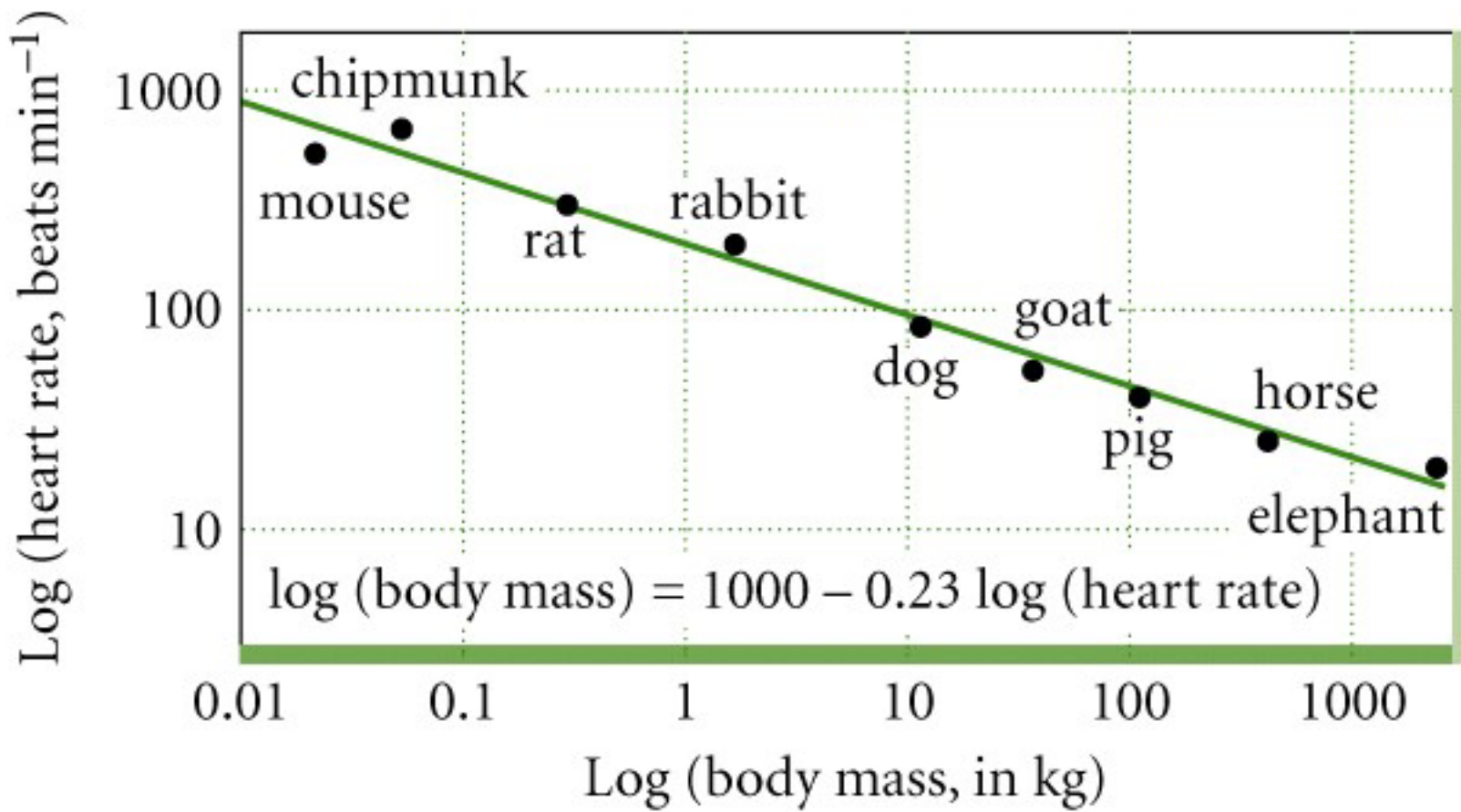
Dakle, veći organizmi imaju relativno manju površinu u usporedbi s volumenom

EKOLOŠKE POSLJEDICE:

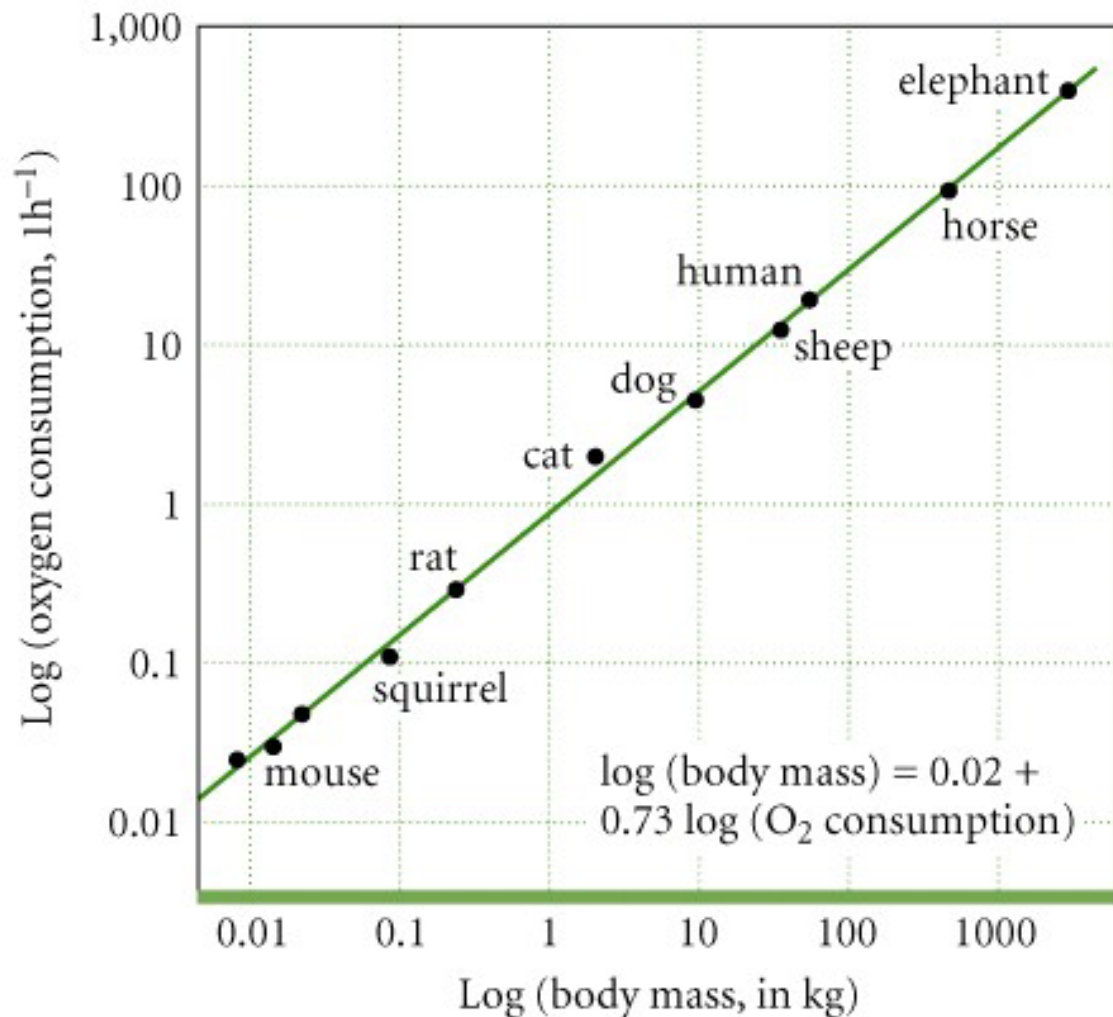
Mali organizmi – lako izmjenjuju kisik; teže čuvaju toplinu i vodu

Veliki organizmi – trebaju pluća; bolje čuvaju toplinu i vodu

Alometrički odnos između biomase i brzine kucanja srca



Alometrički odnos između biomase i brzine metabolizma



**Mnoge se značajke organizama mijenjaju
alometrički s veličinom/težinom organizma**

TABLE 3-1 Processes and characteristics known to vary allometrically with body size in fishes

Process or trait	Size dimension	Range or typical value of b
Gill area	Body weight	0.8
Food consumed over 24-hour period	Body weight	1.1 – 0.40
Standard metabolism	Body weight	<1.0
Body weight	Body length	Variable
Growth rate	Body weight	–0.4
Number of eggs per batch	Body length	1.0 – 5.0
Instantaneous daily mortality rate	Body weight	<0.0

(From Wootton 1990)

EKOLOŠKI FAKTORI



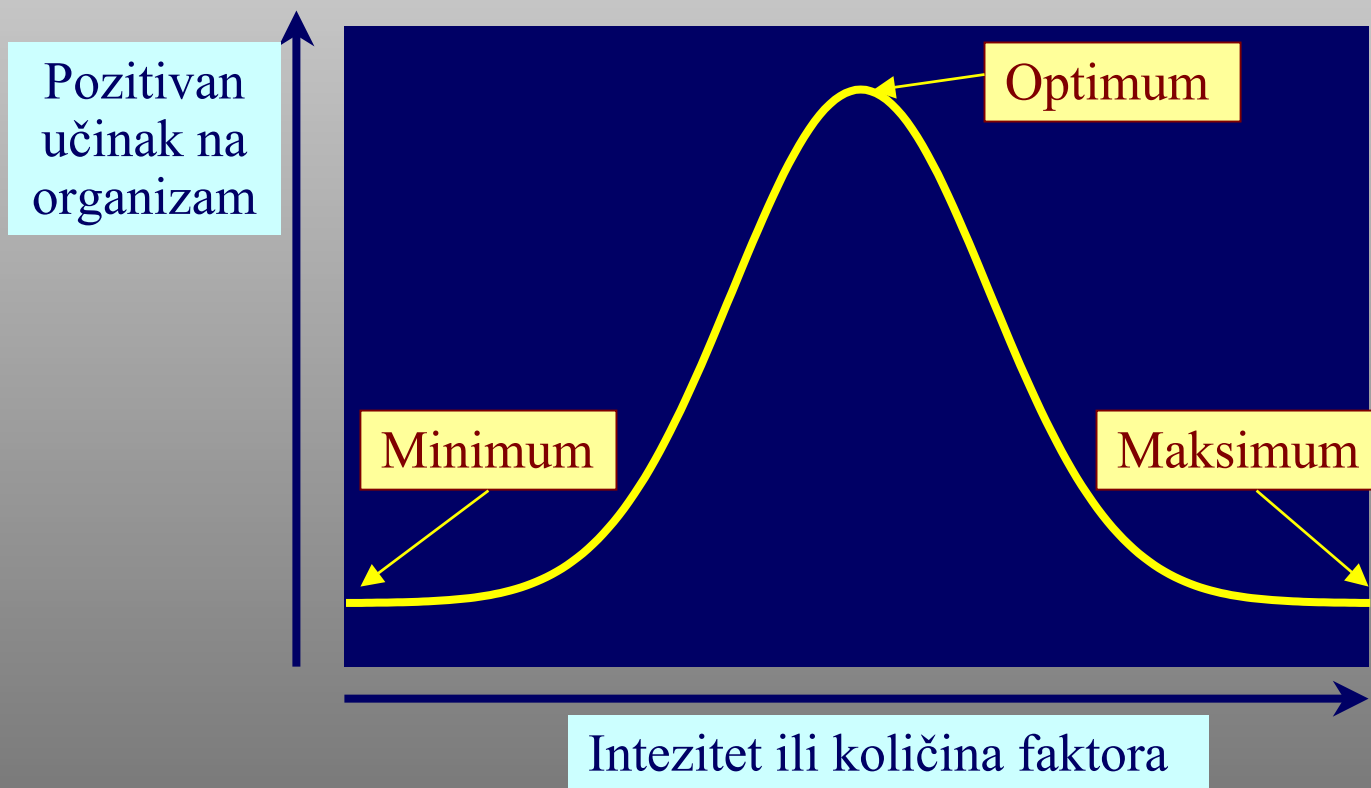
EKOLOŠKI FAKTORI

- **Ekološki faktori** – sve komponente vanjskog okoliša koje djeluju na organizme
- **Životni okoliš** – zbir svih ekoloških faktora
- **Značajke ekoloških faktora:**
 - **Dinamični** i stalno **promjenjivi** u intezitetu, količini i načinu djelovanja
 - Nikada ne djeluju pojedinačno, već zajedno kao **kompleks faktora**
 - Mogu biti **zamjenjivi** i **nezamjenjivi**
 - Mogu djelovati **izravno** i **posredno** preko drugih faktora
 - Ako su neophodni za život organizma nazivaju se **faktori opstanka**

Ekološka valencija

Ekološka valencija je amplituda kolebanja jednog ekološkog faktora unutar koje je moguć opstanak vrste.

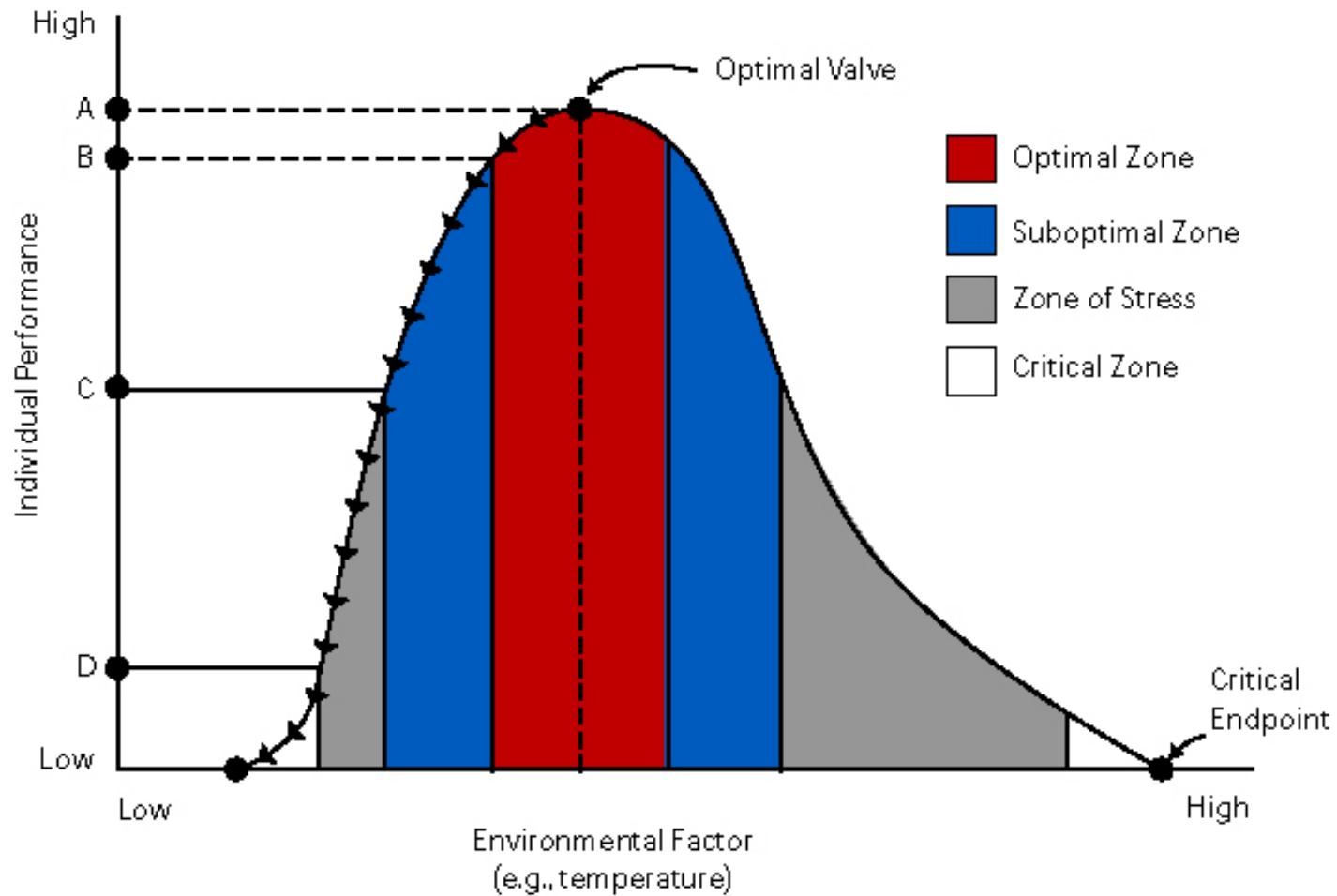
Ekološka valencija nije kruta i nepromjenjiva vrijednost, već ona varira u ovisnosti o uvjetima pod kojima dani faktor djeluje.

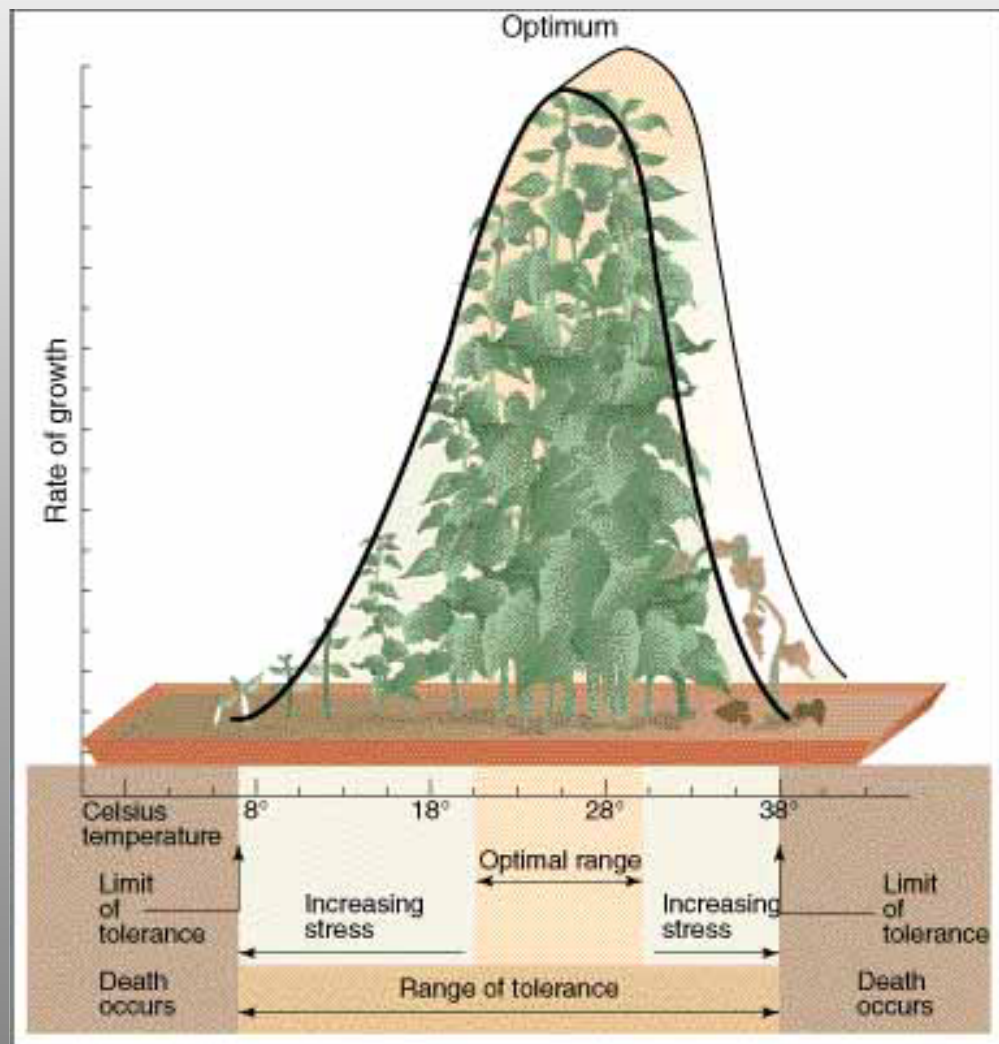


Ekološka valencija je određena kardinalnim točkama

- **Kardinalne točke:**
 - **Optimum** – Intezitet ili količina danog faktora kod kojeg je njegovo djelovanje na organizam najpovoljnije
 - **Maksimum** – Najviši intezitet ili količina danog faktora kod kojeg je još moguć opstanak organizma
 - **Minimum** – Najniži intezitet ili količina danog faktora kod kojeg je još moguć opstanak organizma
 - Maksimum i minimum se zajednički nazivaju **pesimum**
- **Širina ekološke valencije:**
 - **Stenivalentni organizmi** (*steno* = usko) – imaju usku ekološku valenciju
 - **Eurivalentni organizmi** (*eur* = široko) – imaju široku ekološku valenciju
- **Položaj optimuma unutar ekološke valencije:**
 - **Polivalentni tip** – optimum je bliže maksimumu
 - **Mezivalentni tip** – optimum je po sredini između maksimuma i minimuma
 - **Oligovalentni tip** – optimum je bliže minimumu
- **Preferendum** – Uski raspon ekološkog faktora unutar kojeg je koncentriran najveći broj organizama
- **Ekološki spektar vrste** – Skup ekoloških valencija za sve ekološke faktore važne za opstanak vrste

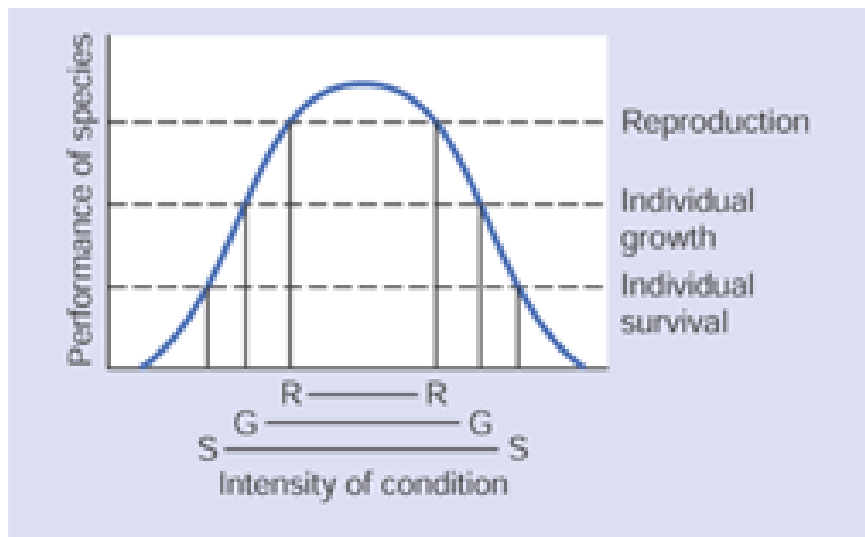
Ekološka valencija





Udaljavanjem od optimuma povećava se stres za organizme, a izvan granica tolerancije (ispod minimuma i iznad maksimuma) nastupa smrt

M. Šolić: Osnove ekologije



Raspon uvjeta u okolišu unutar kojeg je moguća reprodukcija (R), individualni rast organizama (G), te preživljavanje organizama (S)

Niske temperature na Antartici ne predstavljaju ekstremne uvjete za pingvine, dok saguaro kaktus može preživjeti samo vrlo kratka razdoblja niskih temperatura





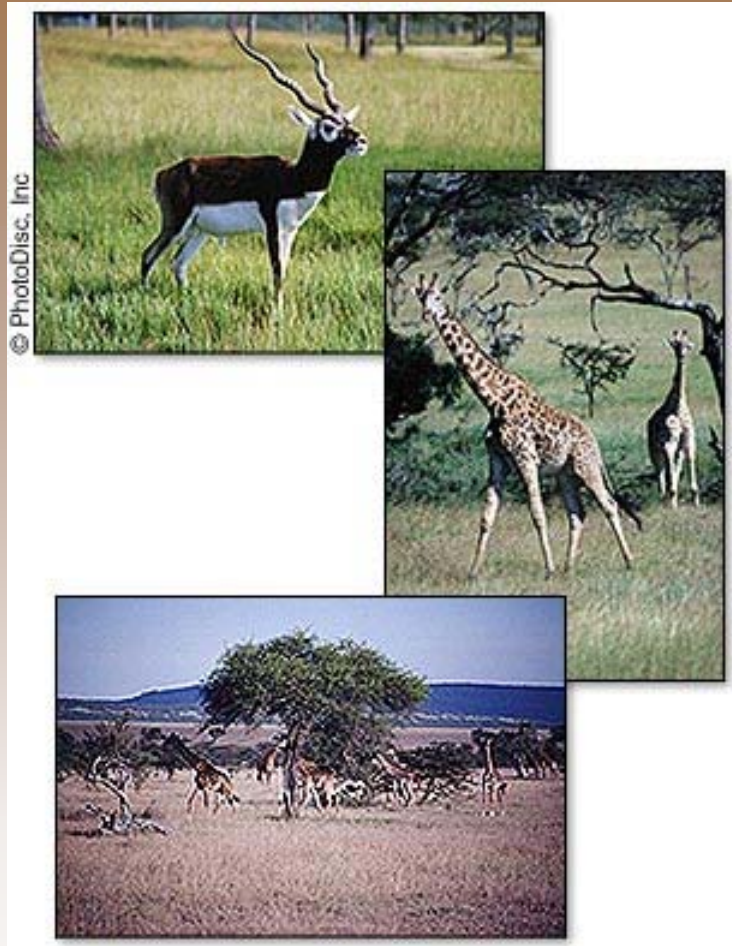
Pingvini su se prilagodili životu na ekstremno niskim temperaturama kakve vladaju na Antarktiku

Kompleks faktora i pravilo minimuma

- Životni okoliš predstavlja kompleks ekoloških faktora koji djeluju kao cjelina i na koje organizam odgovara u cjelini
- **Liebigovo pravilo minimuma** (Liebig, 1840) – Mogućnost opstanka i prosperiteta jedne vrste određeno je faktorom koji se nalazi najbliže minimumu, iako se svi ostali faktori mogu nalaziti u optimumu ili biti blizu njega
- **Opće pravilo djelovanja ekoloških faktora** (Thinemann, 1926) – Brojnost jedne vrste na jednom mjestu određena je onim faktorom koji se u odnosu na razvojni stadij s najužom ekološkom valencijom najviše udaljava po količini i intezitetu od optimuma (“Čvrstoću lanca određuje najslabija karika”)

Podjela ekoloških faktora

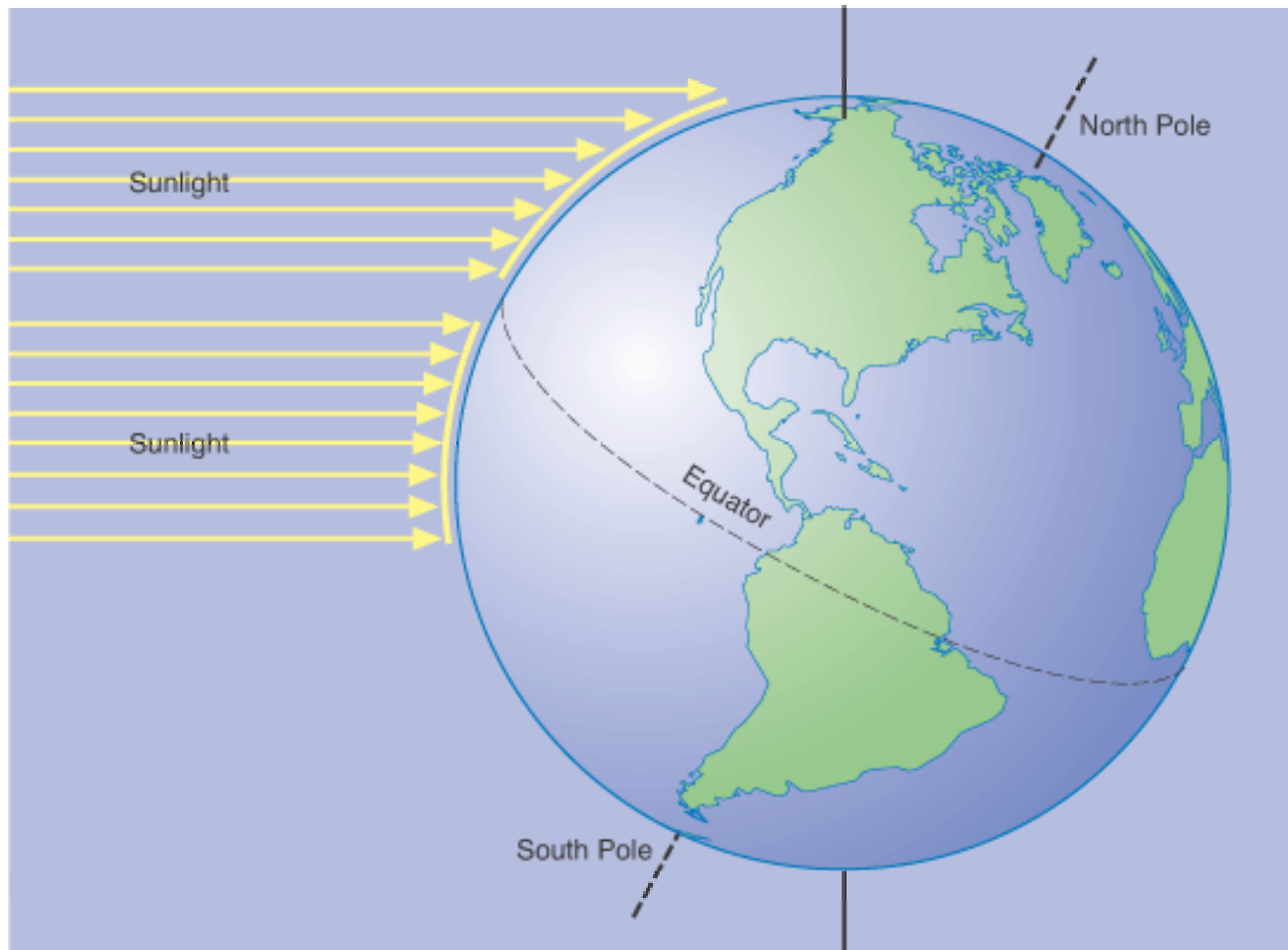
1. Abiotički	Temperatura, svjetlo, kisik, voda, vjetar...
2. Biotički	Predacija, kompeticija, mutualizam....
1. Fizički	Temperatura, svjetlo, tlak, valovi...
2. Kemijski	Kisik, pH, hranjive soli...
3. Biološki	Predacija, kompeticija, mutualizam...
1. Ovisni o gustoći	Hrana, kompeticija, predacija...
2. Neovisni o gustoći	Temperatura, vjetar, salinitet...
1. Uvjeti (stanja)	Ne konzumiraju se: temperatura, ph, zagađivala, erupcije, uragani, vlažnost, valovi, struje, vjetar...
2. Resursi	Konzumiraju se: voda, hrana, energija, prostor, spolni partner...



ŽIVOT NA KOPNU

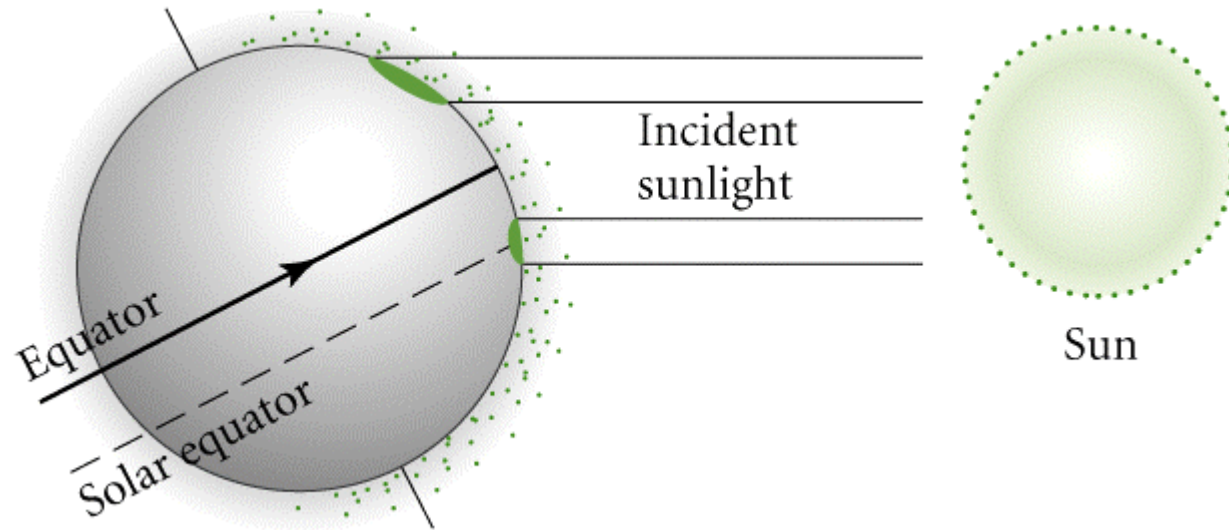
Klima i topografija

- Na globalnoj razini varijacije fizičkog okoliša potječu od dvije kategorije faktora: **klima i topografija**
- Površina Zemlje i atmosfera iznad nje ponašaju se kao divovski toplinski stroj (vrijede zakoni termodinamike)
- Klima na Zemlji određena je apsorpcijom energije od sunca i njenom redistribucijom po cijelom globusu
- Kako površina Zemlje varira (gole stijene, mora, šume itd) tako varira i njena sposobnost apsorpcije sunčeva zračenja, čime se stvara raznolikost u zagrijavanju i hlađenju njene površine
- Toplinska energija apsorbirana od Zemlje ponovo zrači natrag u svemir, ali prije toga obavlja posao evaporacije vode, te pokreće procese cirkulacije zračnih i oceanskih masa
- Svi ovi faktori stvorili su veliku raznolikost fizičkih uvjeta na Zemlji, koji su opet uzrokovali raznolikost bioma i ekosistema

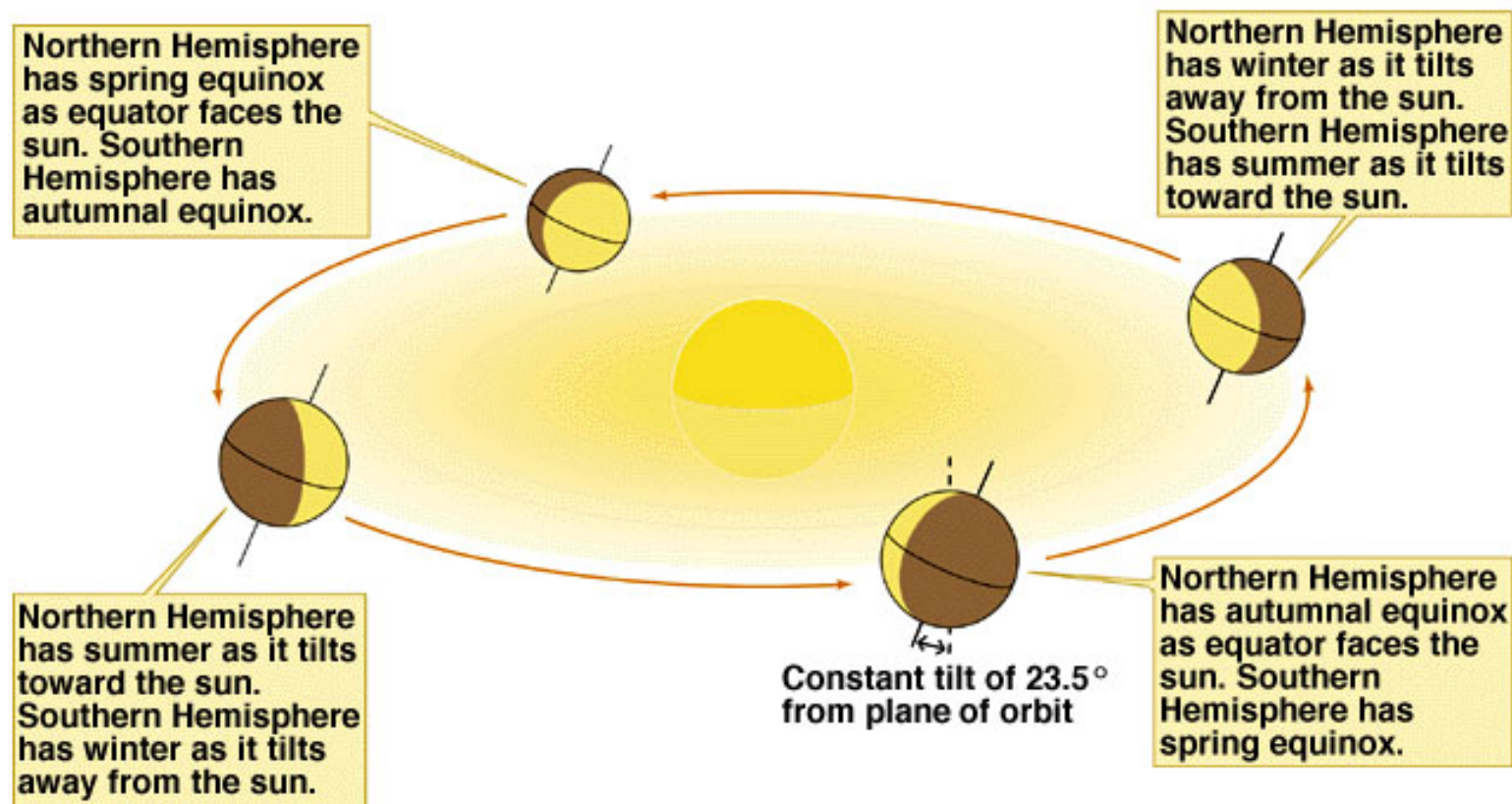


Nagnutost
Zemljine osi
i njena
rotacija oko
sunca
definiraju
količinu
sunčevog
zračenja koje
dospijeva do
Zemljine
atmosfere

Varijacije klime duž geografske širine rezultat su nejednolikog zagrijavanja Zemlje čemu doprinose njen sferični oblik kao i nagnutost njene osi

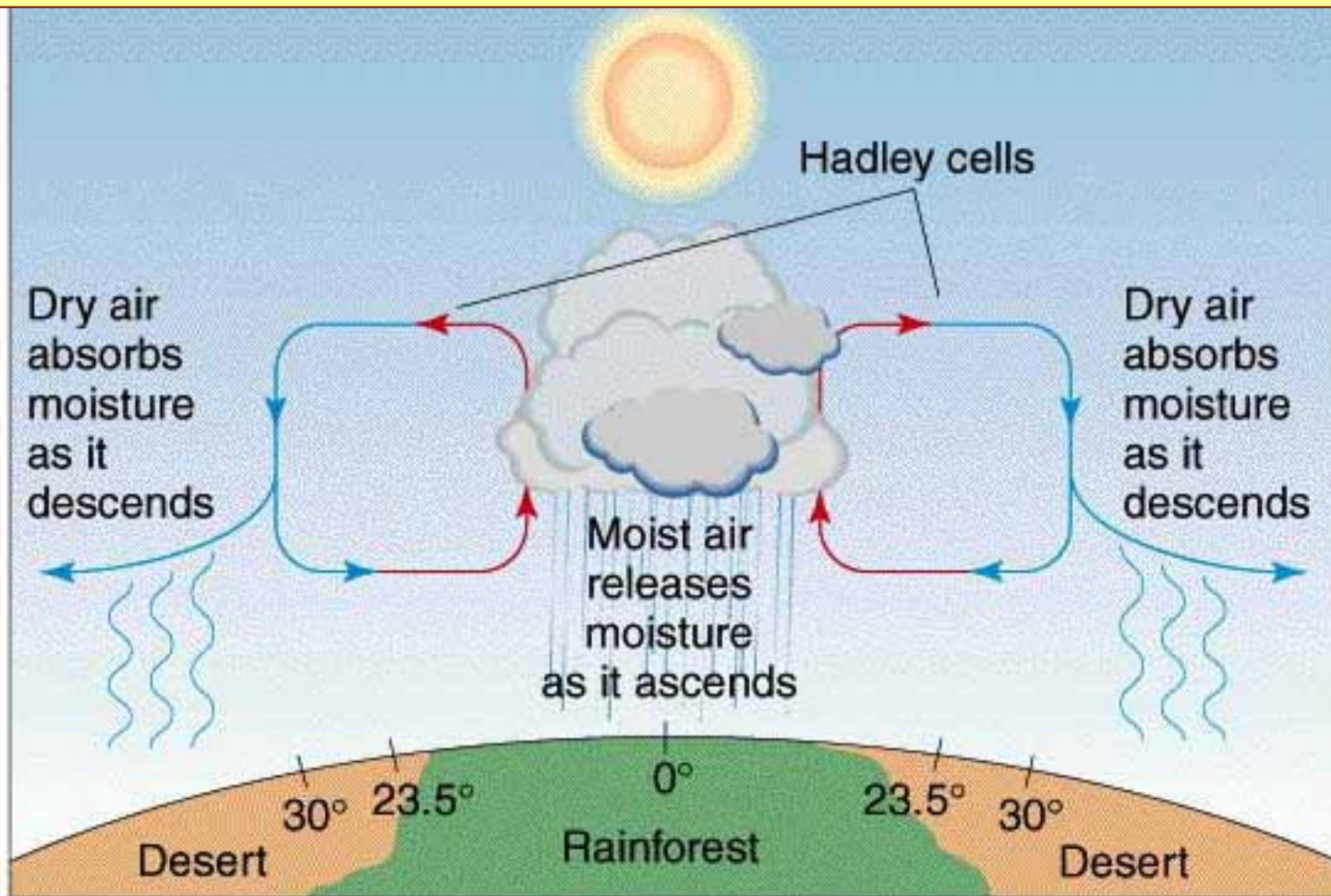


The seasons in the Northern and Southern Hemispheres.

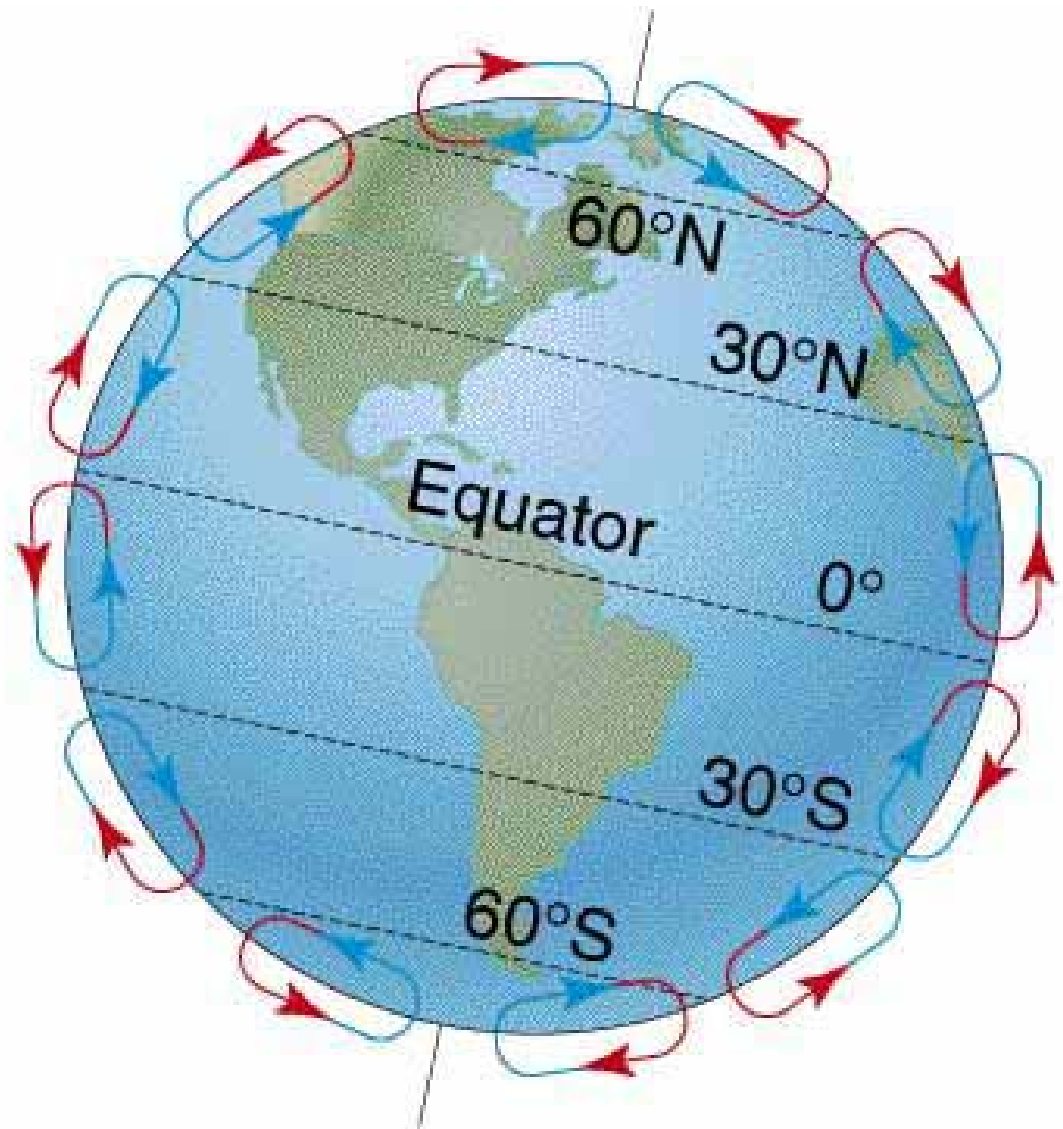


Izmjene godišnjih doba na sjevernoj i južnoj hemisferi rezultat su nagutosti Zemljine osi i položaja Zemlje prema Suncu

Vlažan i vrući zrak se na ekvatoru podiže u visinu, tamo se hladi, vodena para se kondenzira i pada na Zemlju u obliku kiše. To klimu na ekvatoru čini vlažnom i omogućava rast tropskih kišnih šuma. Suhi ohlađeni zrak se potom spušta iznad površine Zemlje na oko 30° sjeverne i južne geografske širine i izvlači svu vlagu s tla. To je razlog da su upravo na ovim geografskim širinama prisutne pustinje



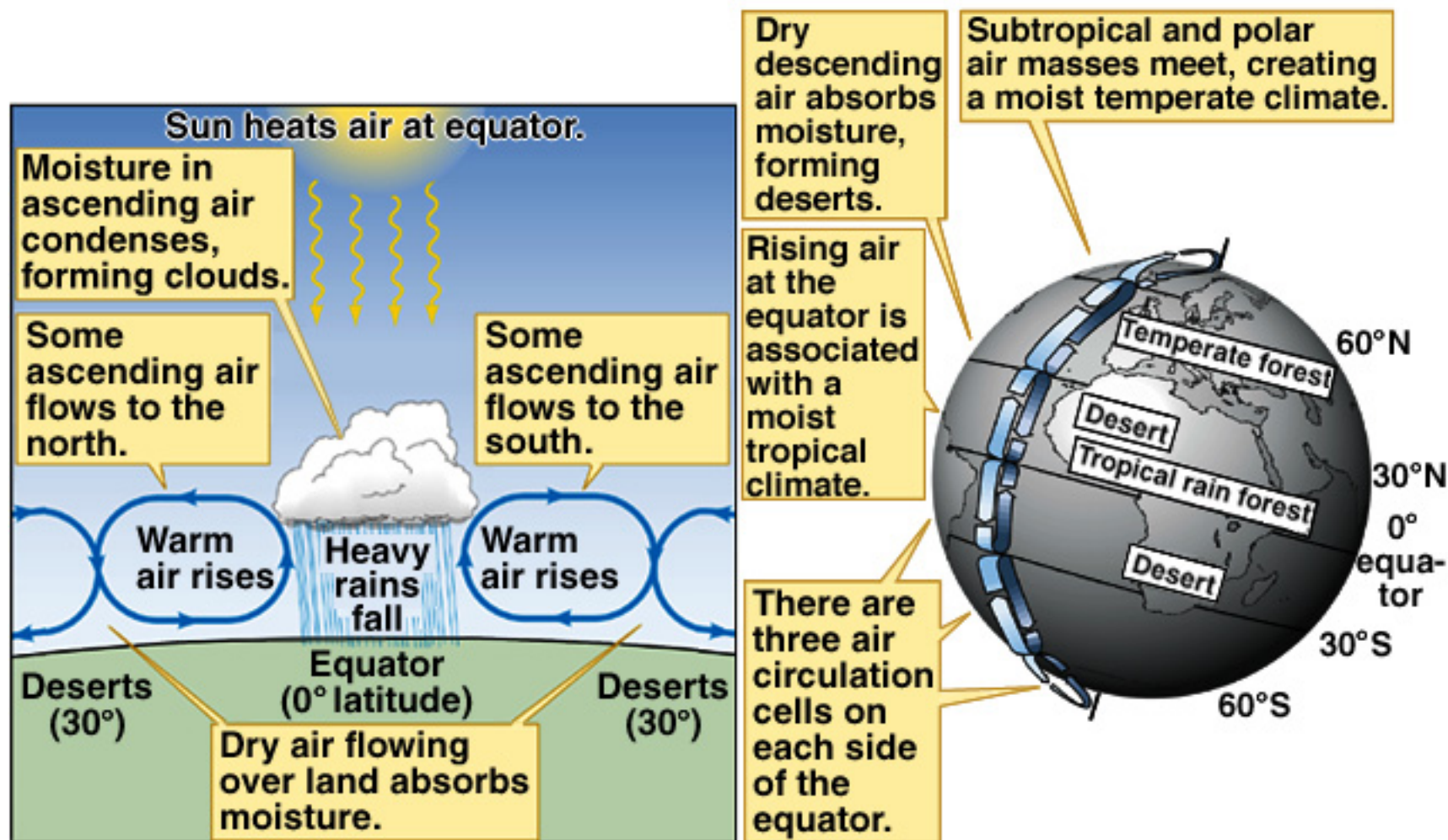
Sa svake strane
ekvatora postoje
tri ovakva
kružna gibanja
zraka

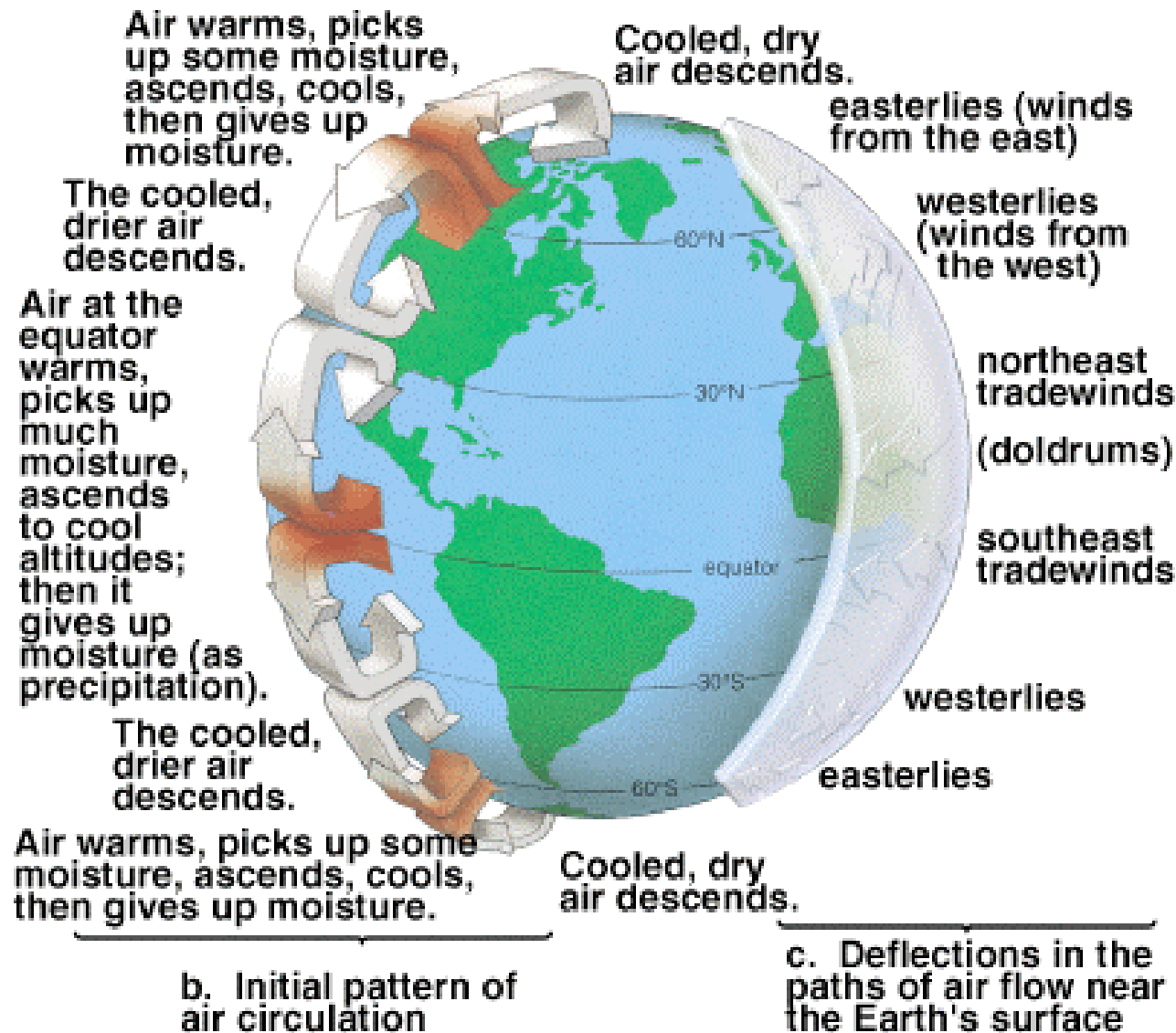


(b) Global air flow patterns

M. Šolić: Osnove ekologije

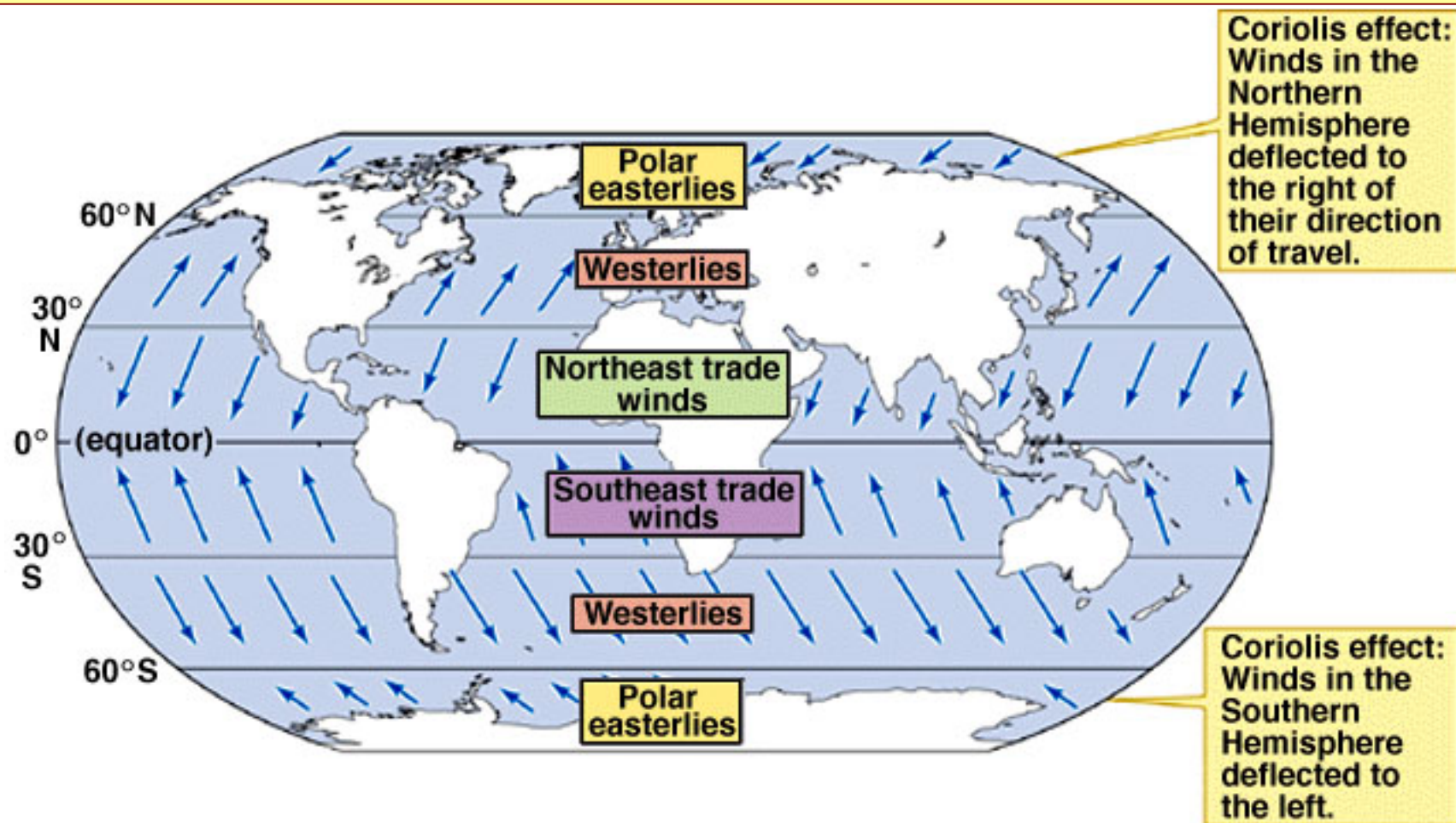
Tamo gdje se susreću subtropska i polarna zračna masa stvara se vlažna umjereno topla klima gdje rastu listopadne šume. To je osobito izraženo na sjevernoj hemisferi, budući da je na južnoj hemisferi u tom pojasu vrlo malo kopna.

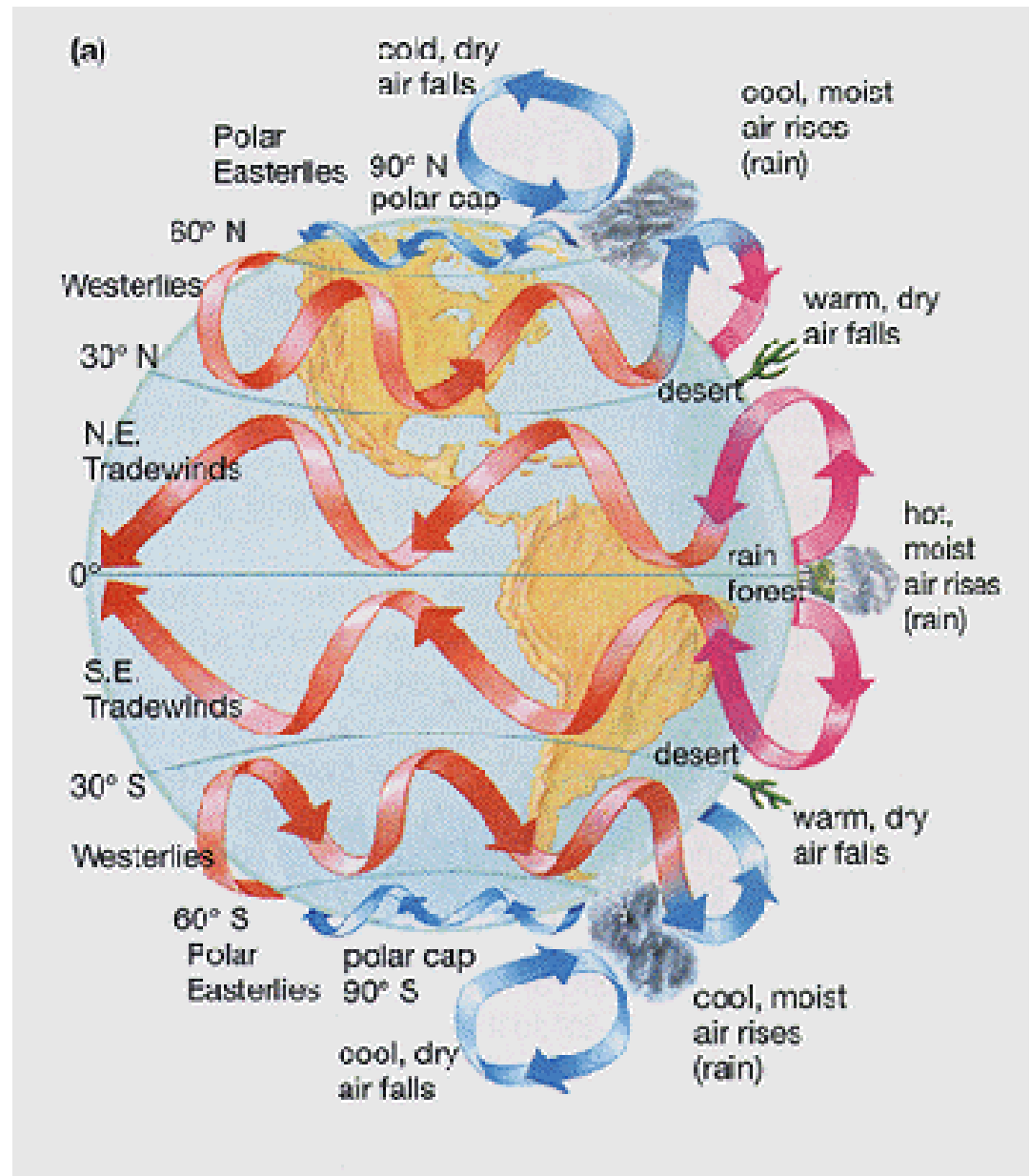




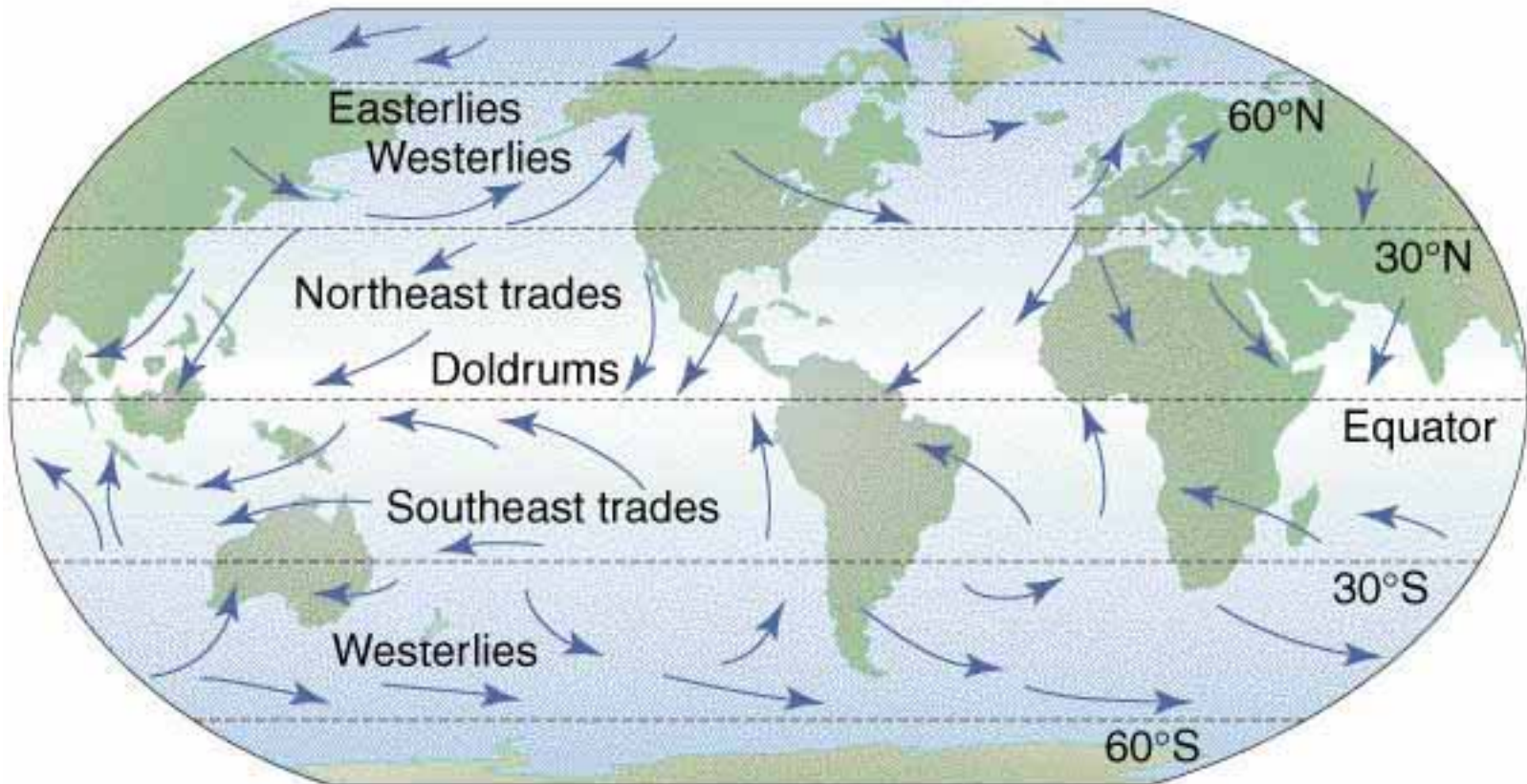
Početni obrazac cirkulacije zraka na Zemlji doživljava zakretanje kada se približi površini Zemlje

Coriolisova sila (sila uslijed rotacije Zemlje) zakreće vjetar na sjevernoj hemisferi prema desno u odnosu na smjer puhanja, a na južnoj hemisferi prema lijevo



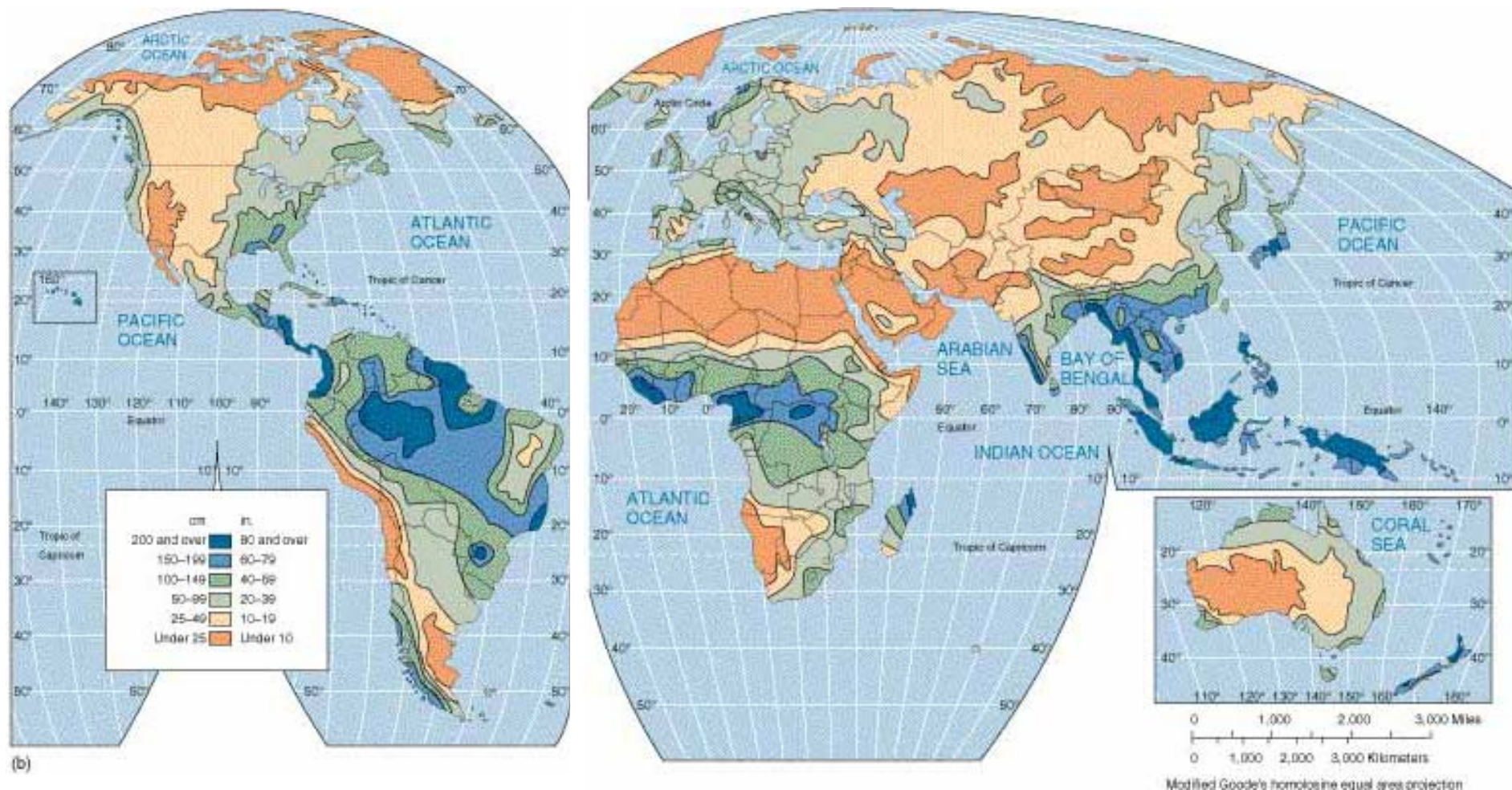


Krajnji rezultat obaju procesa, ciklusa vertikalnog kruženja zraka i zakretanja pod utjecajem Coriolisove sile, je obrazac gibanja stalnih vjetrova na Zemlji

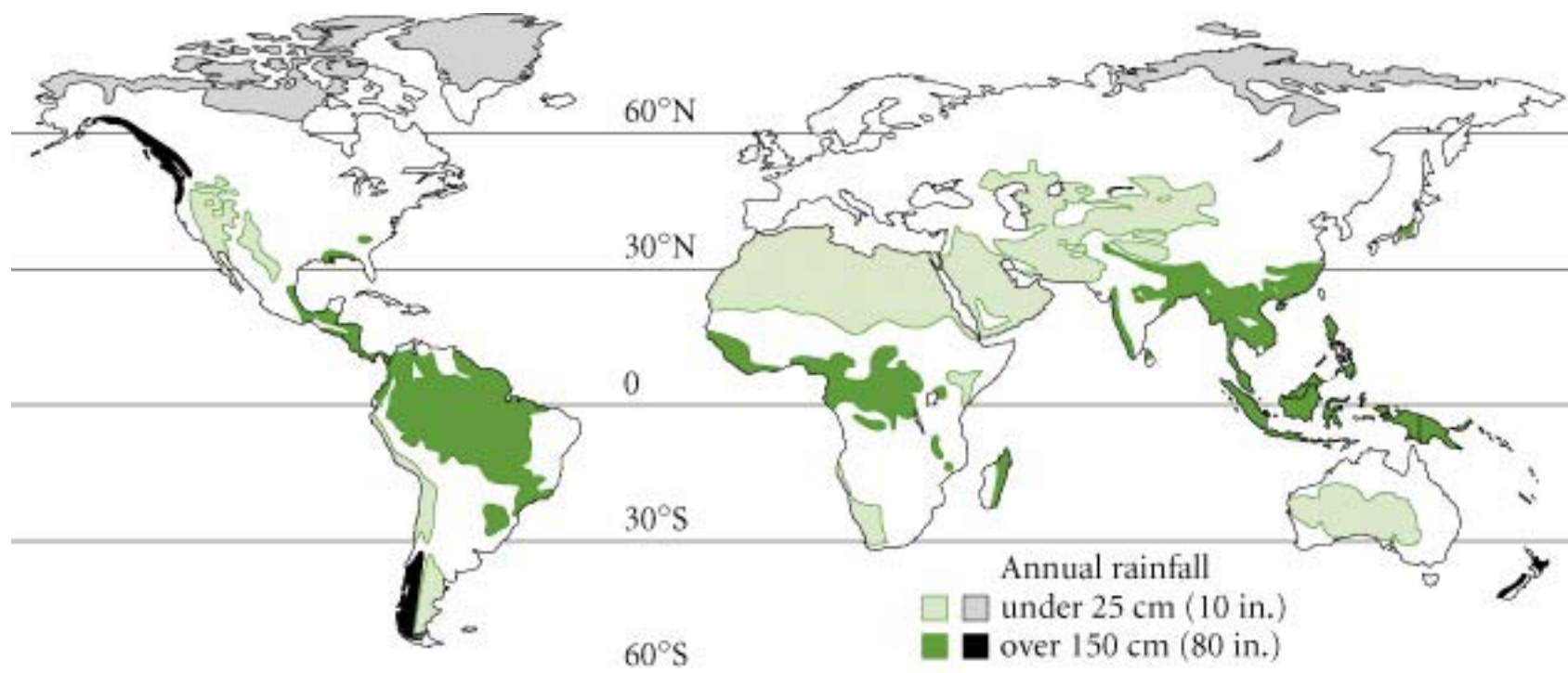


(c) Global trade winds

Navedeni obrasci gibanja zraka rezultiraju najvećom količinom oborina u ekvatorijalnom pojasu, a najmanjom u pojasevima oko 30° sjeverno i južno od ekvatora ...



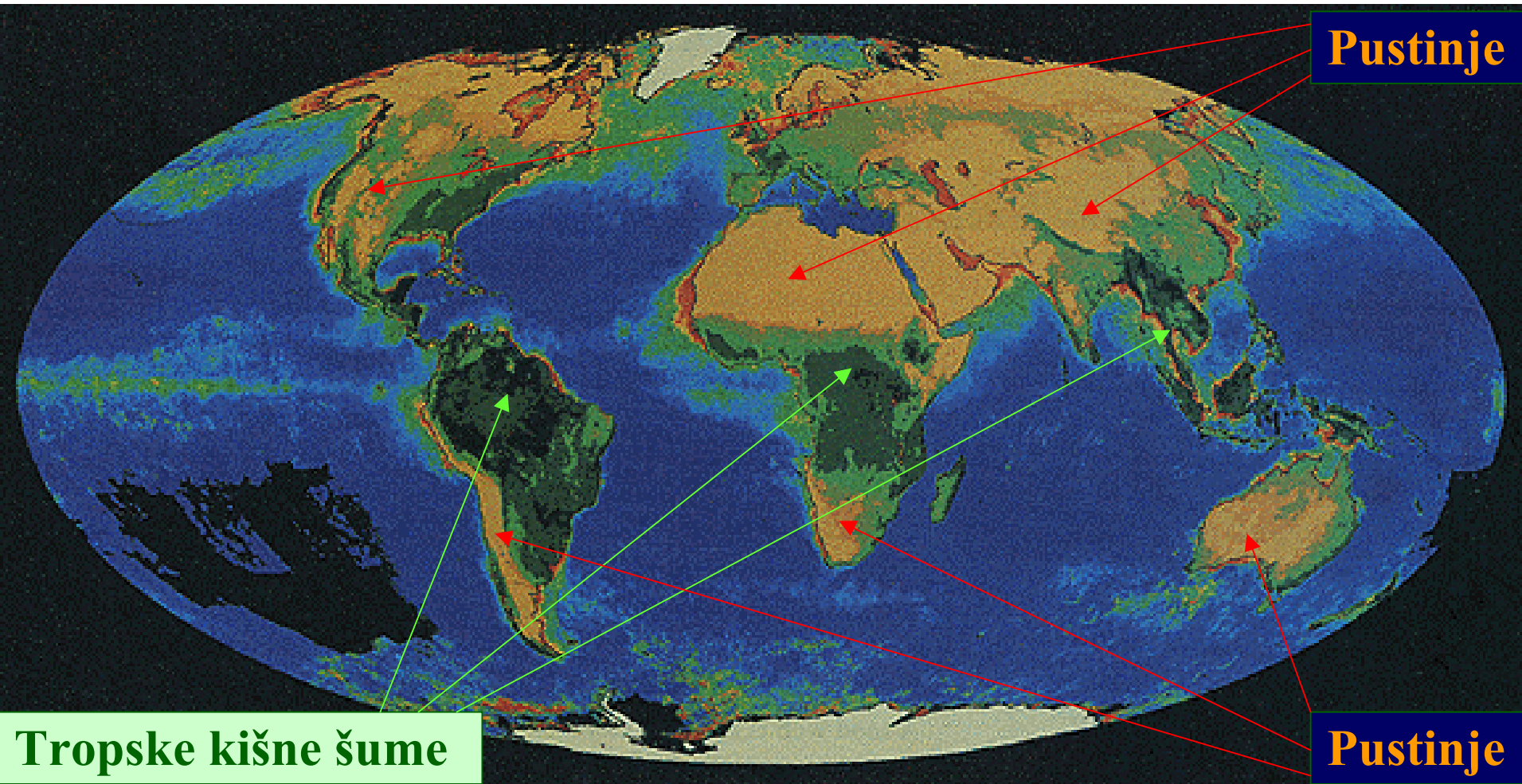
... što se odražava na raspored većine tropskih kišnih šuma i pustinja na Zemlji



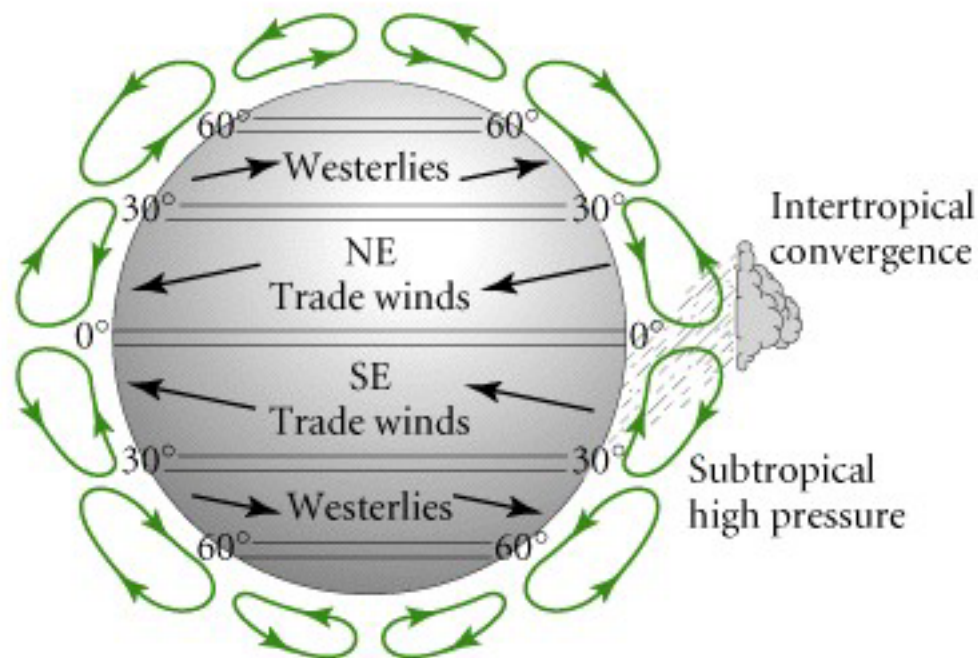
Raspored glavnih pustinja na Zemlji (< 25 cm/god) pokazuje da su one uglavnom smještene na oko 30° sjeverno i južno od ekvatora

Većina tropskih kišnih šuma smještena je u blizini ekvatora

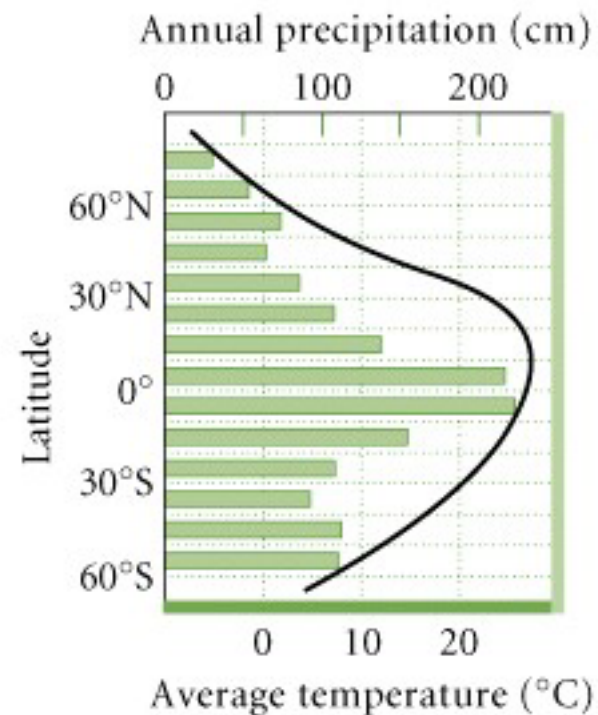
Raspored tropskih kišnih šuma i pustinja na Zemlji



Klima na Zemlji ima tendenciju da bude hladna i suha prema polovima, te vruća i vlažna prema ekvatoru

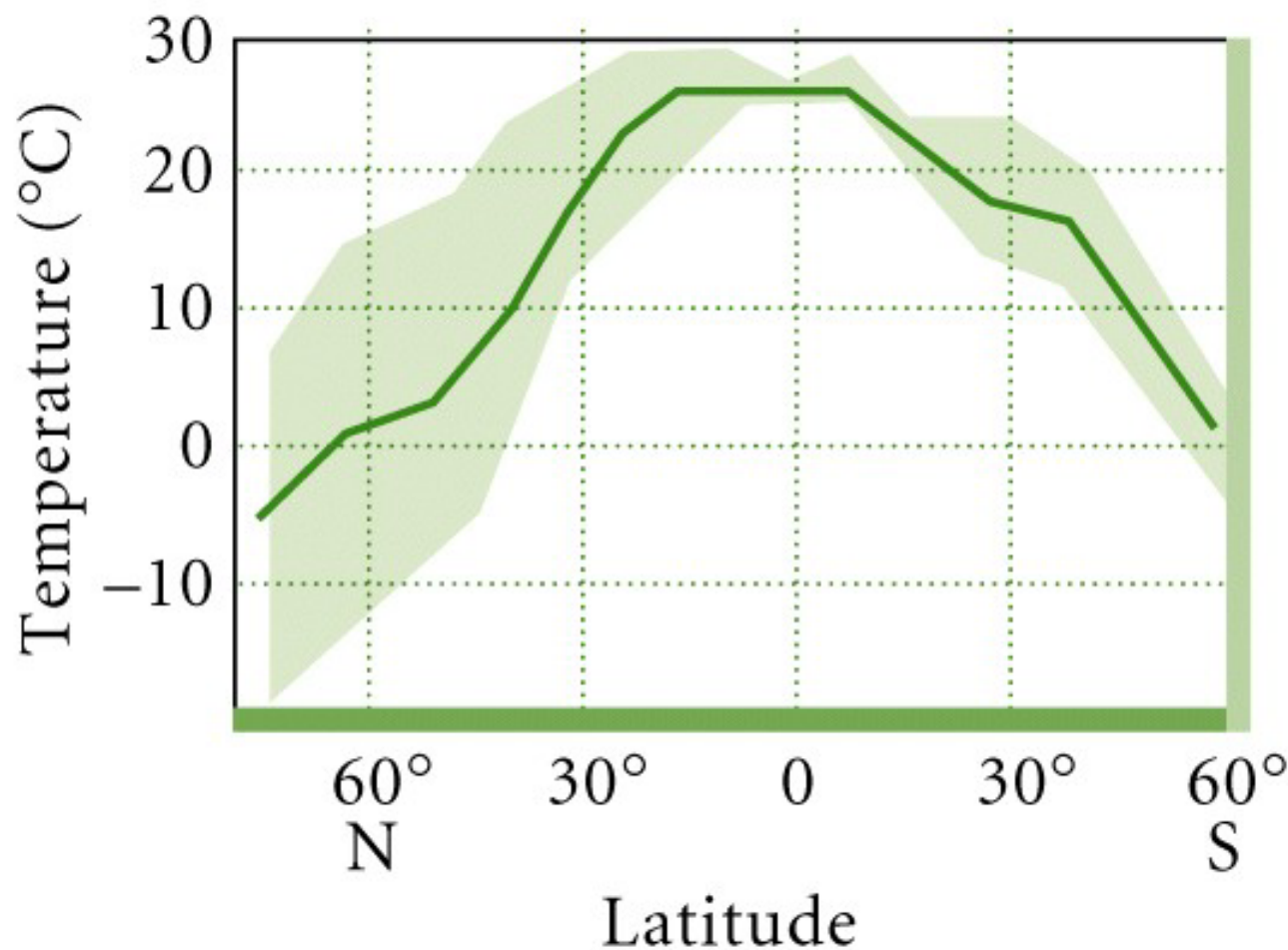


(a)

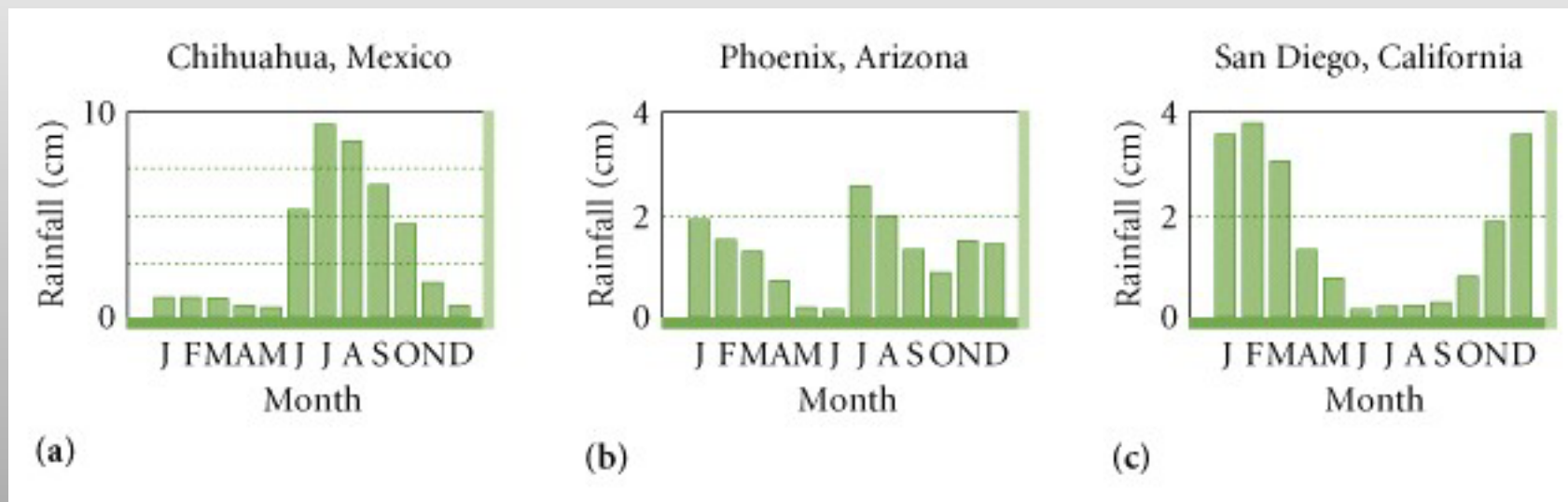


(b)

Sezonska kolebanja temperature rastu s udaljenošću od ekvatora



Sezonske oscilacije u količini oborina na različitim lokacijama

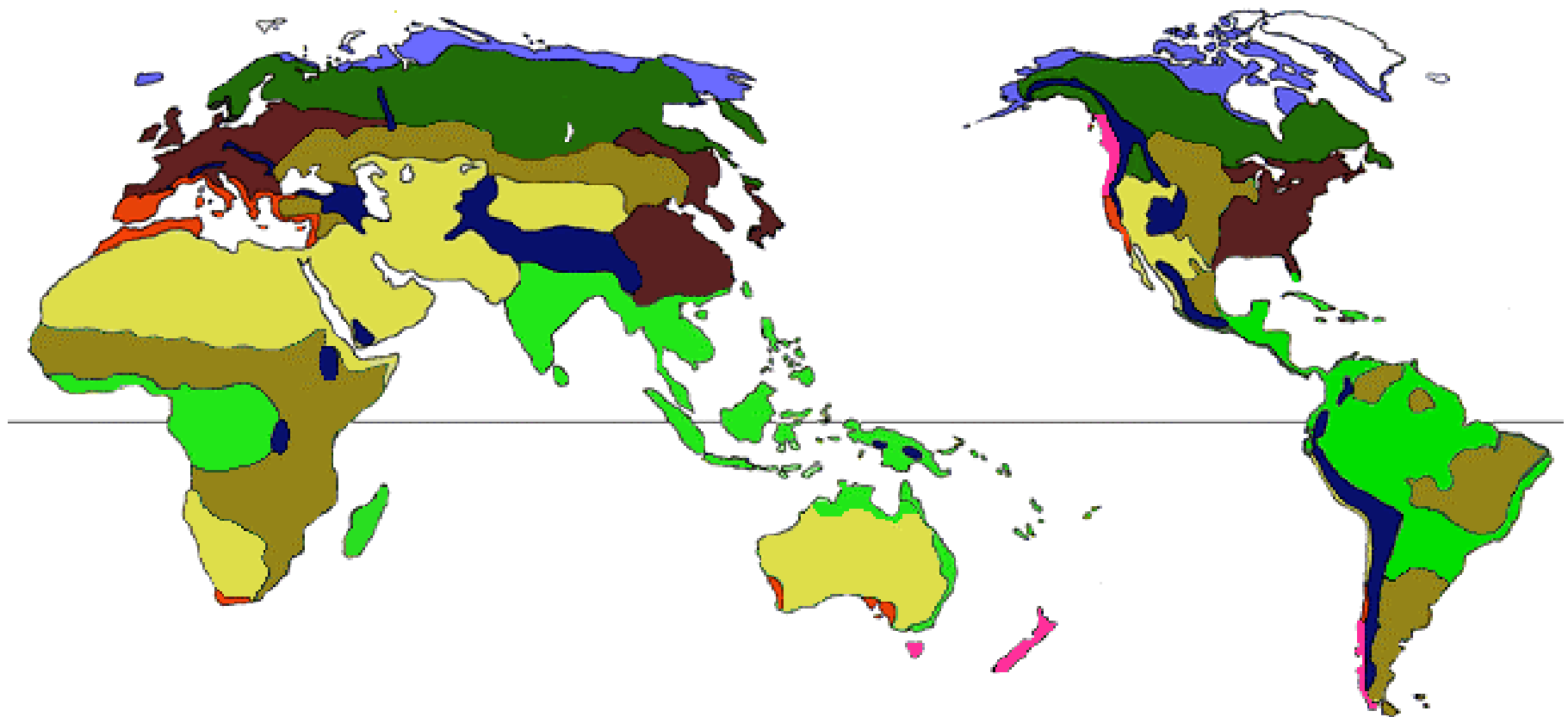


(a) Pustinja u središnjem Meksiku – oborine jedino tijekom ljeta kad je na ovoj lokaciji solarni ekvator

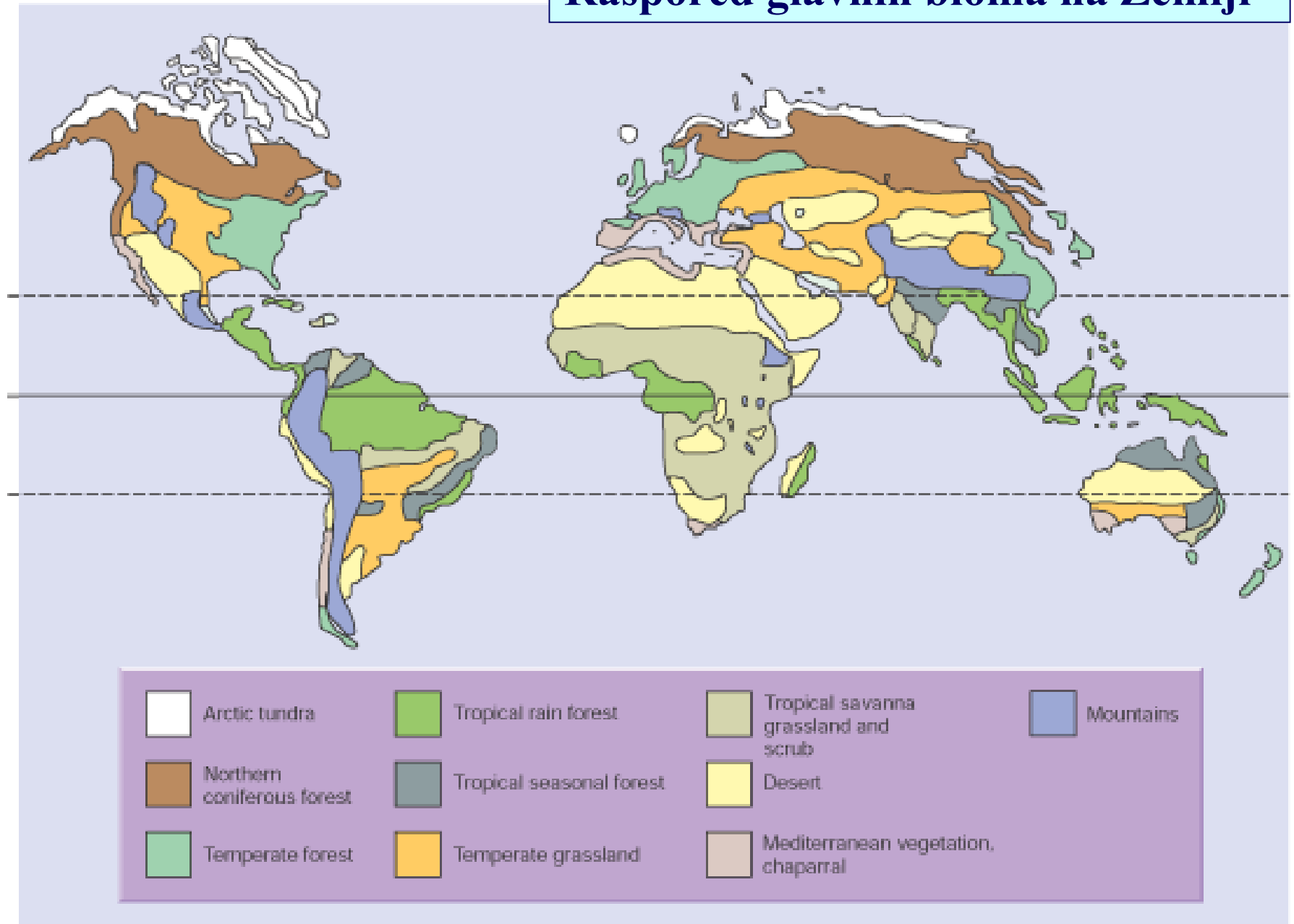
(b) Pustinja Sonoran (Arizona) – tijekom zime vlaga dolazi s Pacifika, a tijekom ljeta kao posljedica solarnog ekvatora

(c) Kalifornija (mediteranska klima) – kišne zime i suha ljeta

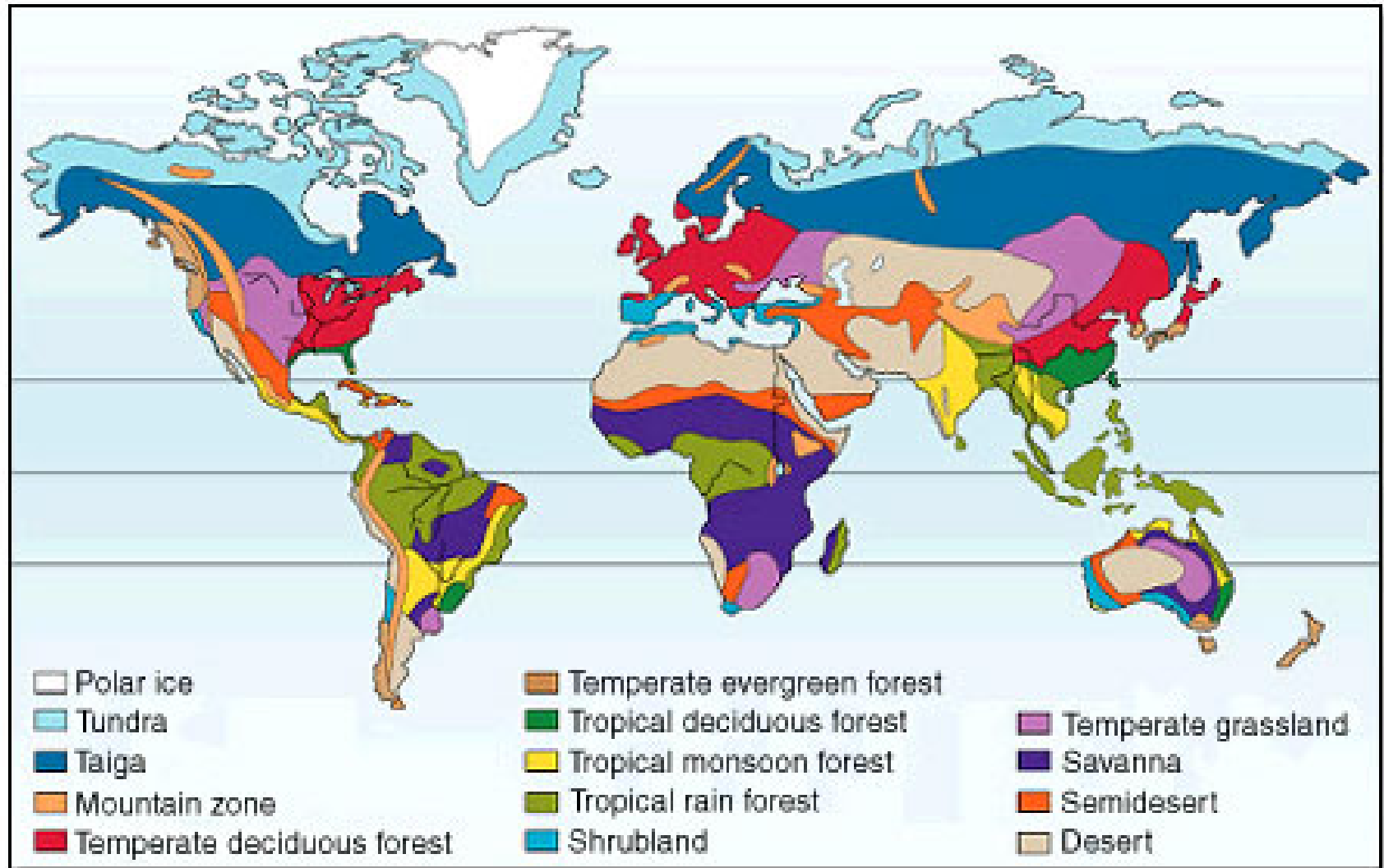
Geografska distribucija kopnenih bioma korespondira s varijacijama klime, u prvom redu s varijacijama temperature i količine oborina



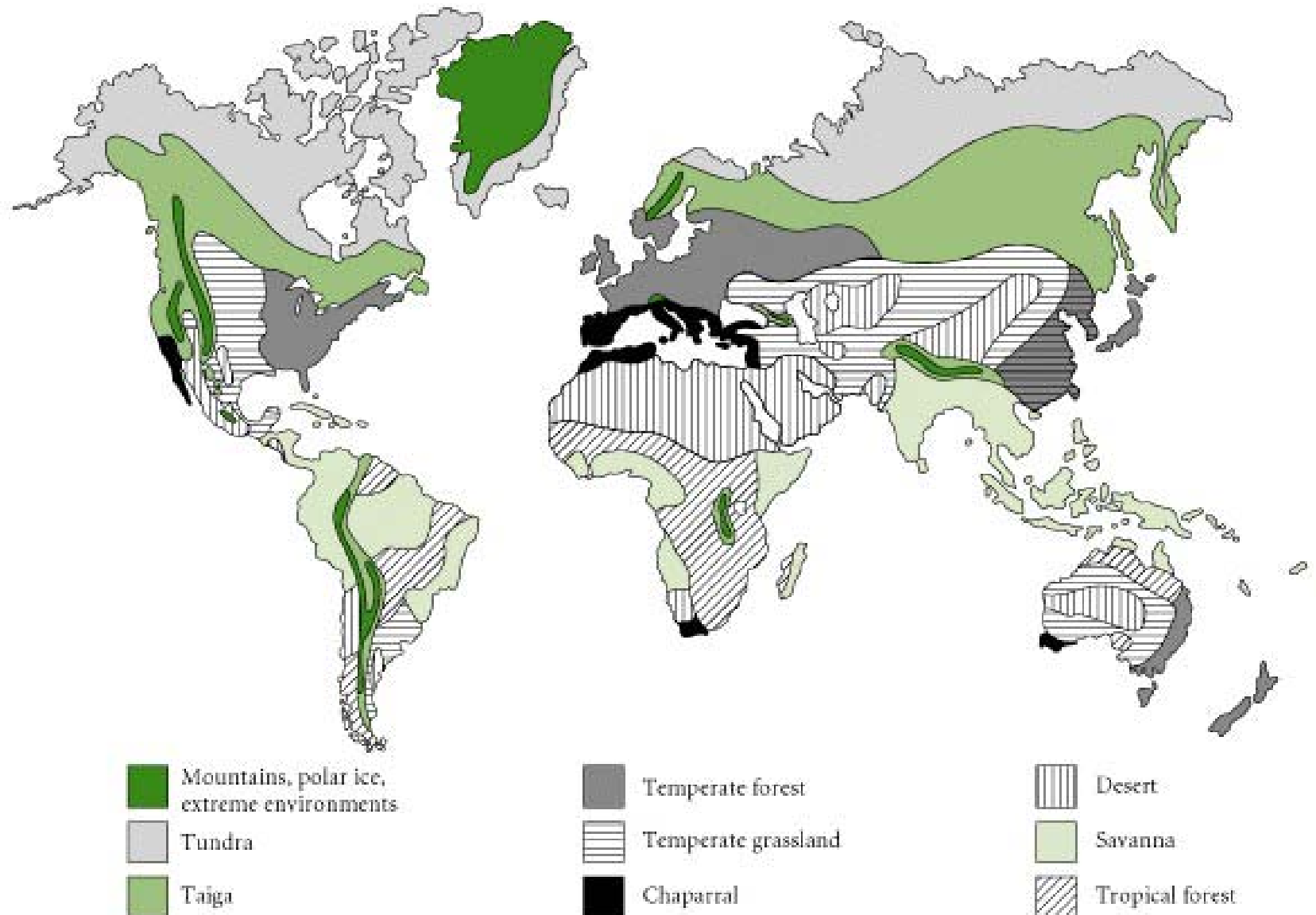
Raspored glavnih bioma na Zemlji



Raspored glavnih bioma na Zemlji



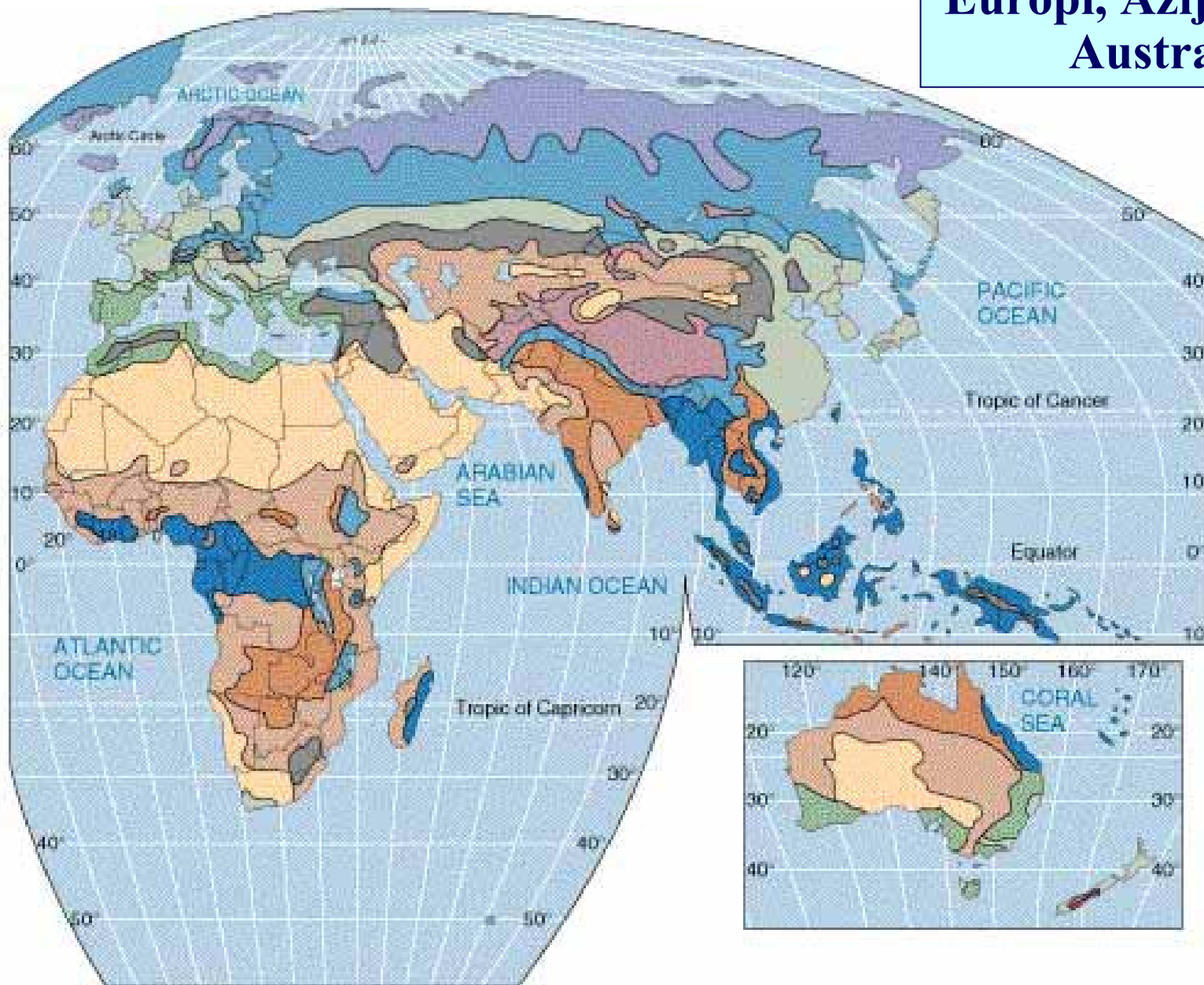
Raspored glavnih bioma na Zemlji



Raspored bioma u Sjevernoj i Južnoj Americi

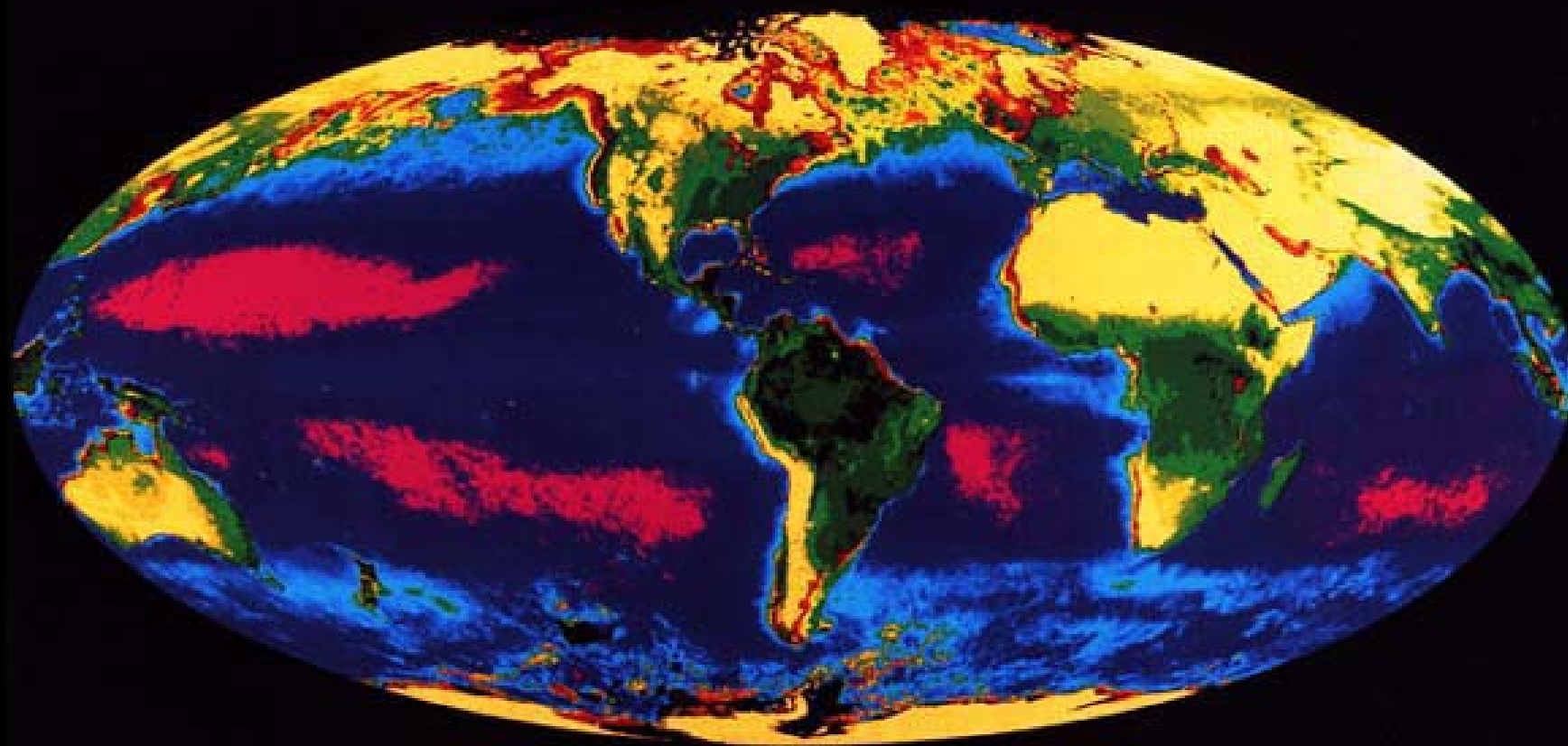


**Raspored bioma u
Europi, Aziji, Africi i
Australiji**



First Image of the Global Biosphere

NIMBUS-7 Satellite, 1978-1986



LAND KEY:

- Tropical forests, very productive temperate forests
- Temperate forests and moist savanna
- Dry savanna, mixed forests, grassland
- Coniferous forests, grasslands
- Semi-arid steppes and tundra
- Barren regions (desert, ice)

OCEAN KEY:

Phytoplankton Pigment Concentration

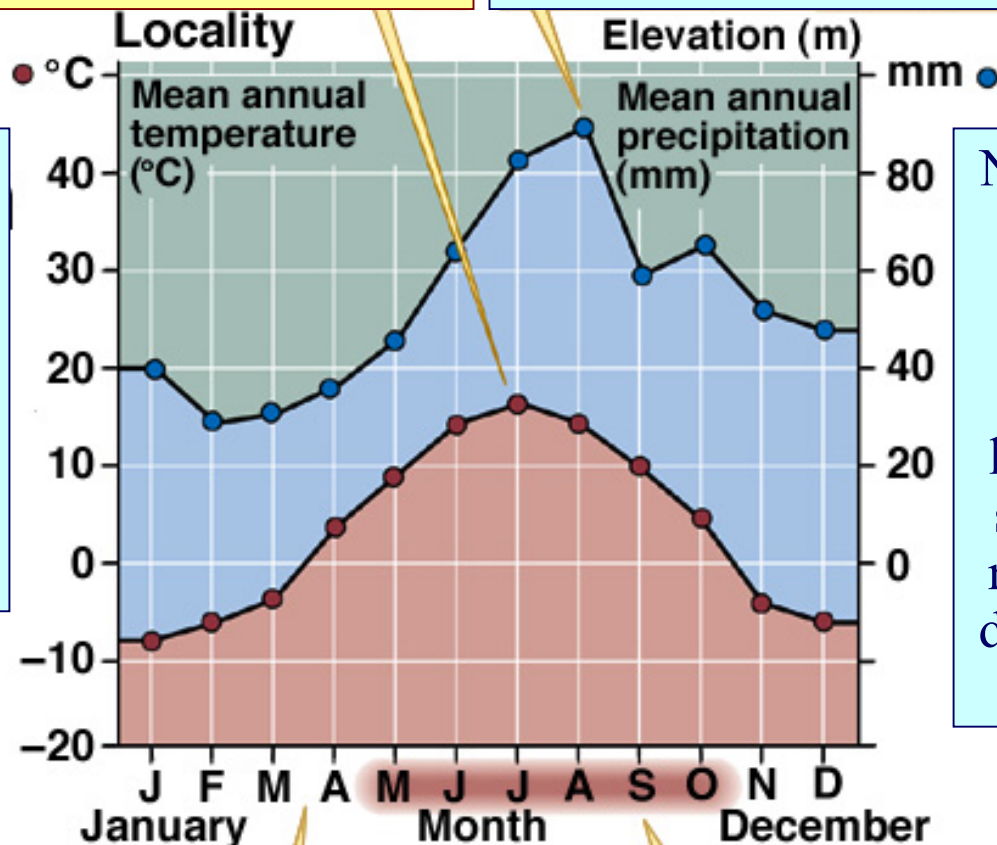


Klimatski dijagram

Srednje mjesečne
temperature

Srednje mjesečne količine
oborina

Klimatski dijagram
(Heinrich Walter,
1985) je praktičan
način za
istraživanje odnosa
između distribucije
kopnene vegetacije
i klime



Na istom su grafu
prikazane
sezonske
promjene
temperature i
količine oborina,
s tim da su skale
različite na način
da 10°C odgovara
20 mm oborina

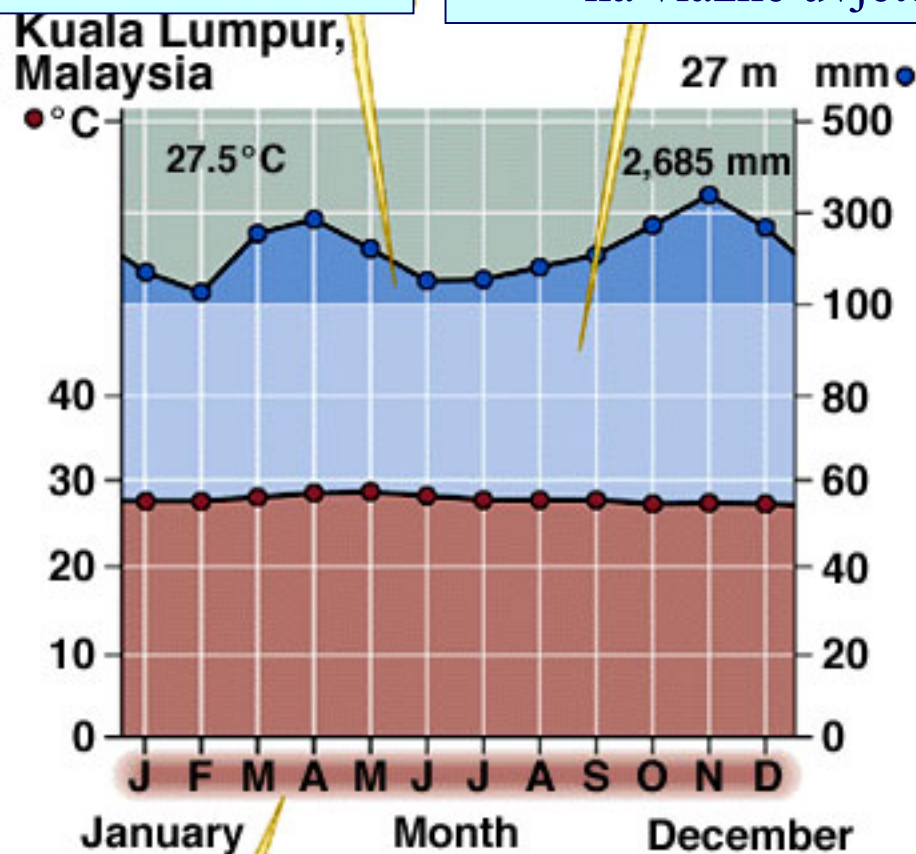
Zasjenjeni su oni mjeseci kod kojih su srednje minimalne temperature iznad točke smrzavanja. Kod mjeseca koji nisu zasjenjeni srednje minimalne temperature su ispod točke smrzavanja

M. Šolić: Osnove ekologije

Tamnije plavo obojenje ukazuje na promjenu skale. Iznad precipitacije od 100 mm, svaki odsječak na vertikalnoj skali iznosi 200 mm

Plavo obojenje pokazuje da krivulja precipitacije leži iznad krivulje temperature, što ukazuje na vlažne uvjete

Klimatski
dijagram za
tropsku
kišnu šumu

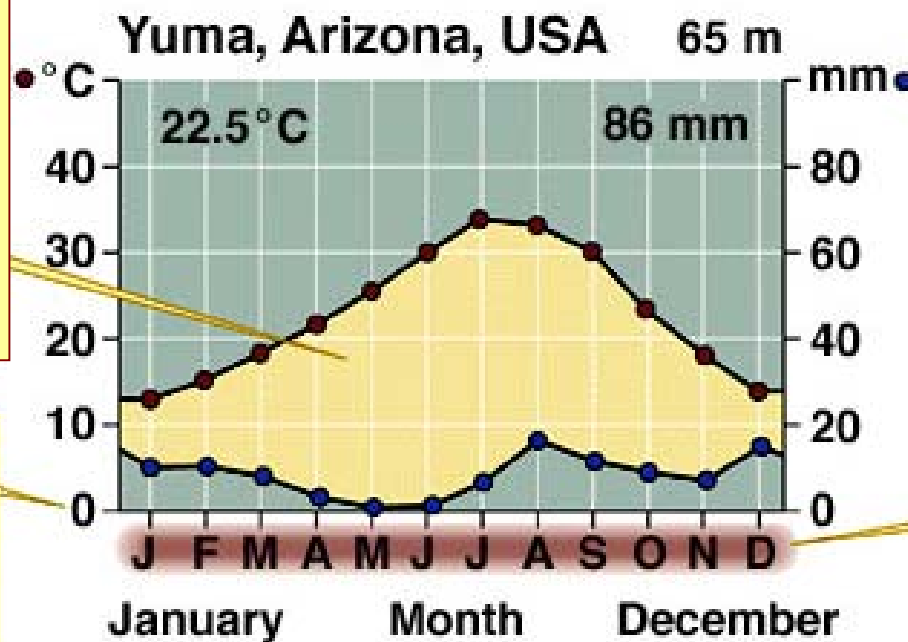


Svi su mjeseci osjenčani što znači da su prosječne minimalne temperature iznad točke smrzavanja tijekom cijele godine

Klimatski dijagram za vruće pustinje

Žuto obojenje pokazuje da krivulja temperature leži iznad krivulje precipitacije, što ukazuje na sušne uvjete

Temperature scale begins at 0°C in climate diagrams for warm climates.



Red shading of all months indicates that average low temperature is above freezing year-round.

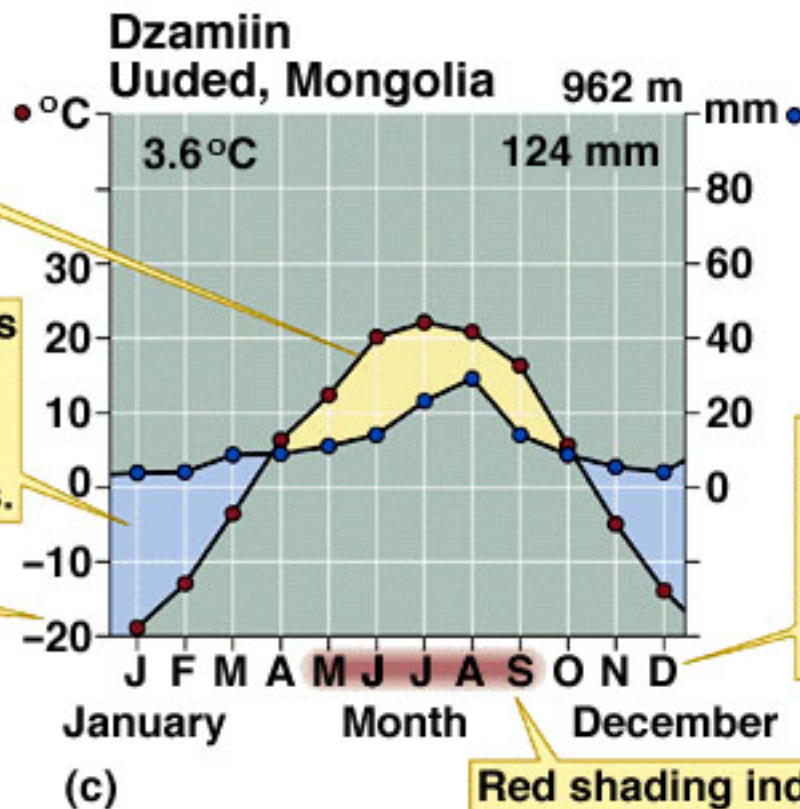
(b)

Klimatski dijagram za hladne pustinje

Gold shading shows that temperature line lies above precipitation line during warm months.

Blue shading shows that temperature line lies below precipitation line during cold months.

Temperature scale originates below 0°C in climate diagrams depicting cold climates.

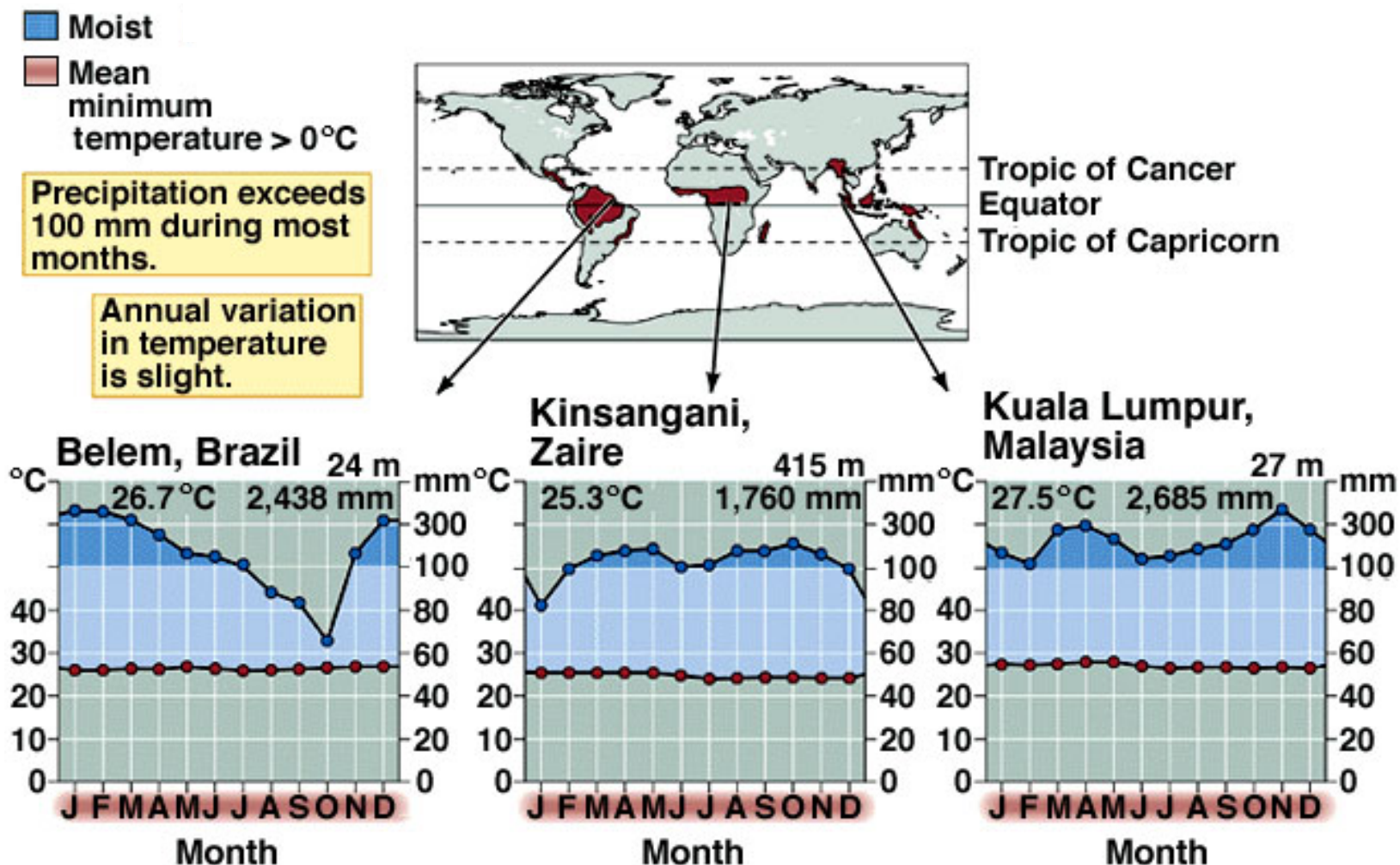


Krivulja temperature leži iznad krivulje precipitacije (sušni uvjeti) tijekom toplih mjeseci, dok je obrnuto (vlažni uvjeti) tijekom hladnih mjeseci

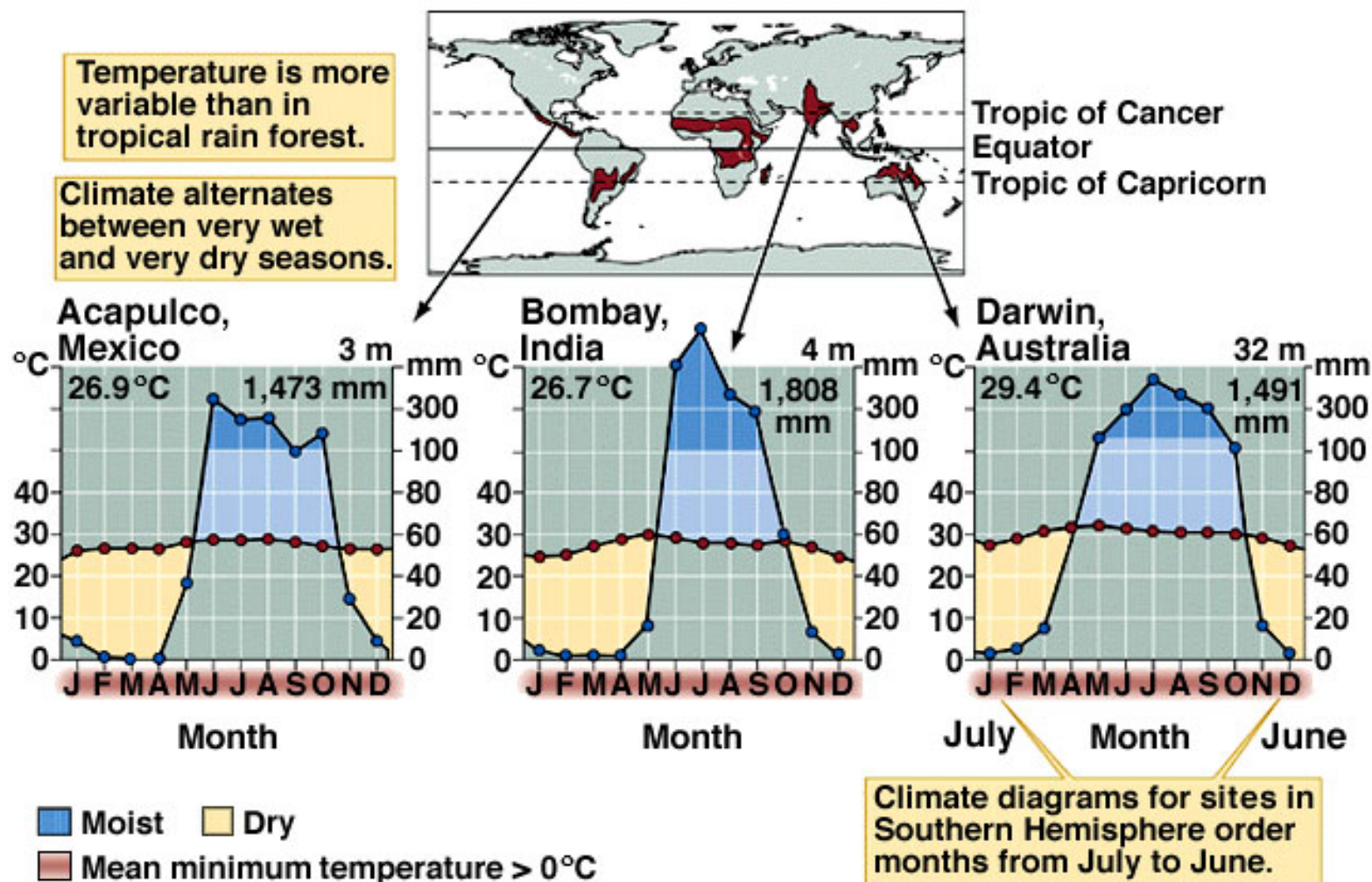
No shading indicates that average minimum temperature is below freezing during January to April and October to December.

Red shading indicates that the average minimum temperature is above freezing during May to September.

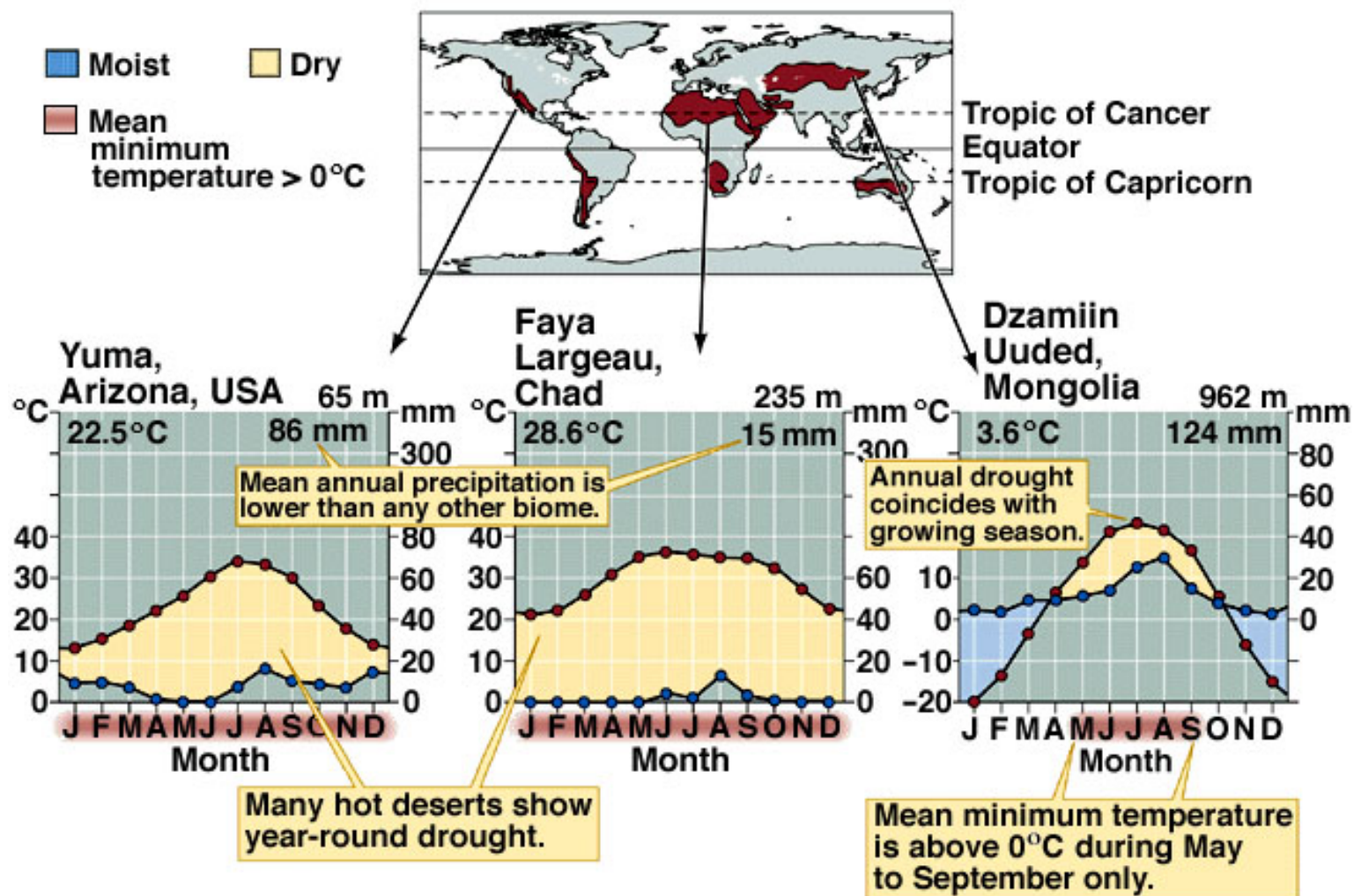
Klimatski dijagrami za tropske kišne šume



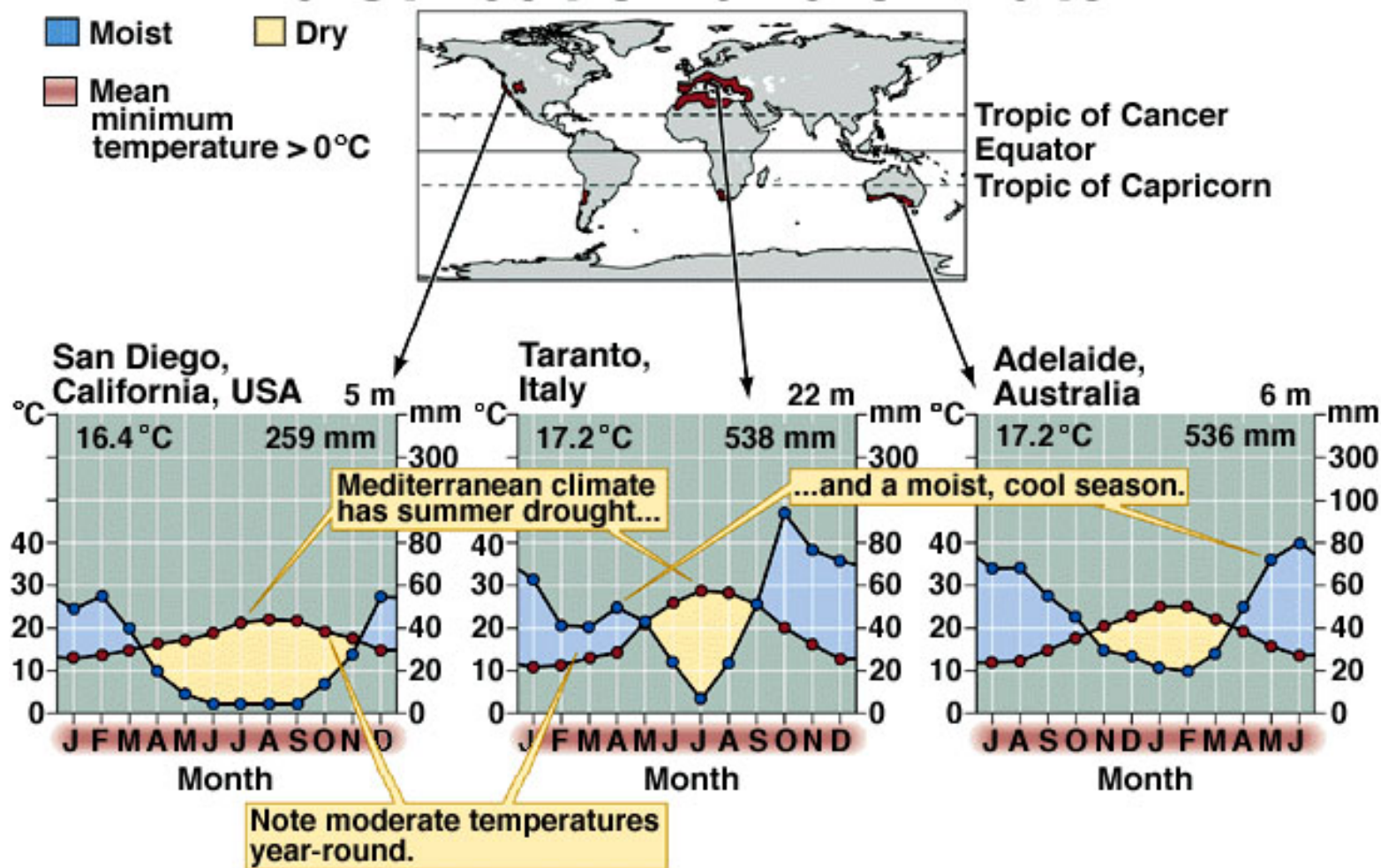
Klimatski dijagrami za tropske suhe šume



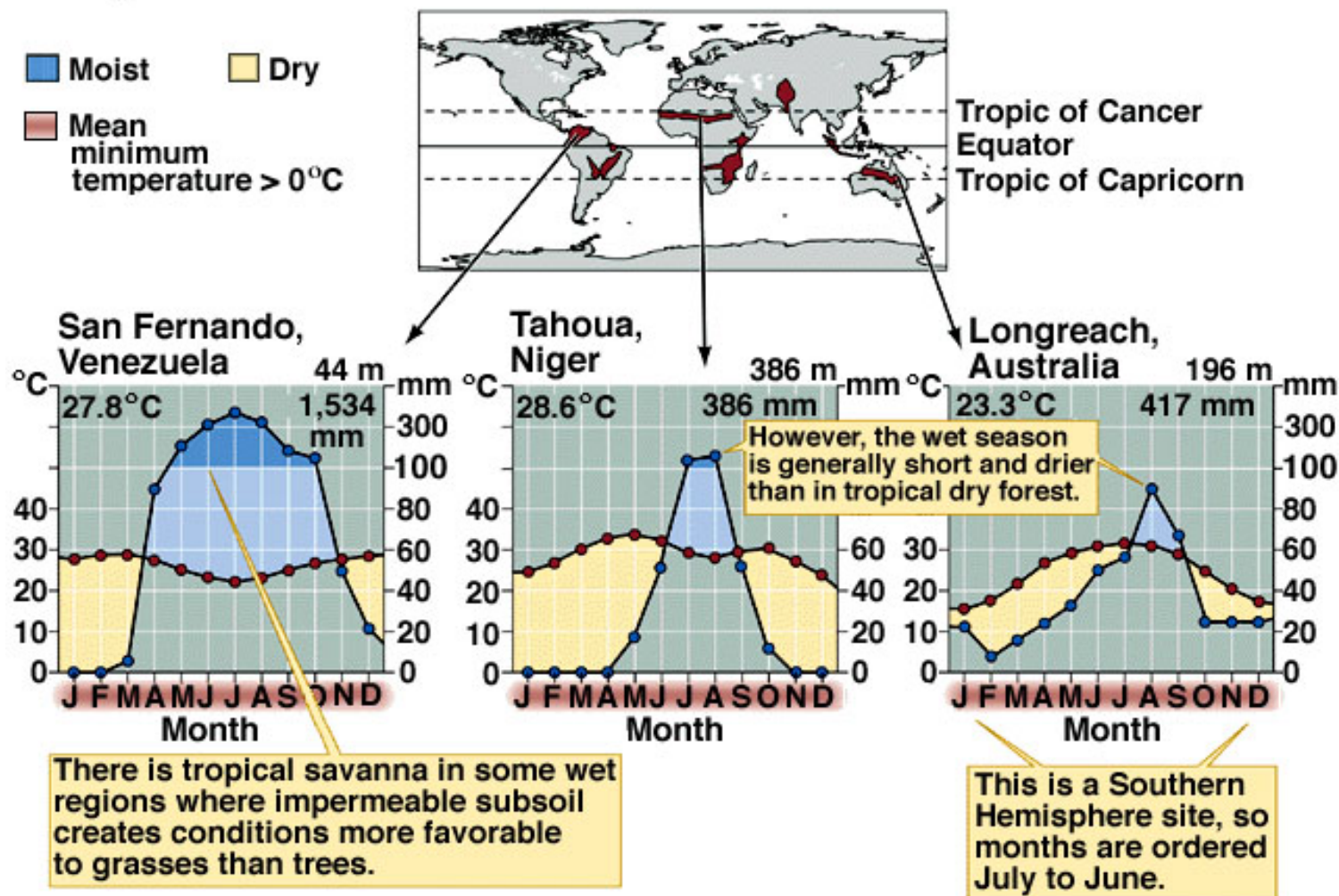
Klimatski dijagrami za pustinje



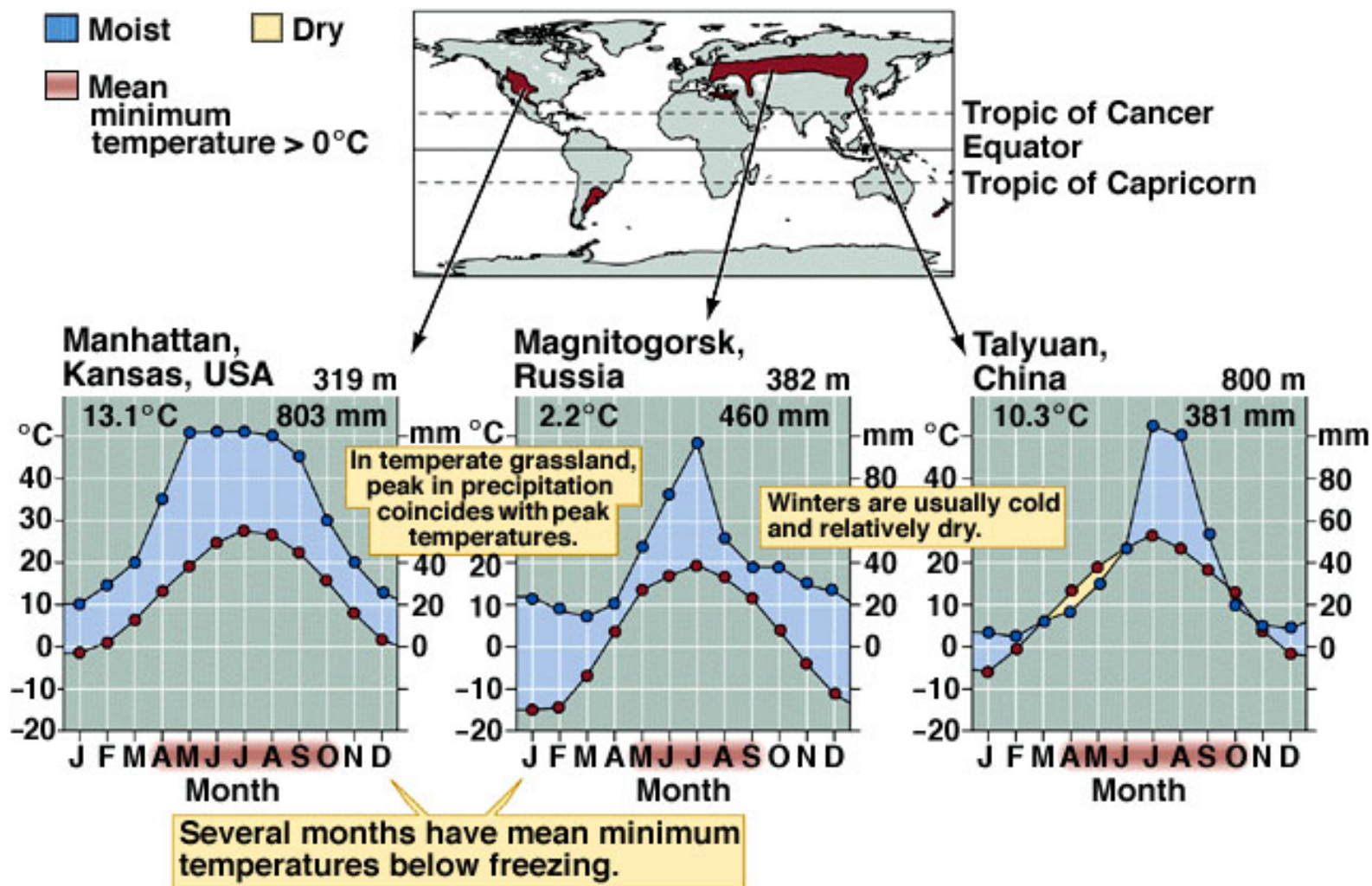
Klimatski dijagrami za mediteranski tip vegetacije (makija, chaparral)



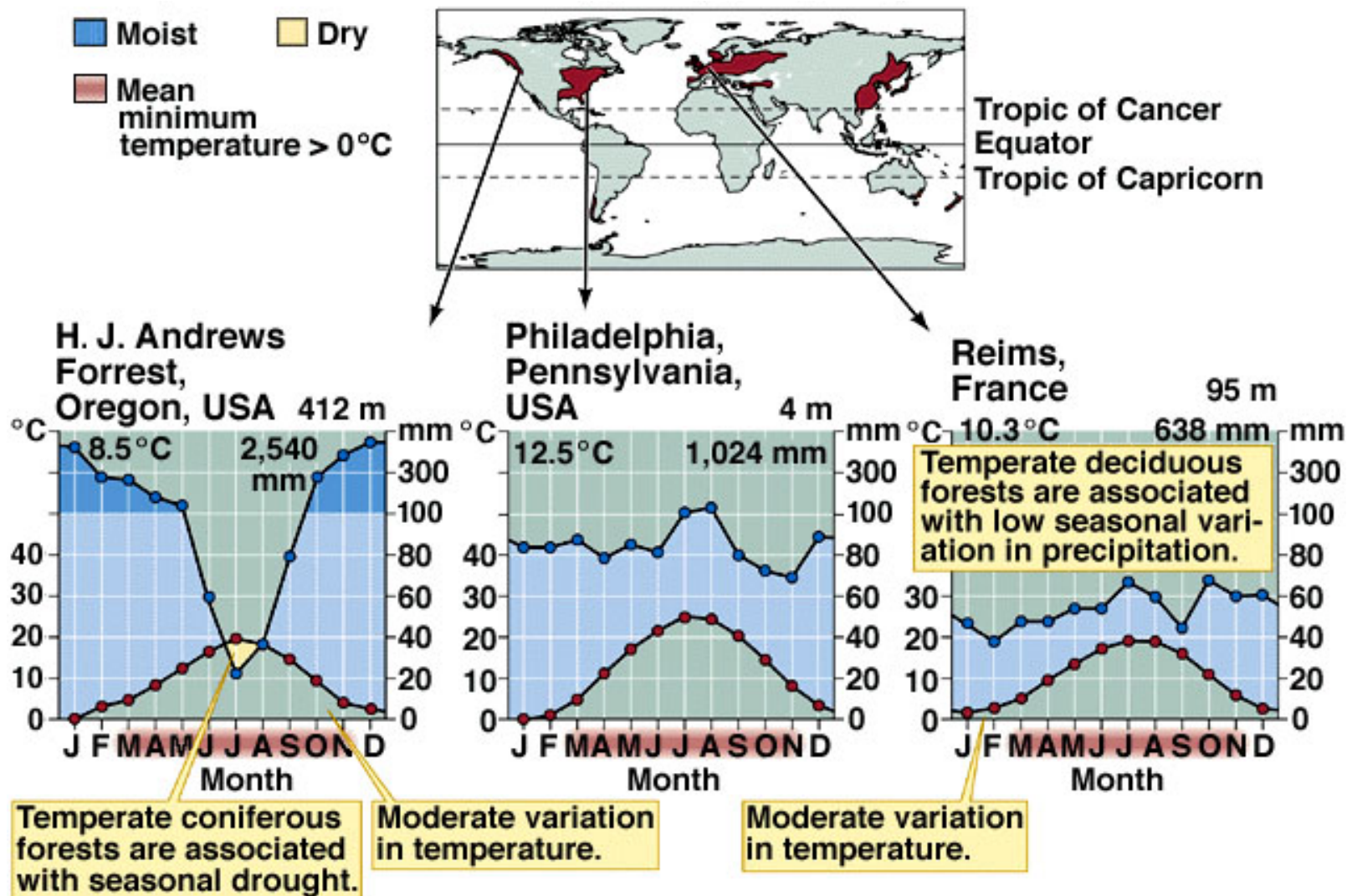
Klimatski dijagrami za tropske savane



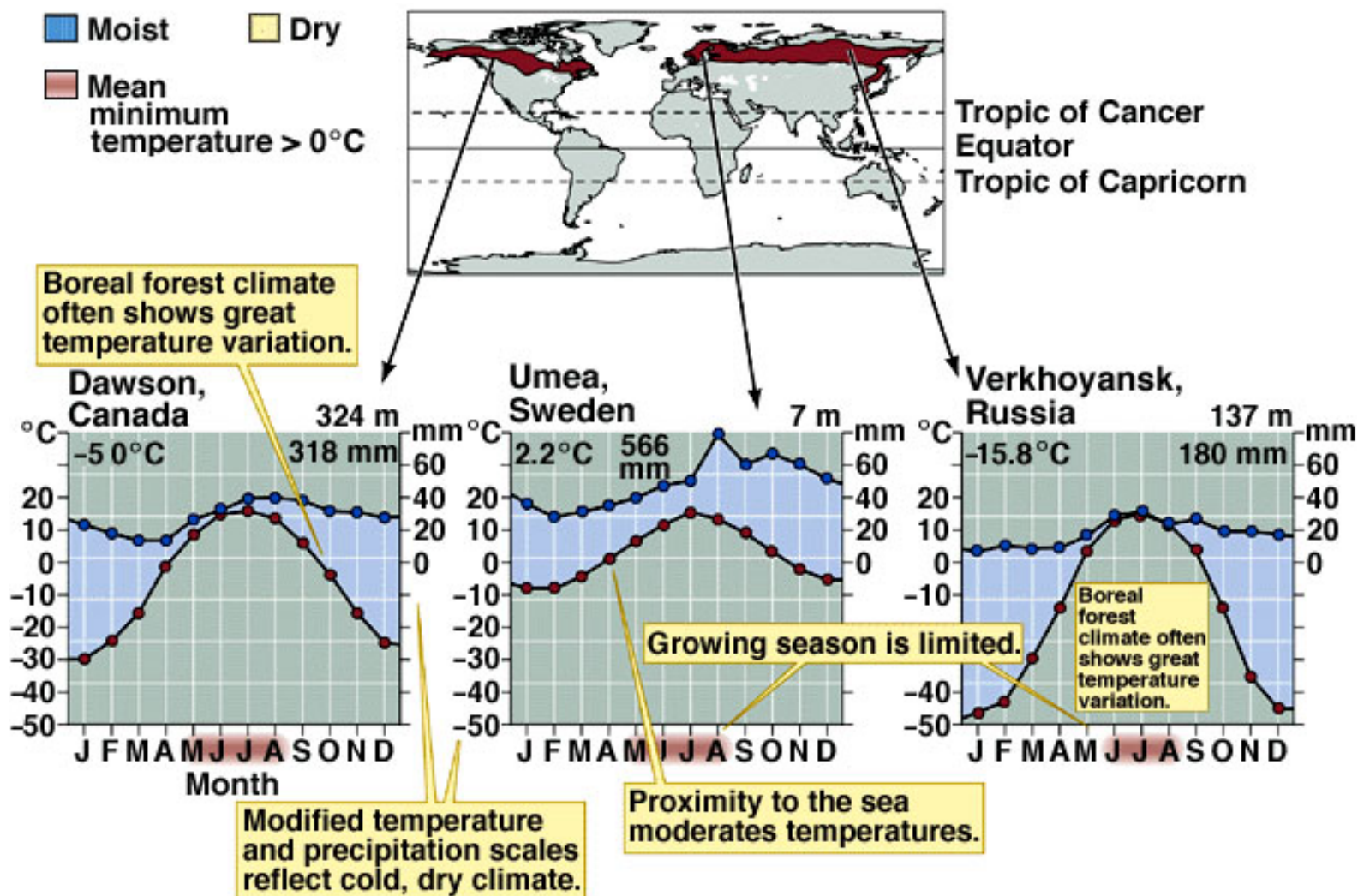
Klimatski dijagrami za travnjake umjerene klime (stepe, prerije)



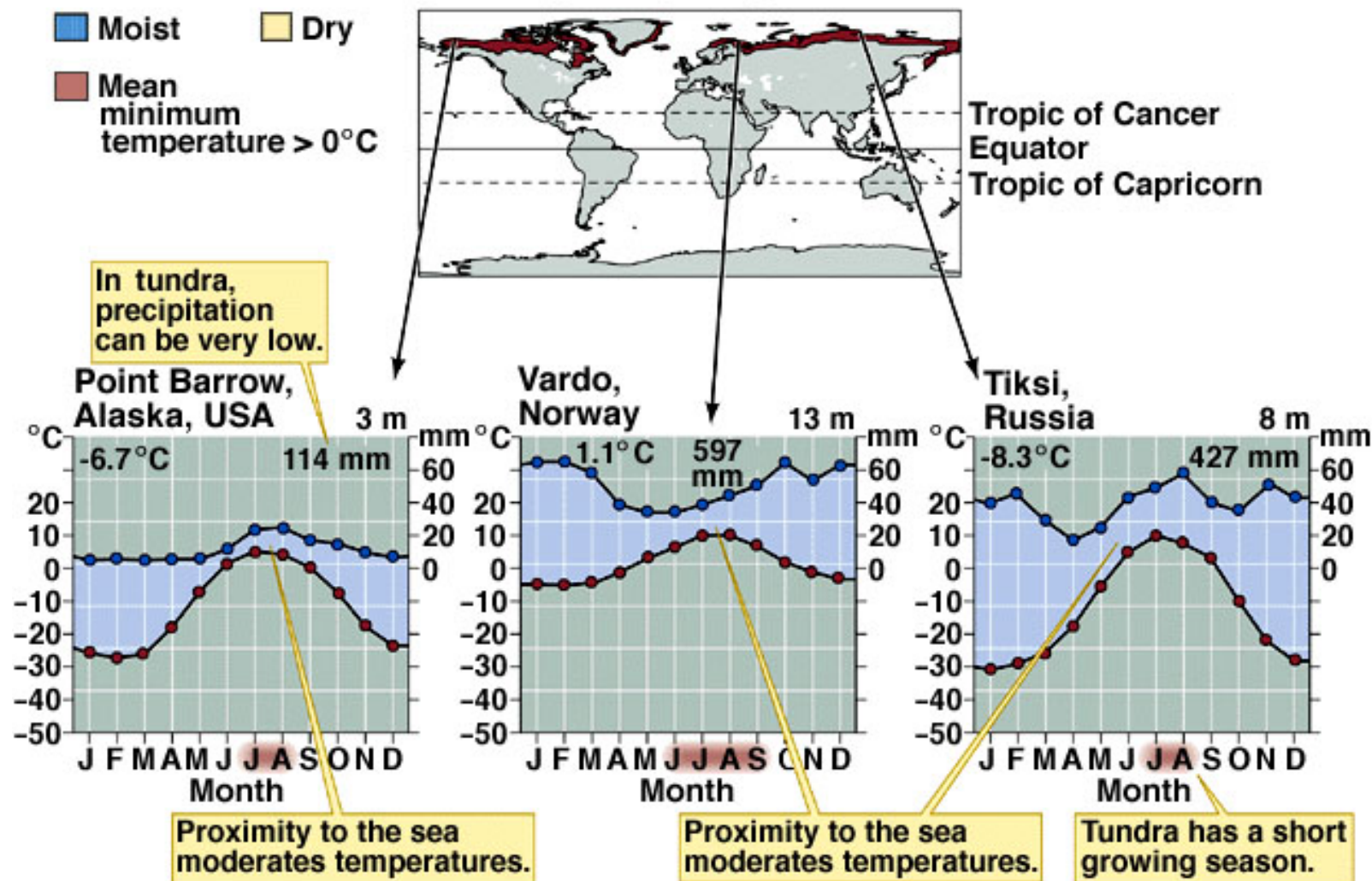
Klimatski dijagrami za šume umjerenih klimatskih područja



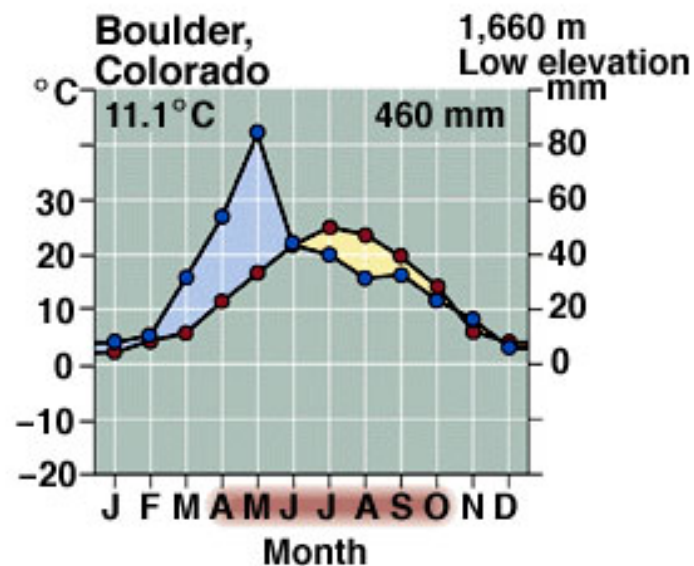
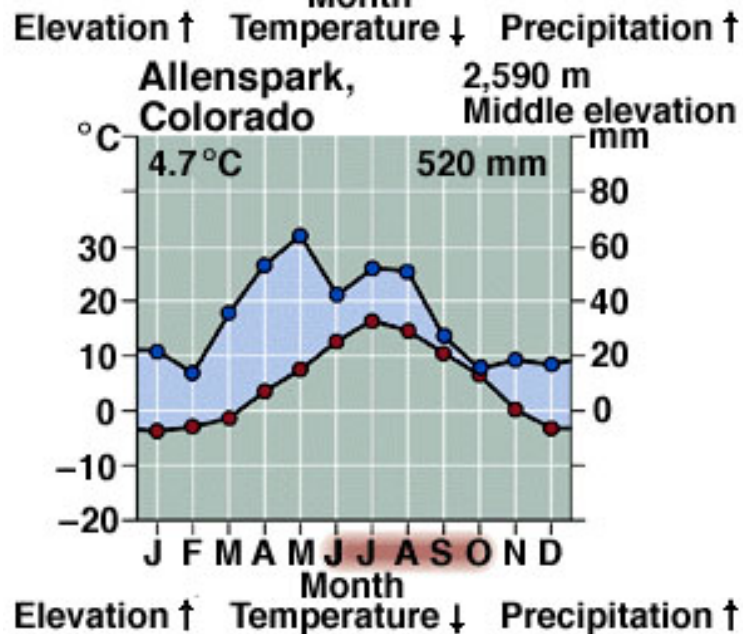
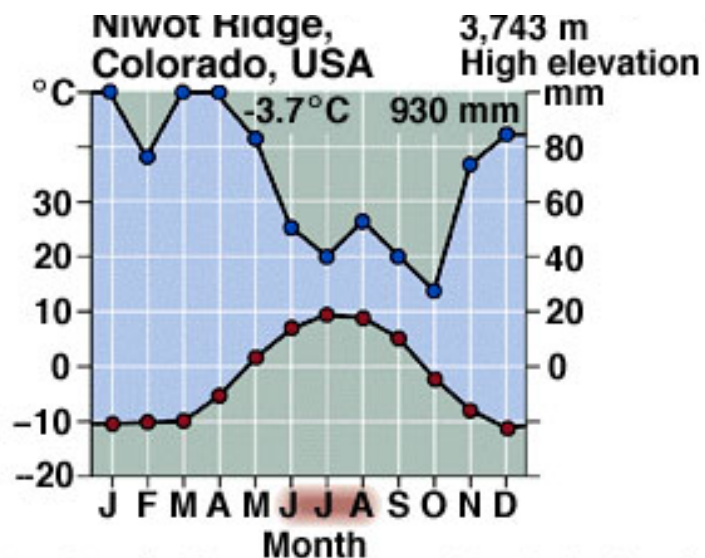
Klimatski dijagrami za borealne četinarske šume (tajge)



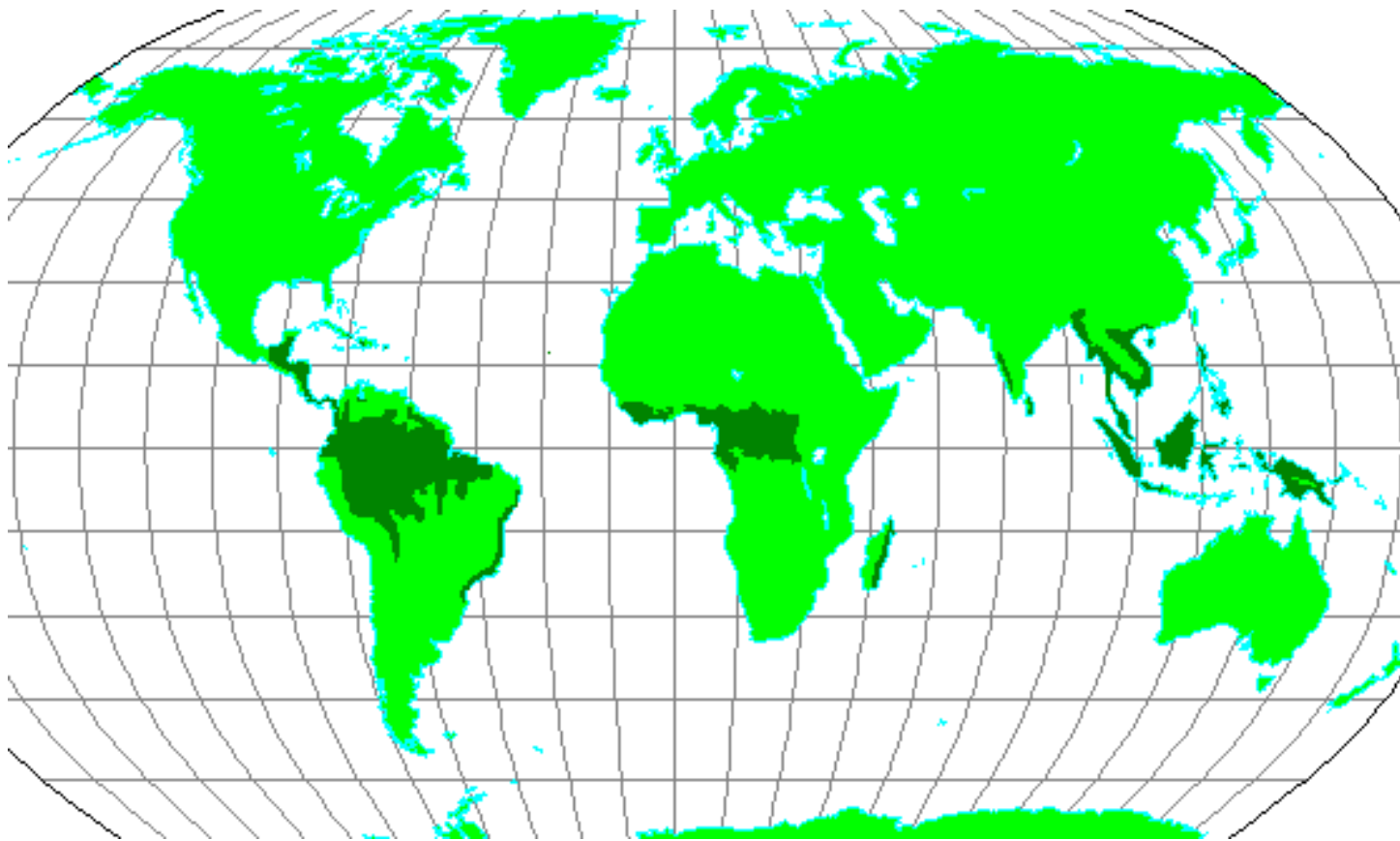
Klimatski dijagrami za tundre



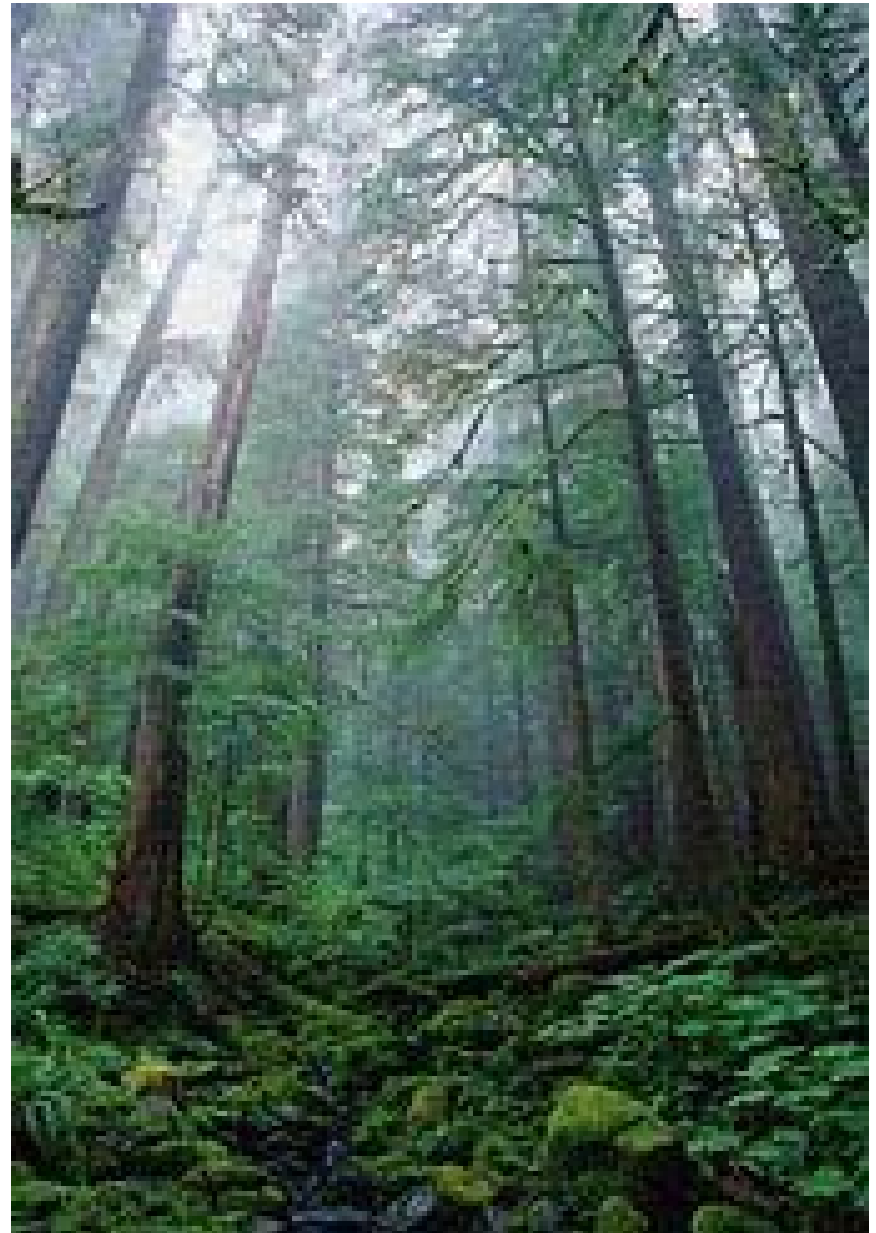
Klimatski dijagrami za planinska područja



Tropske kišne šume



M. Šolić: Osnove ekologije



M. Šolić: Osnove ekologije

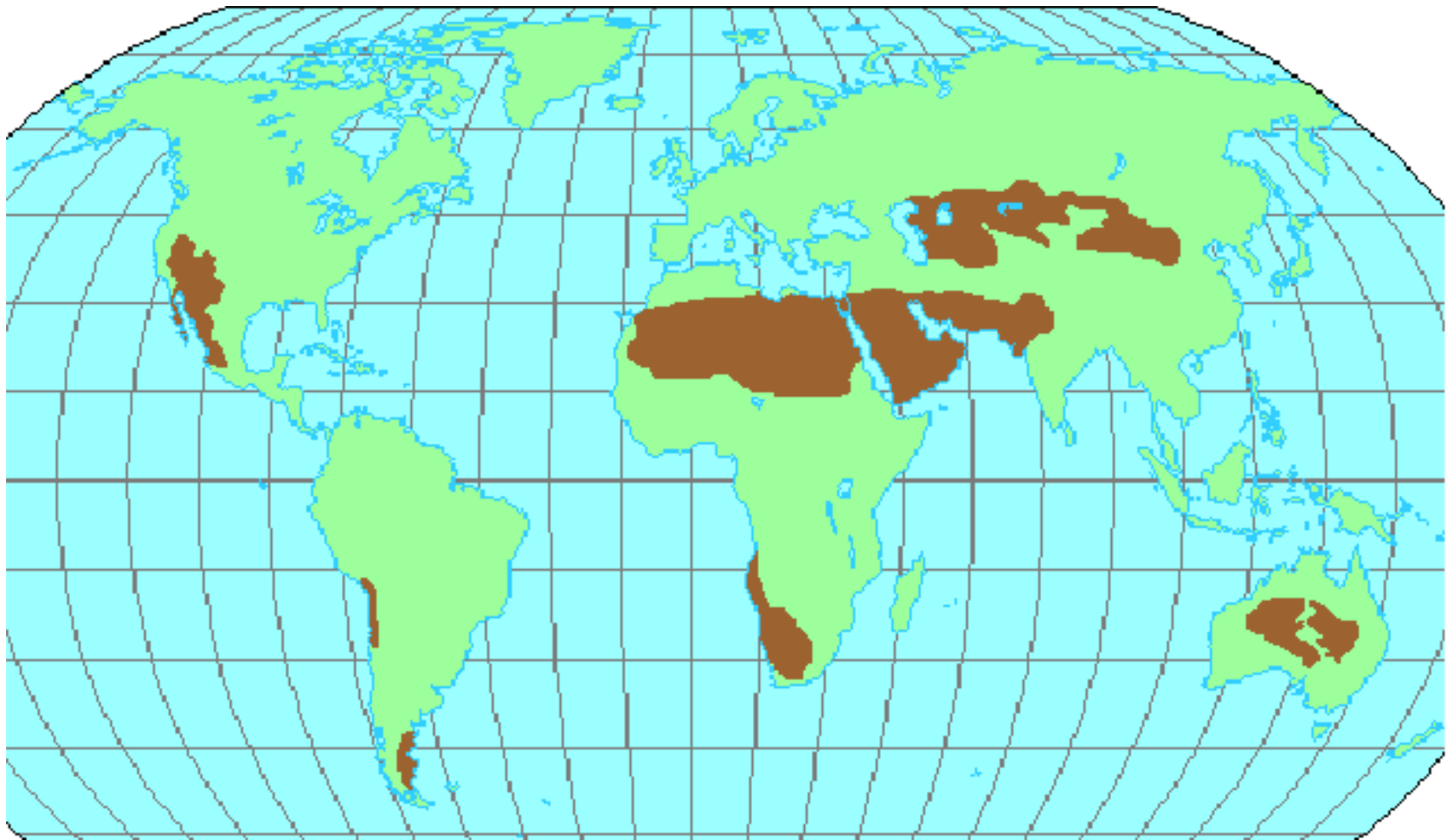






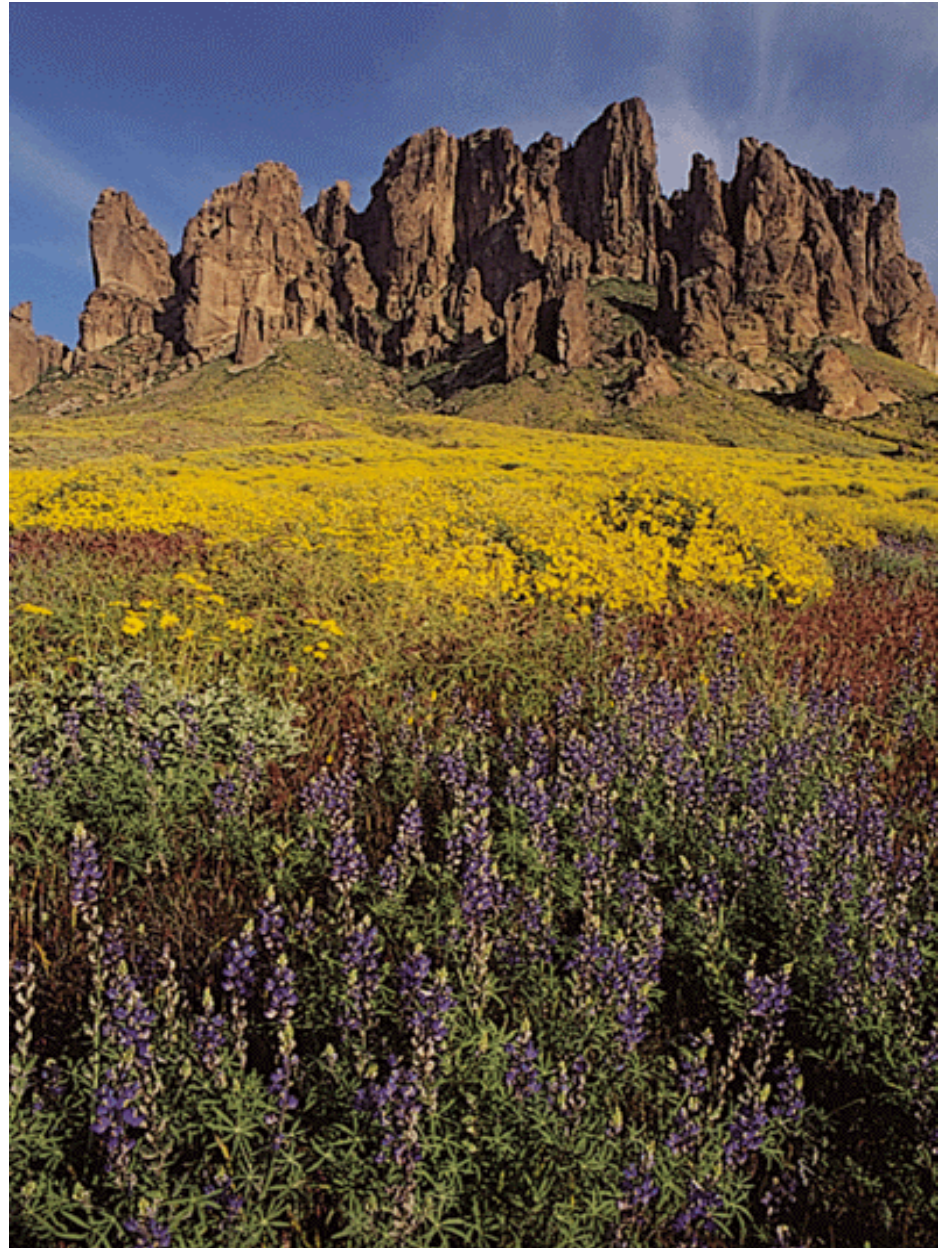


Pustinje





M. Šolić: Osnove ekologije



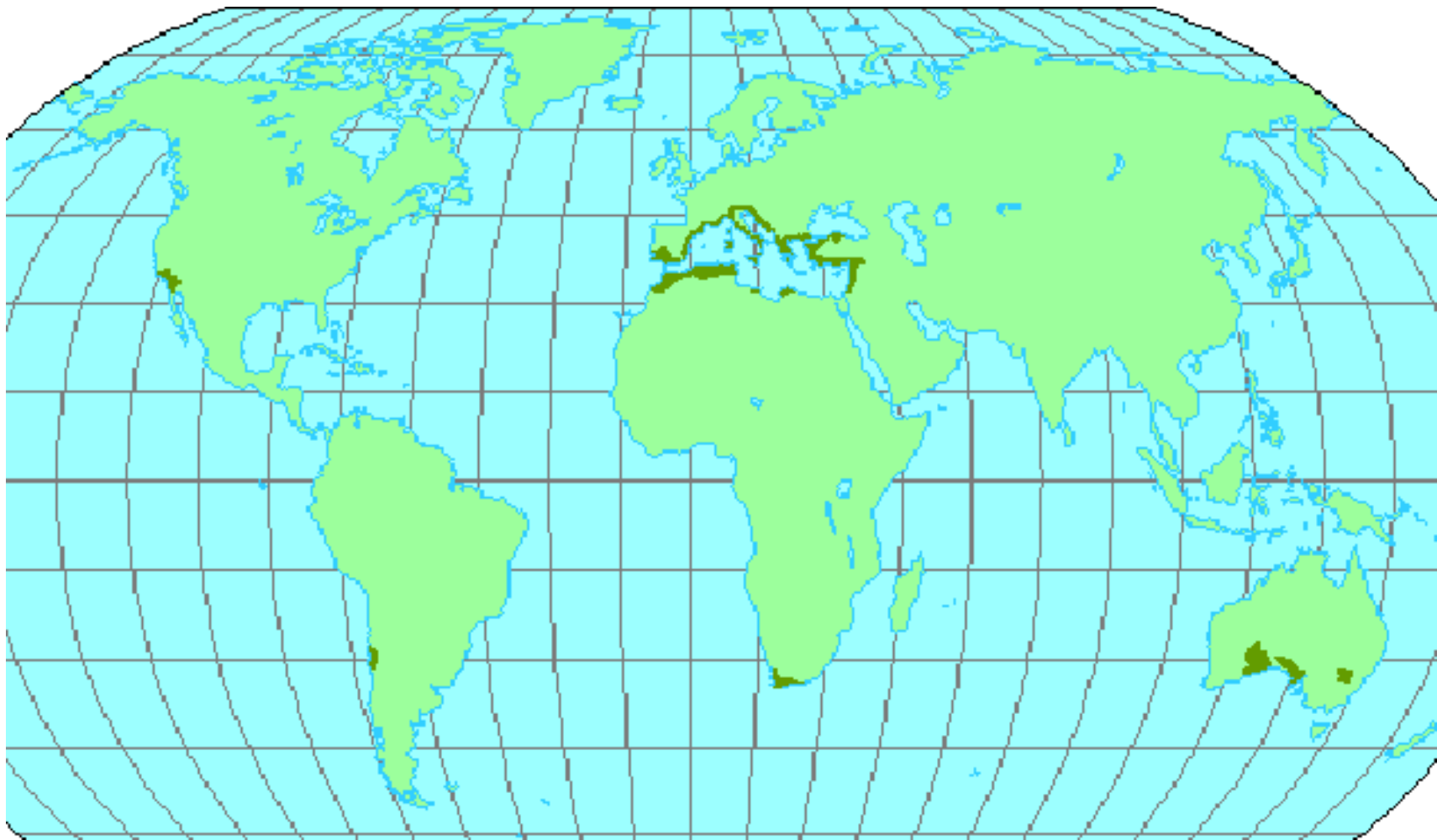
Sonoran desert



Botanical Society of America
(photo by Turner Collins)



Mediterranski tip vegetacije



Šumske i grmolike zajednice
mediteranskog područja



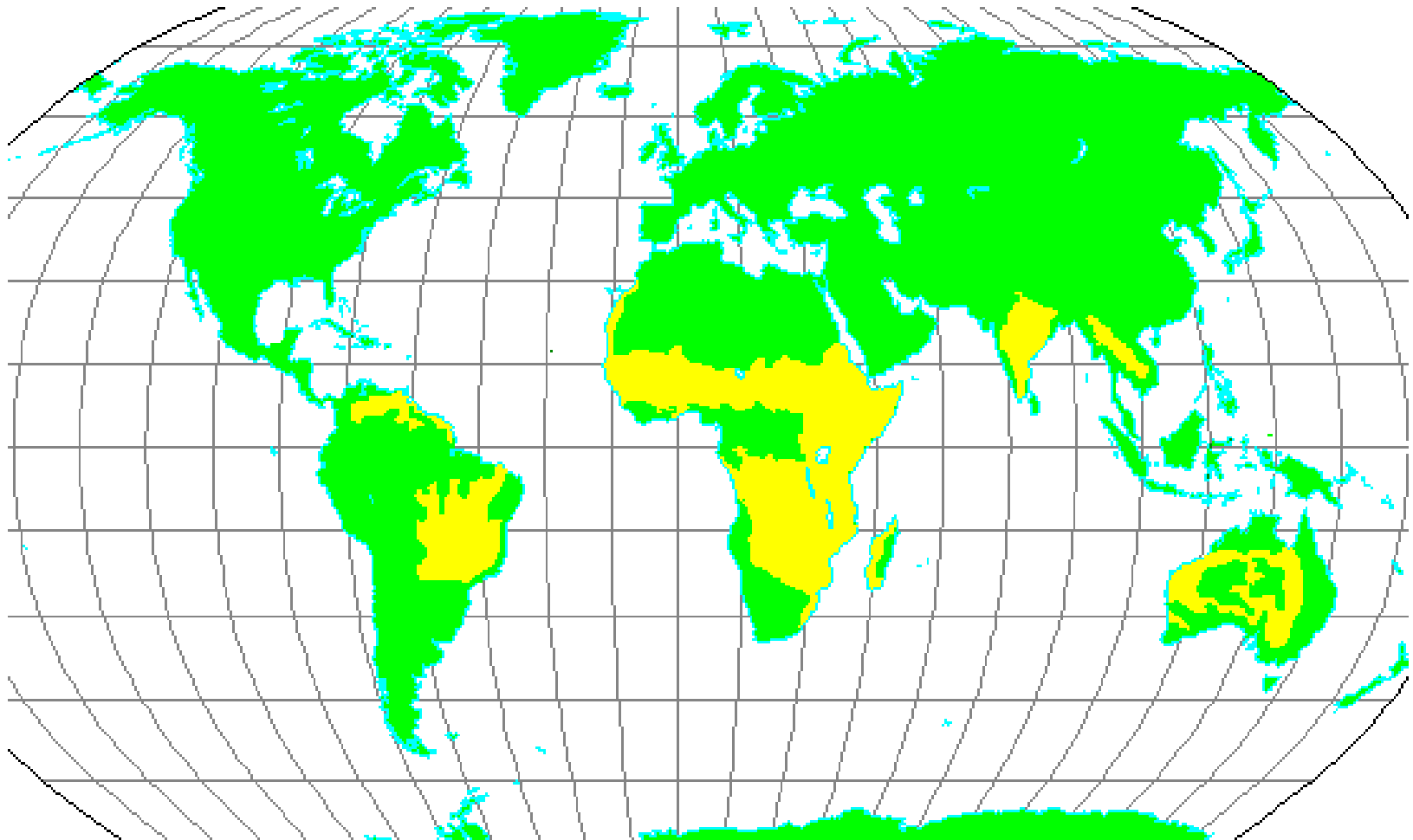


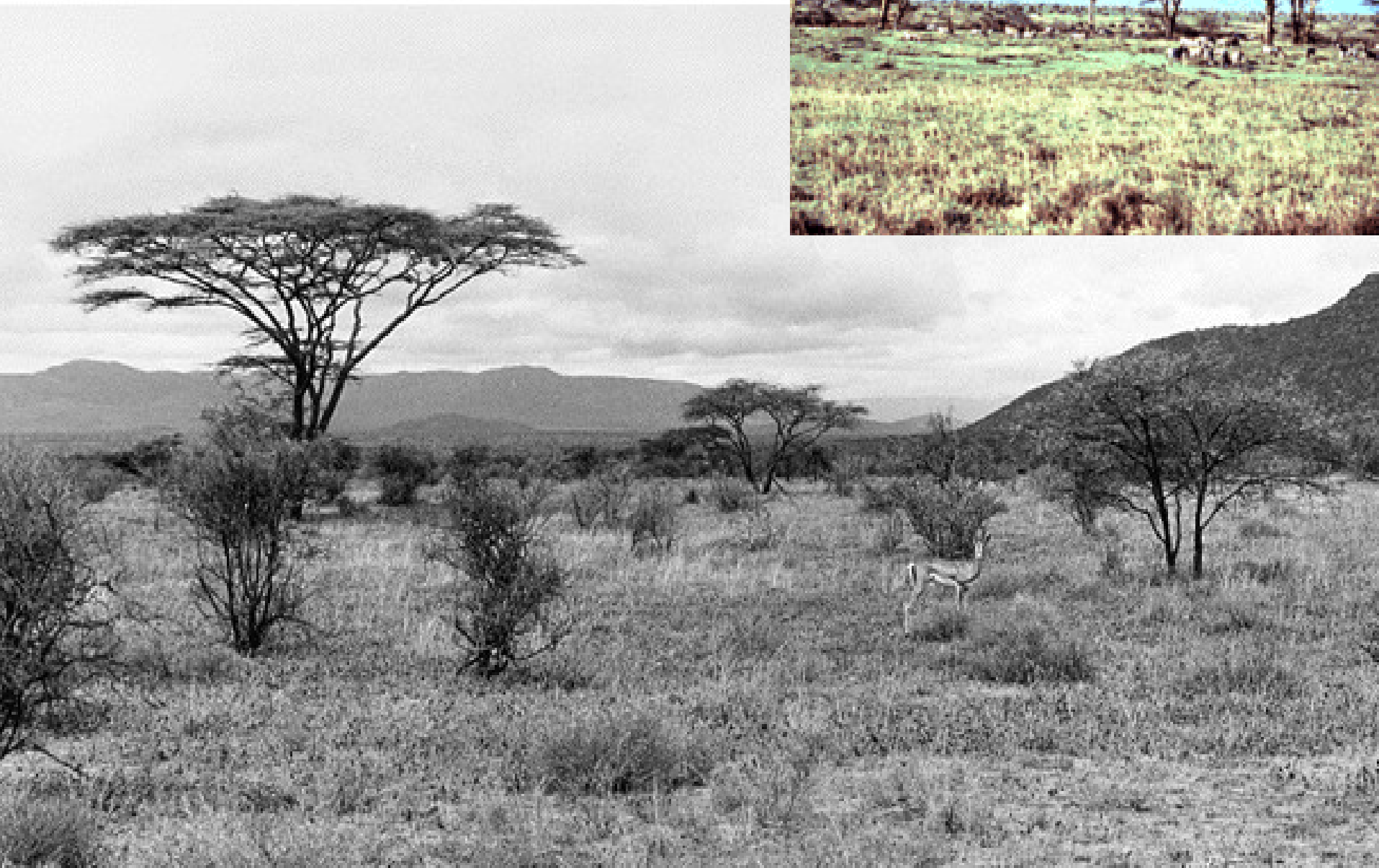
← **Chaparral**

Mediterranska makija ↘



Tropski travnjaci (savane)

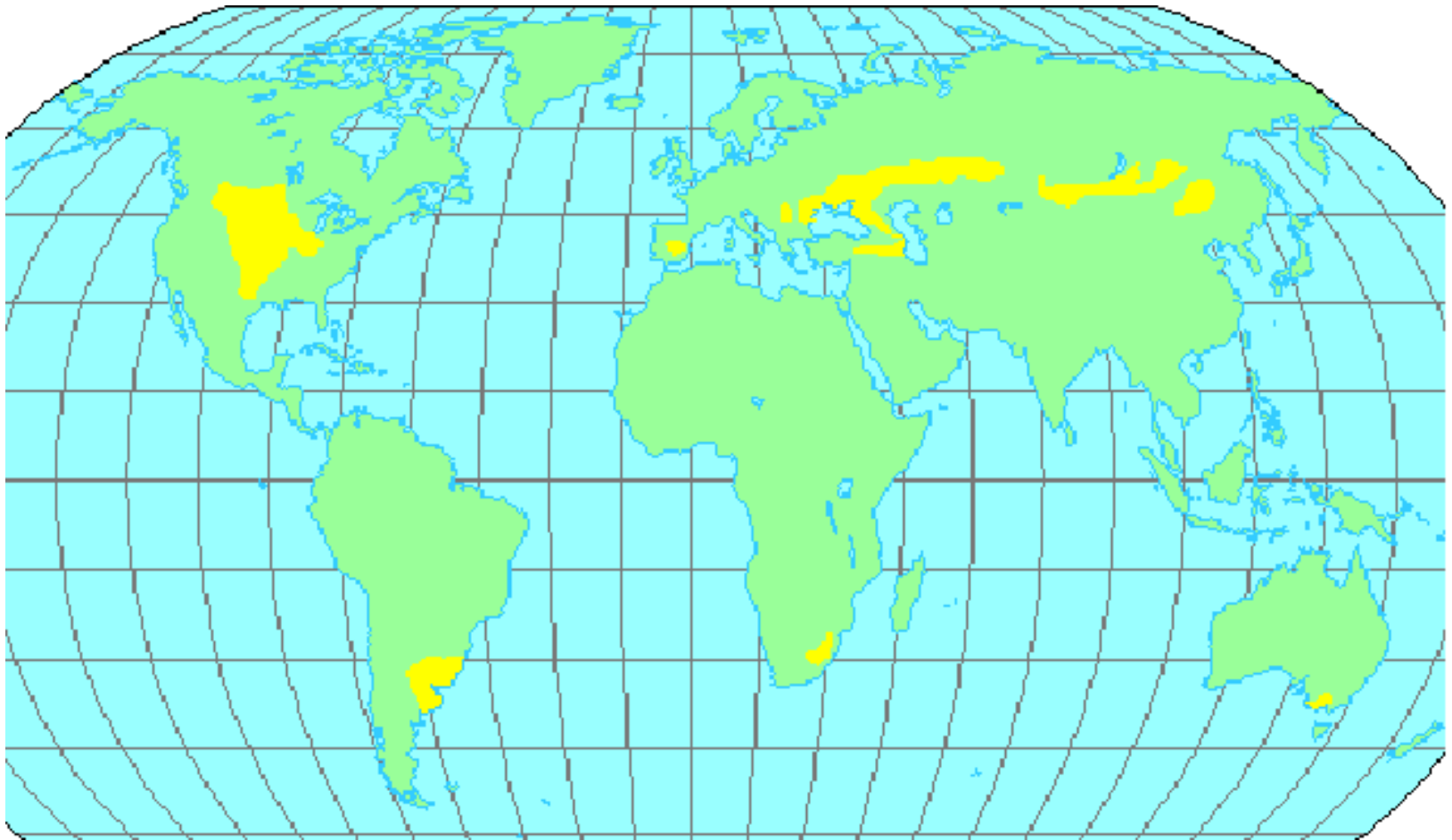








Travnjaci umjerenih područja (stepe, prerije)



Prerija (Nebraska)

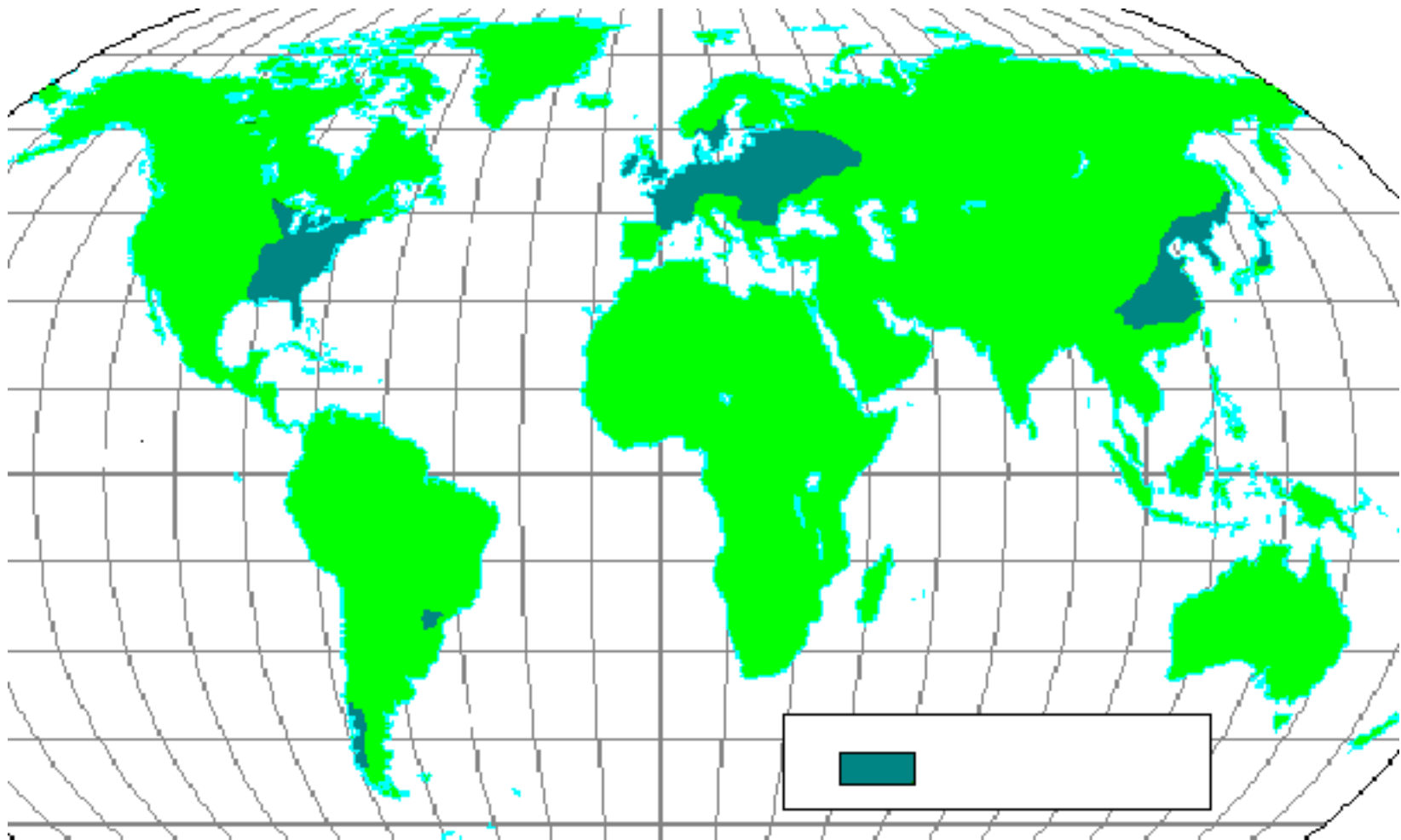




M. Šolić: Osnove ekologije



Listopadne šume

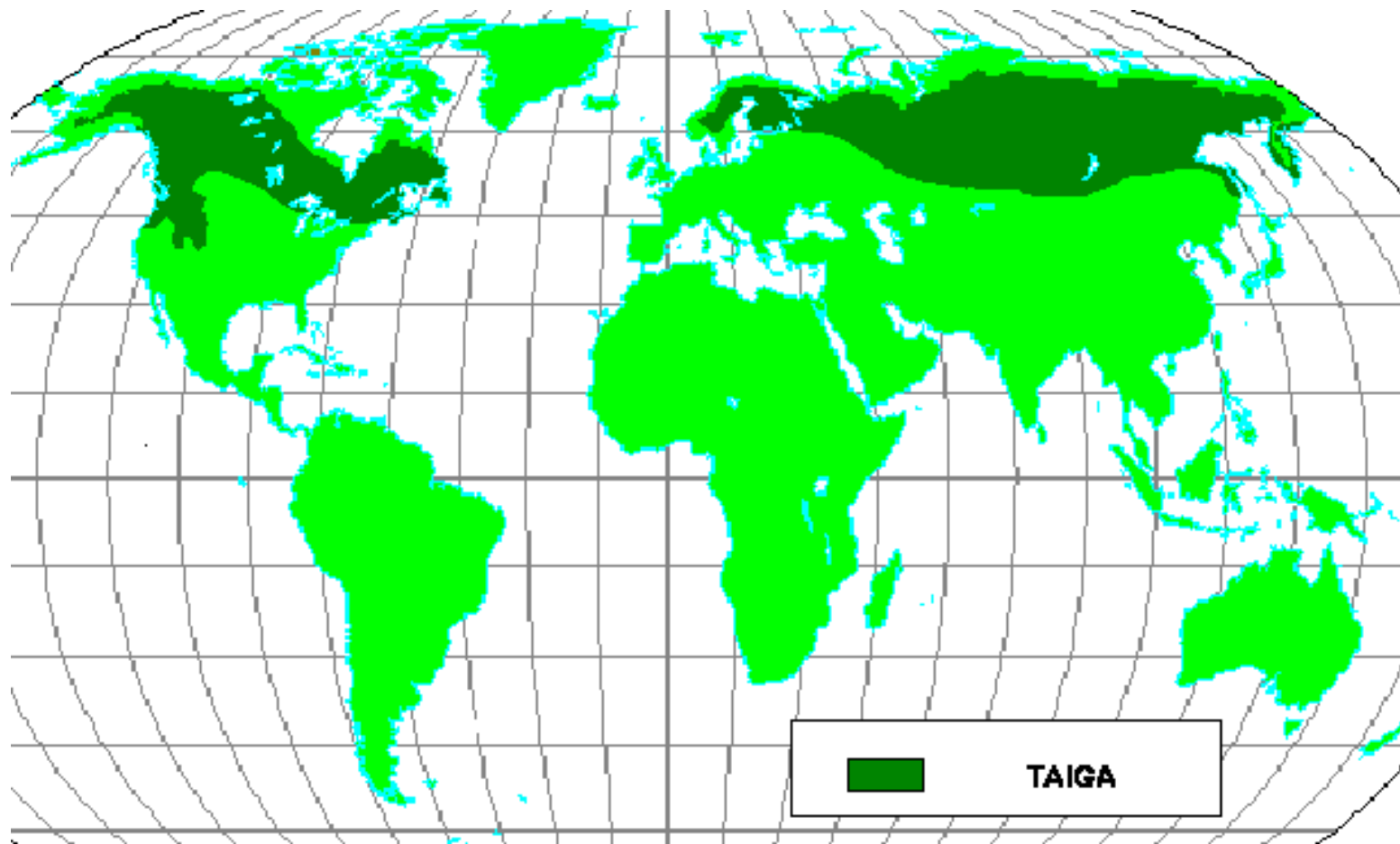




M. Šolić: Osnove ekologije

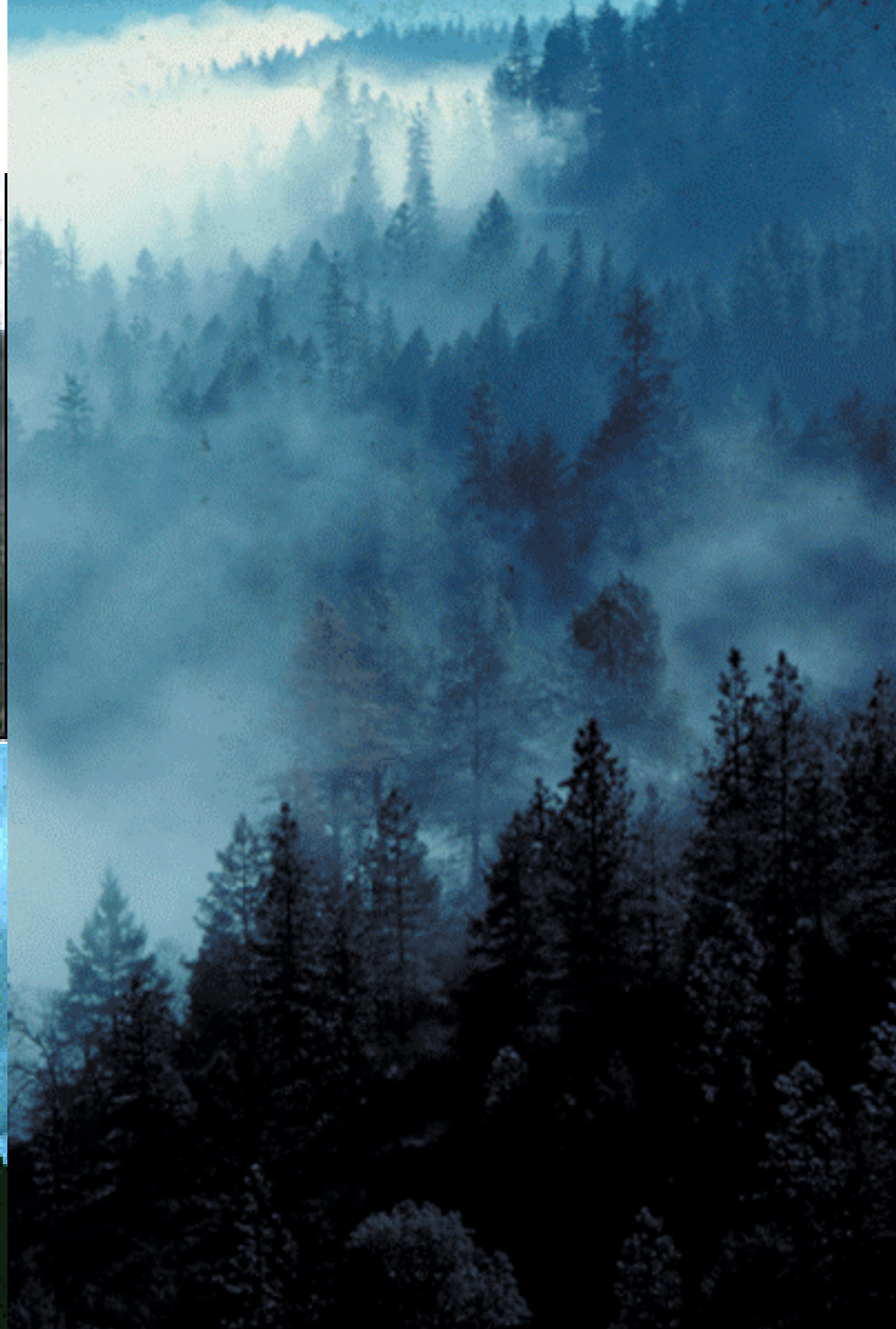
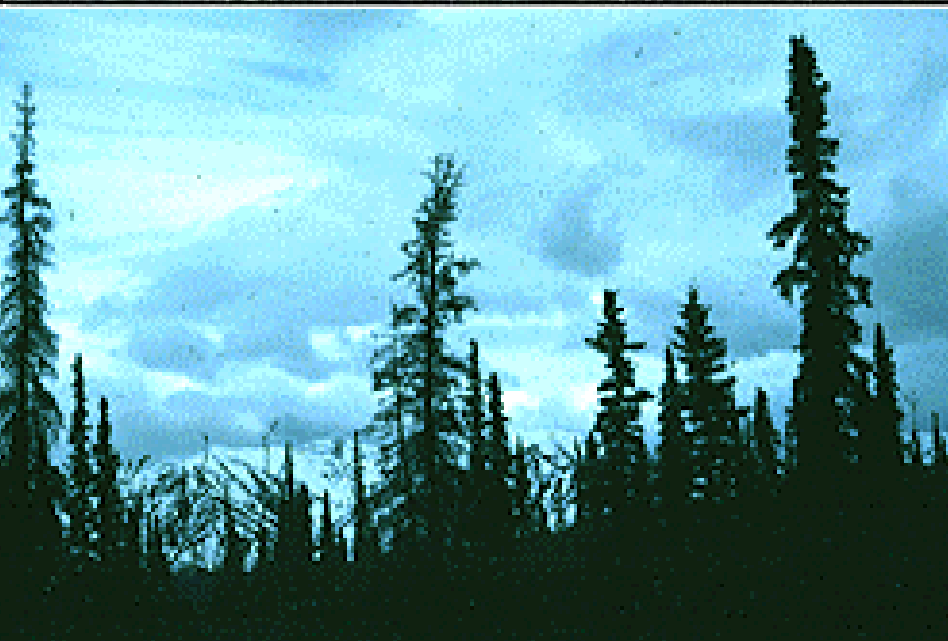


Borealne četinarske šume (tajge)





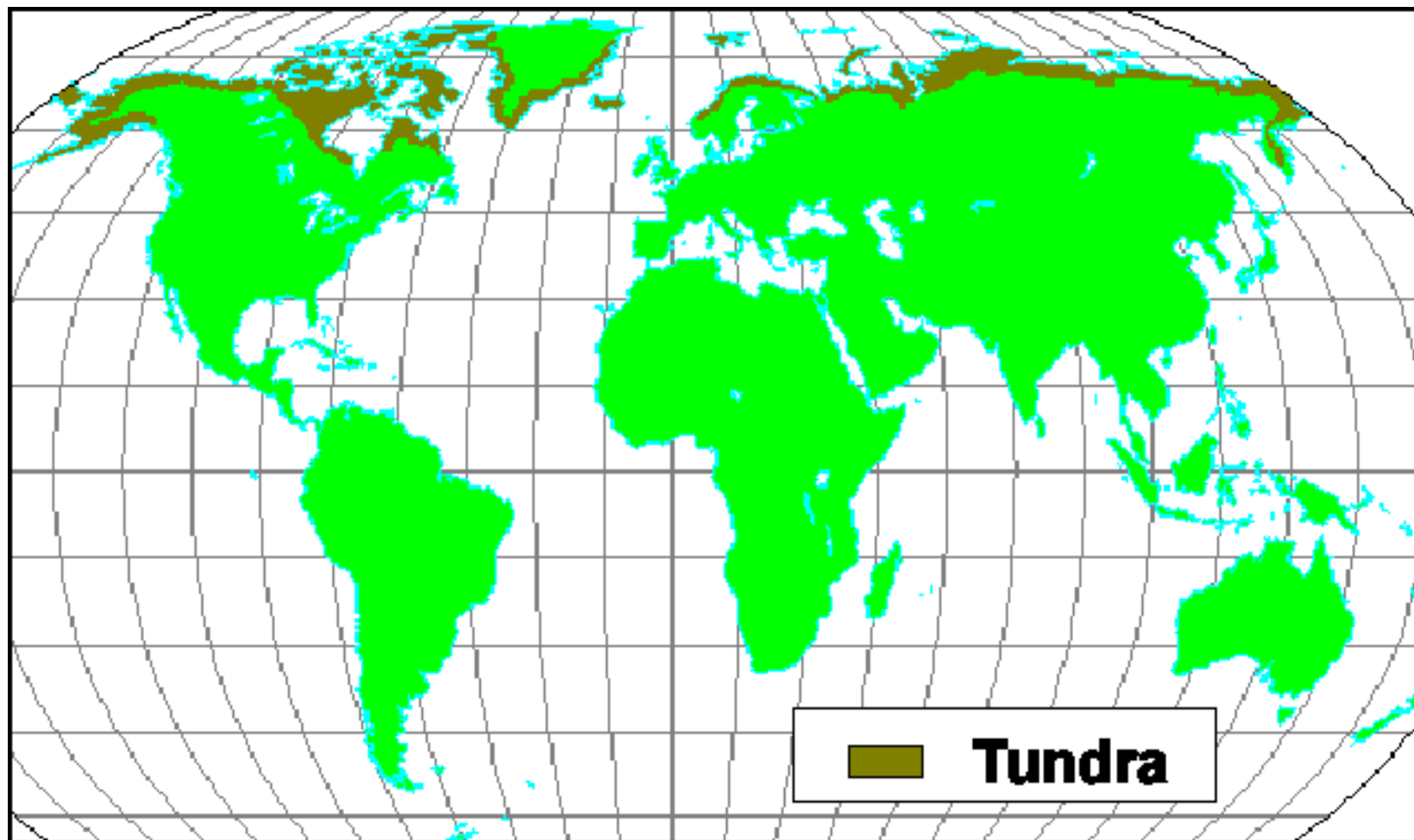
M. Šolić: Osnove ekologije







Tundra

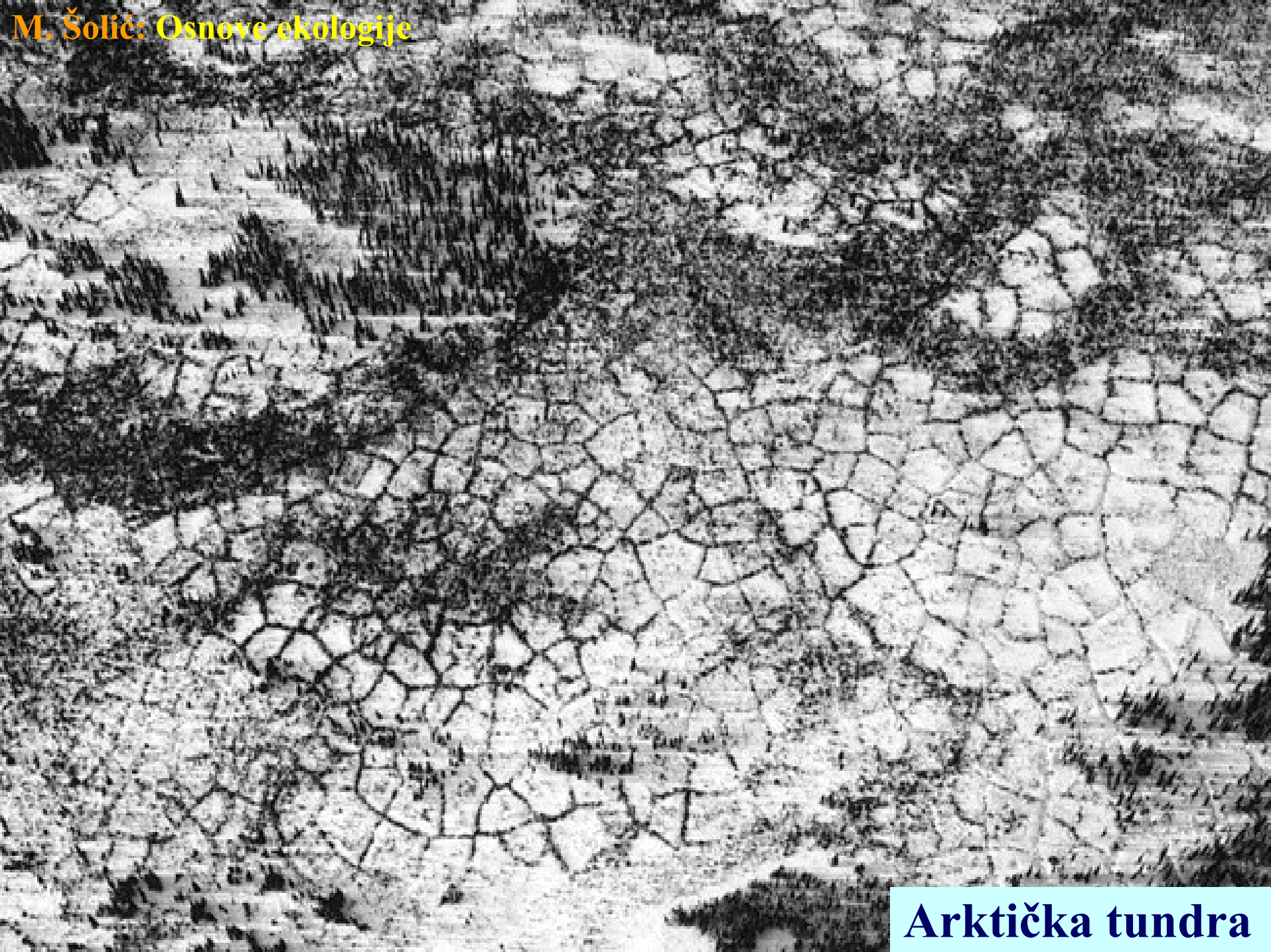


M. Šolić: Osnove ekologije





Karibu –
stanovnik
tundre



Arktička tundra

Planinska područja



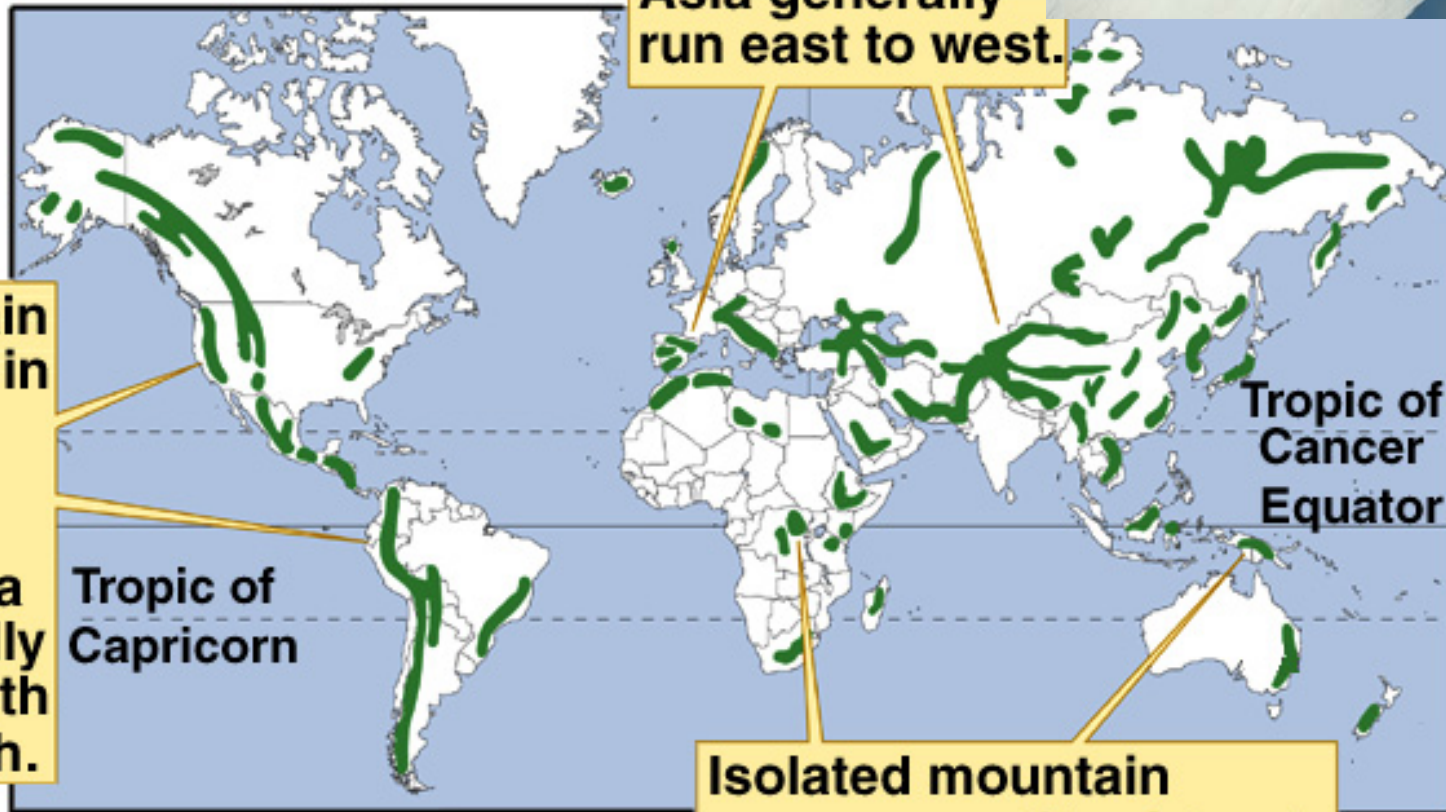
Mountain ranges in Europe and Asia generally run east to west.

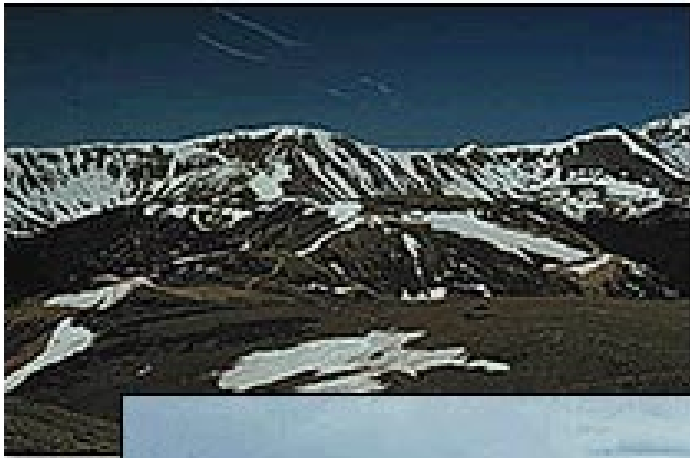
Mountain ranges in North and South America generally run north to south.

Tropic of Capricorn

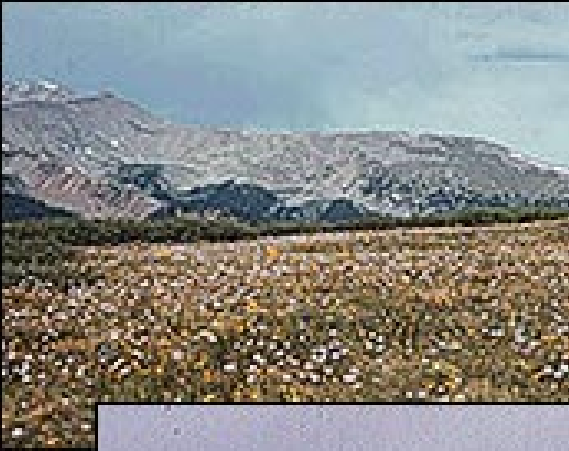
Tropic of Cancer
Equator

Isolated mountain ranges are often islands of distinctive climate.





John and Barbara Pleasants

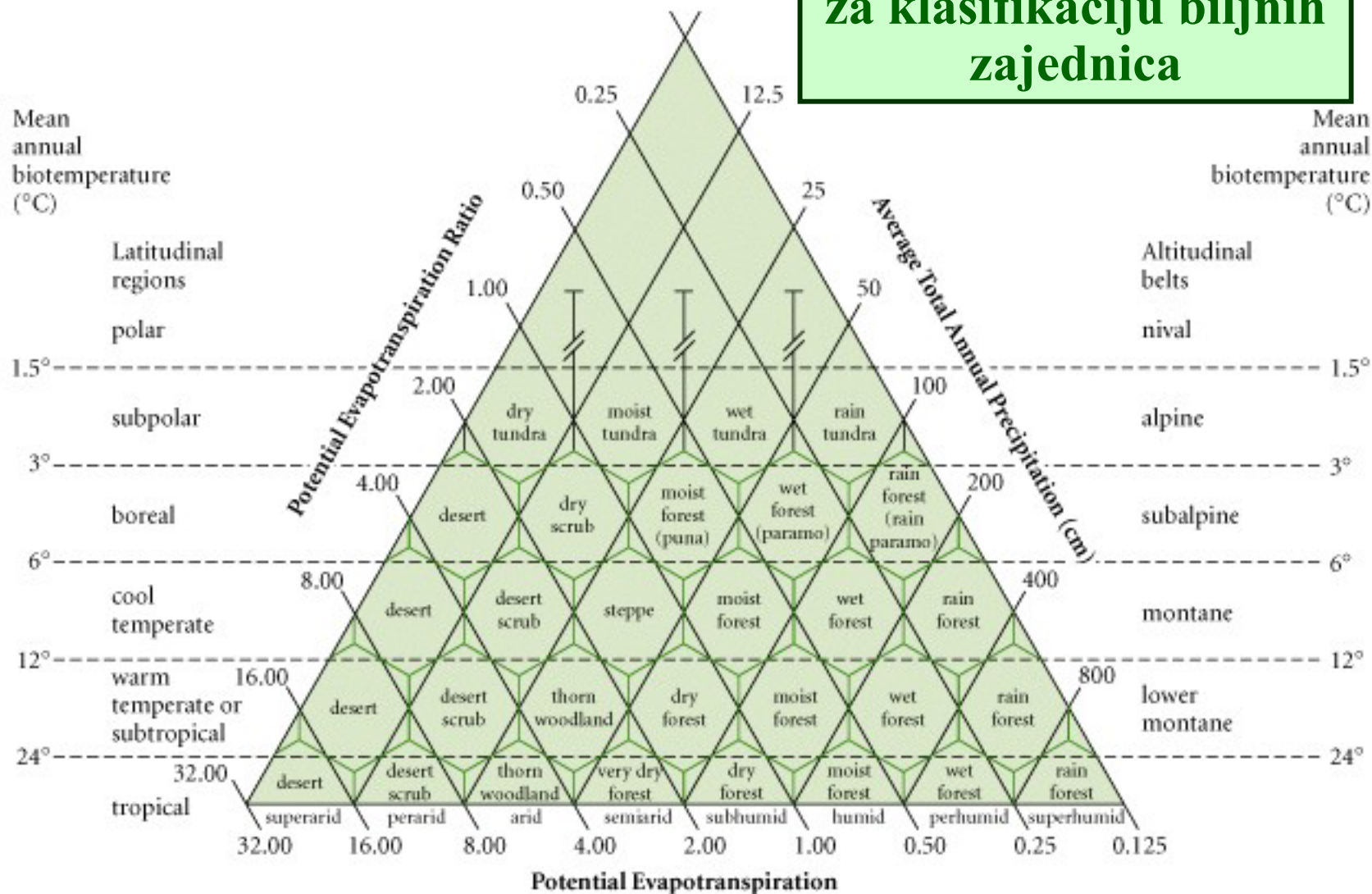


Gregory Courtney

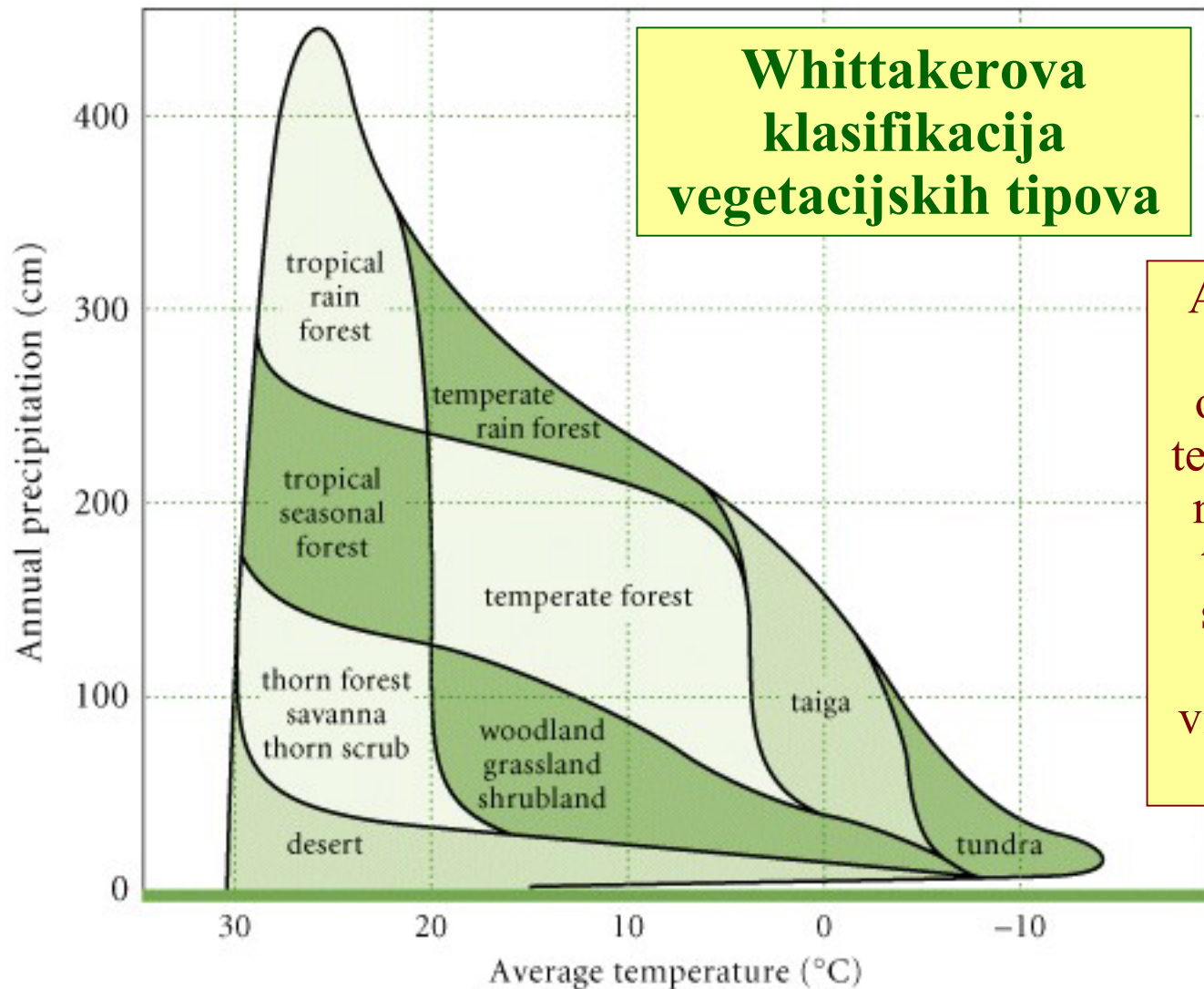


Šume porušene
ledenjacima u
planinskom području

Holdridgeova shema za klasifikaciju biljnih zajednica

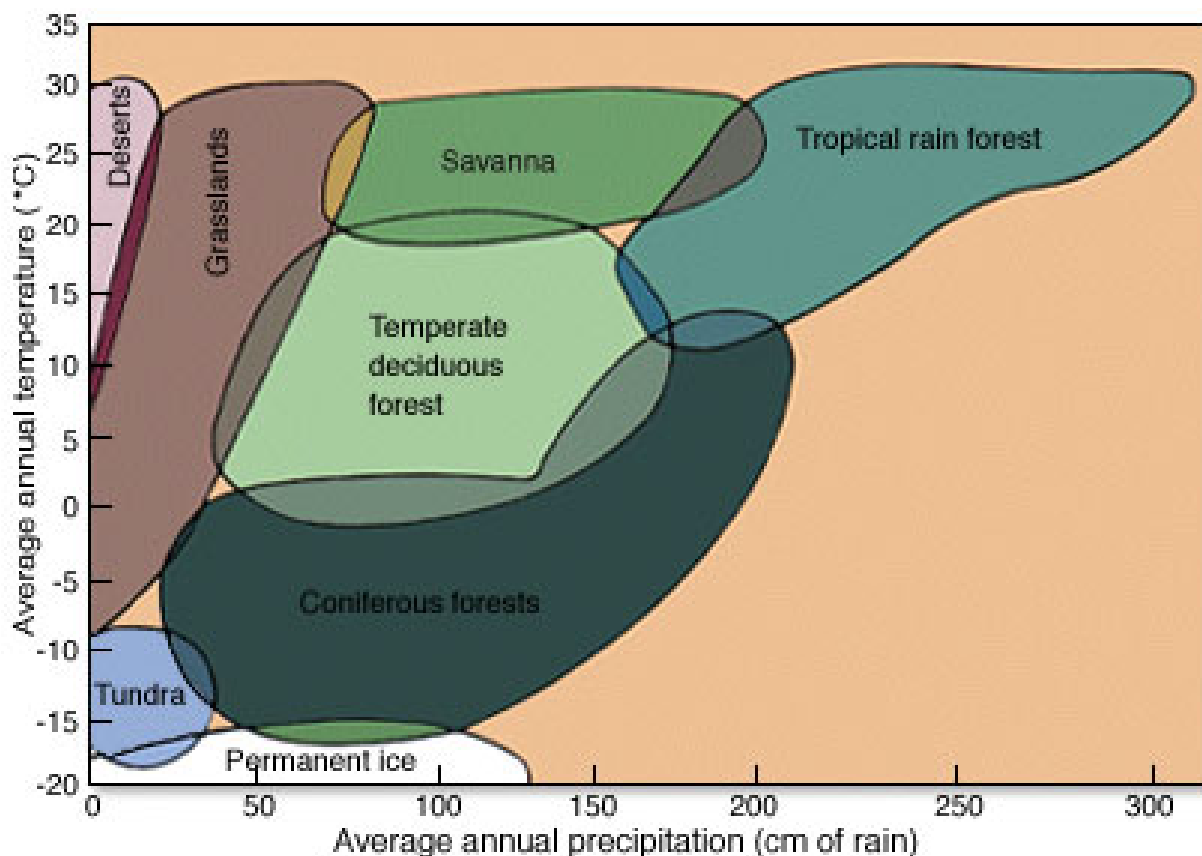


Tipovi vegetacije se mogu klasificirati na temelju temeprature i vlažnosti područja

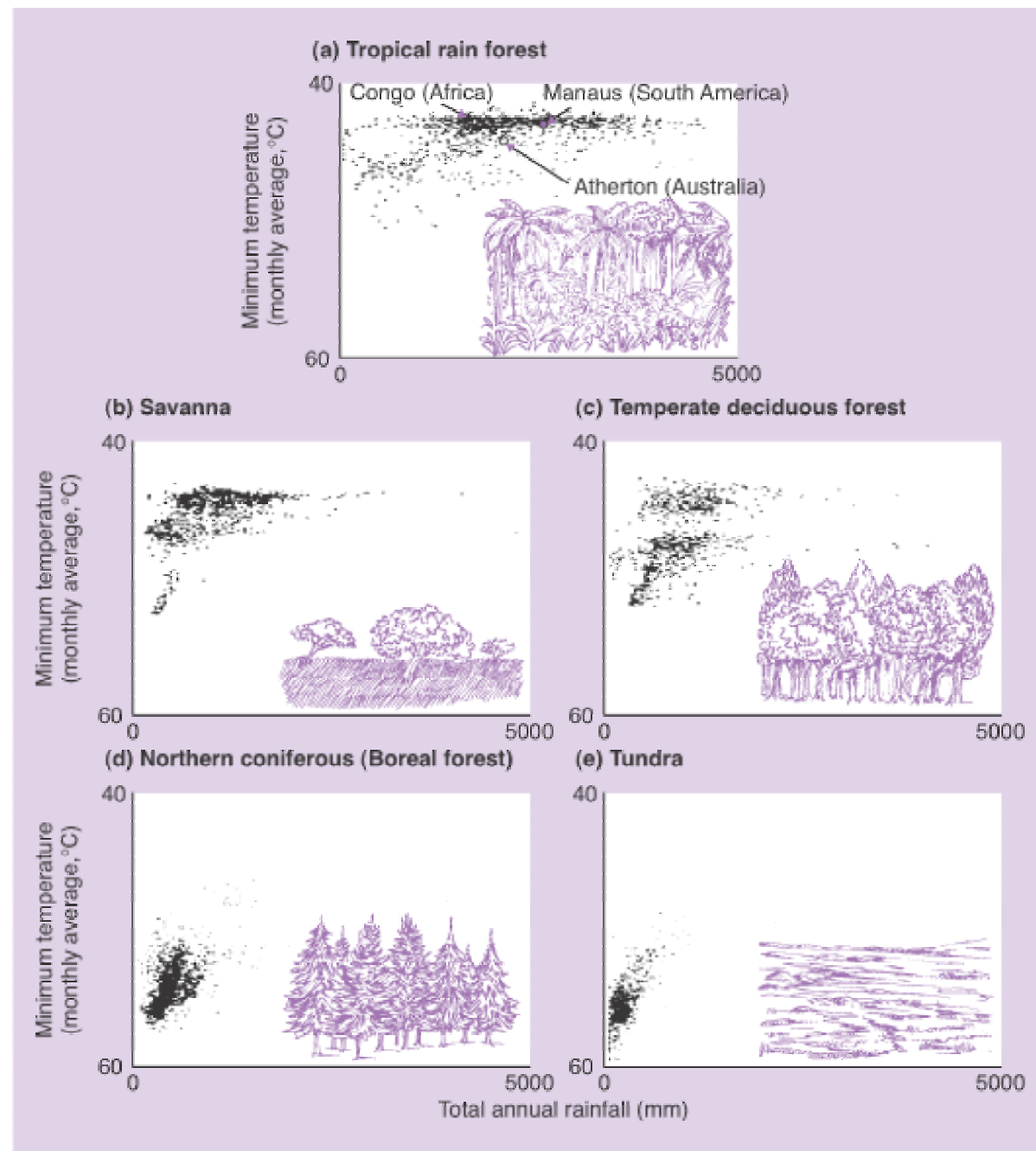


Ako se vrijednosti ukupne količine oborina i srednjih temperatura prikažu na grafu dobije se trokut (nedostaju staništa s niskom temperaturom i visokom količinom oborina)

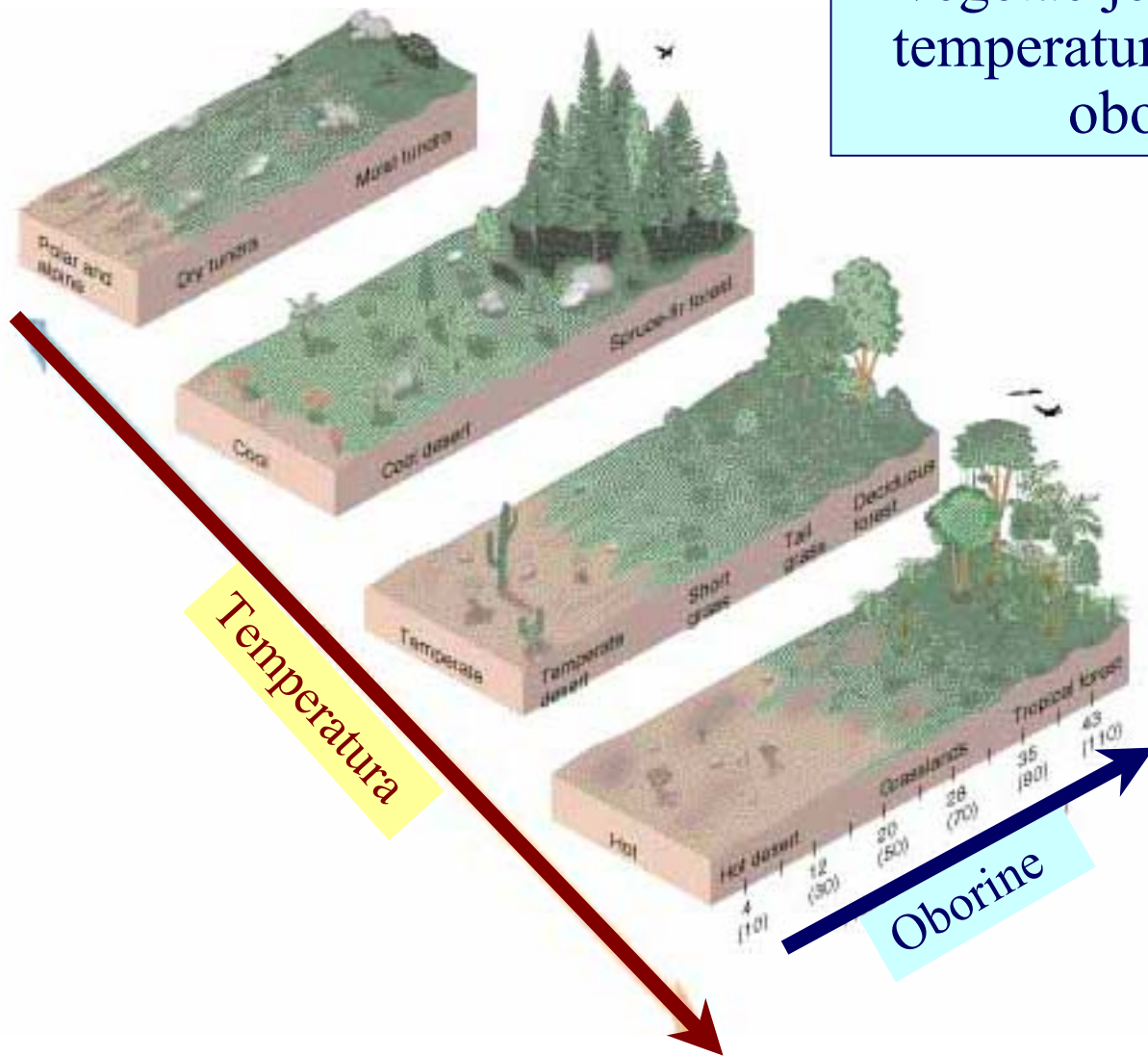
Trokut je obrnut u odnosu na prethodni jer su osi (temperatura i količina oborina) zamijenjene



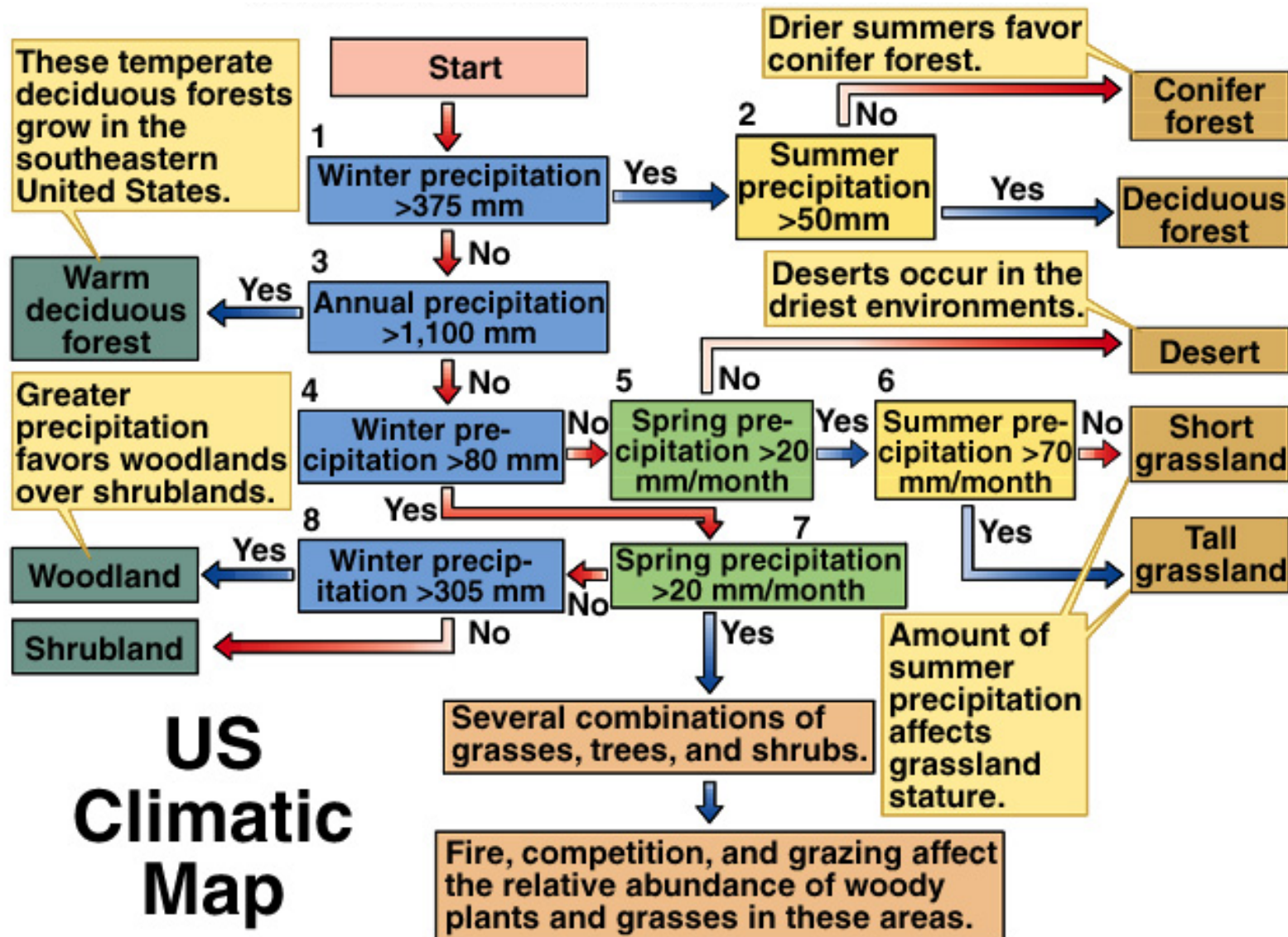
Ako se vrijednosti
ukupne količine
oborina i srednjih
minimalnih
mjesečnih
temperatura
prikažu na grafu
različiti biomi
(tipovi vegetacije)
padaju u različite
djelove
zamišljenog
trokuta



Klasifikacija tipova
vegetacije na temelju
temperature i količine
oborina

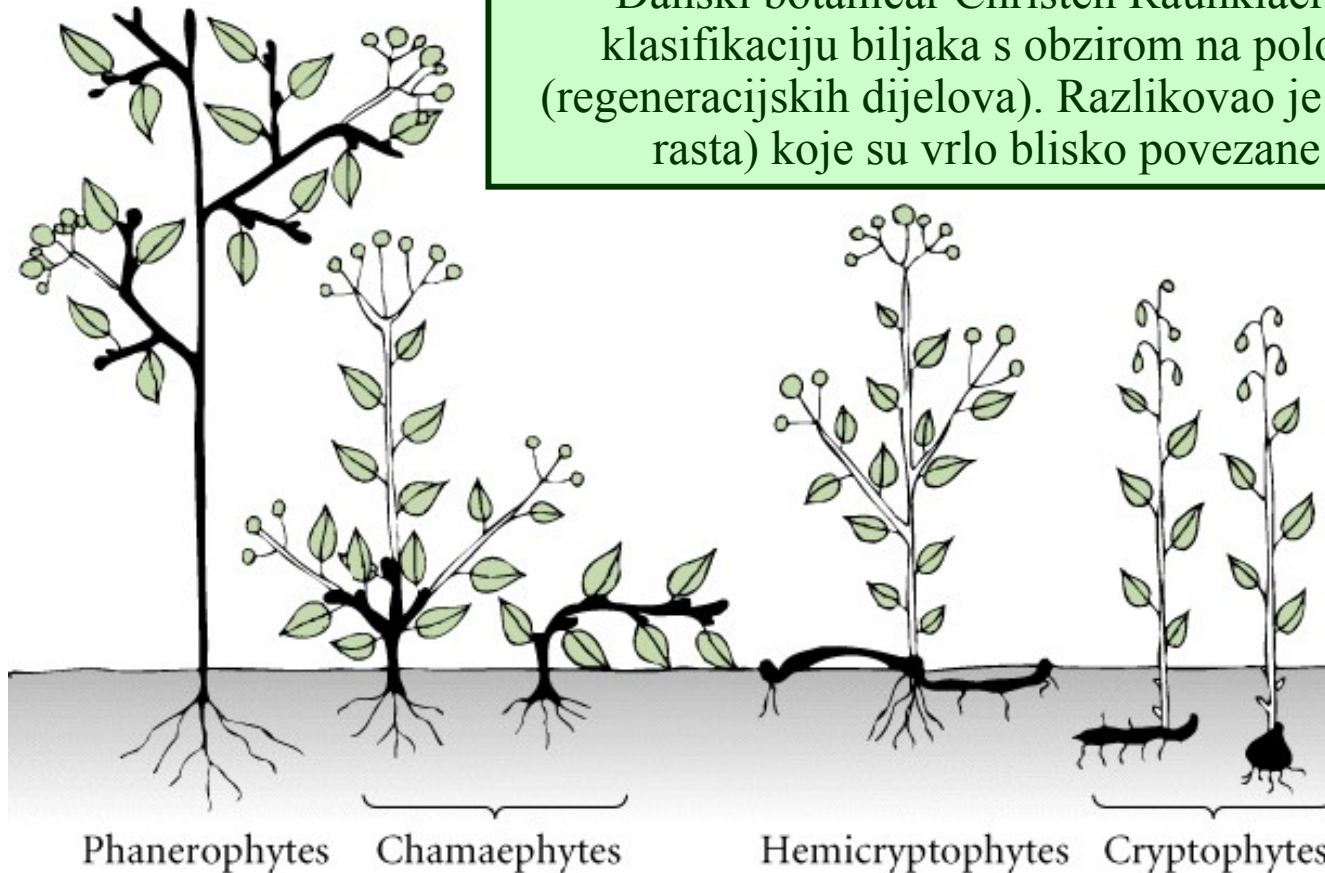


Shema za određivanje vegetacijskih tipova umjerenog područja USA koja se temelji na količini oborina



Životna forma ili forma rasta kod biljaka usko je povezana s klimom

Danski botaničar Christen Raunkiaer (1934) predložio je klasifikaciju biljaka s obzirom na položaj njihovih pupova (regeneracijskih dijelova). Razlikovao je 5 životnih formi (formi rasta) koje su vrlo blisko povezane s tipovima klime:



TEROFITI – pupova nema, biljke umiru tijekom nepovoljne sezone, a regeneriraju se preko sjemenja (jednogodišnje biljke, većinom trave). Karakteristični za **topla i suha područja** (pustinje i travnate zajednice)

FANEROFITI – pupovi na vrhovima grana (većinom stabla i veliki grmovi). Karakteristični za **topla područja**

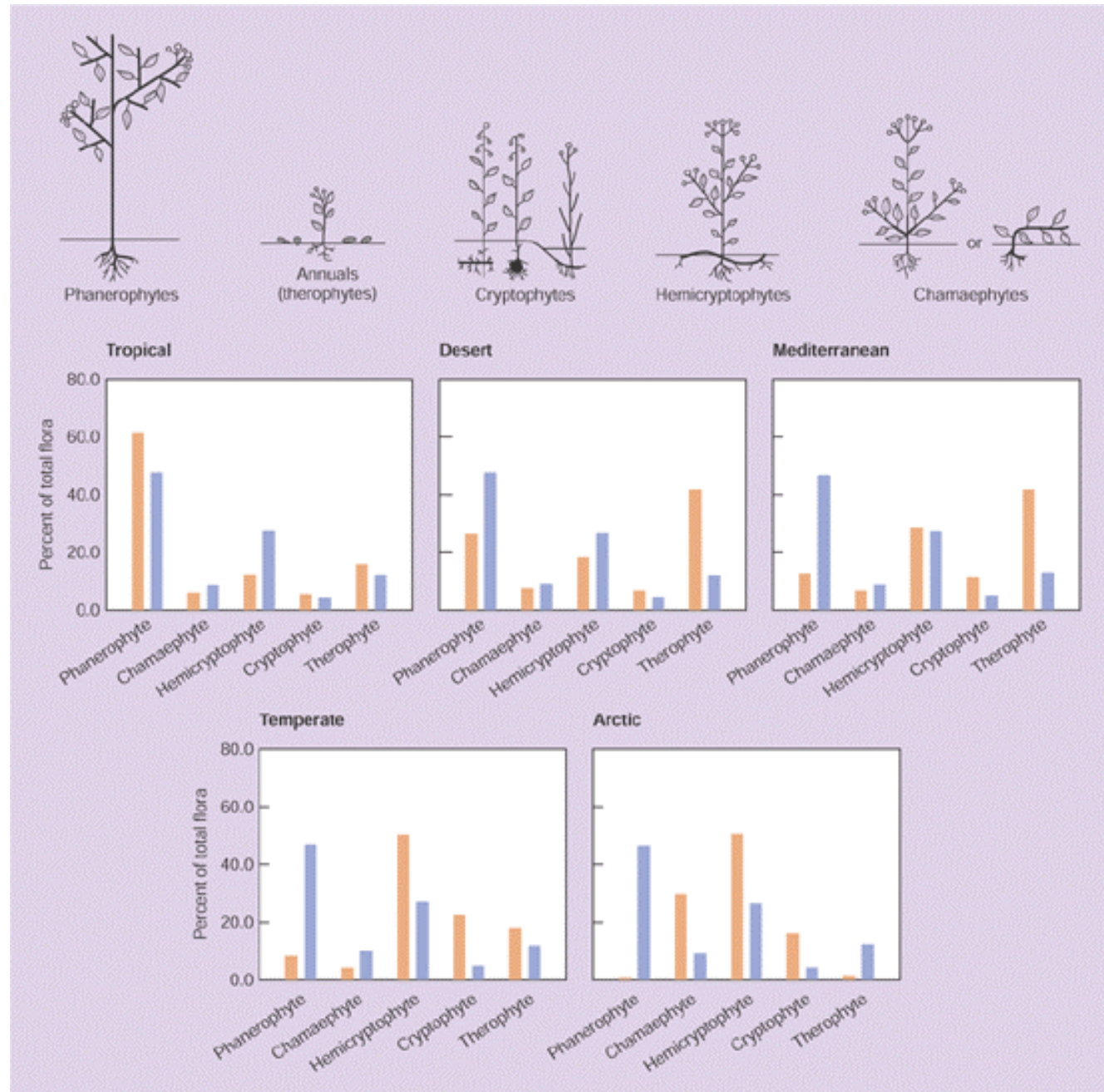
HAMEFITI – pupovi u blizini tla (mali grmovi, pognute forme). Karakteristični za **hladna i suha područja**

HEMIKRIPTOFITI – pupovi na tlu ili neposredno ispod tla. Karakteristični za **hladna i vlažna područja**

KRIPTOFITI – pupovi još dublje u tlu (npr. lukovice). **Hladna i vlažna područja**

Zastupljenost pojedinih biljnih formi rasta u pet različitih bioma.

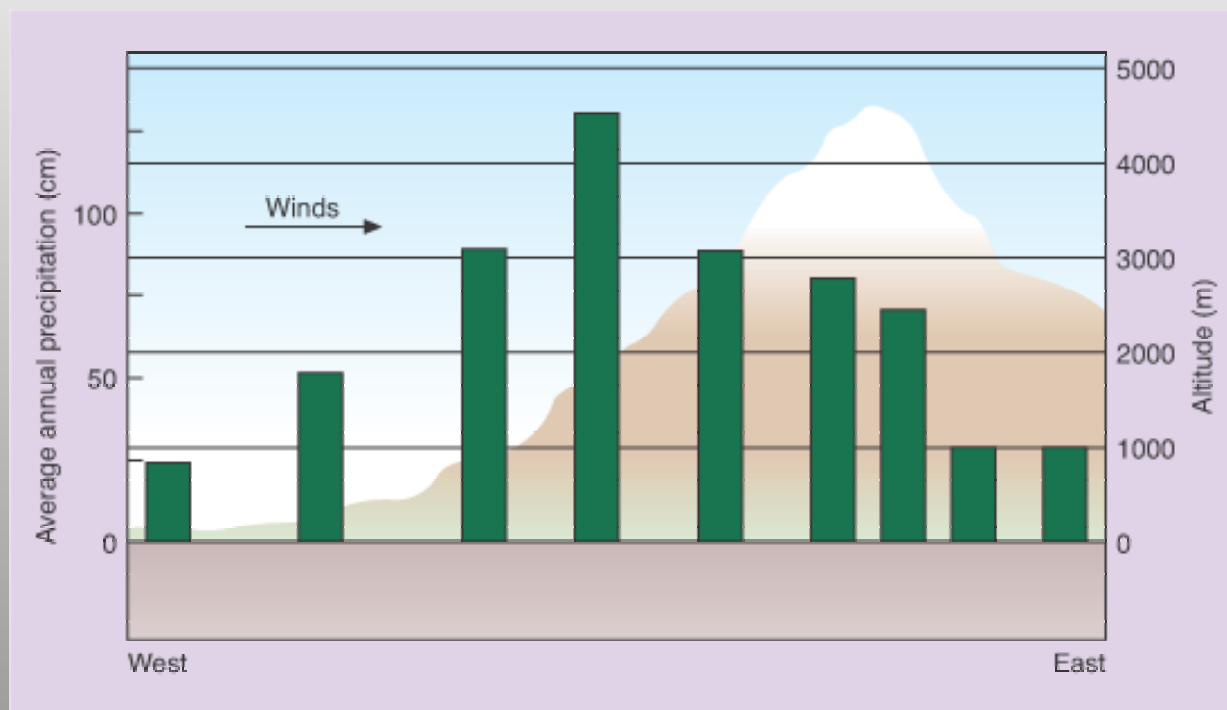
Plavi stupci predstavljaju postotno učešće pojedine forme rasta u svjetskoj flori, dok narančasti stupci predstavljaju njihovo postotno učešće u pojedinom biomu



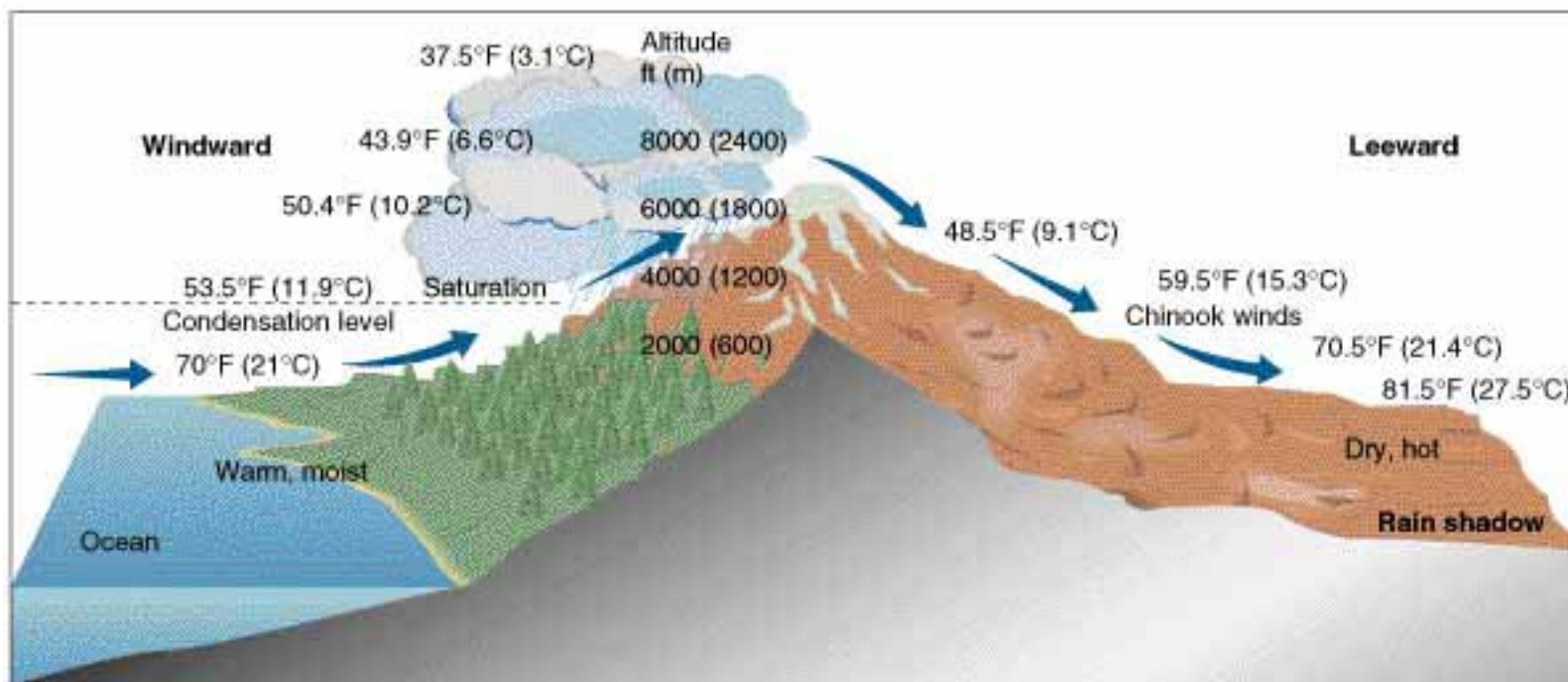
Topografski i geološki utjecaji superponiraju lokalne varijacije na globalne obrasce

- Varijacije u topografiji i geologiji mogu stvoriti varijacije u okolišu unutar područja s jednolikom klimom
- U planinskim područjima nagib tla i njegova izloženost suncu utječu na temperaturu i vlažnost tla
- Temperatura zraka opada s nadmorskom visinom za oko 6°C svakih 1000 m. U sjevernim umjerenim geografskim širinama pad temperature od 6°C korespondira s promjenom temperature koja se događa s porastom geografske širine od 800 km.
- Lokalne varijacije u osnovnoj stijeni koja leži ispod tla uvjetuju diferencijaciju različitih tipova tla

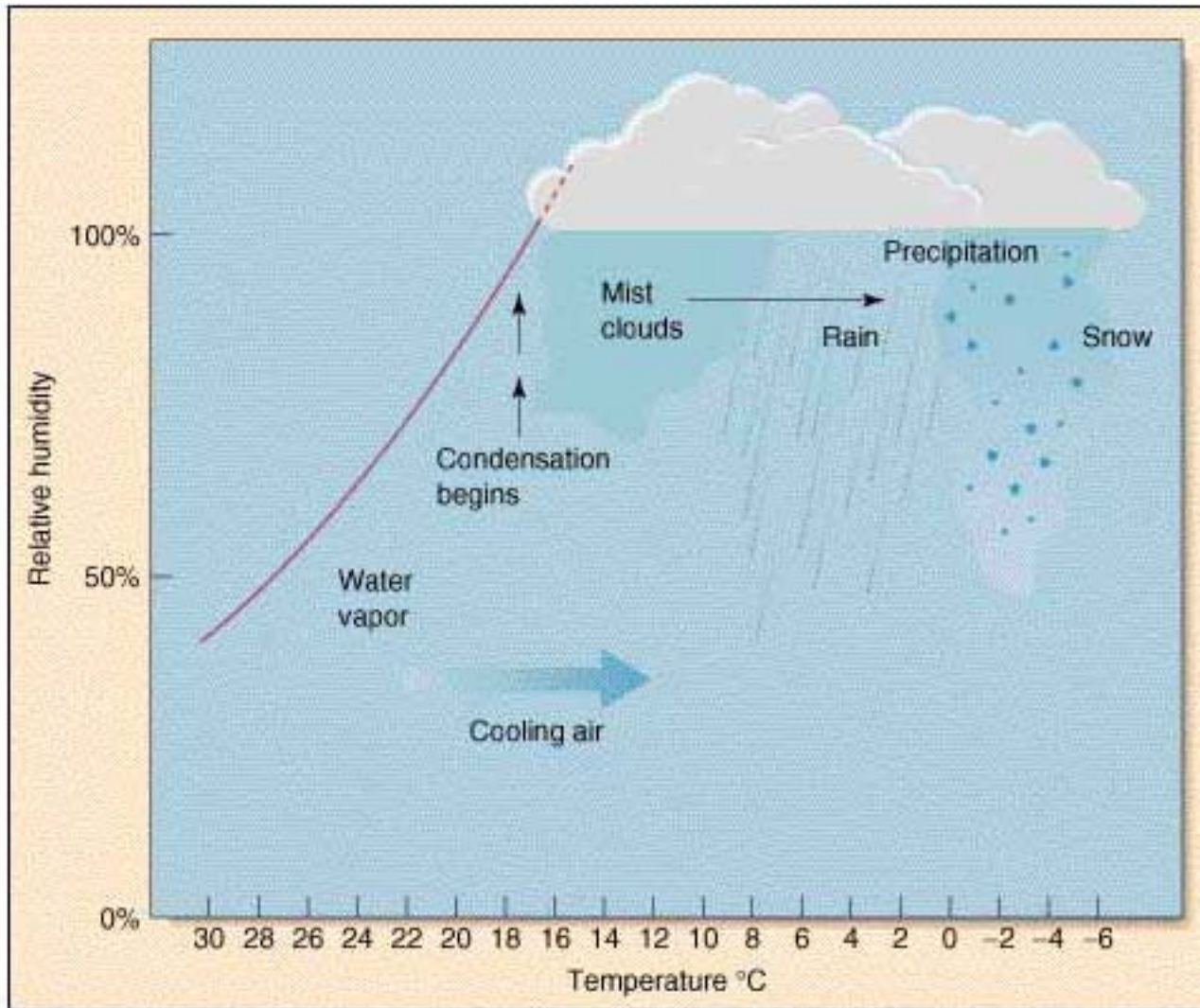
Planinski lanci mogu uzrokovati određena odstupanja od uobičajenih zračnih kretanja i rasporeda oborina



Planina uzrokuje podizanje zraka, njegovo hlađenje i oborine koje padaju na strani planine okrenute vjetru. S druge strane planine potom struju suhi zrak koji izvlači vlagu i stvara aridni okoliš koji se naziva **kišna sjena**



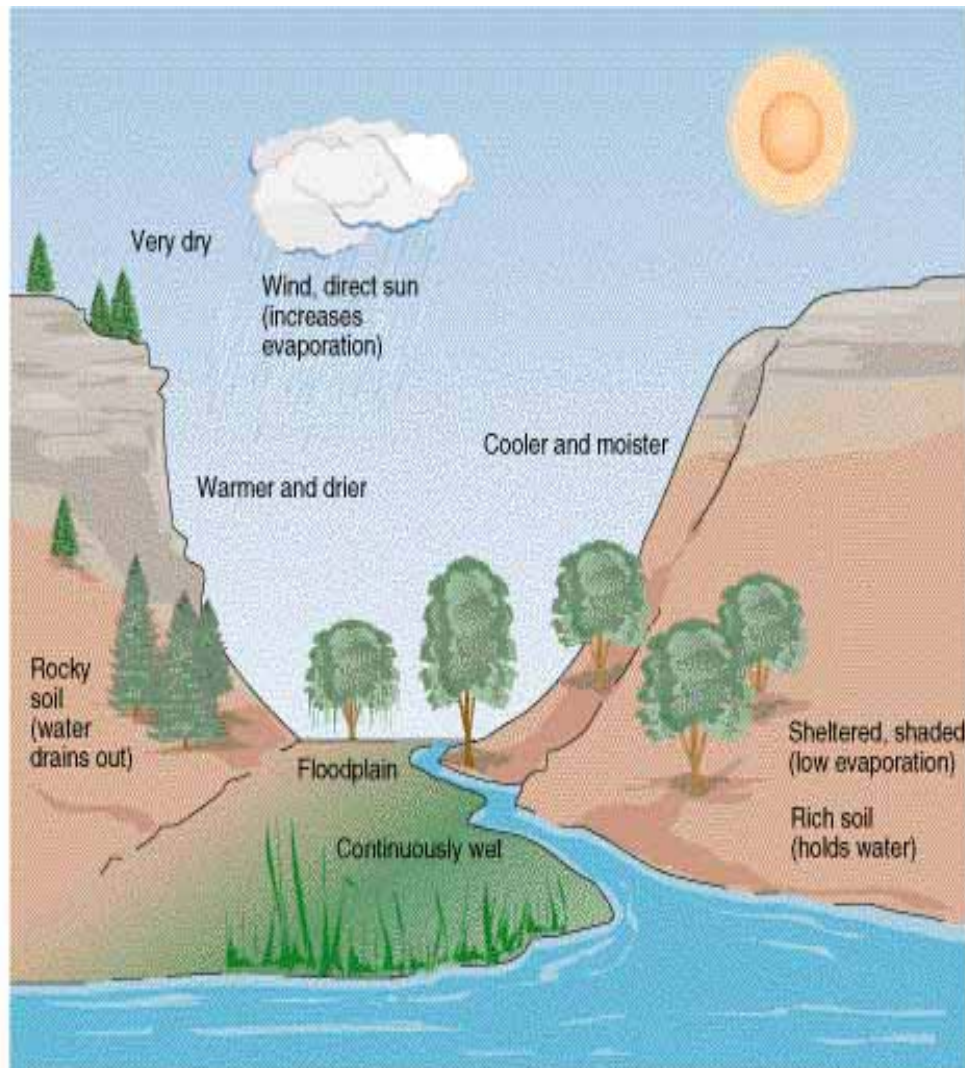
Planinski lanac je odgovoran za vlažnu i toplu klimu s oceanske strane planine, te suhu i vruću klimu s kopnene strane planine



Podizanjem u veću visinu zrak se hladi, a vodena para koju nosi se kondenzira i pada na zemlju u obliku kiše ili snijega

Utjecaj izloženosti (ekspozicije) na vegetaciju





Strana planine koja je izložena suncu je toplija i sušnija, dok je strana koja nije izložena suncu hladnija i vlažnija. To se odražava i na tipove vegetacije koji uspijevaju na različitim stranama planine

Promjene vegetacije s nadmorskom visinom na planinama jugoistočne Arizone



900 m



1200 m



1500 m



2000 m

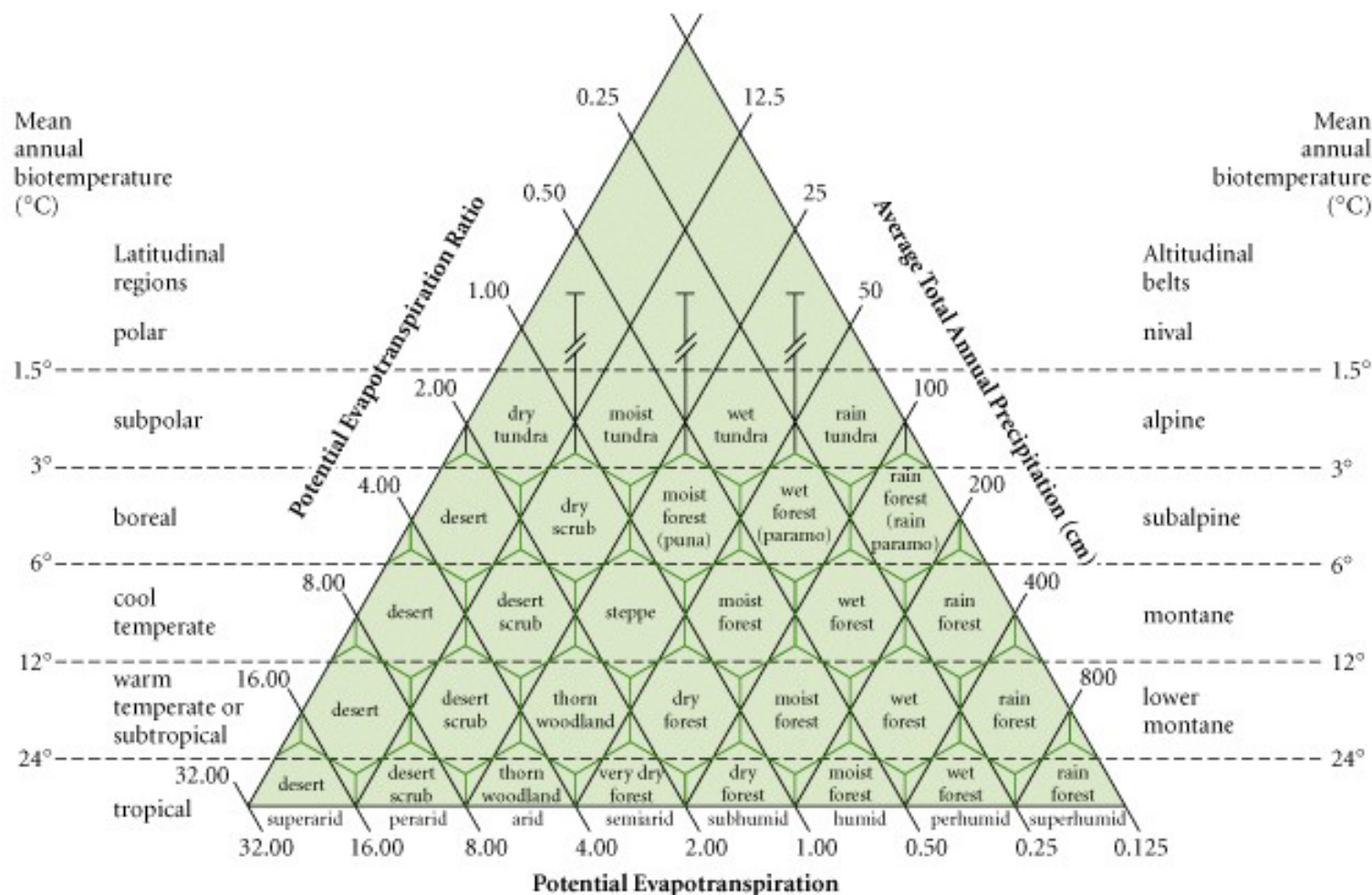


2500 m

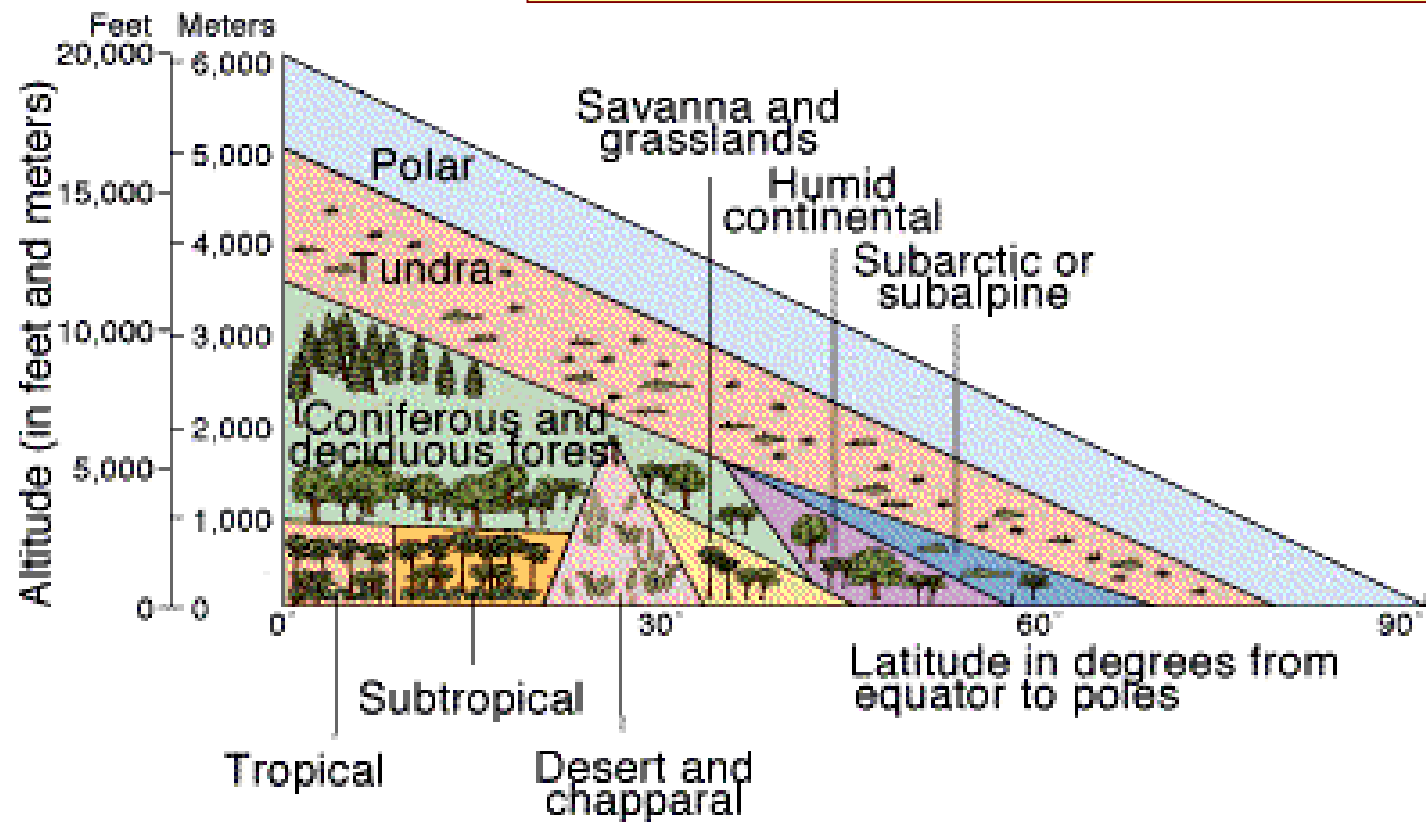


3000 m

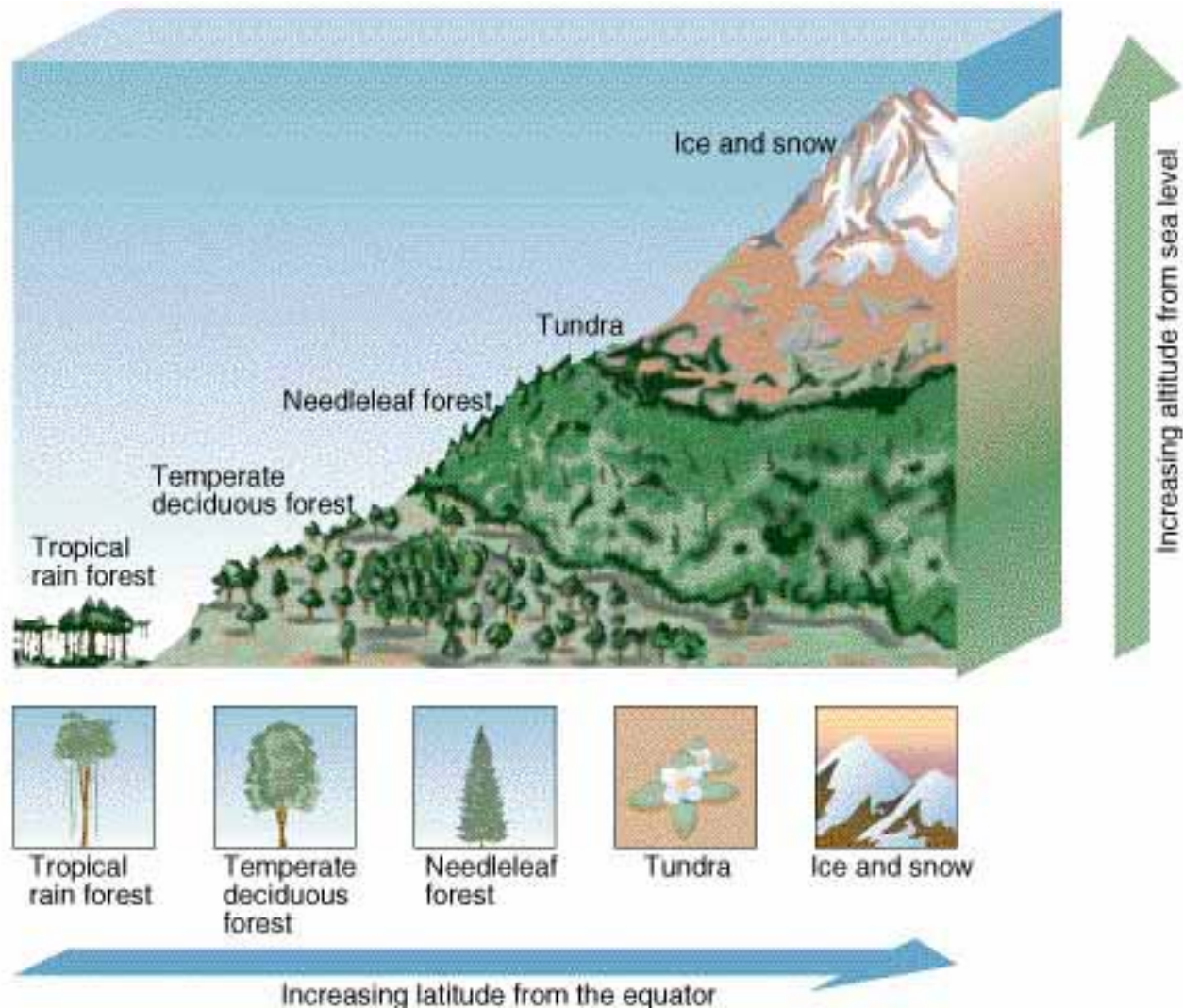
U mnogo čemu klima i vegetacija visokih nadmorskih visina podsijeća na klimu i vegetaciju lokaliteta smještenih na nižim nadmorskim visinama, ali viših geografskih širina



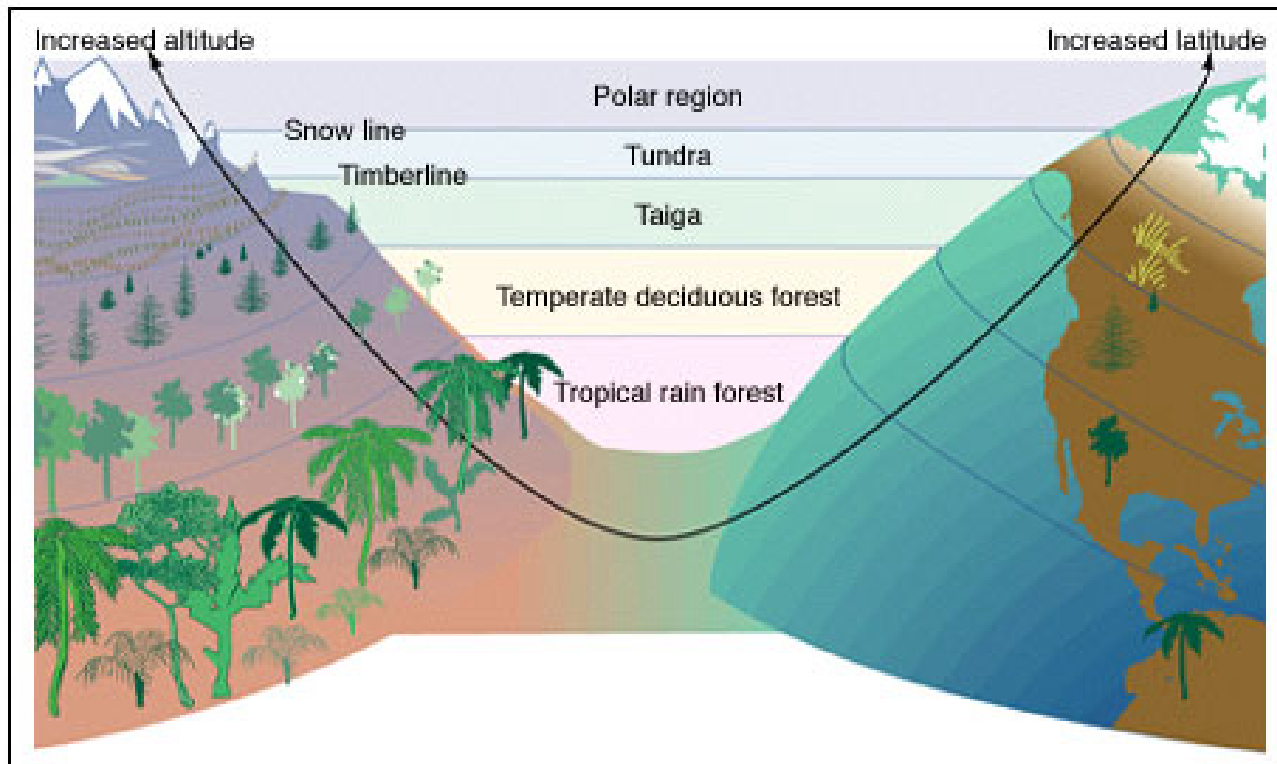
Utjecaj nadmorske visine i geografske širine na sličan način utječu na tipove vegetacije



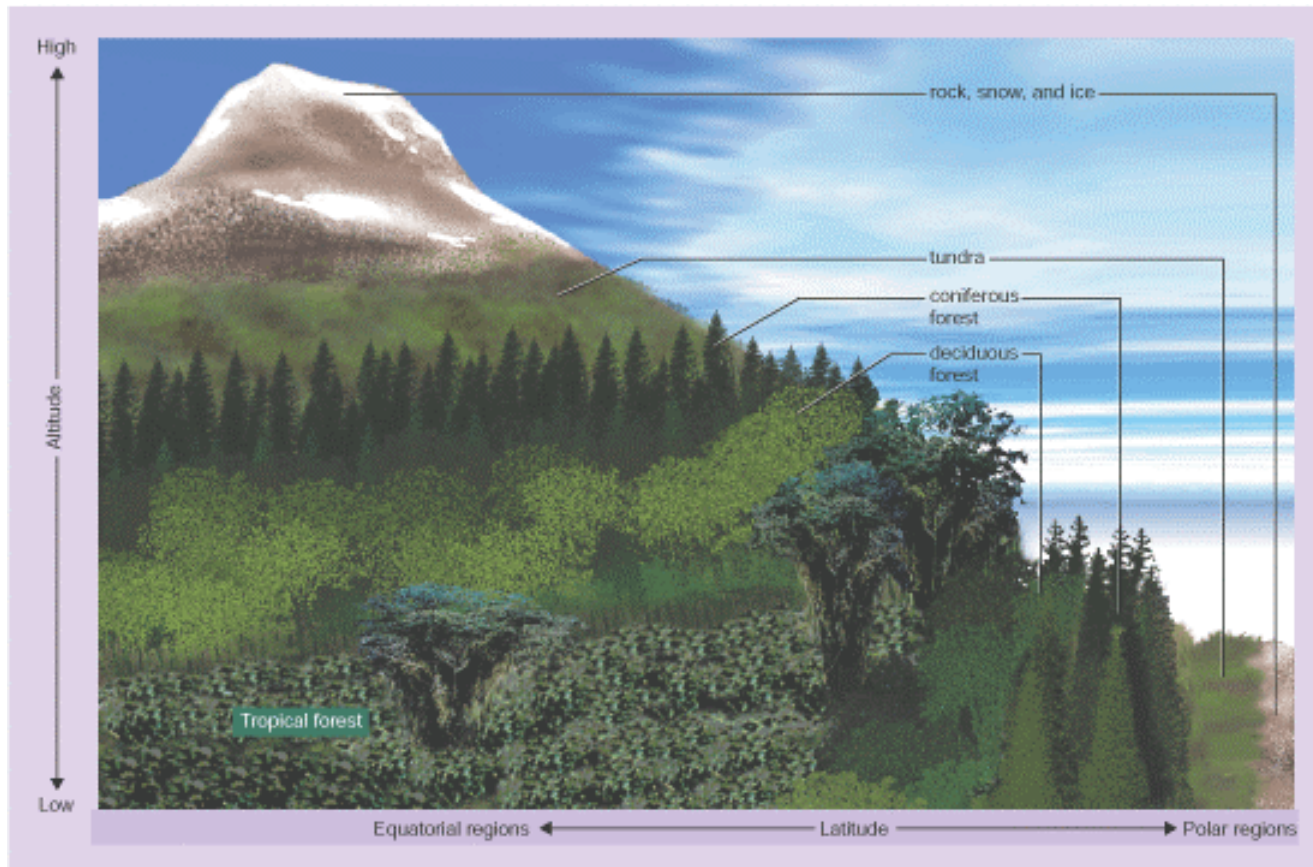
Utjecaj nadmorske visine i geografske širine na sličan način utječu na tipove vegetacije



Utjecaj nadmorske visine i geografske širine na sličan način utječu na tipove vegetacije



Utjecaj nadmorske visine i geografske širine na sličan način utječu na tipove vegetacije

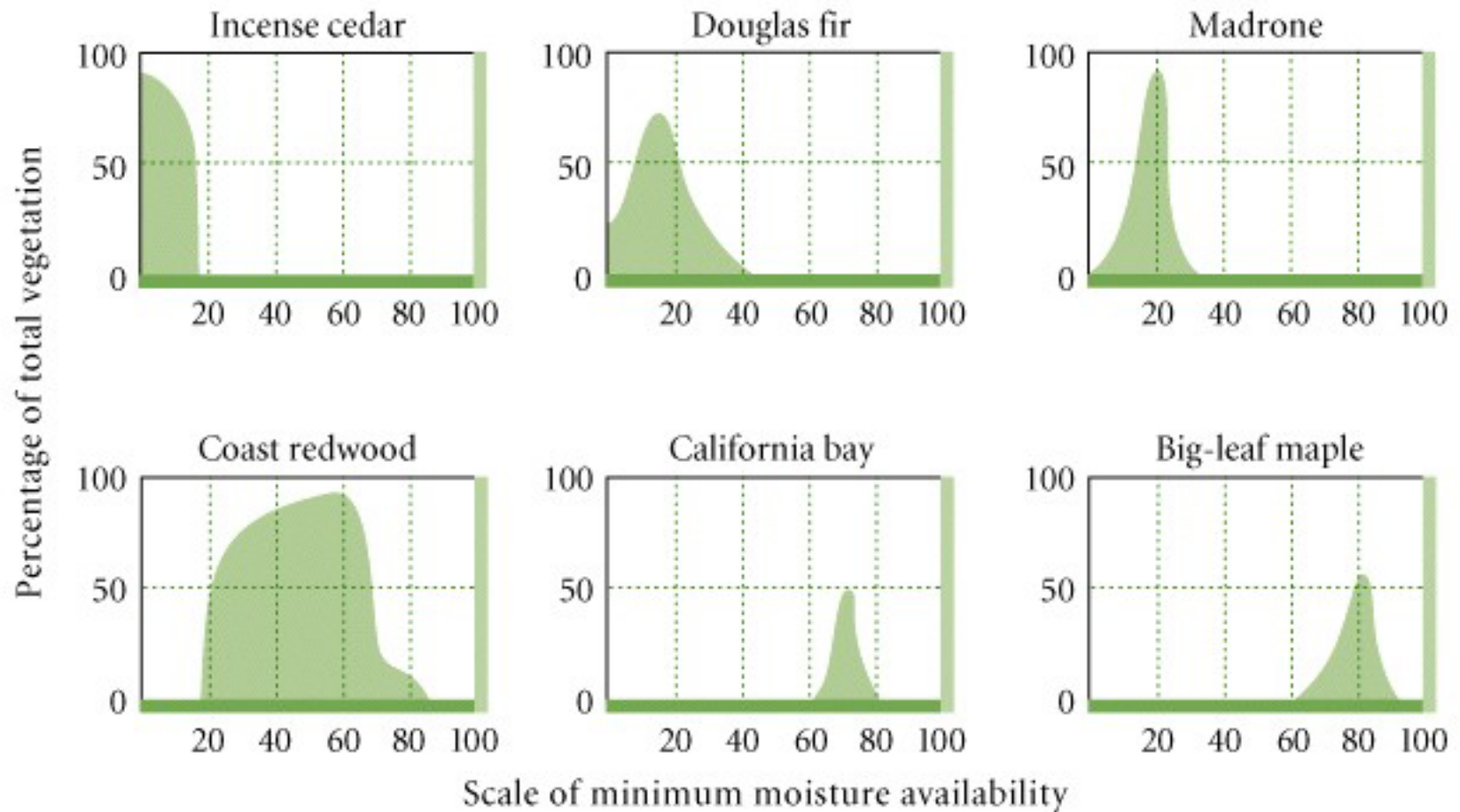


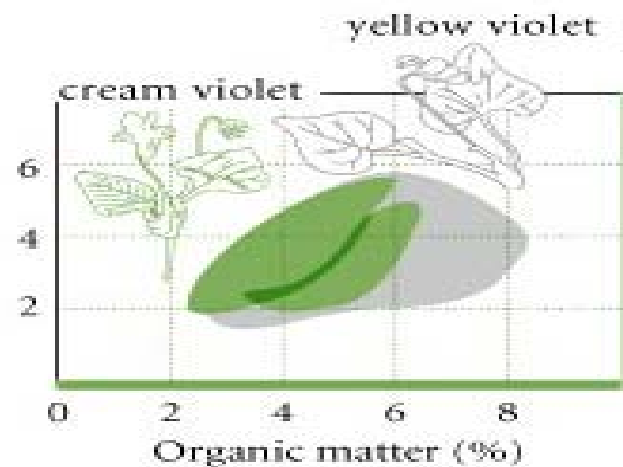
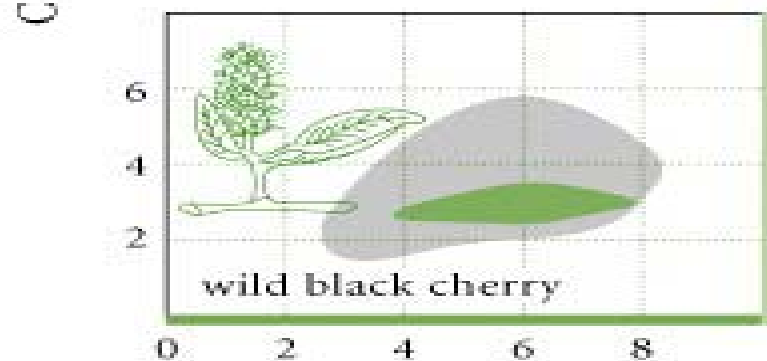
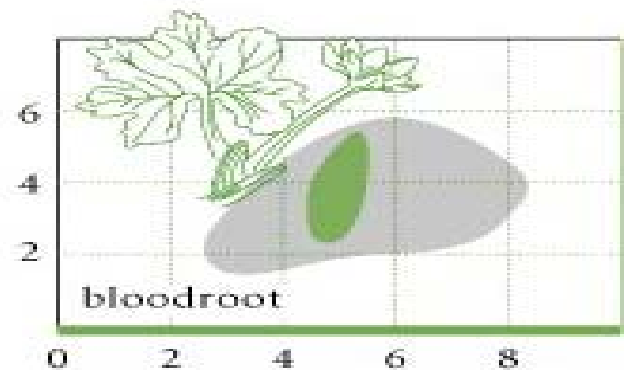
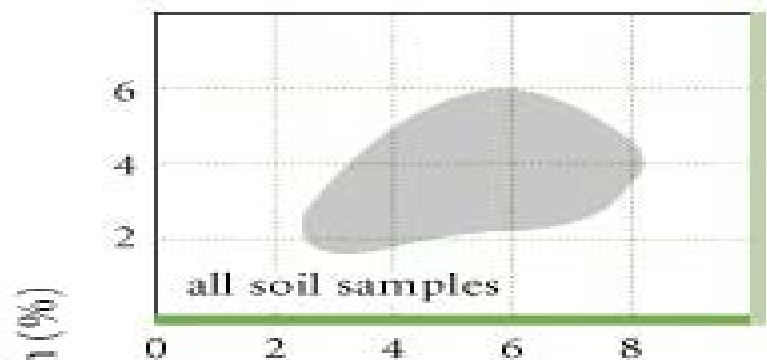
Lokalne varijacije u osnovnoj stijeni koja leži ispod tla
uvjetuju diferencijaciju različitih tipova tla



Na mjestima gdje na površinu izbijaju vulkanske stijene stvaraju se tla bogata magnezijem koja mogu podržati jedino vegetaciju rijetko izraslih trava. Izvan tog područja rastu šumske zajednice.

Distribucija različitih vrsta drveća duž gradijenta vlažnosti u tlu u sjevernom obalnom području Kalifornije



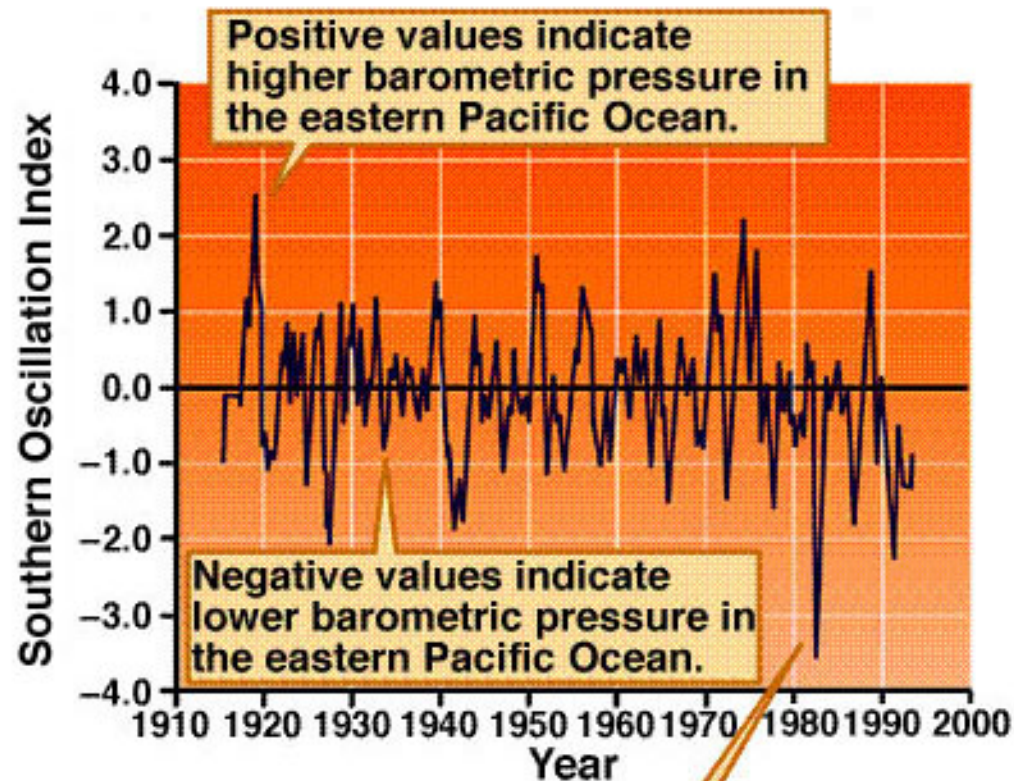


Mjesta rasta četiri šumske biljke u šumama istočne Indije
s obzirom na sadržaj kalcija i organske tvari u tlu

El Niño – globalni klimatski fenomen

- **El Niño** Southern Oscillation (ENSO) je atmosferski i oceanski fenomen koji se događa na velikoj prostornoj skali i koji utječe na ekosisteme na globalnoj skali
- ENSO uključuje varijacije u površinskoj temperaturi mora i barometarskom tlaku duž Pacifika i Indijskog oceana
- Tijekom **El Niño** površinska temperatura istočnog tropskog Pacifika je viša, a barometarski tlak niži od prosječnog. To uzrokuje povećanu količinu oborina u Sjevernoj Americi i dijelovima Južne Amerike, a sušu u zapadnom Pacifiku
- Obrnuta pojava, niže površinske temperature mora i višeg tlaka od prosječnog u istočnom tropskom Pacifiku naziva se **El Niña**. **El Niña** uzrokuje sušu u većem dijelu Sjeverne i Južne Amerike, a povećanu količinu oborina u zapadnom Pacifiku

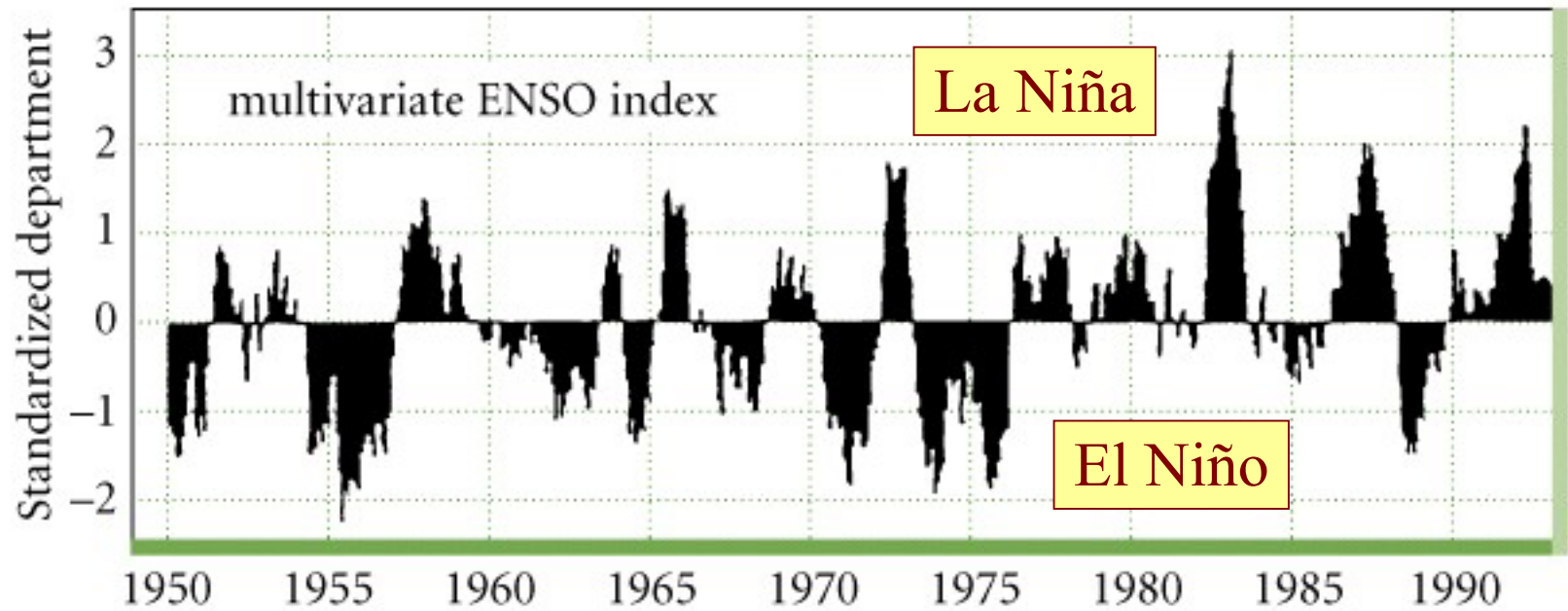
Southern Oscillation Index



Strongly negative values of the Southern Oscillation Index are associated with El Niño events and strongly positive values with La Niña events.

Pozitivne vrijednosti indeksa ukazuju na visoki barometarski tlak u istočnom Pacifiku, što je povezano s pojavom La Nina

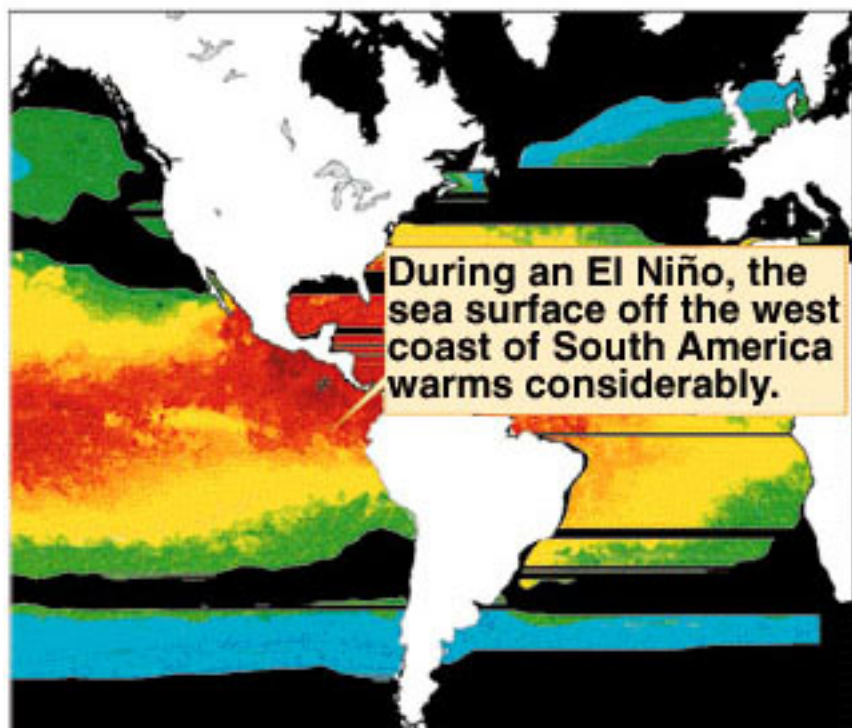
Negativne vrijednosti indeksa ukazuju na niski barometarski tlak u istočnom Pacifiku, što je povezano s pojavom El Nino



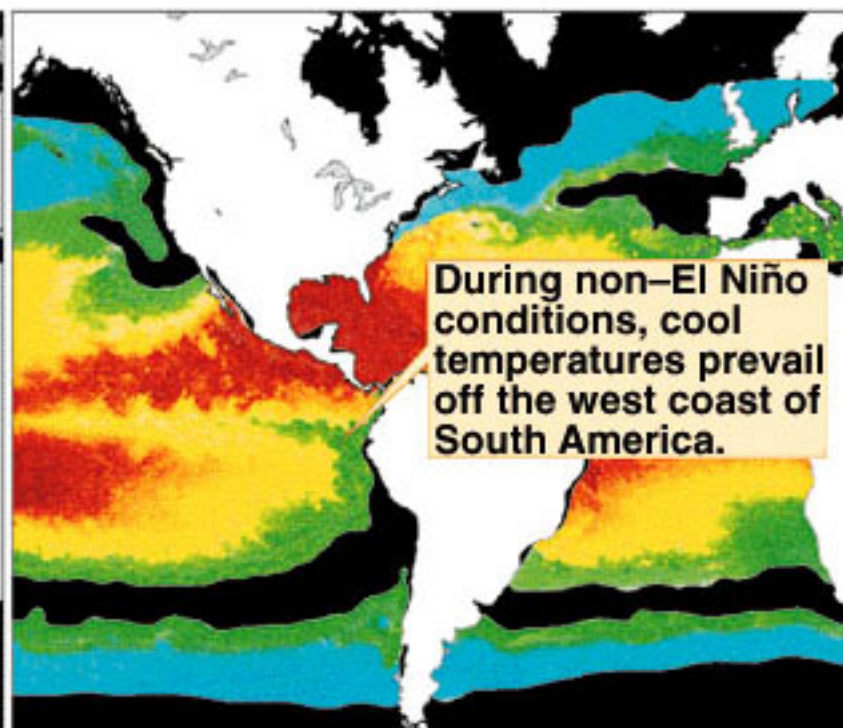
(a)

Sea Temperature & El Niño

Tijekom El Nina



Kad nema El Nina

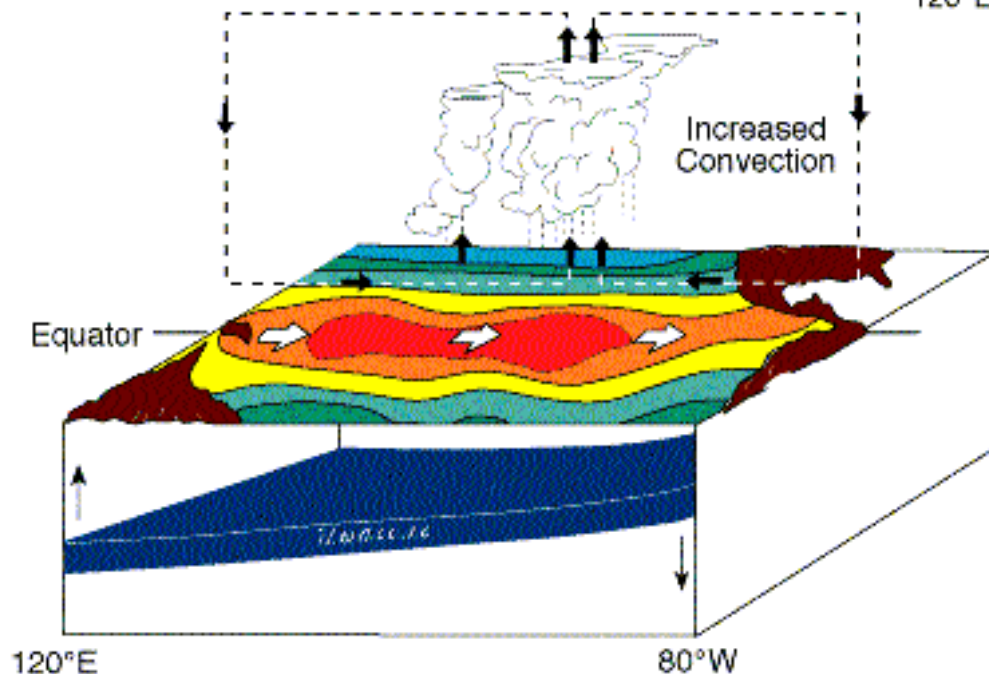


Tijekom fenomena El Nino površinska je temperatura istočnog pacifika viša, a tlak niži

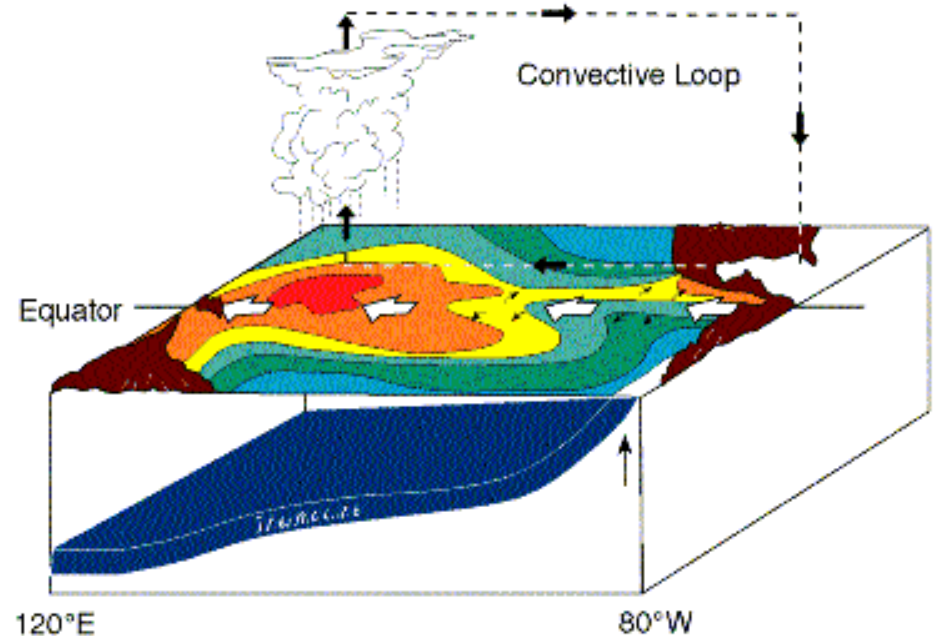
Promjene površinske
temperature mora u
istočnom Pacifiku
tijekom El Nina



El Niño Conditions

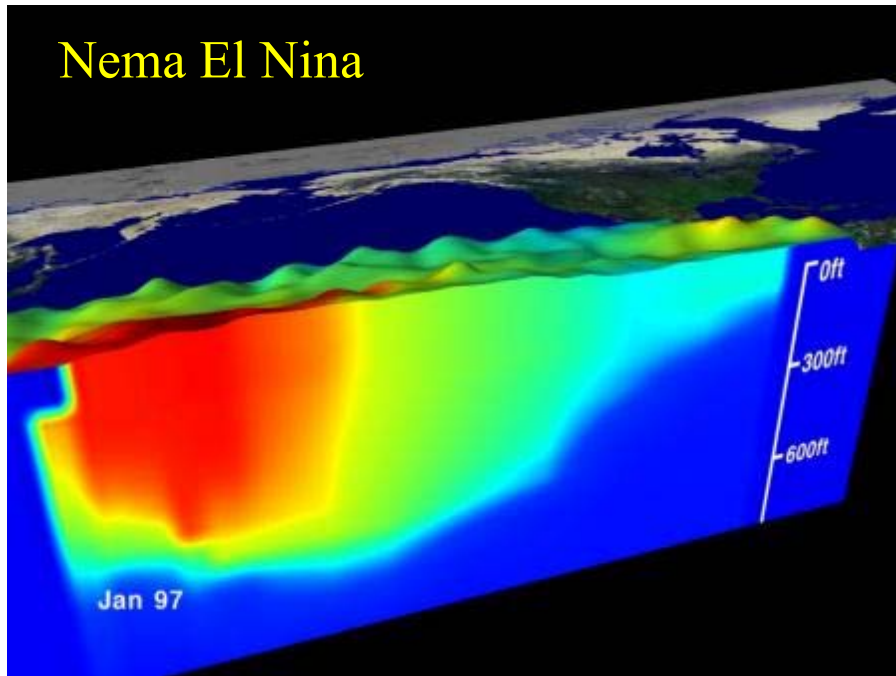


Normal Conditions

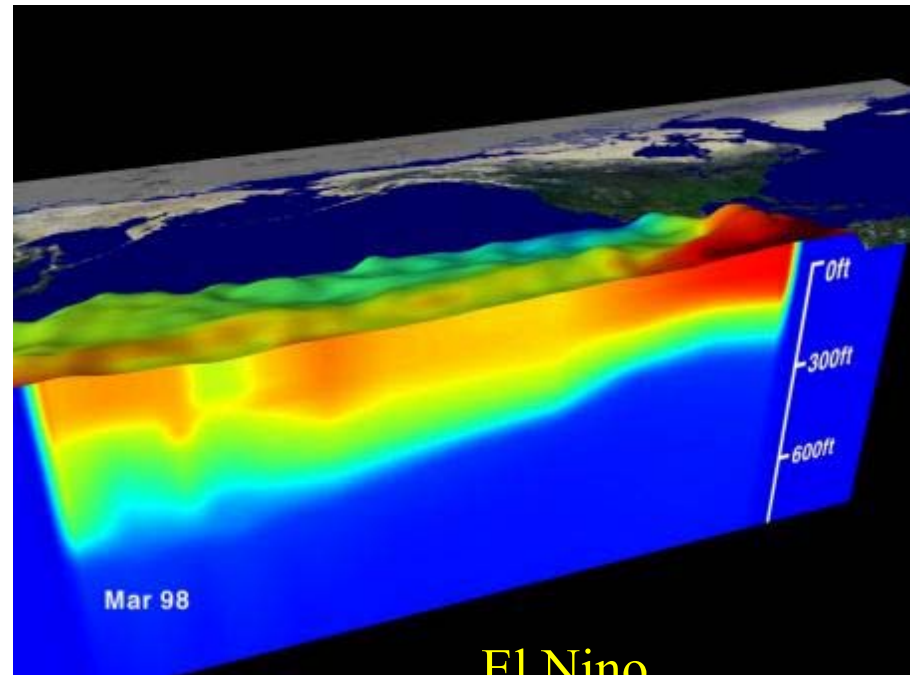


Normalna
situacija kada
nema El Nina

Nema El Nina

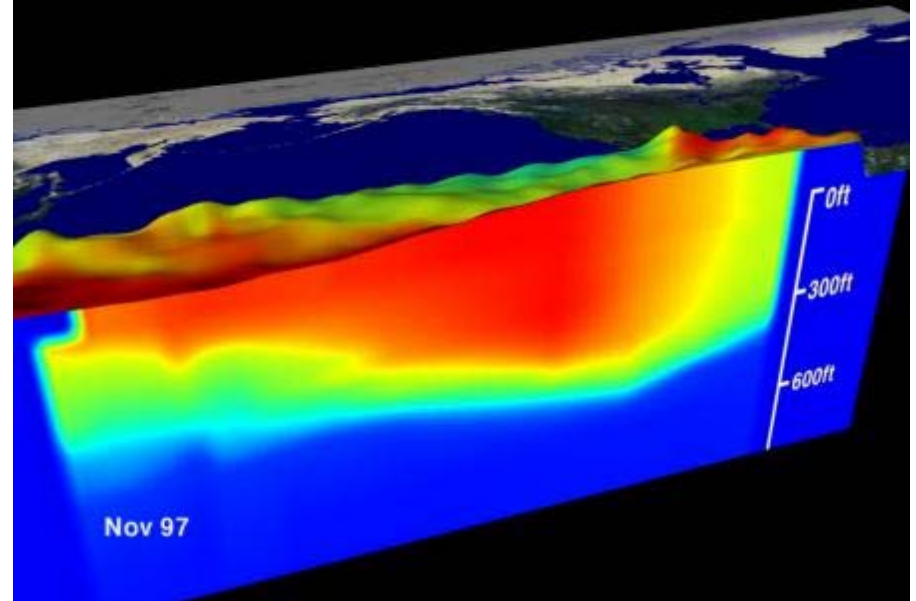


Mar 98

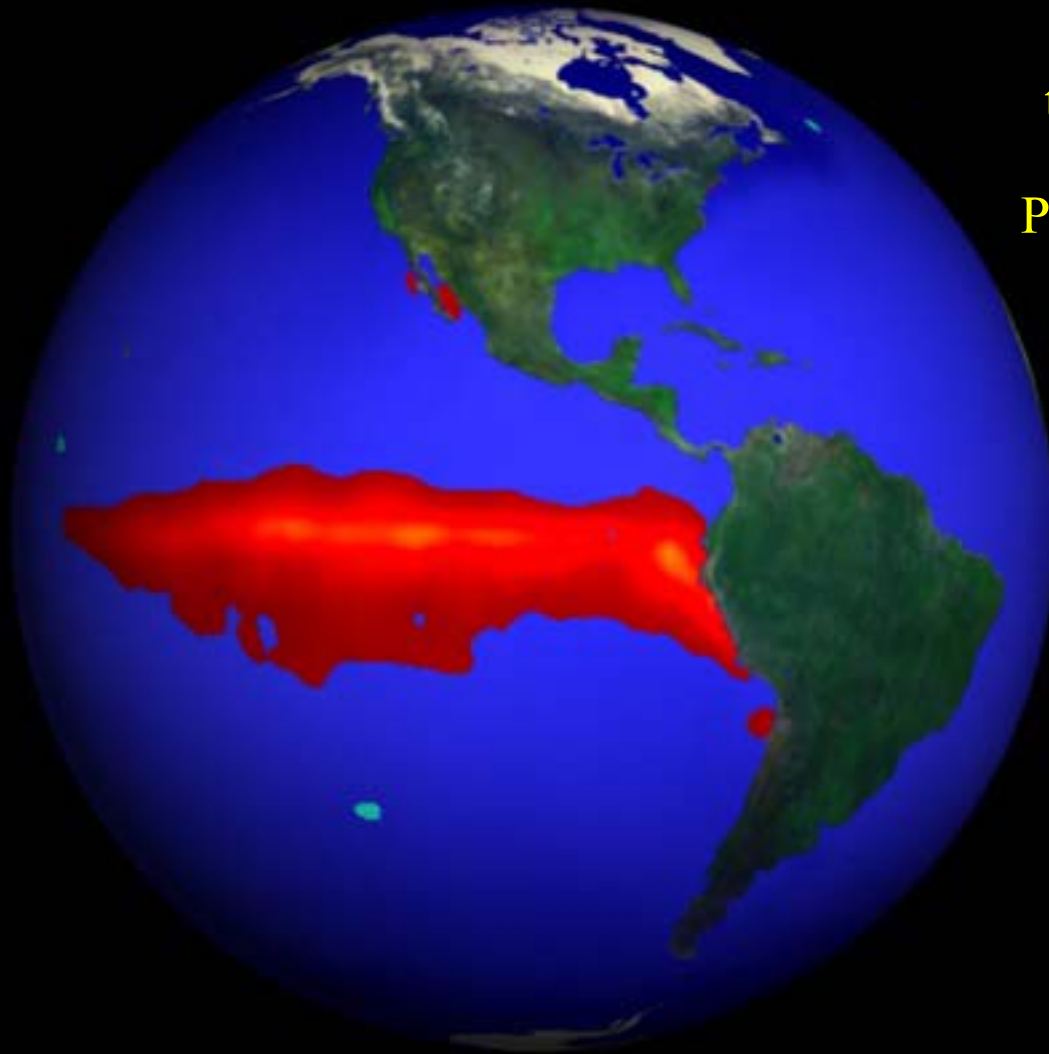


El Nino

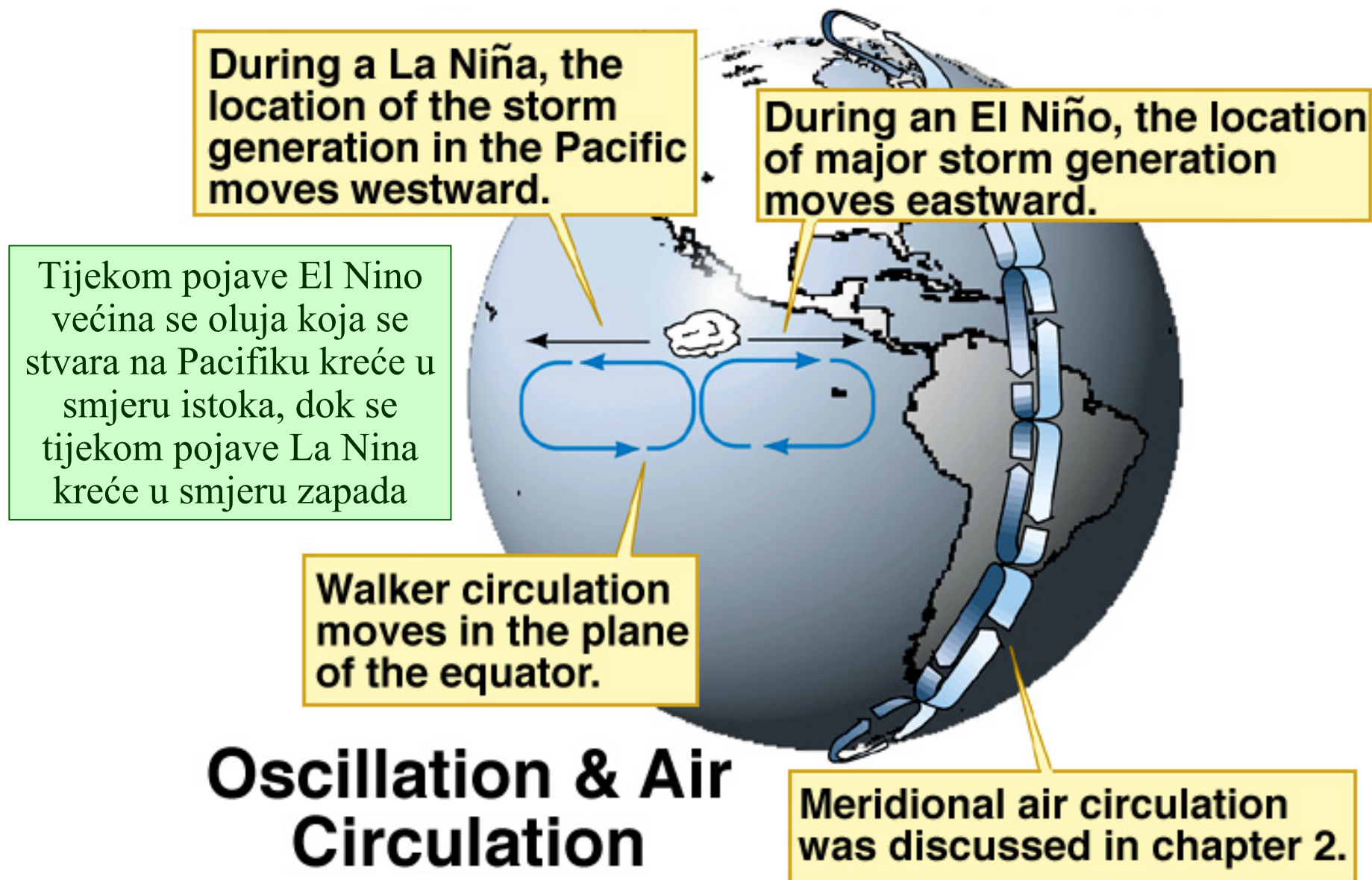
Nov 97



**El Nino
fenomen** –
površinska
temperatura u
istočnom
Pacifiku postaje
viša od
prosječne

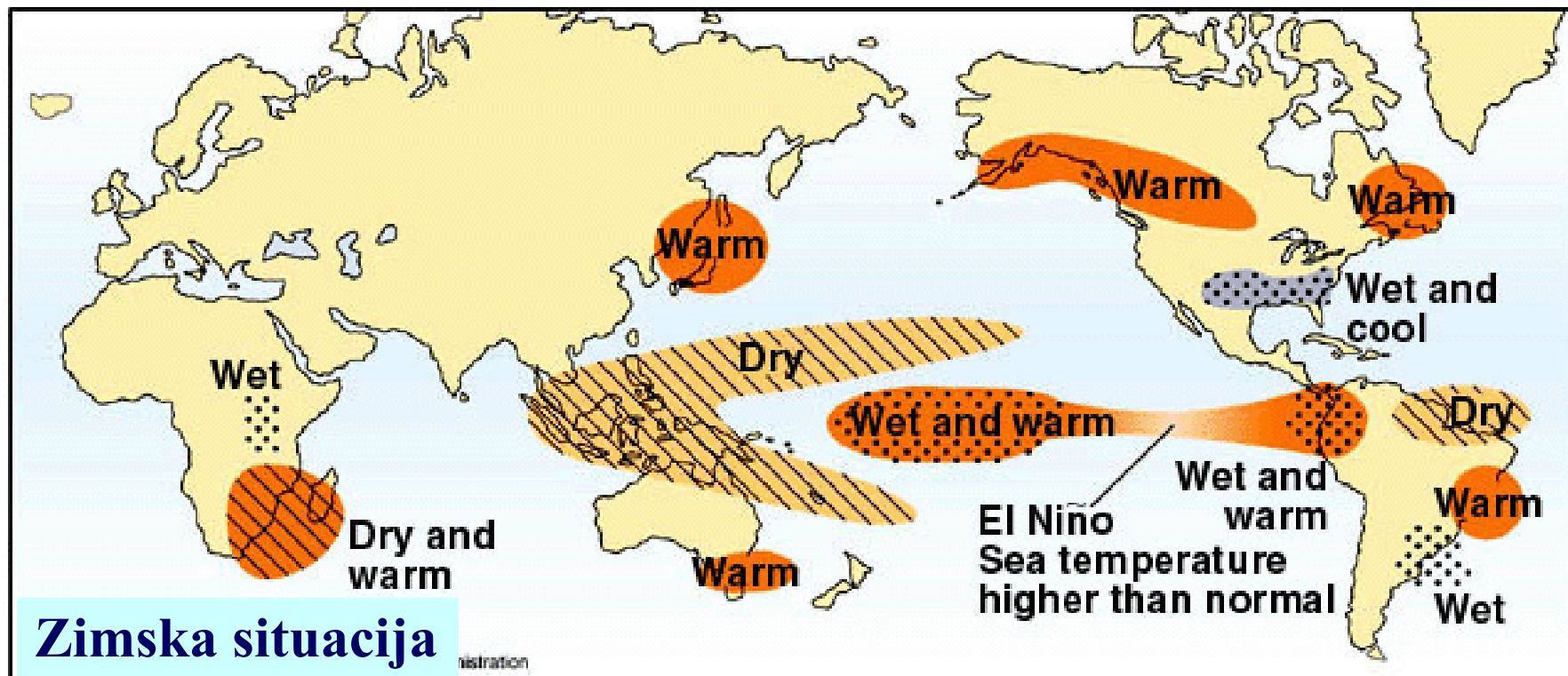


3D View of the El Niño Phenomenon



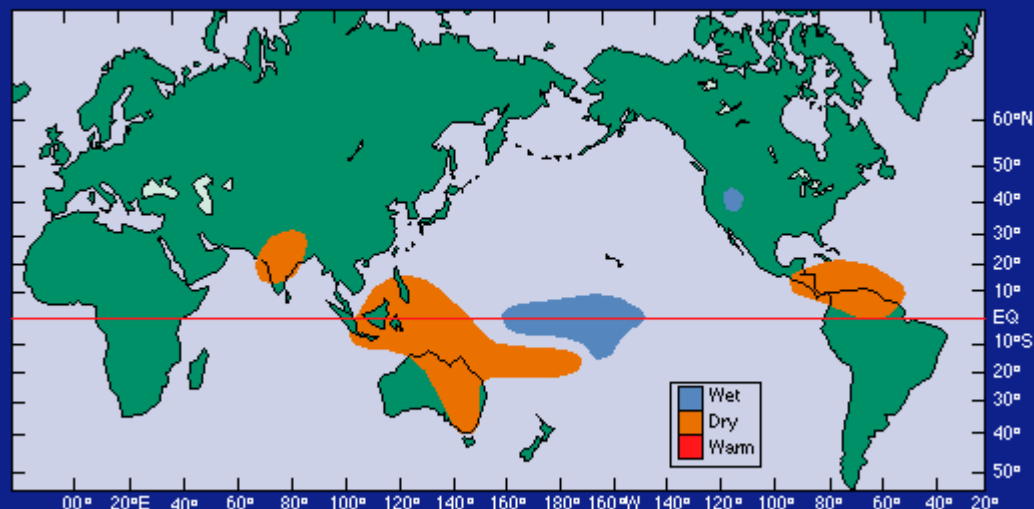
An El Niño Winter

Klimatske promjene uzrokovane pojavom El Nino

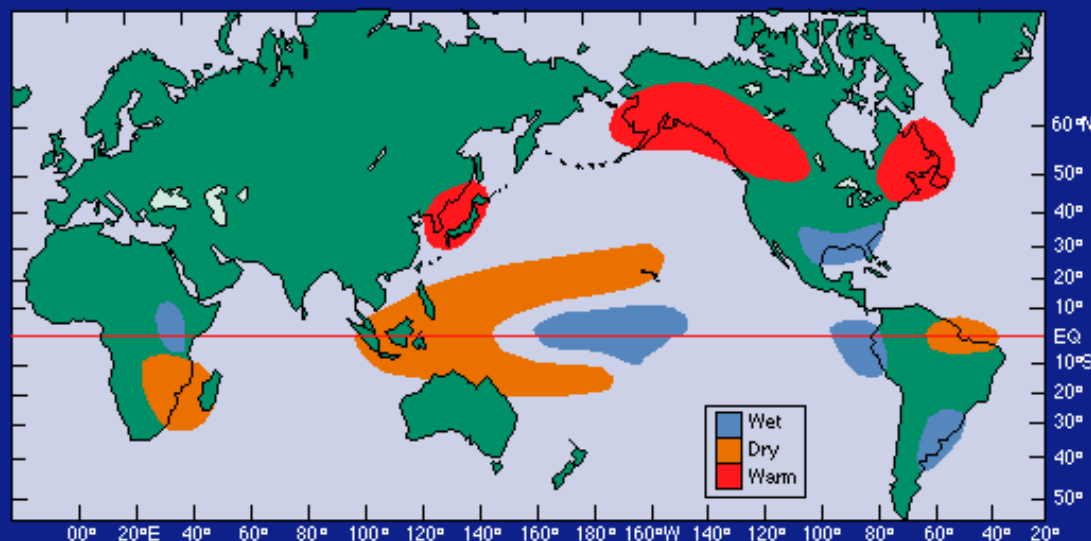


Klimatske
promjene pod
utjecajem El Nina
tijekom ljetnog i
zimskog razdoblja
u sjevernoj
hemisferi

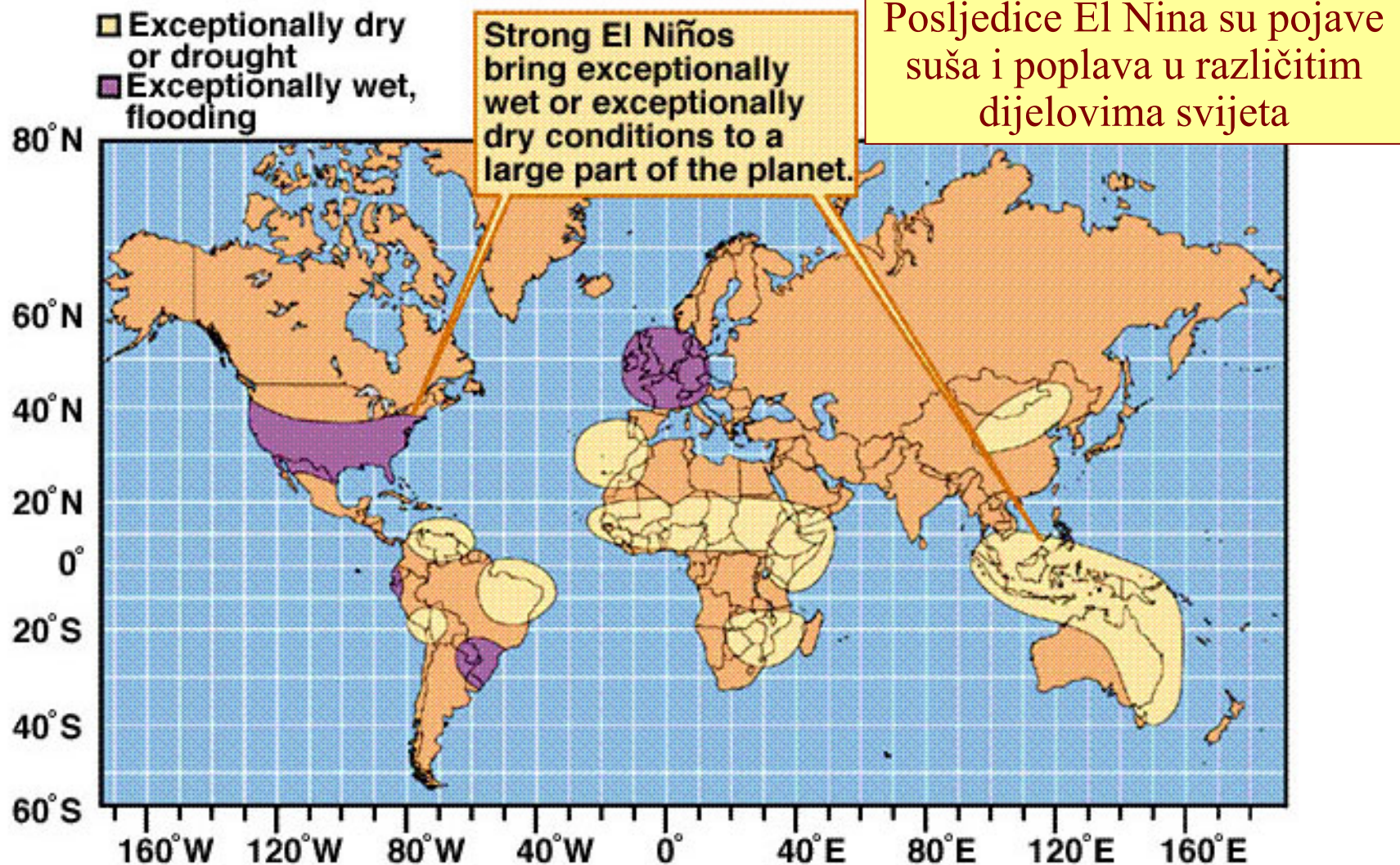
Northern Hemisphere Summer



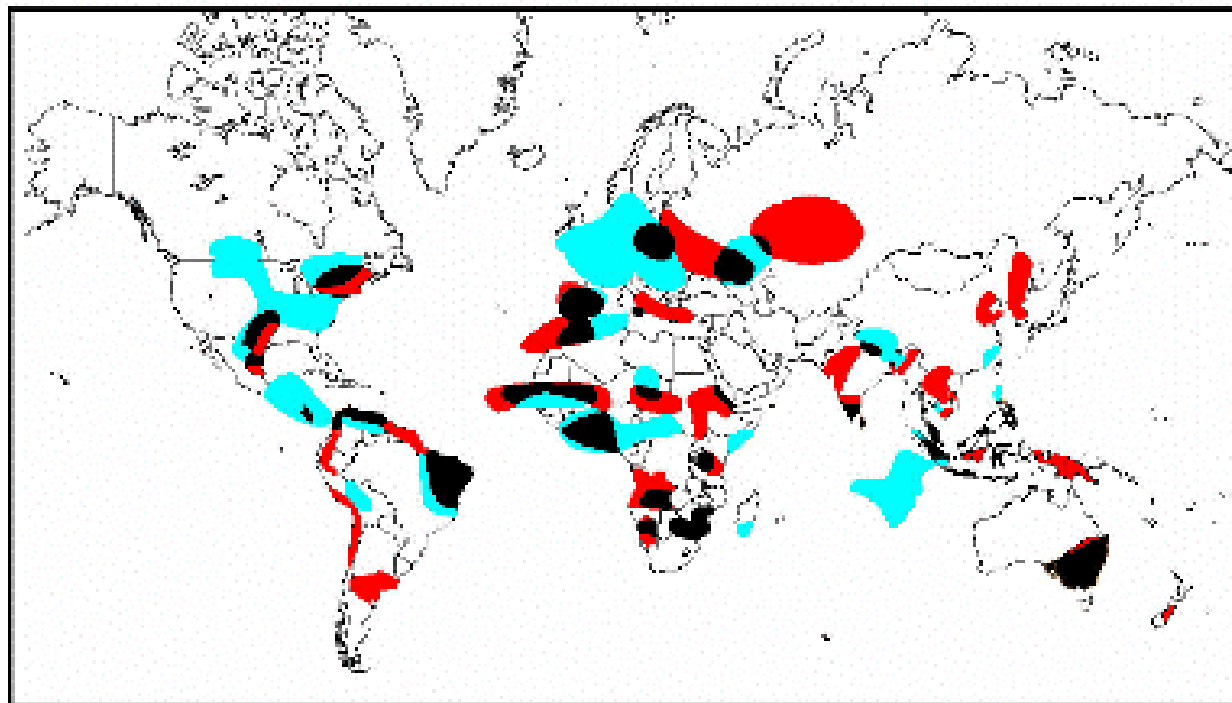
Northern Hemisphere Winter



El Niño & Precipitation

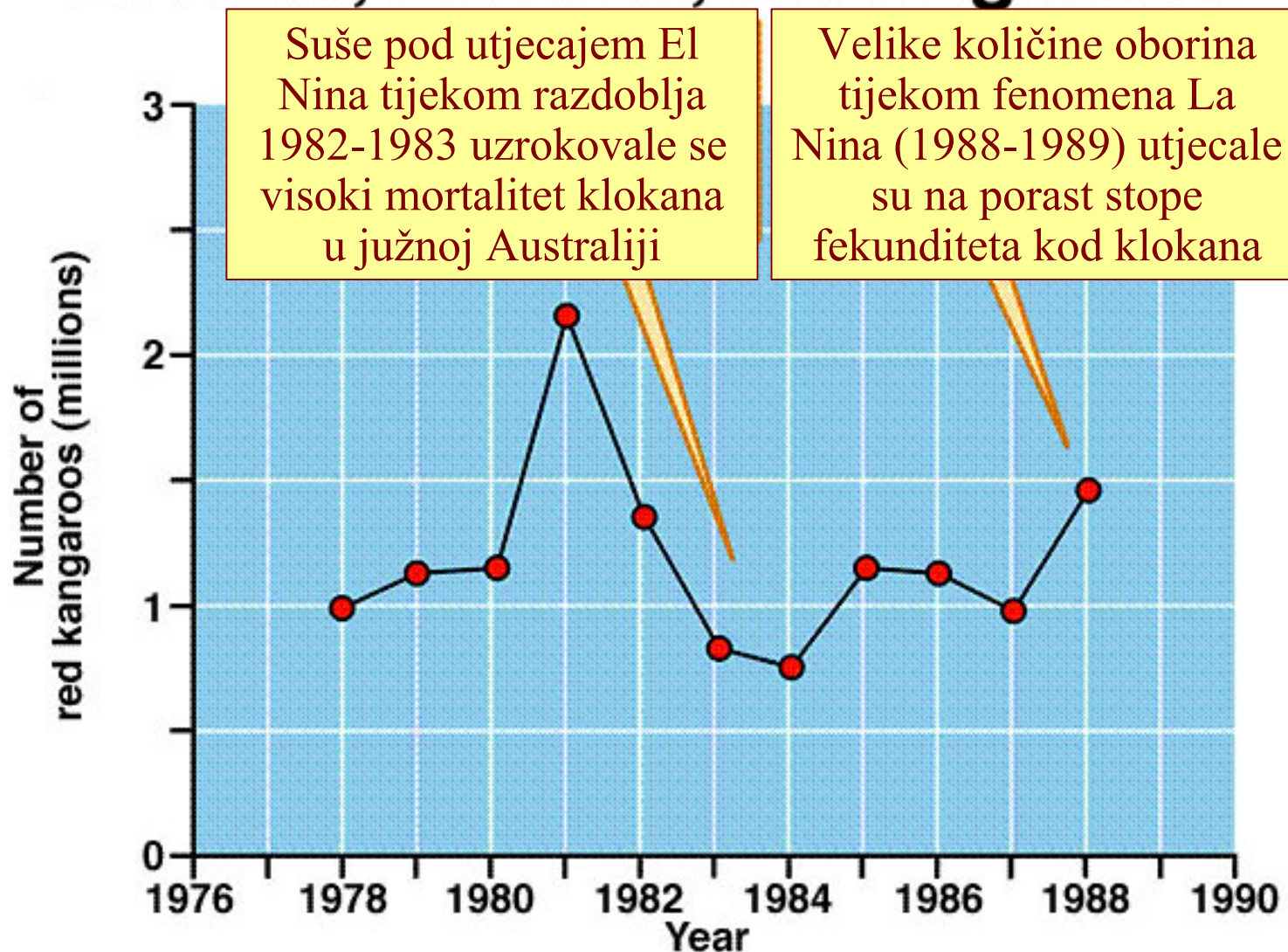


Worldwide Droughts, 1982-83



Suše koje su pogodile Zemlju tijekom razdoblja 1982-1983 kao posljedica fenomena El Nino

El Niño, La Niña, & Kangaroos



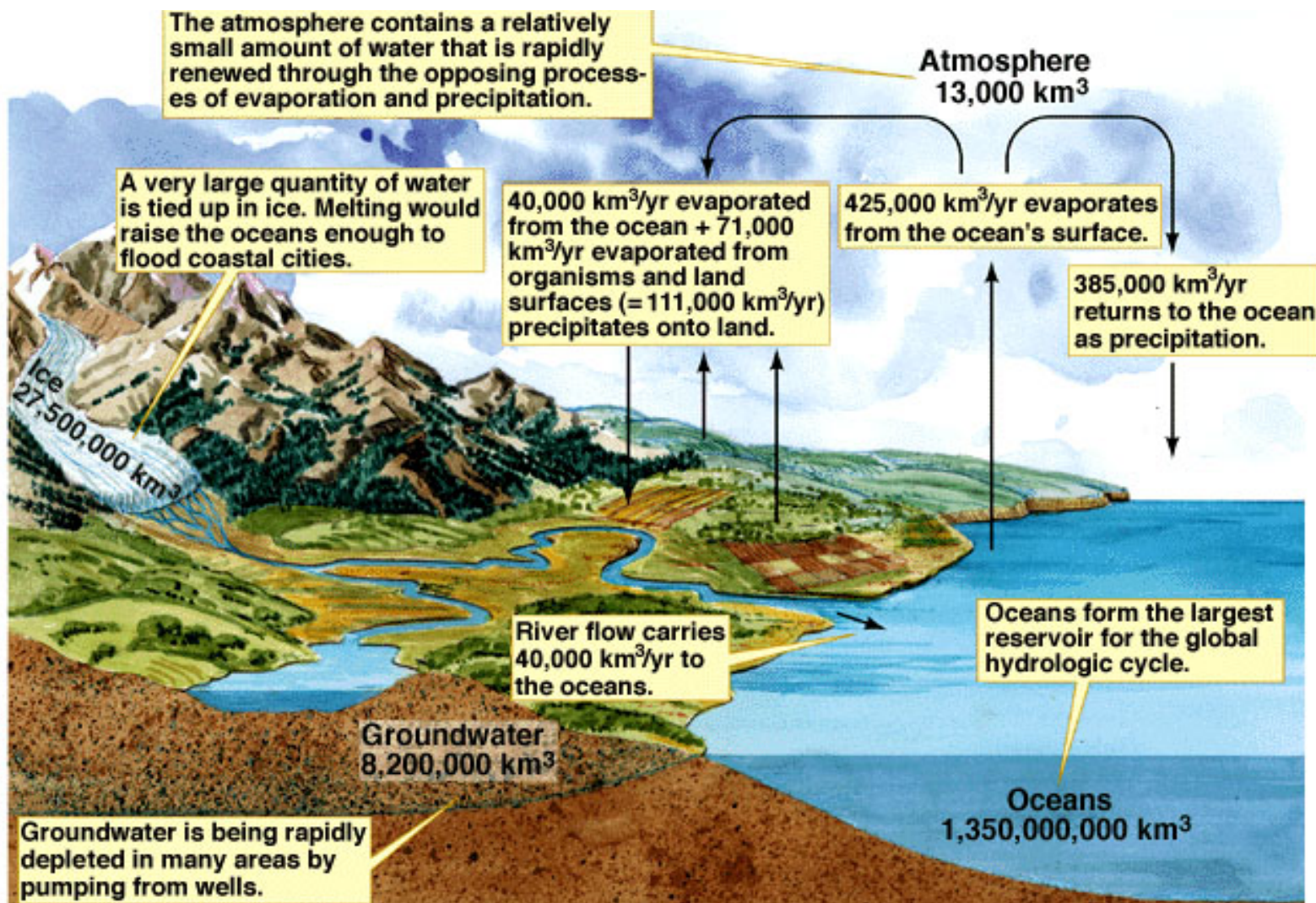
ŽIVOT U VODI



Hidrološki ciklus

- Voda je na Zemlji prisutna u različitim “rezervoarima” koje čine oceani, rijeke, jezera, polarne ledene kape, atmosfera, pa čak i organizmi
- Dinamika izmjene vode između ovih rezervoara naziva se **hidrološki ciklus**
- Od sve vode u biosferi oceani sadrže 97%, polarne ledene kape i glečeri 2%, dok na slatku vodu (jezera, rijeke i podzemne vode) otpada svega 1%

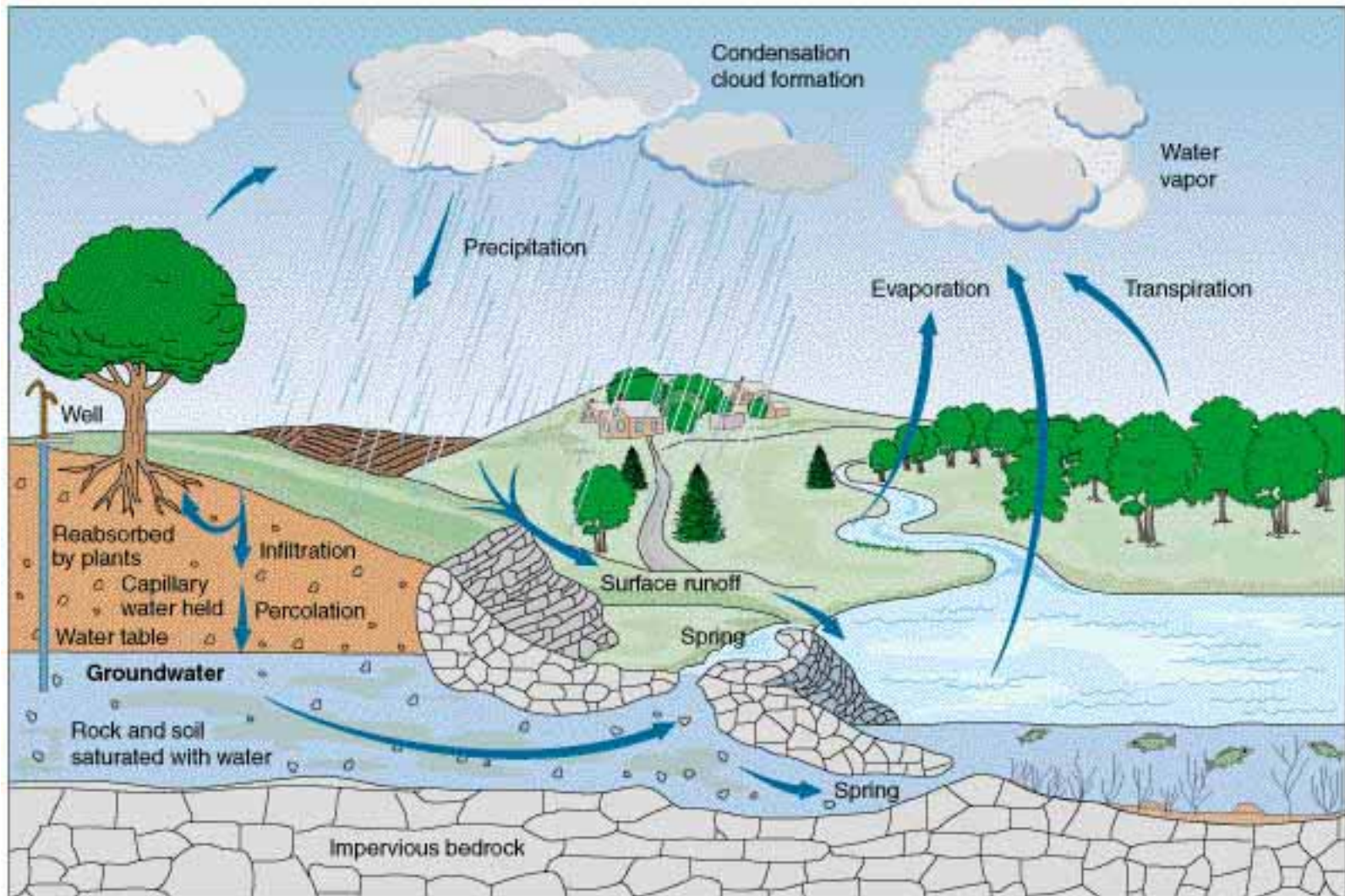
Hidrološki ciklus



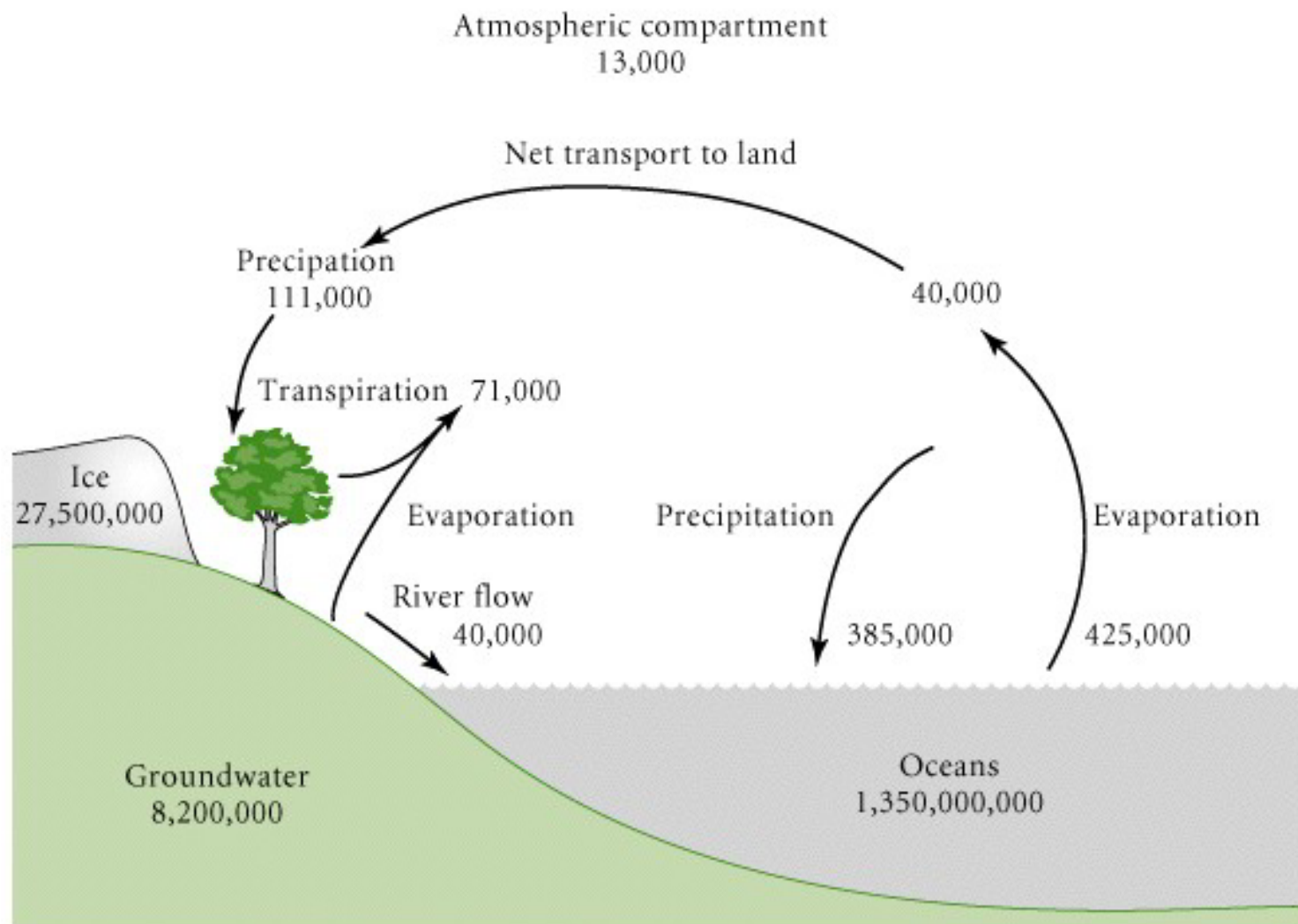
Brzina izmjene vode

- Turnover (brzina izmjene) vode značajno se razlikuje između “rezervoara”
 - ATMOSFERA – 9 dana (prosječna količina vode u atmosferi je tolika da bi pokrila površinu Zemlje u sloju debelom 2.5 cm)
 - RIJEKE – 12-20 dana
 - JEZERA – od nekoliko dana do nekoliko stotina godina (ovisi o dubini, površini i stopi drenaže)
 - OCEANI – 3.100 godina (volumen oceana je 1.3 milijarde km³)

Većina se protoka vode kroz ekosisteme događa kroz fizikalne procese:
evaporaciju, transpiraciju i precipitaciju



Većina se protoka vode kroz ekosisteme događa kroz fizikalne procese:
evaporaciju, transpiraciju i precipitaciju



Protok vode kroz ekosistem određen je evaporacijom

Energija koja pokreće hidrološki ciklus na Zemlji iznosi:

Ukupna evaporacija vode	Energija potrebna da se	
	x ispari 1 gram vode	= 8.5×10^{20} KJ/god
(378×10^{18} g/god)	(2.24 KJ)	



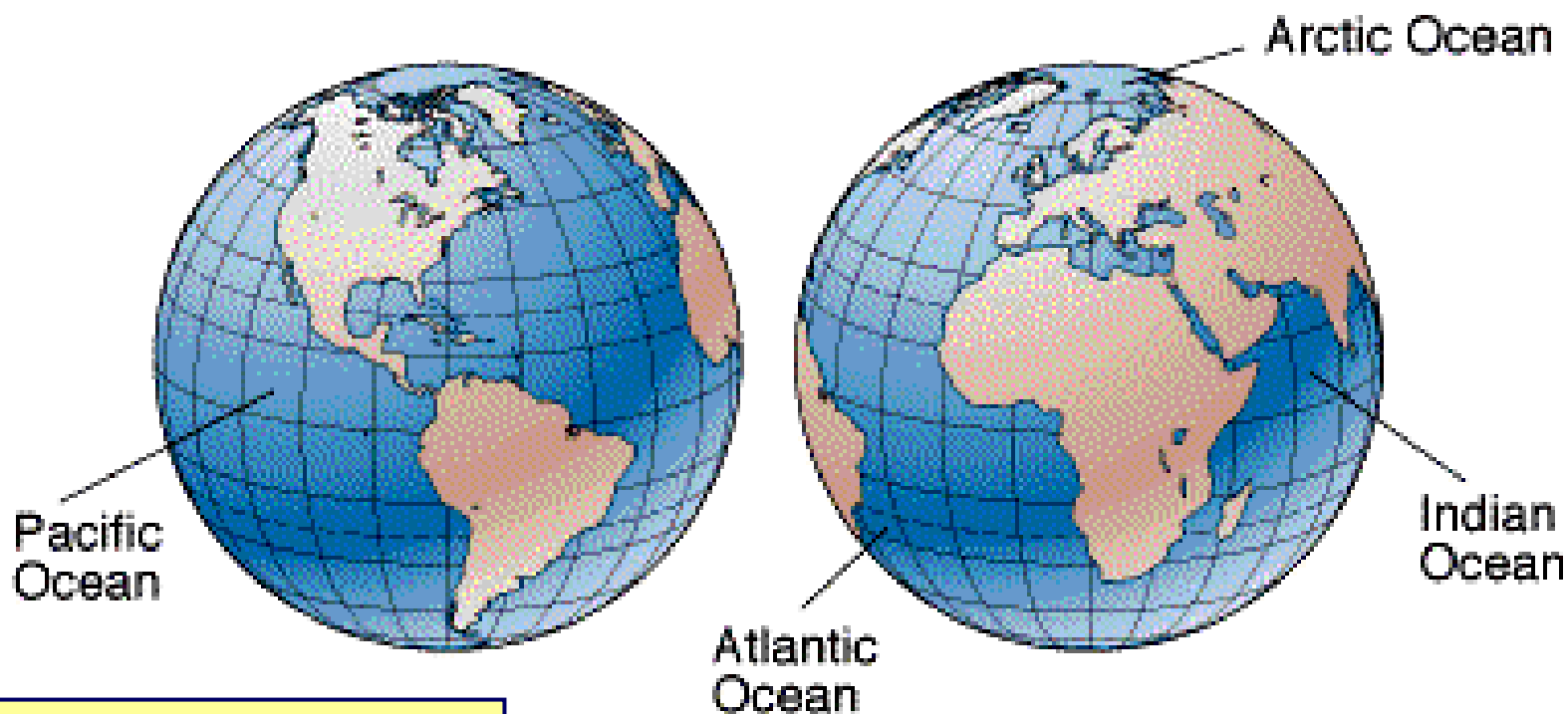
1/5 ukupne sunčeve energije

Precipitacija uravnotežuje evaporaciju jer atmosfera ima ograničen kapacitet držanja vodene pare

Život u vodenim okolišima
određen je varijacijama fizikalnih
(svjetlo, temperatura, kretanje
vodenih masa) i kemijskih faktora
(salinitet, kisik)

MORSKI OKOLIŠ

70% Zemljine površine pokriveno je morem



Površina: 360 mil. km²

Pros. dubina: oko 4000 m

Maks. dubina: oko 11000 m

MORSKI OKOLIŠ

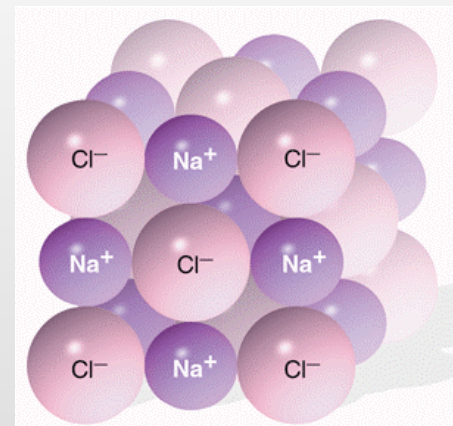
H.B. Bigelow (Woods Hole):
“Najvažnija značajka oceana je ta da
su oni puni vode”

Brojne značajke morskog okoliša
proizlaze iz fizikalnih i kemijskih
svojstava vode

ZNAČAJKE MORSKE VODE

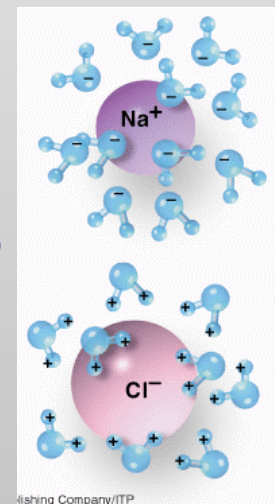
- **Toplinska svojstva vode**

- Veliki toplinski kapacitet
- Otpornost na promjene agregatnog stanja
- Maksimalna gustoća kod 4°C



- **Svojstva otapala**

- Veliki kapacitet otapanja anorganskih i organskih spojeva (prosječni salinitet oko 35 g/l ili 35‰)
 - Od kationa najvažniji Na^+ i Mg^{2+}
 - Od aniona najvažniji Cl^- i SO_4^{2-}
 - Otopljene soli snižavaju točku ledišta (-1.9°C kod 35‰)
- Veliki osmotski potencijal
- Otapanje plinova (O_2 ; CO_2)



ZNAČAJKE MORSKE VODE

Koncentracije minerala u moru su često ograničene njihovom maksimalnom topljivošću:

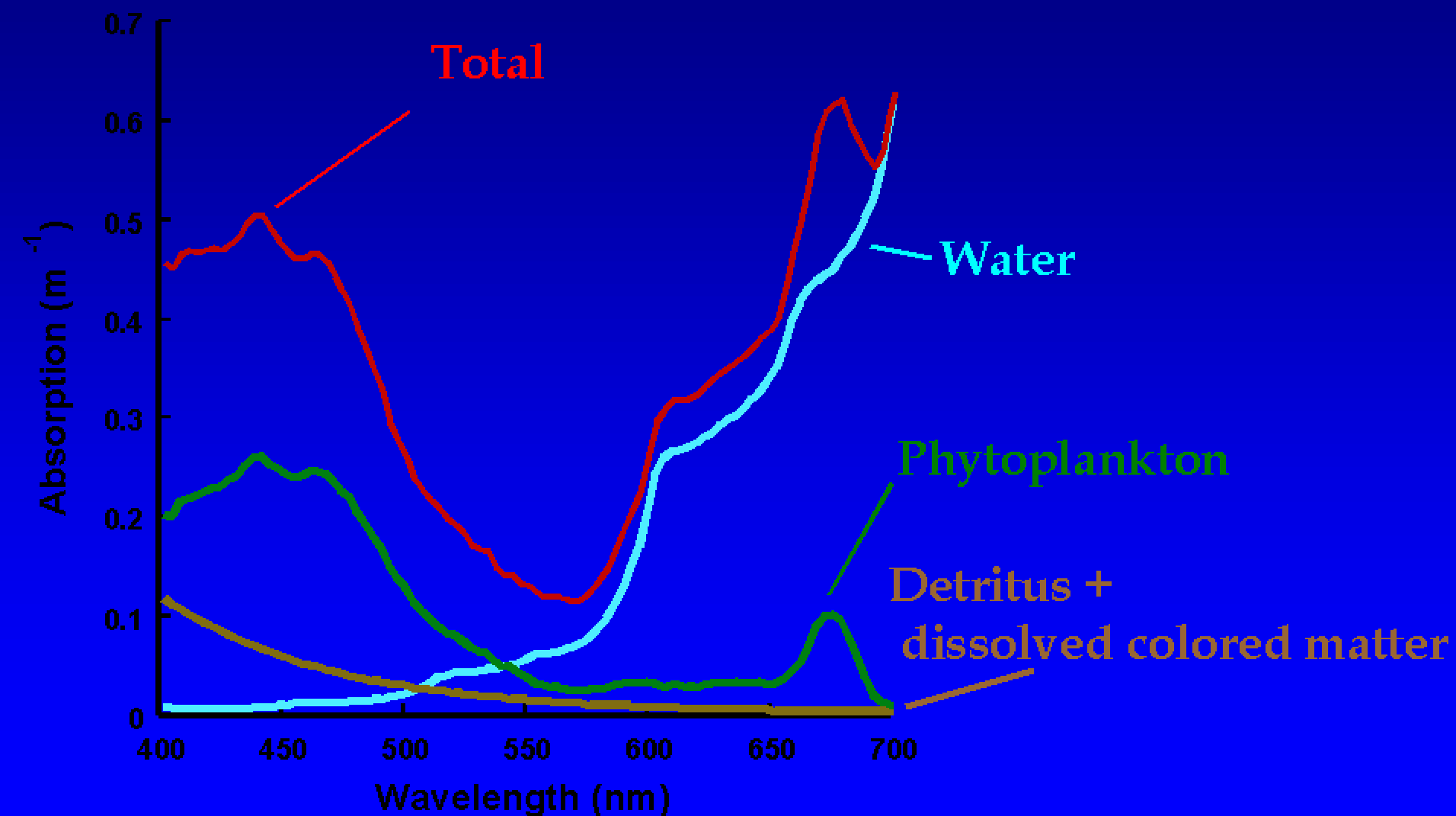
Na primjer:

- Kalcijev karbonat se otapa samo do koncentracije od 0.000014 g/g vode (ta je razina dostignuta eonima ranije, pa se višak kalcijevih iona taloži i formira vapnenačke stijene)
- NaCl predstavlja drugi ekstrem, jer njegova topljivost iznosi oko 0.36 g/g vode što je znatno iznad njegove koncentracije u moru

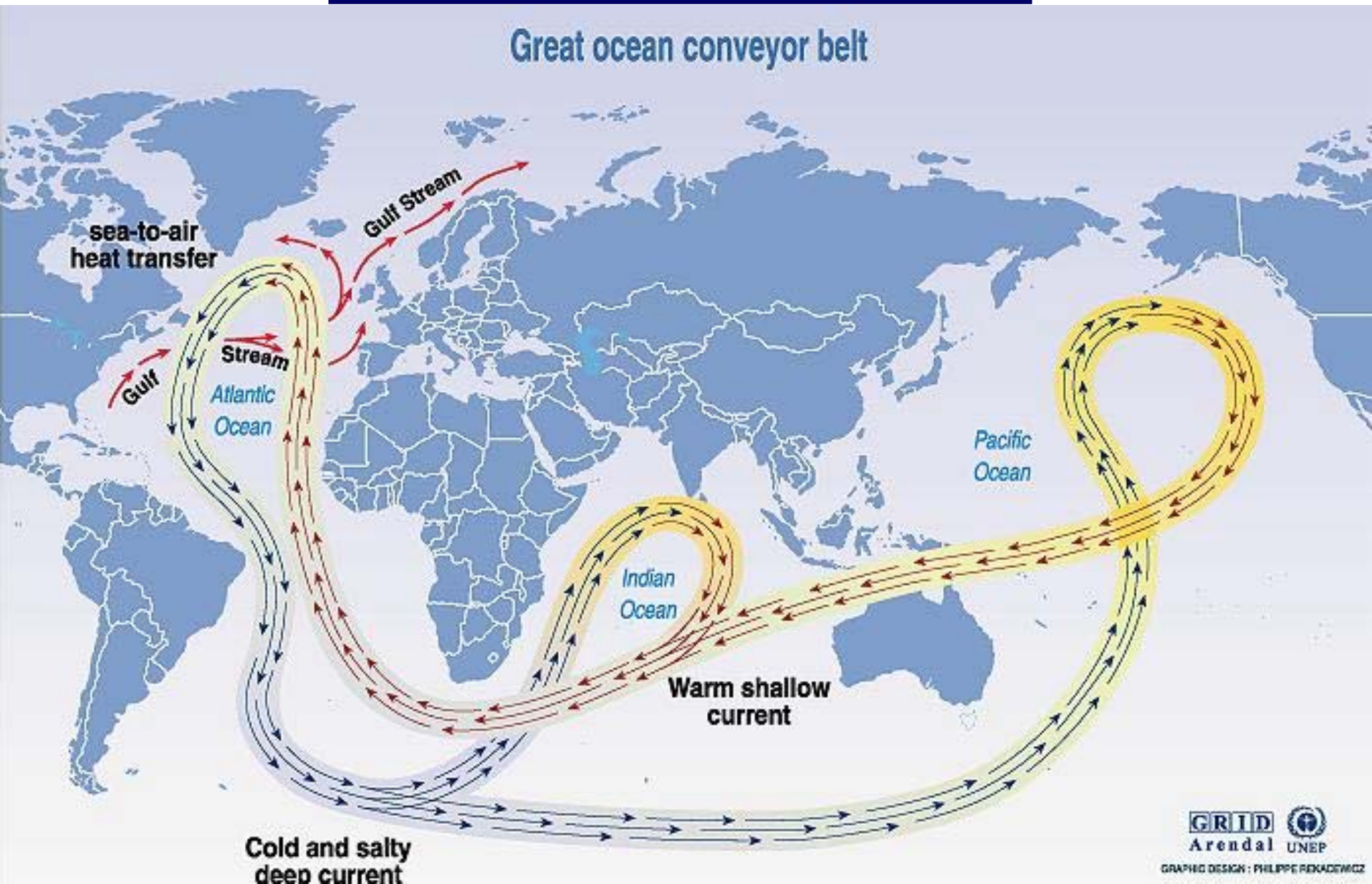
ZNAČAJKE MORSKE VODE

- **Gustoća morske vode**
 - 800 puta veća od zraka
 - Lebdeći planktonski način života
 - Tlak raste s dubinom (1 atmosfera svakih 10 m)
- **Prodor sunčeve svjetlosti**
 - Oko 80% energije sunčevog svjetla apsorbira se već u prvih 10 m (**temperaturna stratifikacija; termoklina**)
 - Različite valne duljine svjetla različito prodiru u dubinu
 - Infracrveno se apsorbira već u prvom metru
 - Plavo svjetlo prodire najdublje
 - Fotosinteza je ograničena na gornji sloj mora do dubine od 200 m
- **Dinamika vodenih masa (morske struje)**
 - Nepokretne (sesilne) životinje

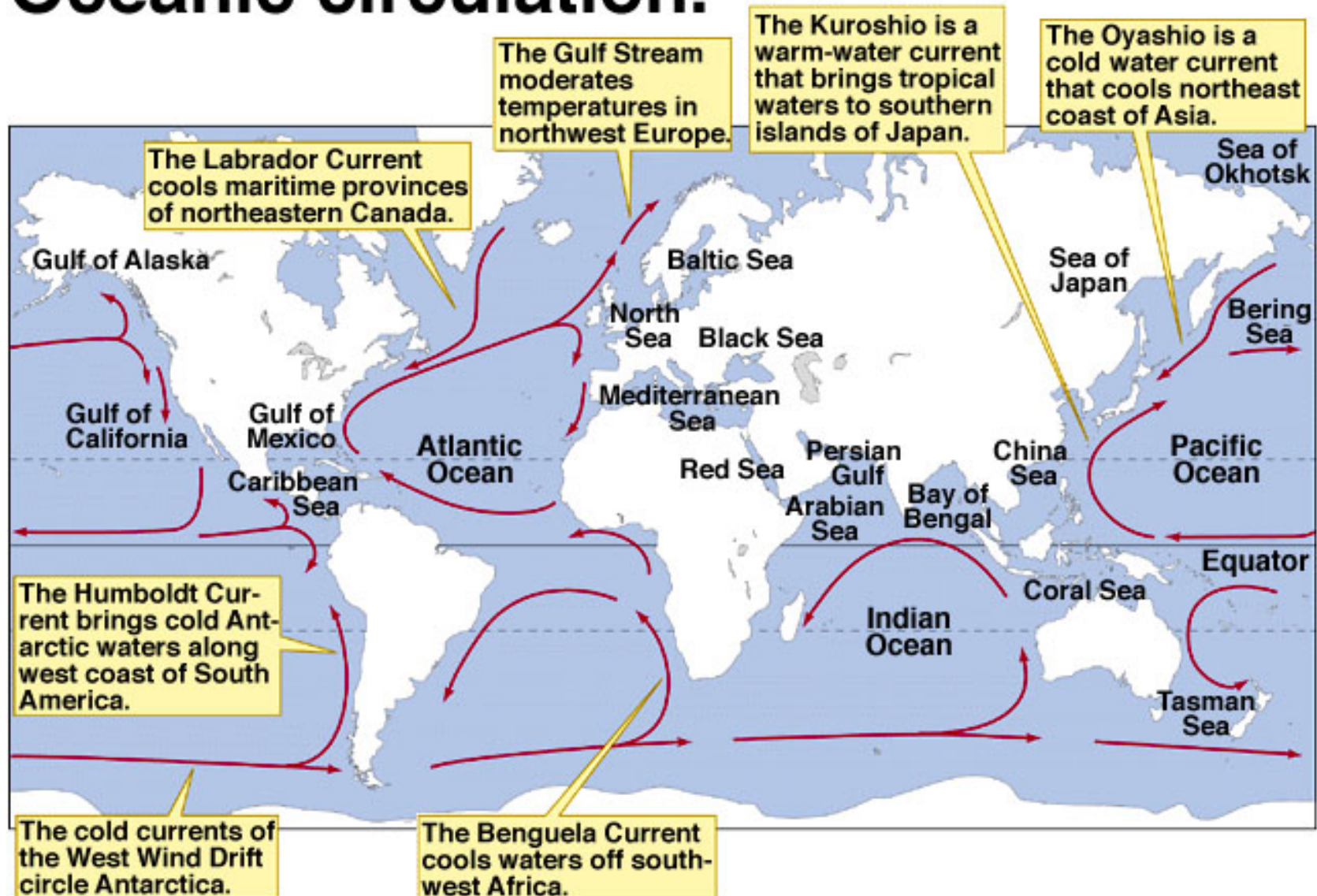
Absorption in the ocean



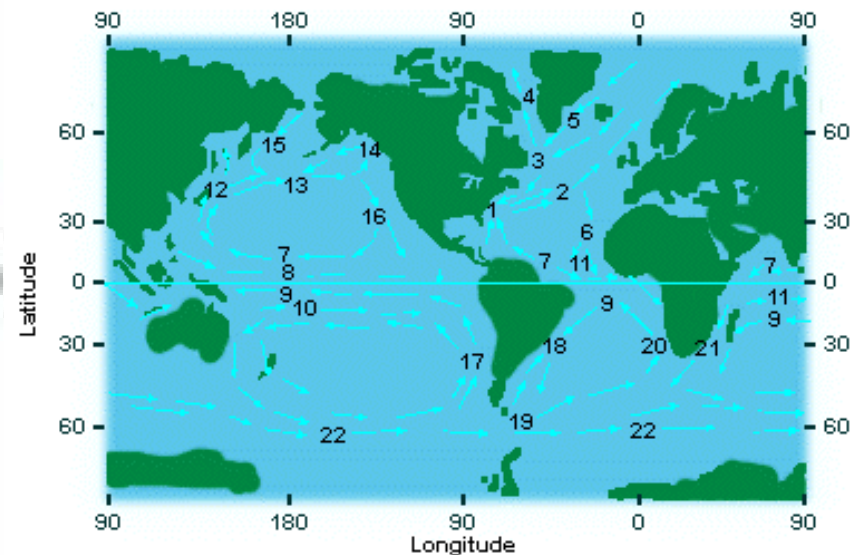
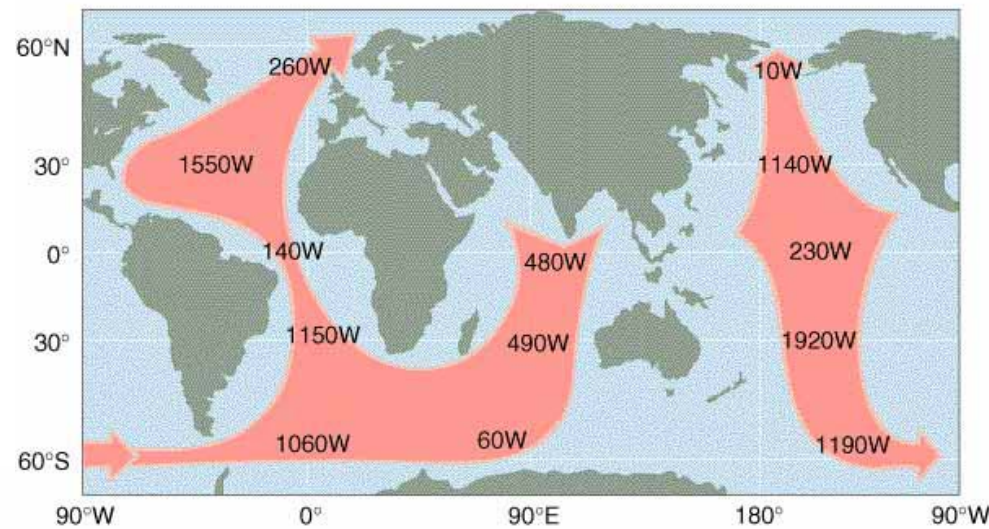
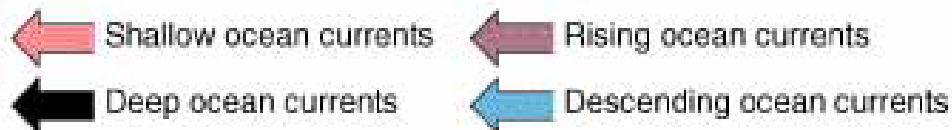
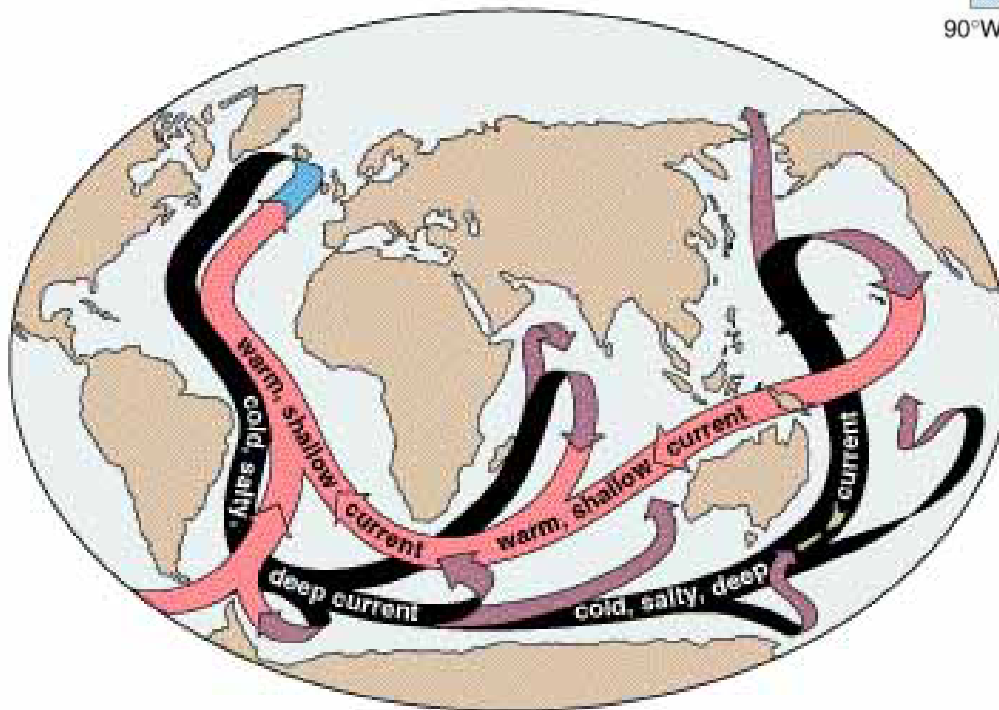
Kretanje glavnih oceanskih struja



Oceanic circulation.

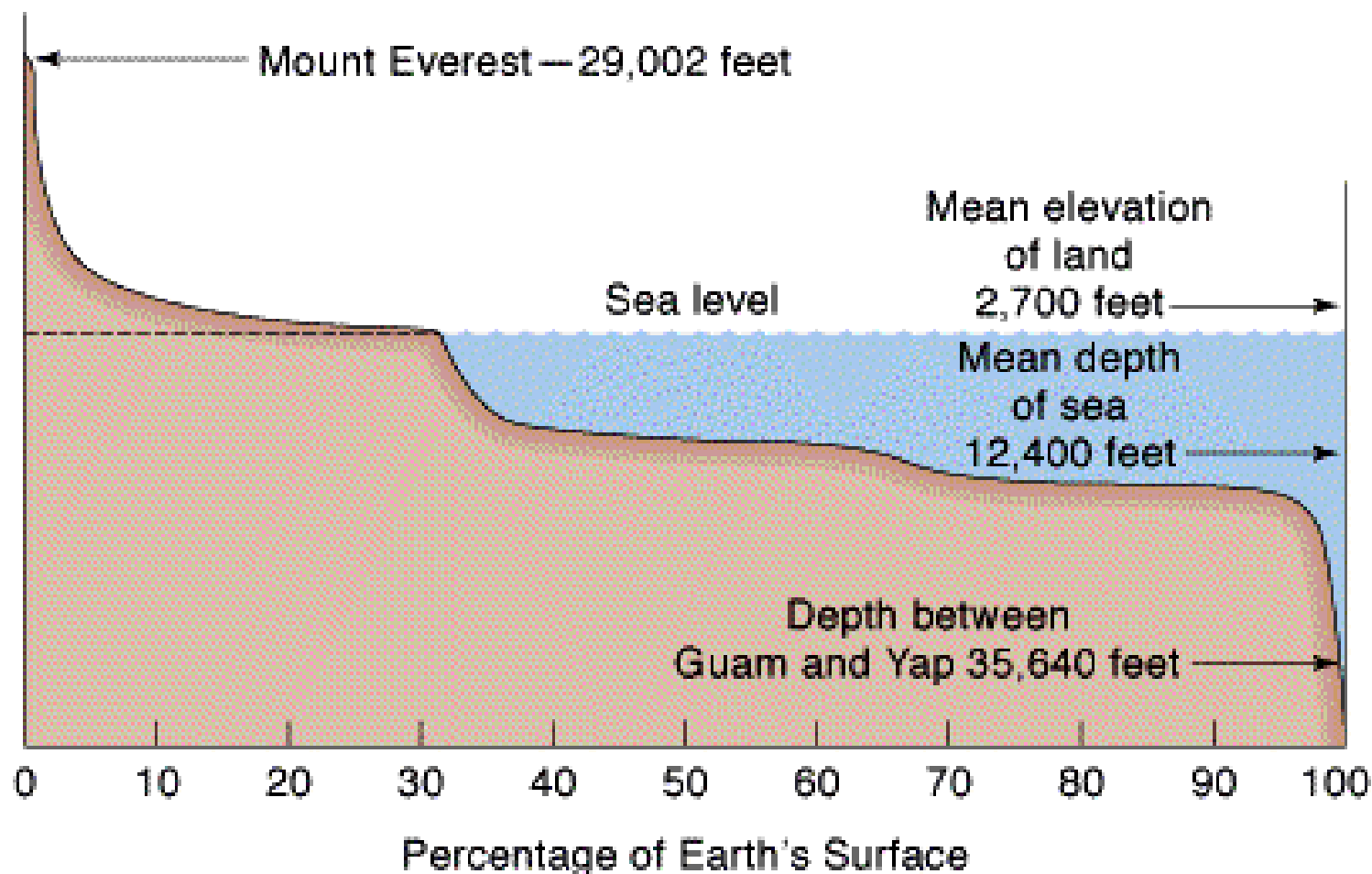


Kretanje glavnih oceanskih struja

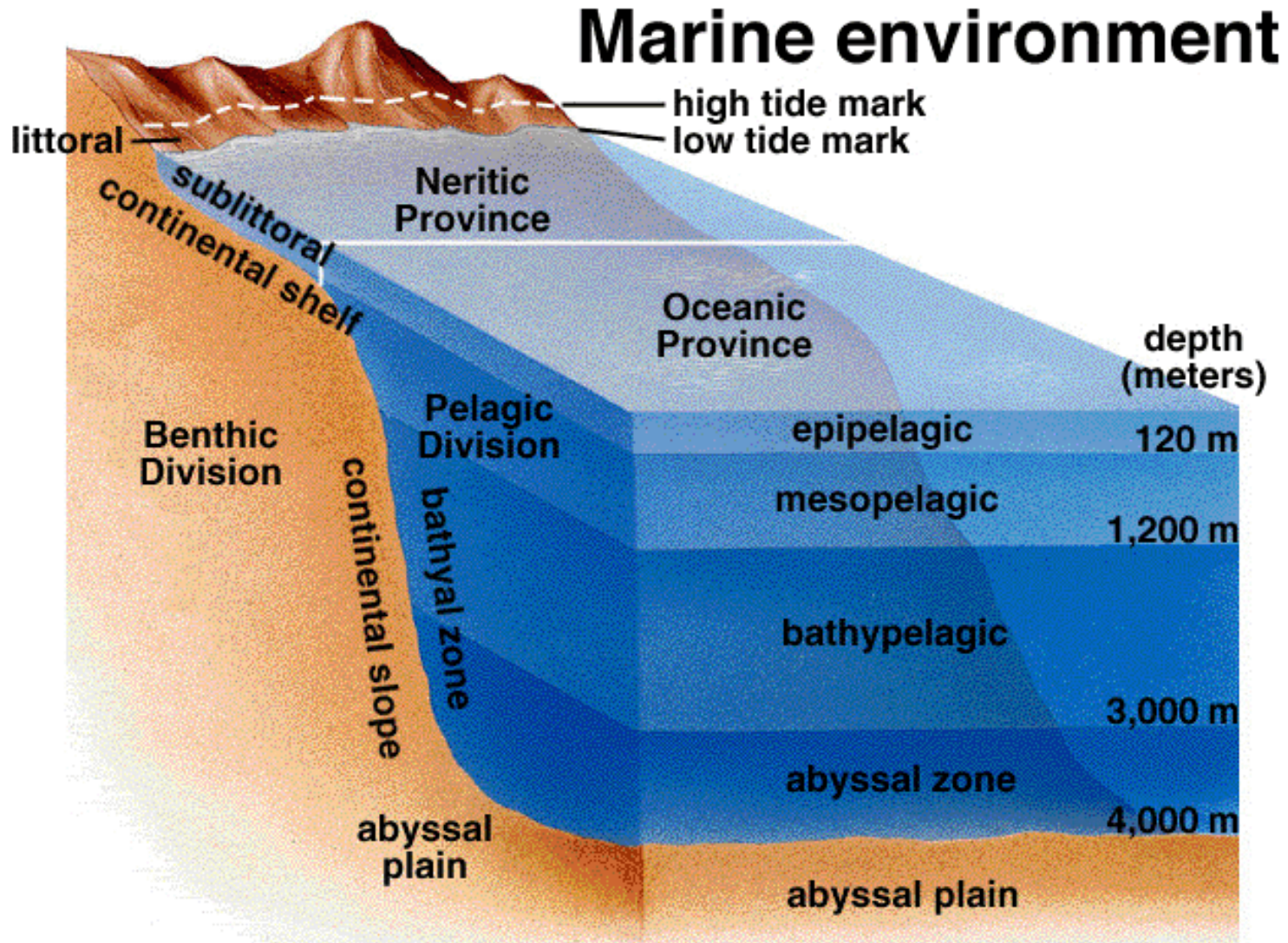


- | | |
|------------------------------------|------------------------------|
| 1 Gulf Stream | 11 Equatorial Countercurrent |
| 2 North Atlantic Drift | 12 Kuroshio Current |
| 3 Labrador current | 13 North Pacific Drift |
| 4 West Greenland Drift | 14 Alaska Current |
| 5 East Greenland Drift | 15 Oyashio Current |
| 6 Canary Current | 16 California Current |
| 7 North Equatorial Current | 17 Peru or Humbolt Current |
| 8 North Equatorial Countercurrent | 18 Brazil Current |
| 9 South Equatorial Current | 19 Falkland Current |
| 10 South Equatorial Countercurrent | 20 Benguela Current |
| | 21 Agulhas Current |
| | 22 West Wind Drift |

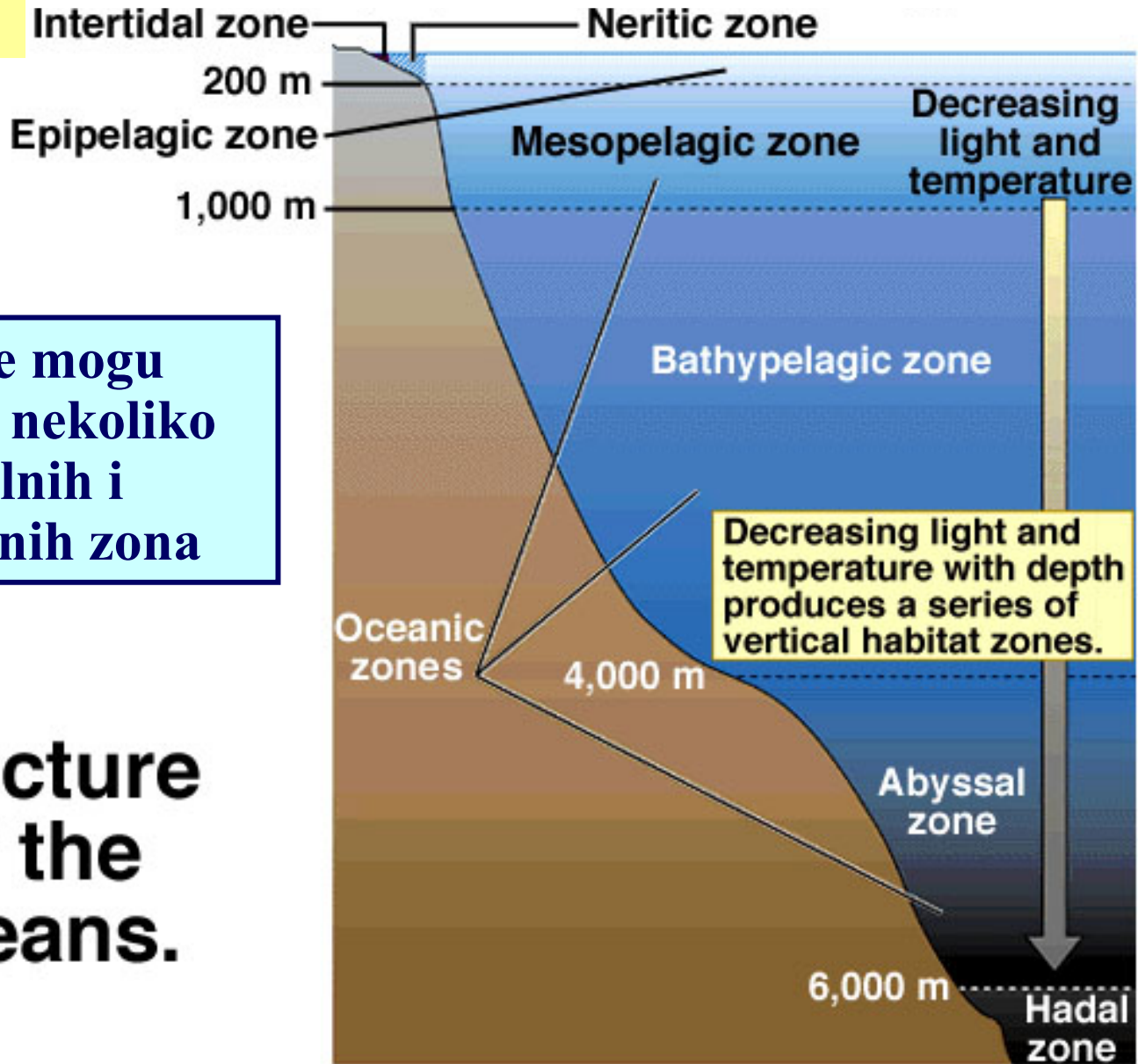
Hipsografska krivulja



Vertikalna i horizontalna struktura oceana



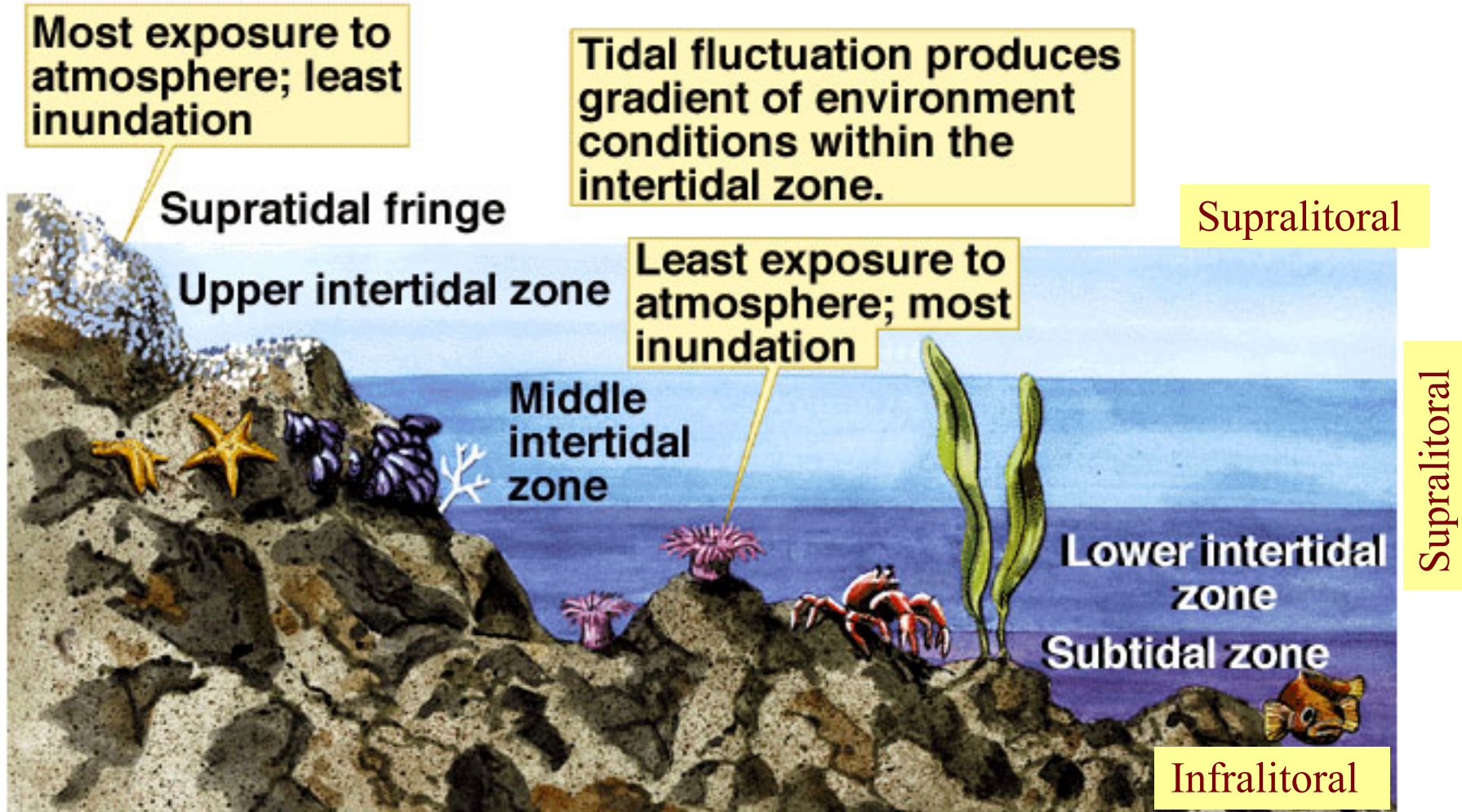
Litoral

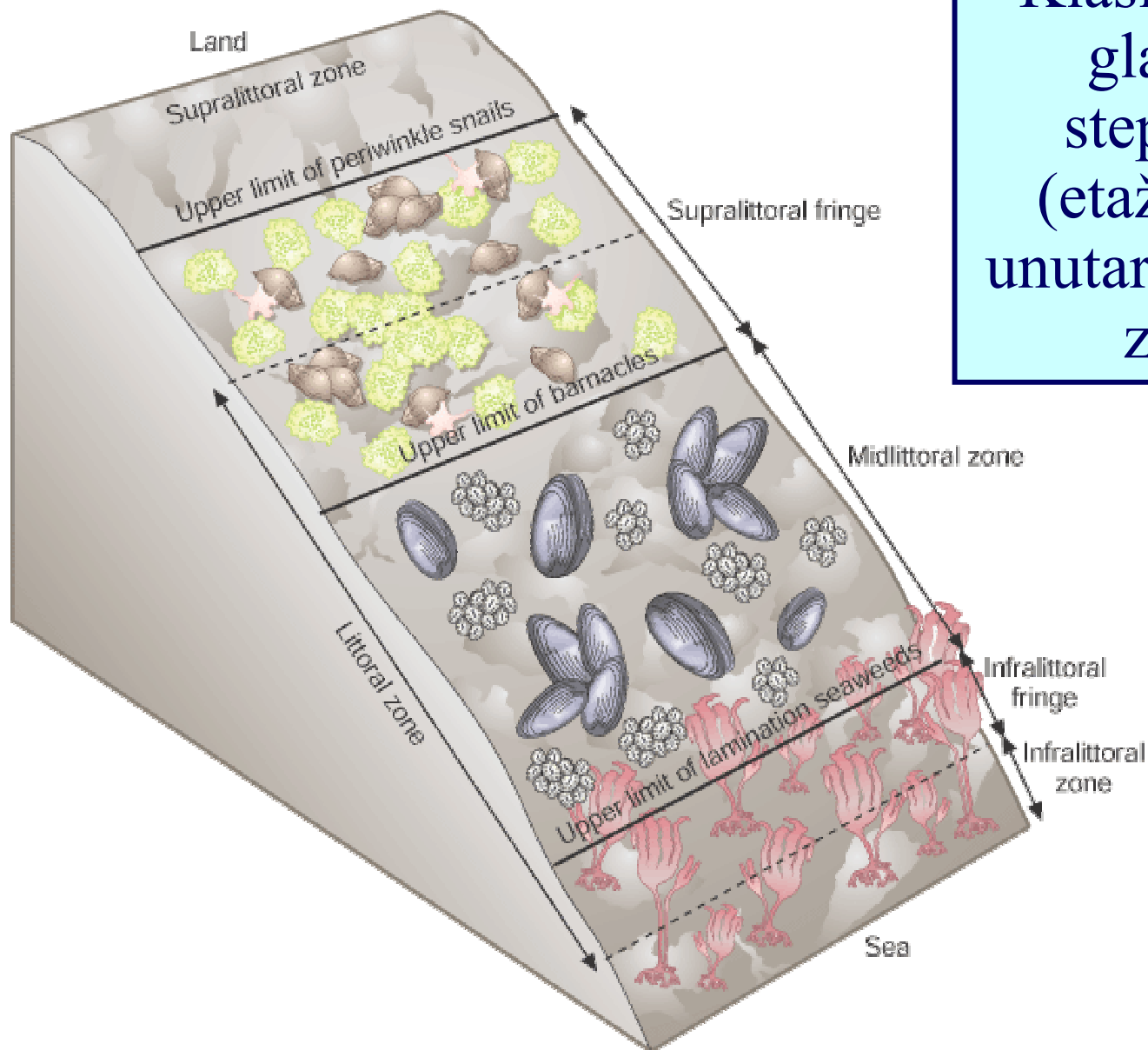


Oceani se mogu podijeliti u nekoliko vertikalnih i horizontalnih zona

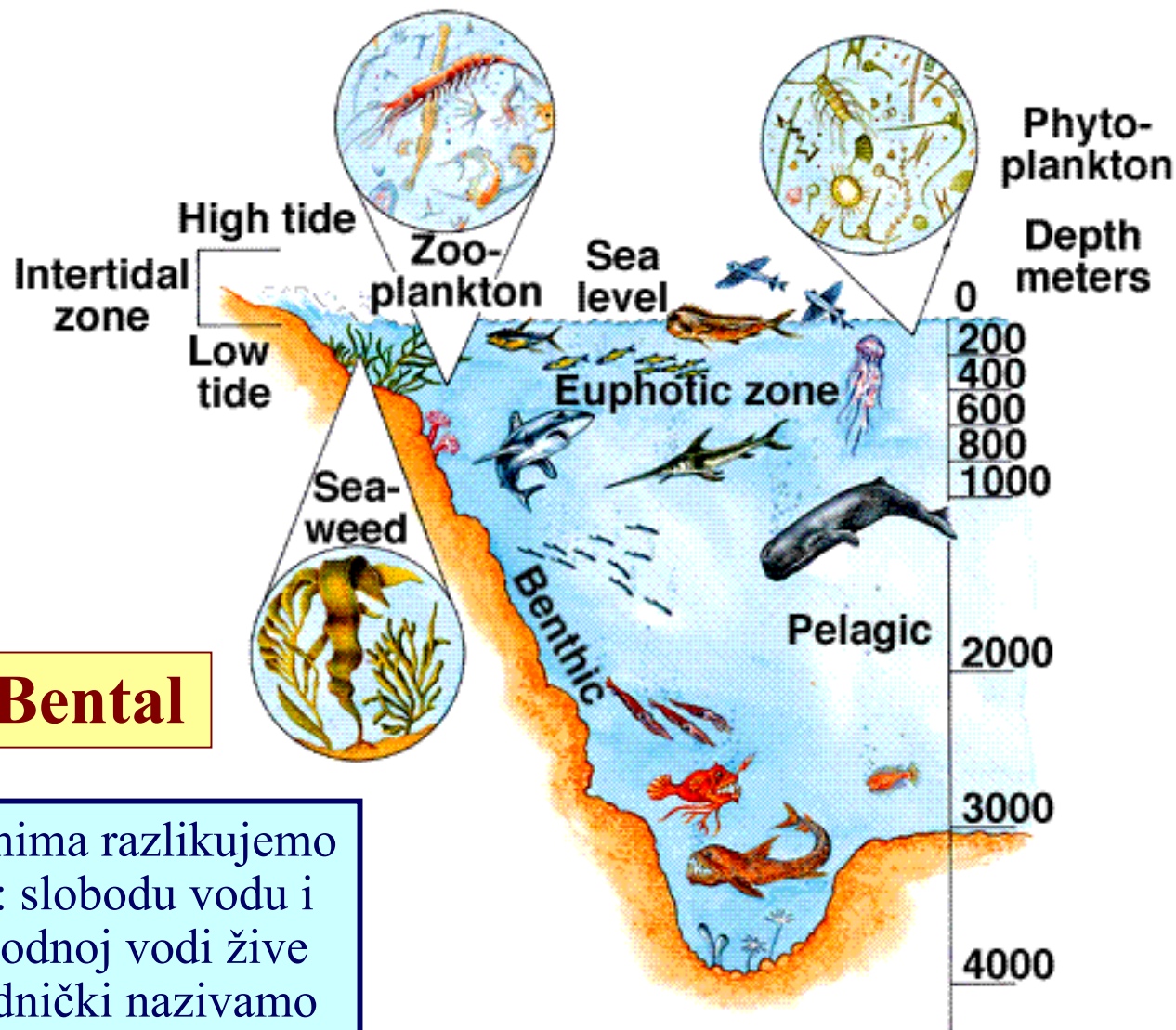
Structure of the oceans.

Litoral



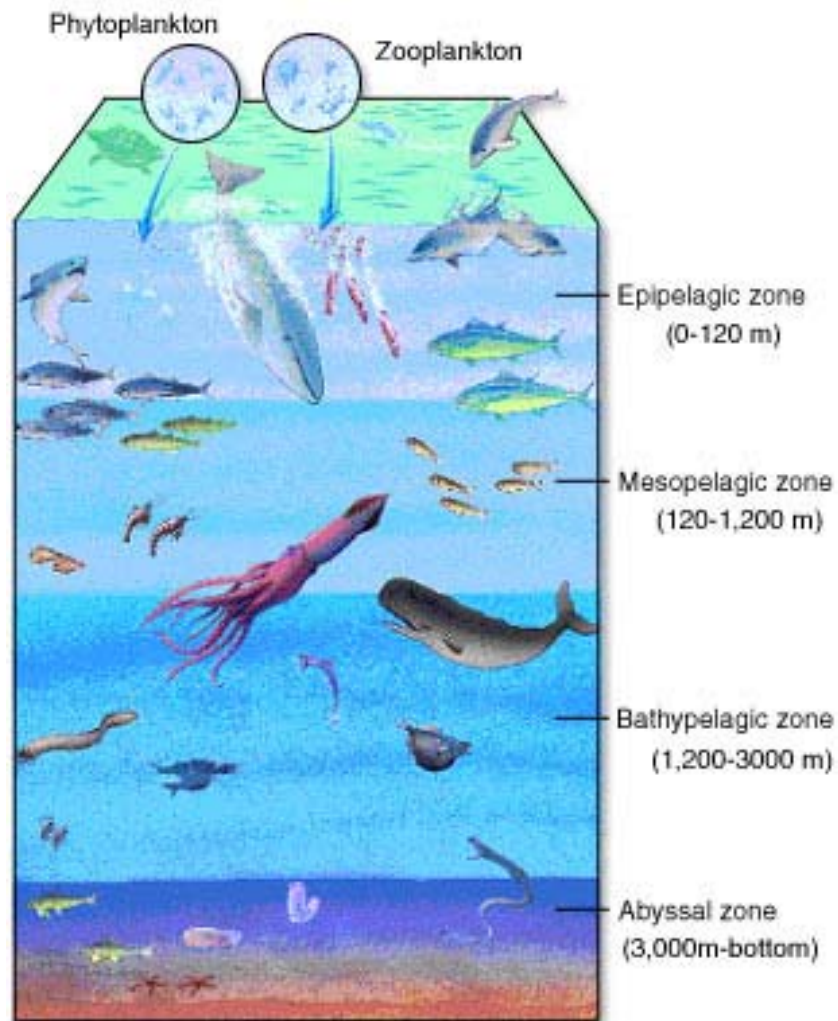


Klasifikacija
glavnih
stepenica
(etažiranje)
unutar litoralne
zone



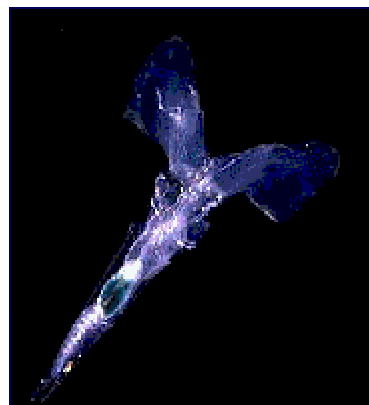
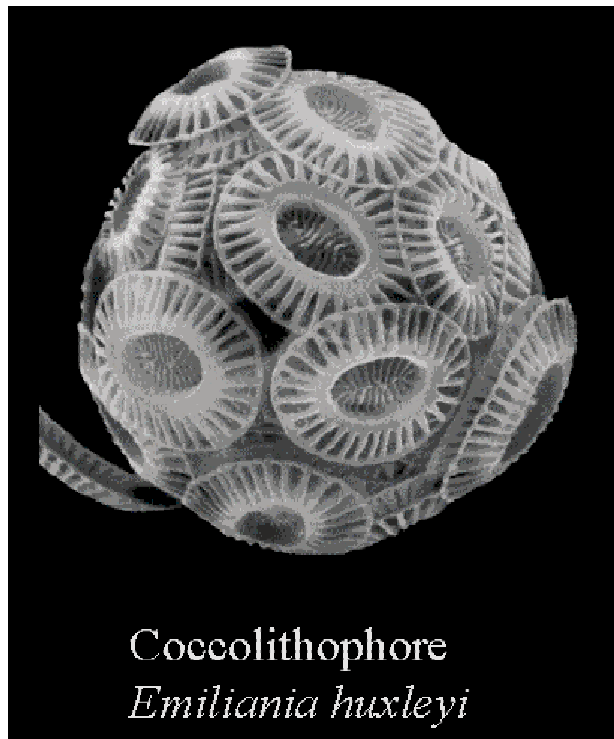
Pelagijal i Bental

U morskim ekosistemima razlikujemo dva velika područja: slobodu vodu i morsko dno. U slobodnoj vodi žive organizmi koje zajednički nazivamo **pelagos** ili **pelagijal**. Morsko dno naseljavaju organizmi koje zajednički nazivamo **bentos** ili **bental**

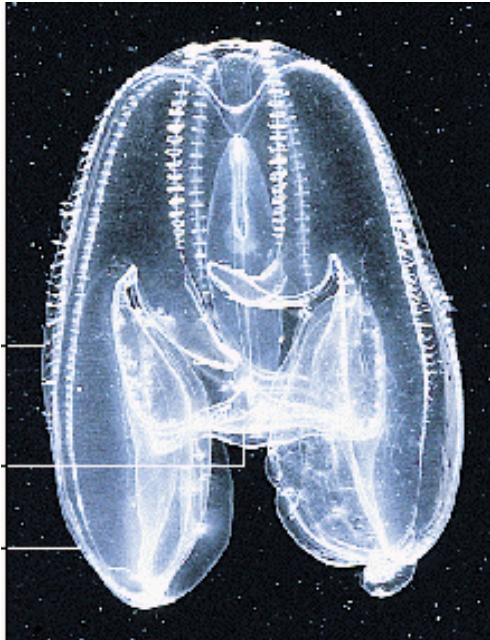
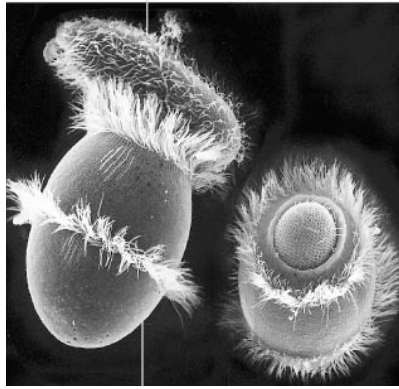


Unutar pelagijala razlikujemo organizme koji se aktivno kreću kroz morsku vodu (**nekton**) i organizme koji slobodno lebde u morskoj vodi i nošeni su morskim strujama (**plankton**)

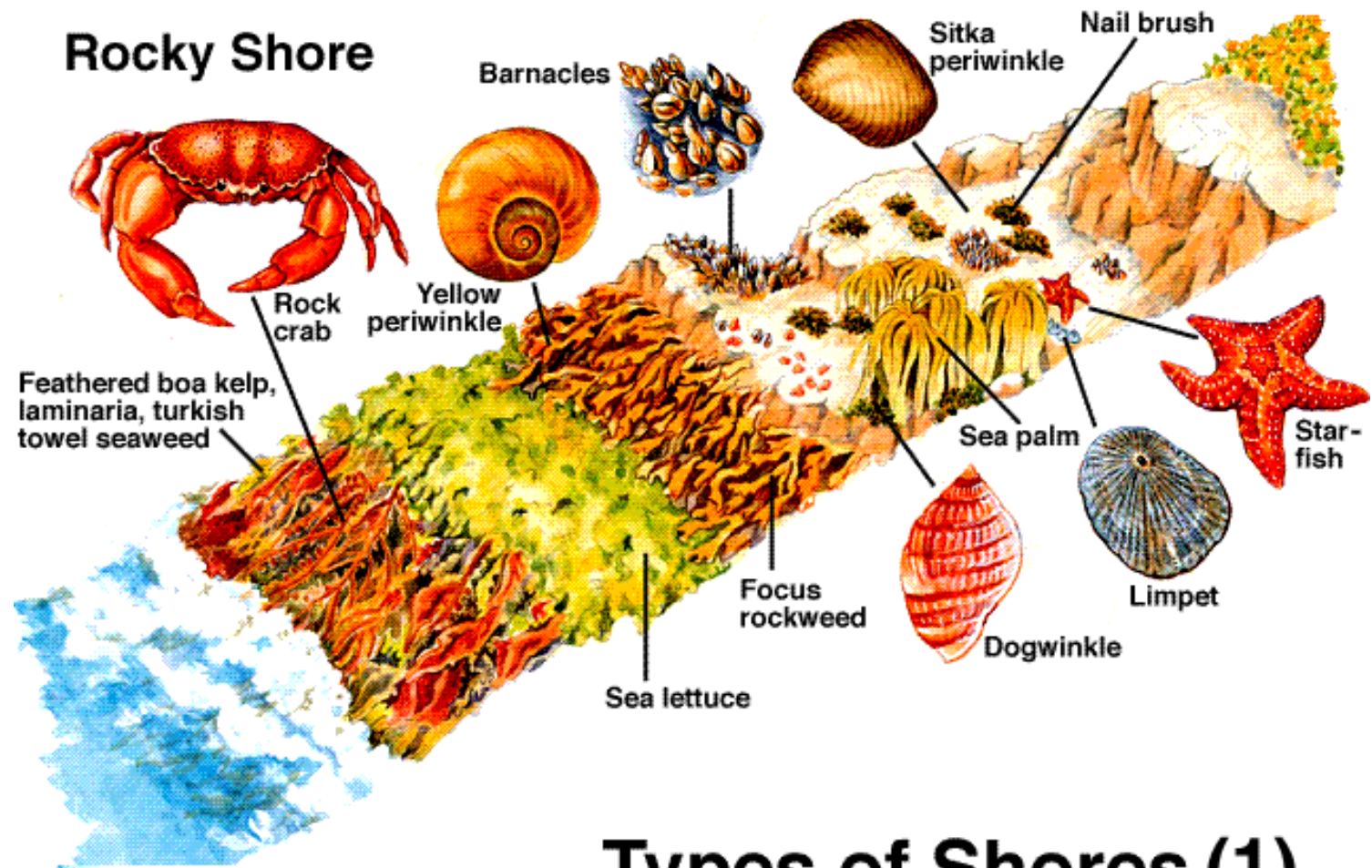
Planktonski organizmi



Planktonski organizmi



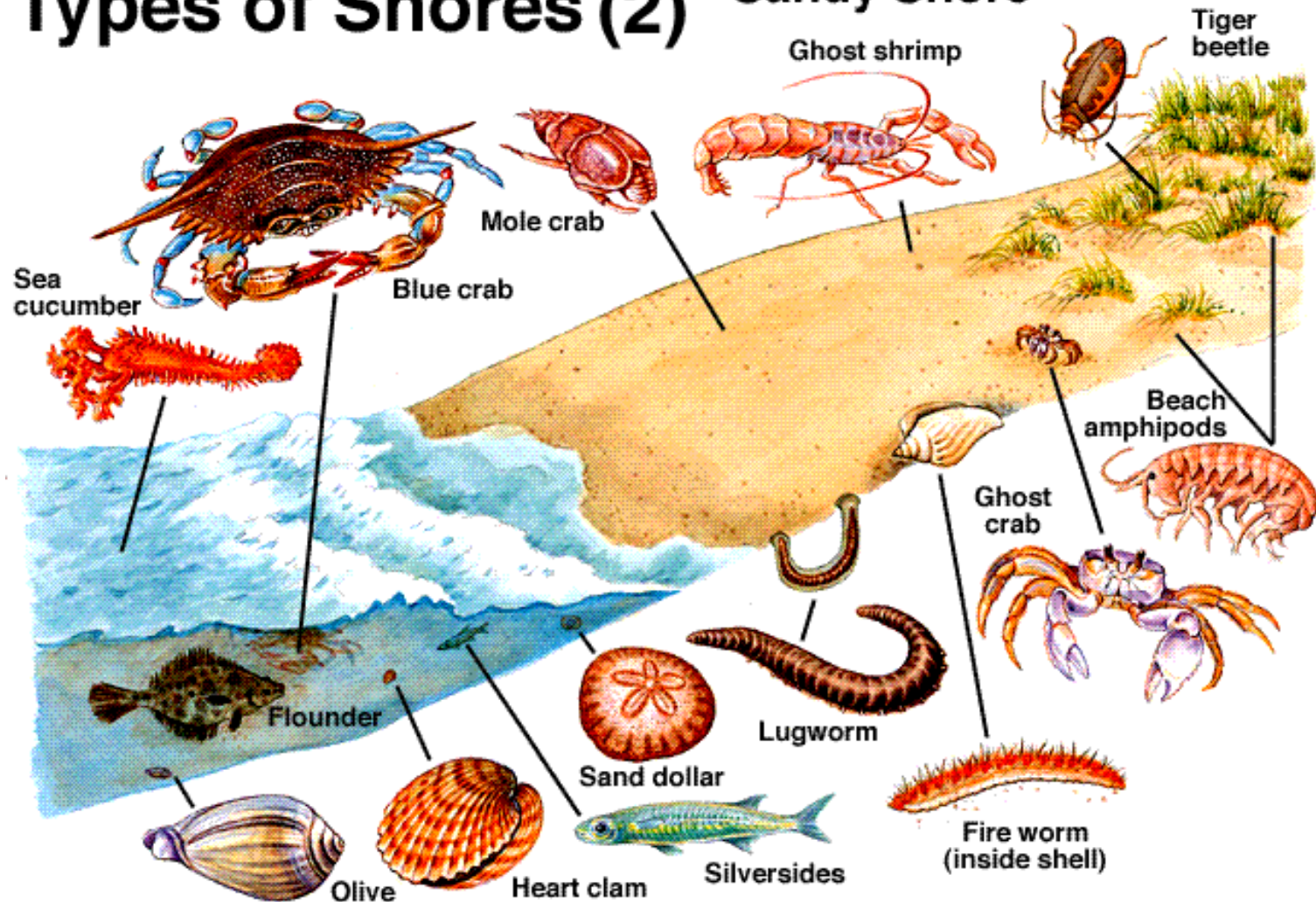
Tipični organizmi hridinastih obala



Types of Shores (1)

Tipični organizmi pješčanih obala

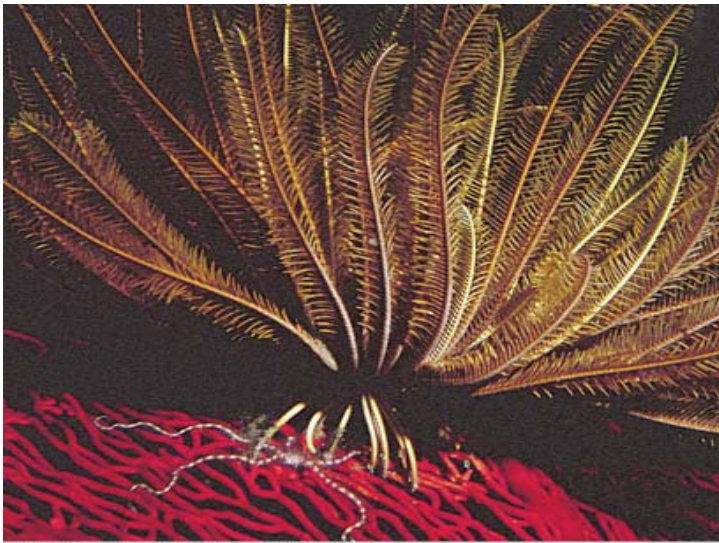
Types of Shores (2) Sandy Shore



Bentoski organizmi



Bentoski organizmi



© 2000 Wadsworth Publishing Company/ITP



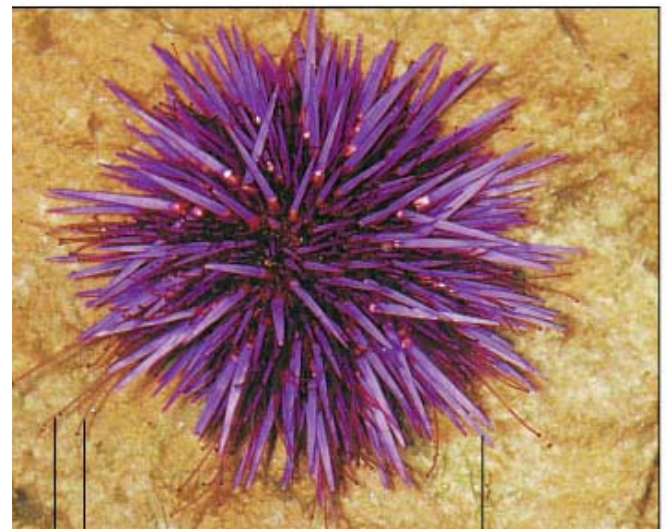
© 2000 Wadsworth Publishing Company/ITP



© 2000 Wadsworth Publishing Company/ITP



© 2000 Wadsworth Publishing Company/ITP



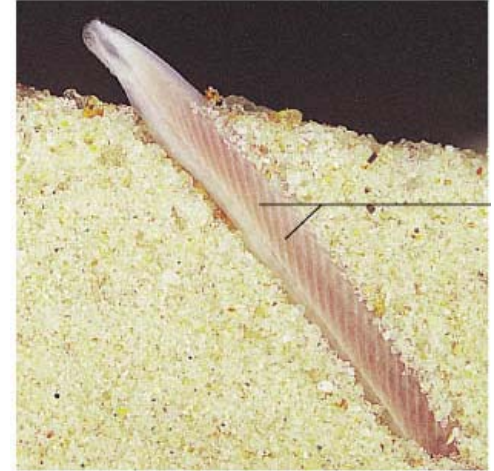
Bentoski organizmi



© 2000 Wadsworth Publishing Company/ITP



© 2000 Wadsworth Publishing Company/ITP

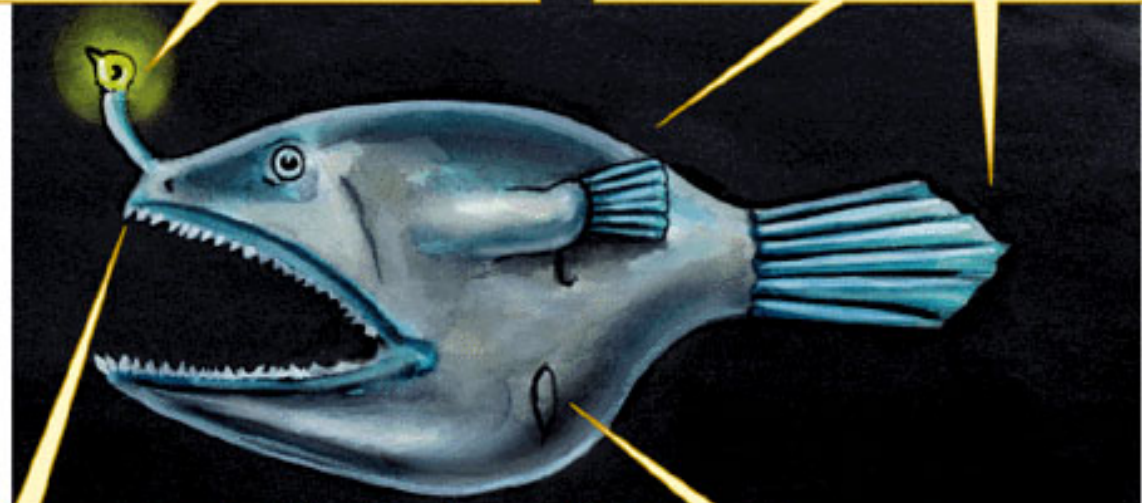


© 2000 Wadsworth Publishing Company/ITP

Deep-sea anglerfish.

The dorsal appendage is a lure that gives off light produced by symbiotic bacteria.

Compared to other fish, the number and size of fins and the skeletal system are reduced.



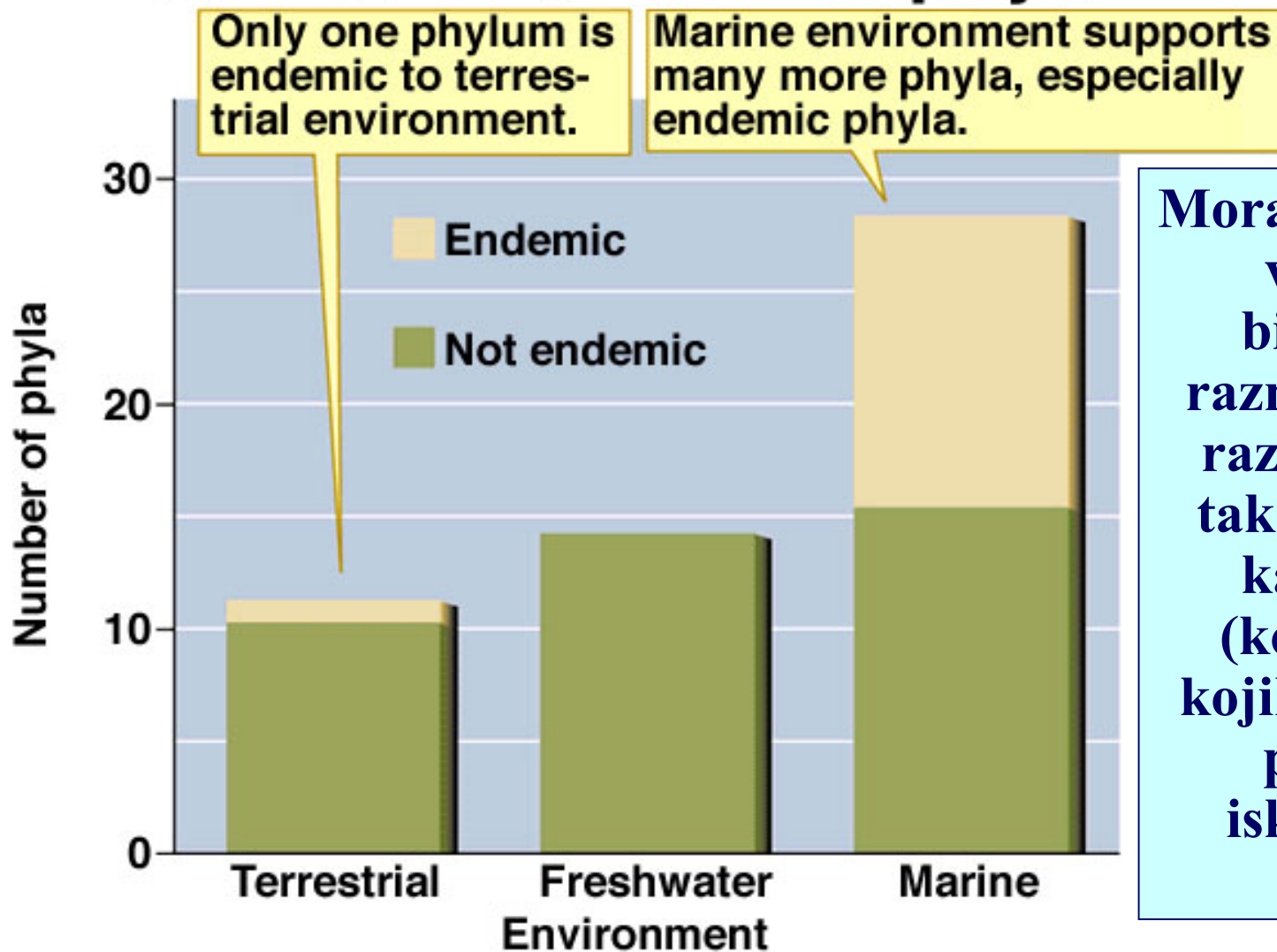
Prey attracted by the lure are seized by oversized teeth.

Males of the species are reduced to a sperm-producing parasitic appendage of females.

The darkness, low food availability, and high pressures of the deep-sea environment have selected for organisms quite different from those typical of either shallow seas or the terrestrial environment. Only the females of this deepsea anglerfish species are active predators.

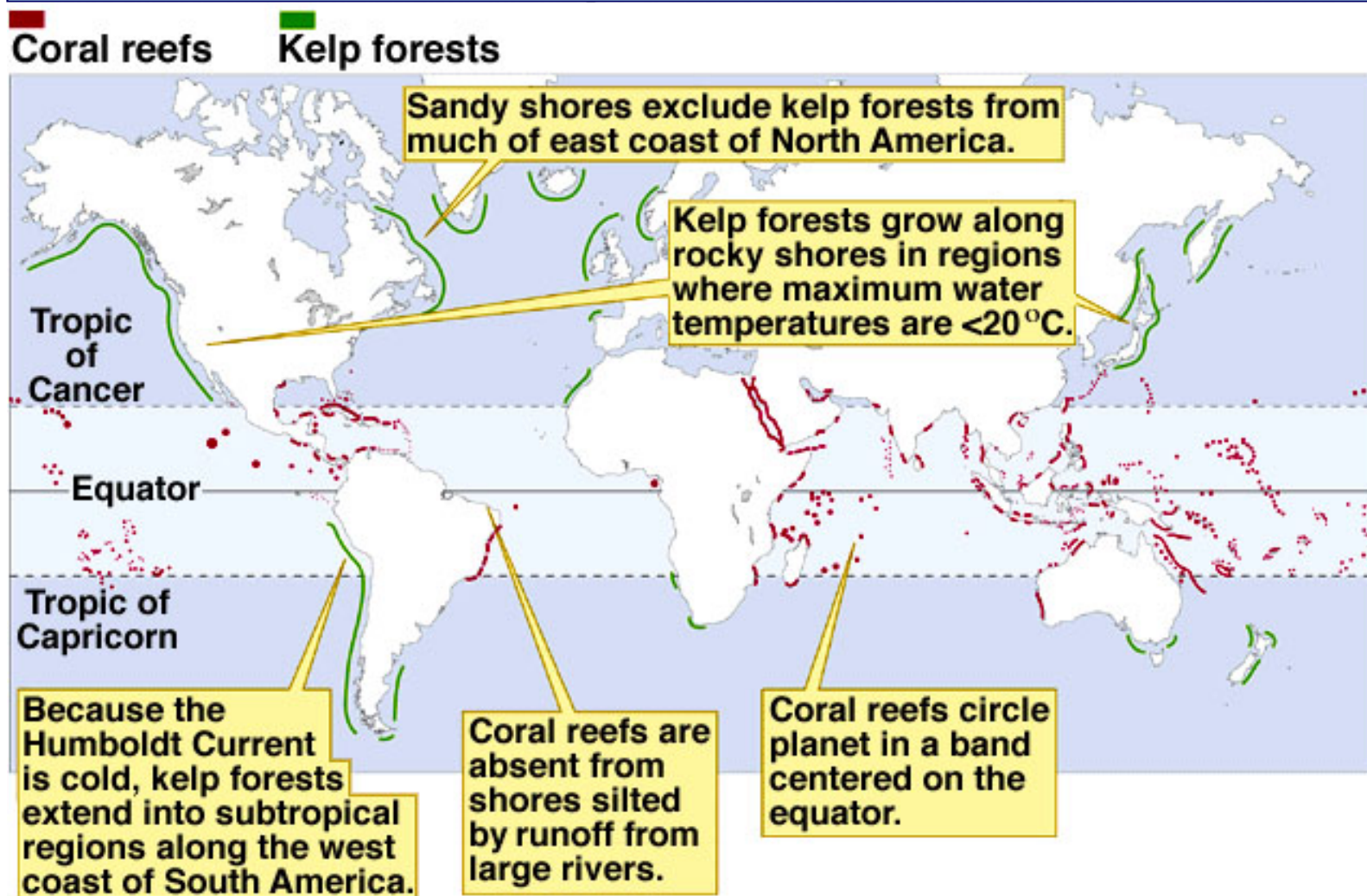
Život u velikim dubinama – stanovnici velikih dubina odlikuju se nizom prilagodbi

Distribution of animal phyla.

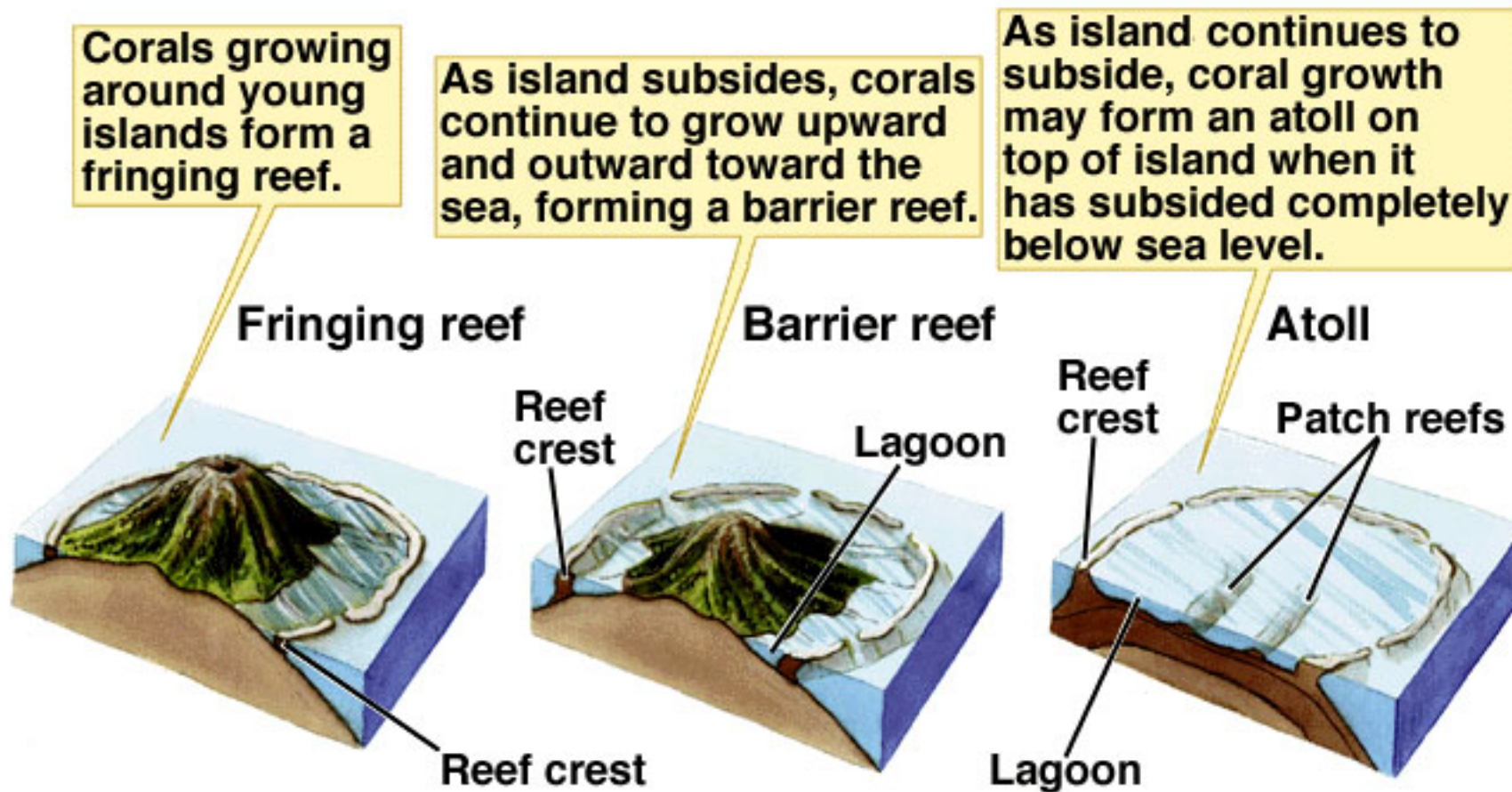


Mora se odlikuju visokom biološkom raznolikosti na razini visokih taksonomskih kategorija (koljena) od kojih su mnoga prisutna isključivo u moru

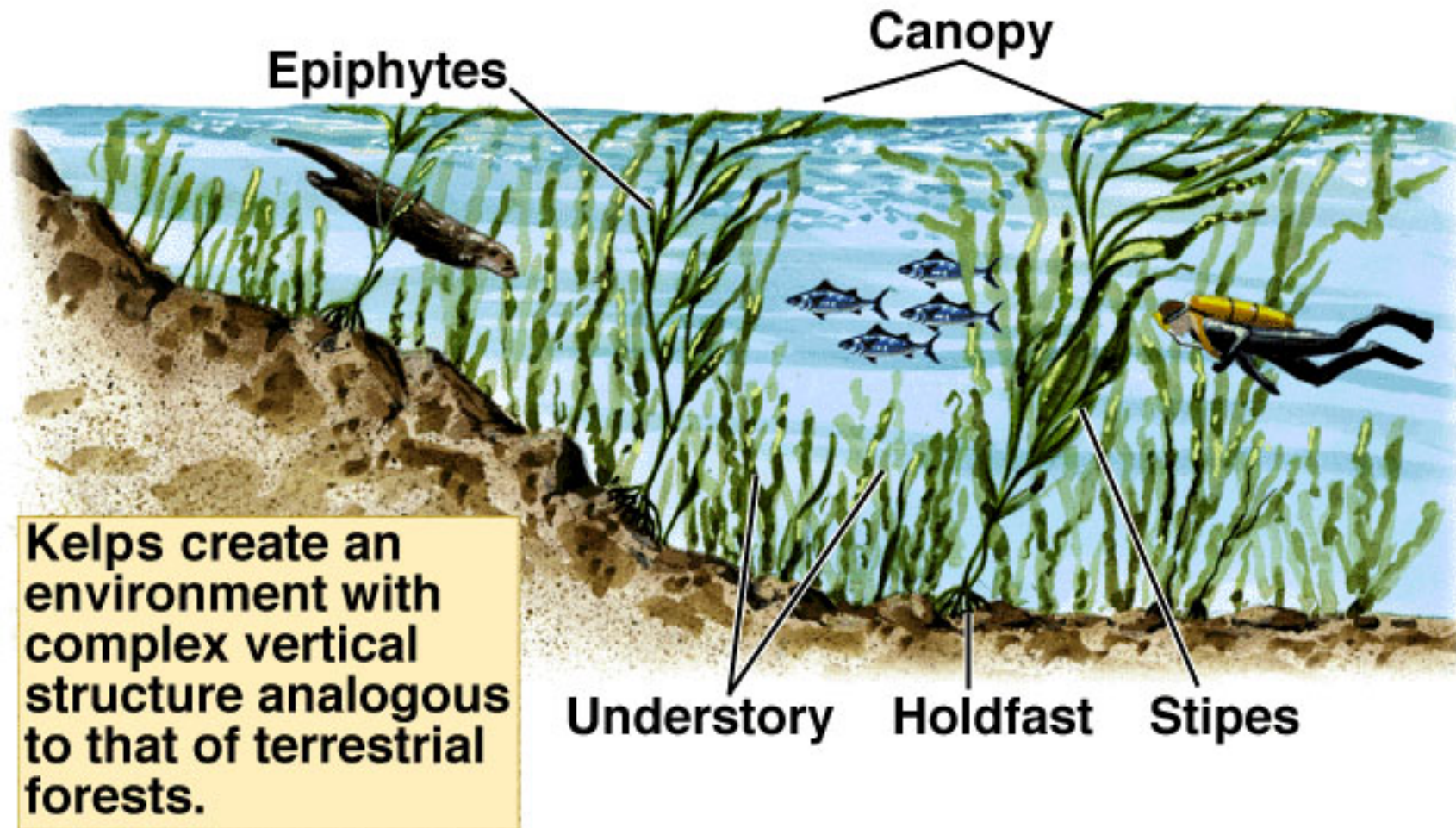
Distribucija “šuma” kelpa i koraljnih grebena

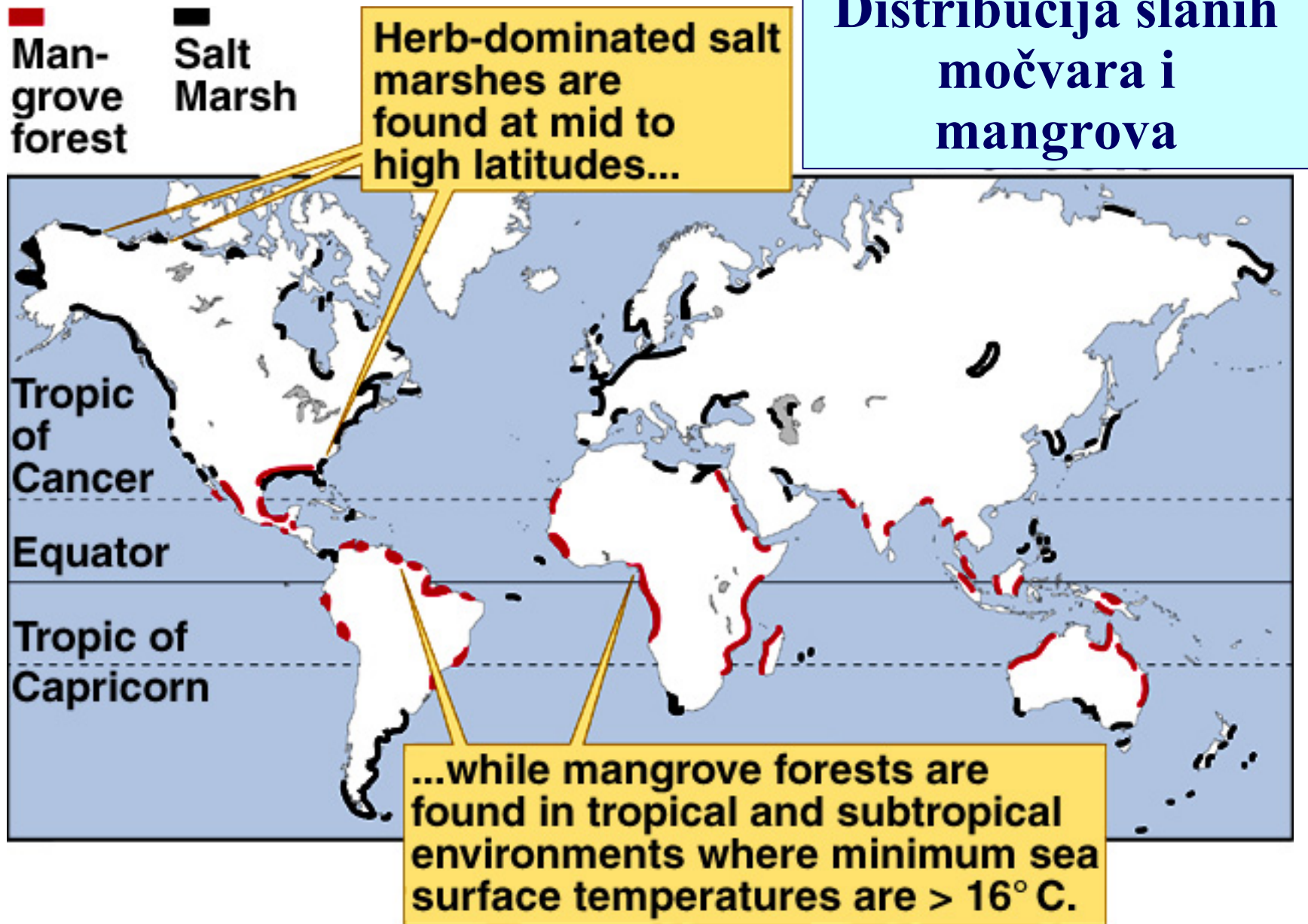


Tipovi koraljnih grebena



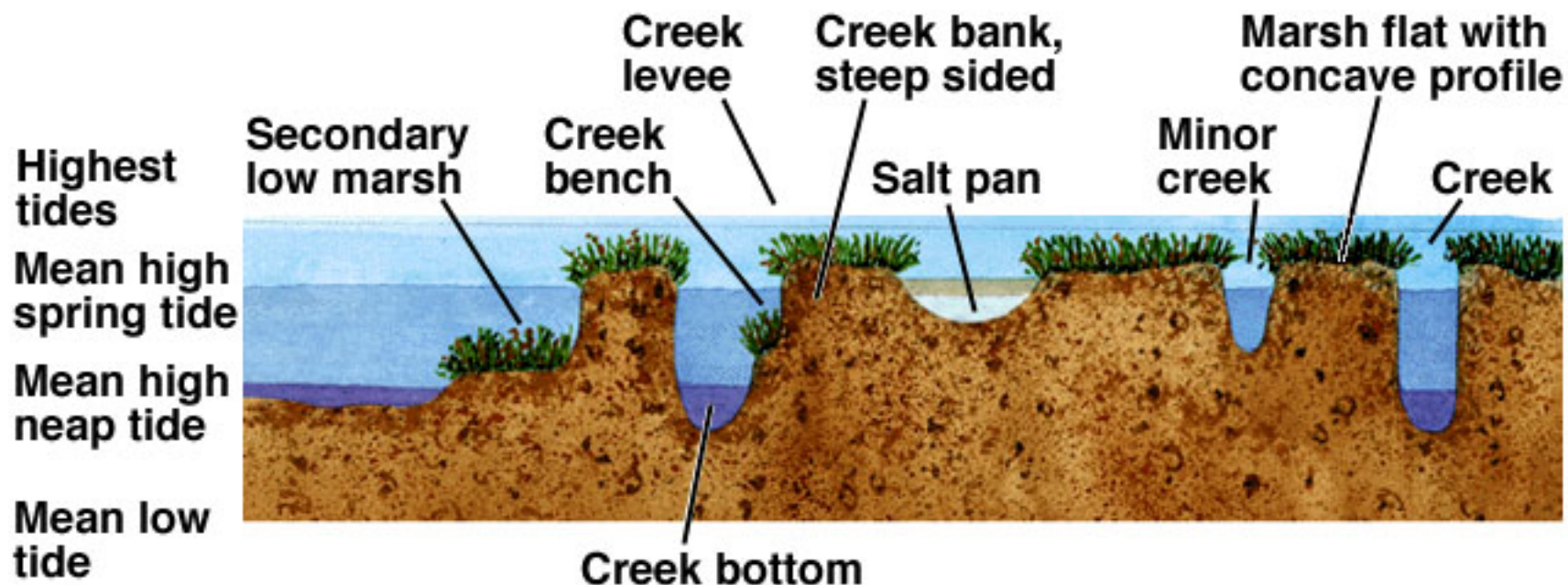
Struktura “šuma” kelpa



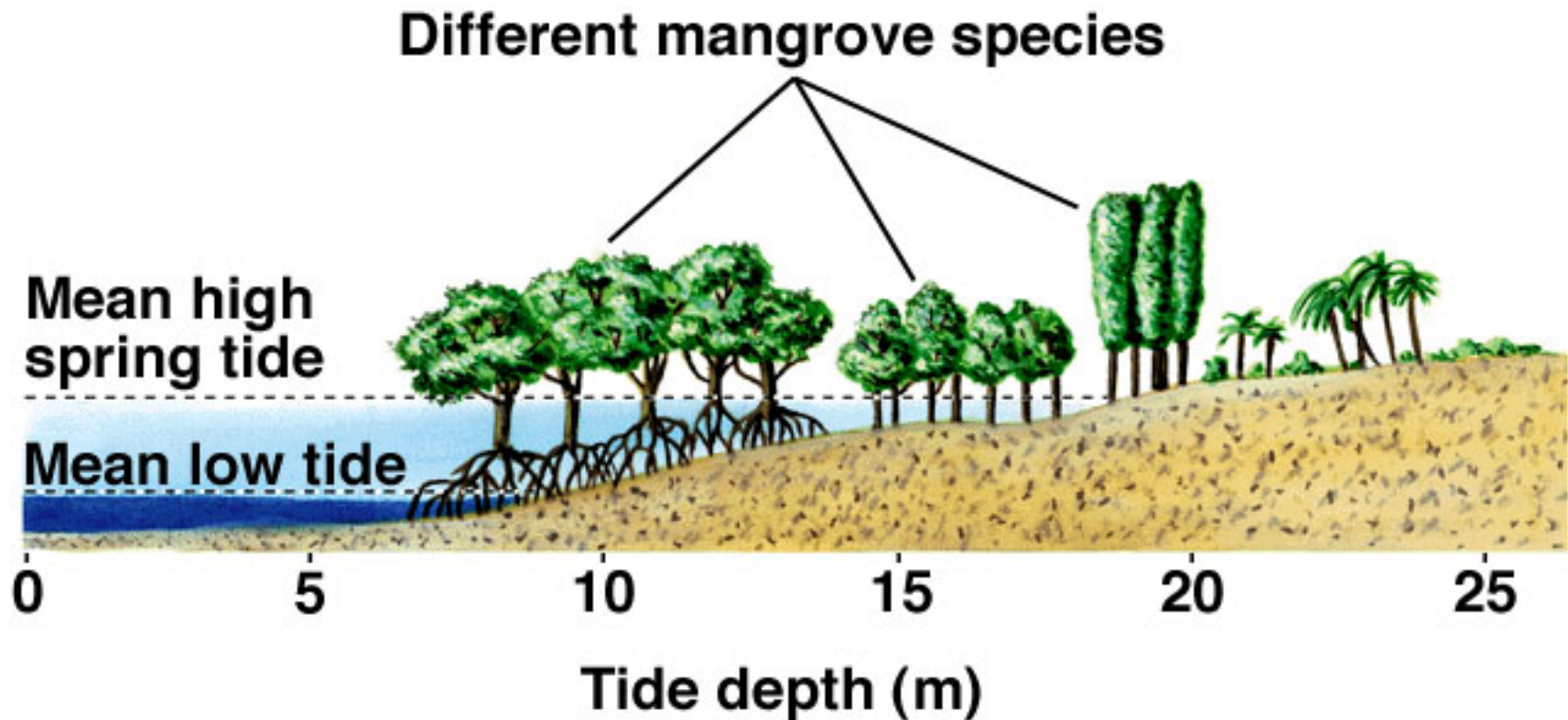


Struktura slanih močvara s mnogobrojnim kanalima

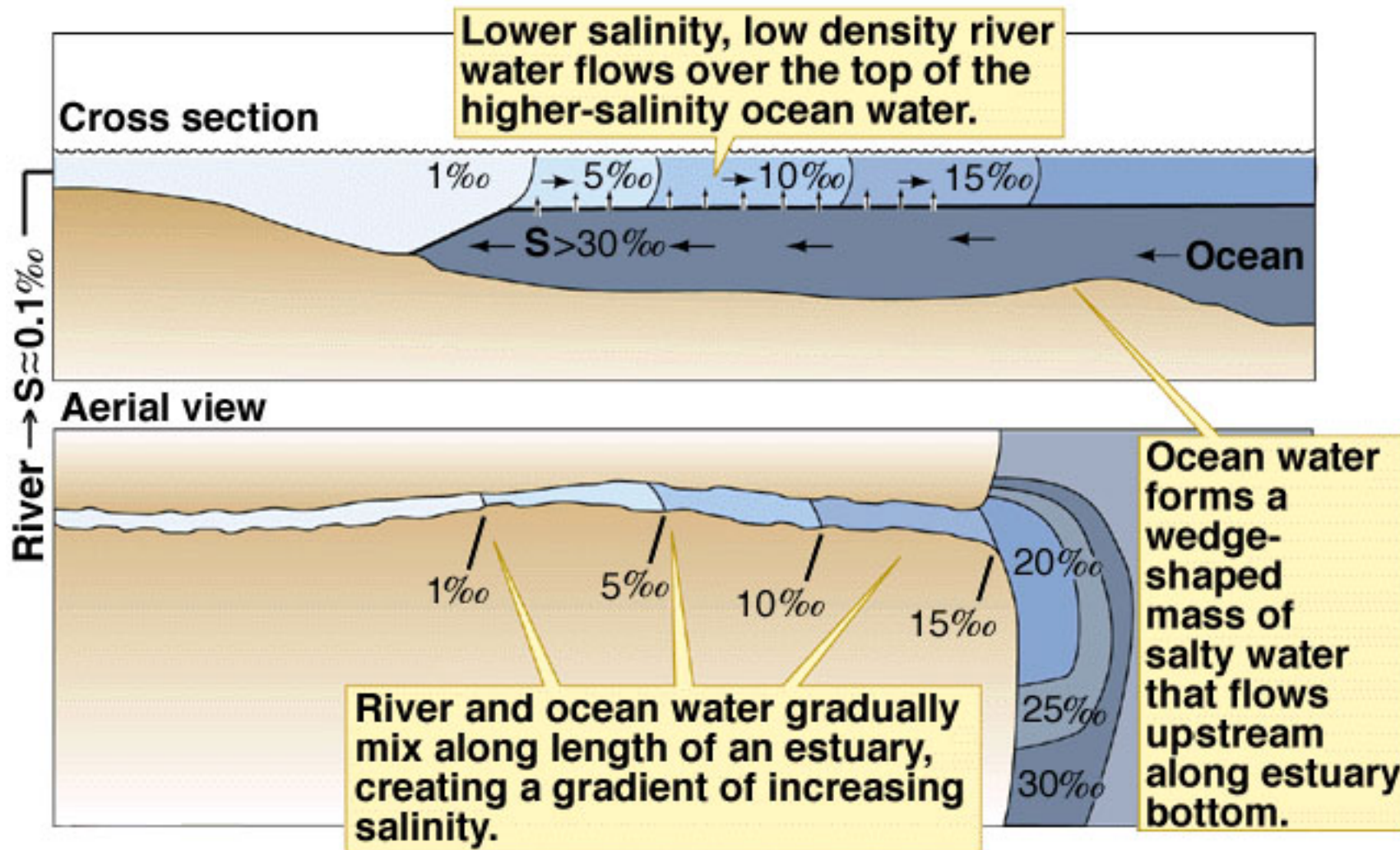
Tidal ebb and flow carves the salt marsh into a highly complex landscape.



Distribucija mangrova u zoni plime i oseke



Promjene saliniteta duž estuarija



RIJEKE

- Rijeke su vrlo dinamični sustavi (Heraklit: *Panta rhei – sve teče, sve se mijenja*; “Nikada ne možeš dva puta ugaziti u istu rijeku”)
- Rijeke se na različite okoliše mogu podijeliti longitudinalno (uzdužno), lateralno (poprečno) i vertikalno (po dubini)
- Protok i kemijske osobine rijeka mijenjaju se s klimatskim režimima
- Distribucija organizama određena je brzinom protoka, udaljenošću od izvora, te prirodom riječnog sedimenta

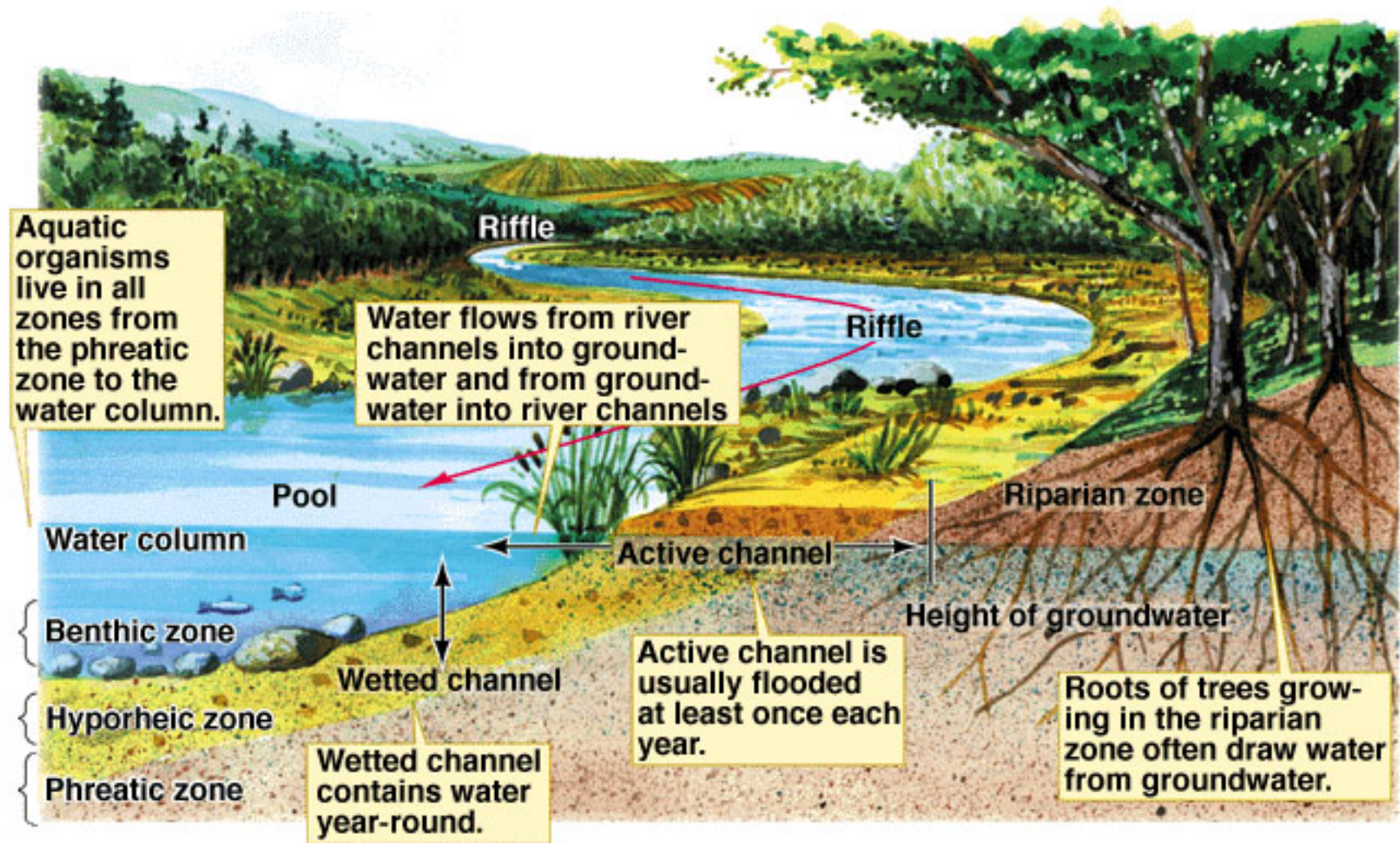
Glavne rijeke na Zemlji



Rijeke karakterizira trodimenzionalna struktura

- **Uzdužna ili longitudinalna struktura** – podrazumijeva podjelu rijeka na gornji, srednji i donji dio toka. Gornje tokove karakterizira hladnija voda, veće koncentracije kisika, manje gustoće fitoplanktona, manje koncentracije hranjiva. Karakteristične su tzv. hladnovodne vrste riba (npr. pastrva). Donje tokove rijeka karakteriziraju veće koncentracije hranjiva i fitoplanktona, viša temperatura i manje koncentracije kisika. Karakteristične su tzv. toplovodne vrste riba (npr. šaran)
- **Poprečna ili lateralna struktura** – podrazumijeva podjelu na središnji (najdublji) dio toka (matica); obalnu zonu; te naplavnu zonu (dio obale koji je pod vodom samo tijekom visokih vodostaja)
- **Vertikalna struktura** – uključuje površinski sloj (epilimnion), srednji sloj (metalimnion) i najdublji sloj (hipolimnion)

Rijeke karakterizira trodimenzionalna struktura

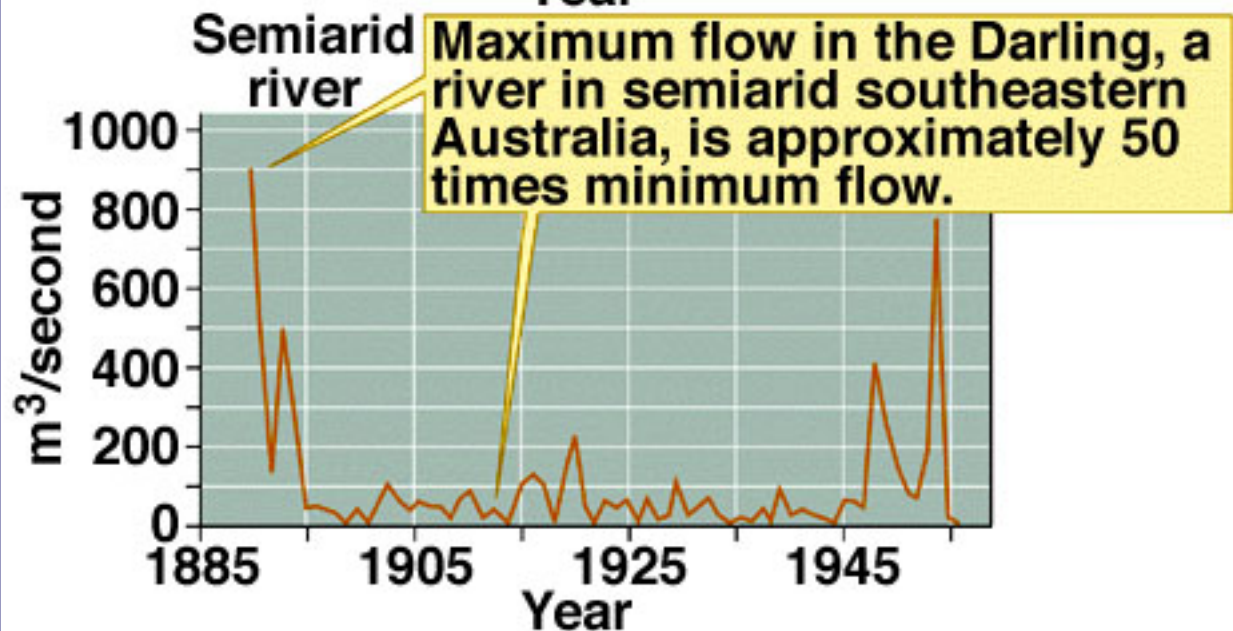
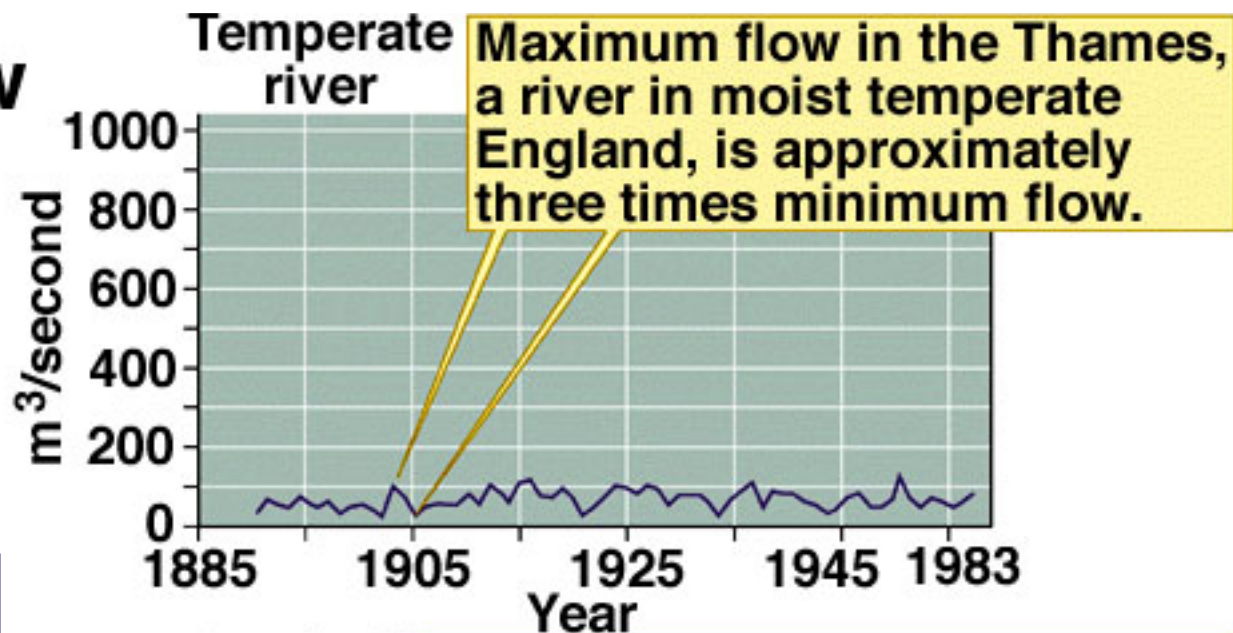


Intersticijalne vode

- Voda također prodire do određene dubine u sediment gdje u prostorima između zrnaca sedimenta (pijesak ili šljunak) živi zanimljiva **freatička** ili **podzemna** ili **intersticijalna fauna** (končasti organizmi koji se provlače između zrnaca pijeska, međuprostorni klizači i rovači, često slijepi)
- U tom se dijelu razlikuju dvije zone:
 - **Hiporeik** – gornji plitki dio šljunka ili pijeska u kojem se osjeća utjecaj kopnene klime
 - **Freatik** – dublji slojevi pijeska koji imaju karakteristike pravog podzemlja (vrlo mala kolebanja temperature i vrlo slab utjecaj kopnene klime)

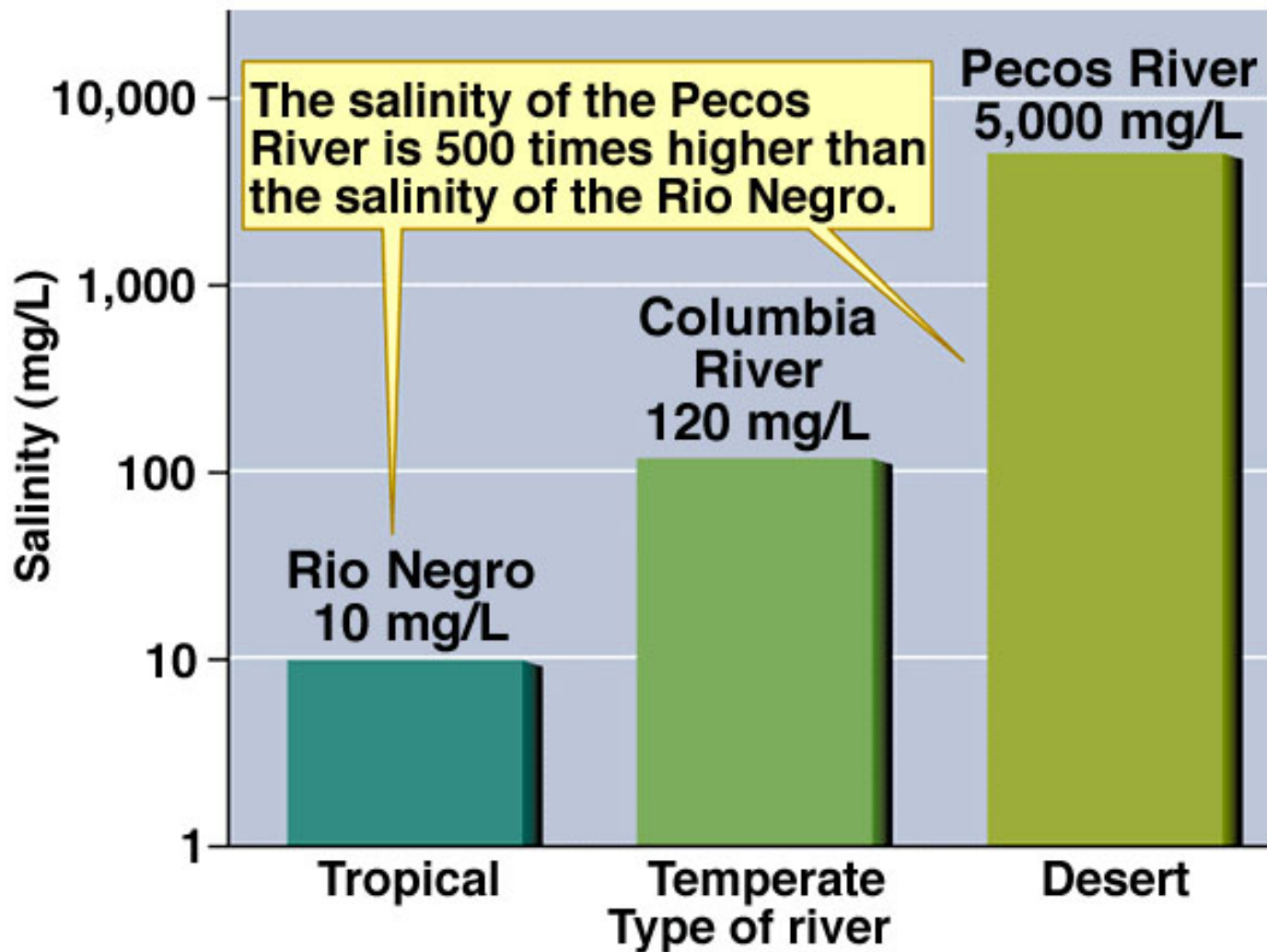
Annual flow of rivers in moist temperate and semiarid climates.

Razlike između maksimalnog i minimalnog protoka vode daleko su veće u rijekama koje teku semiaridnim područjima u odnosu na rijeke koje teku vlažnim područjima. U semiaridnim područjima protoci vode su podložni povremenim sezonama obilnih kiša i dugim razdobljima suša



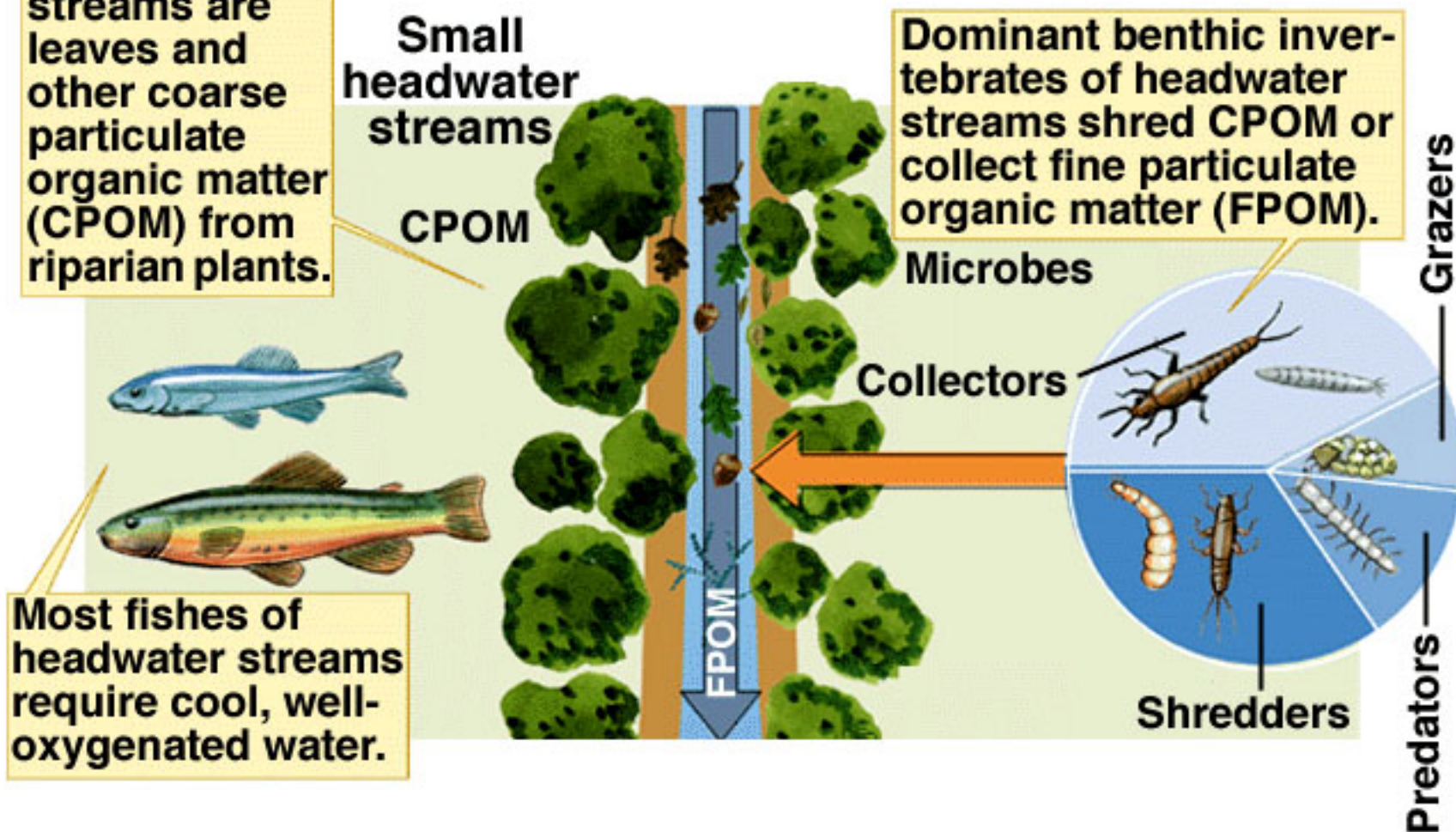
Salinities of tropical, temperate, and arid land rivers.

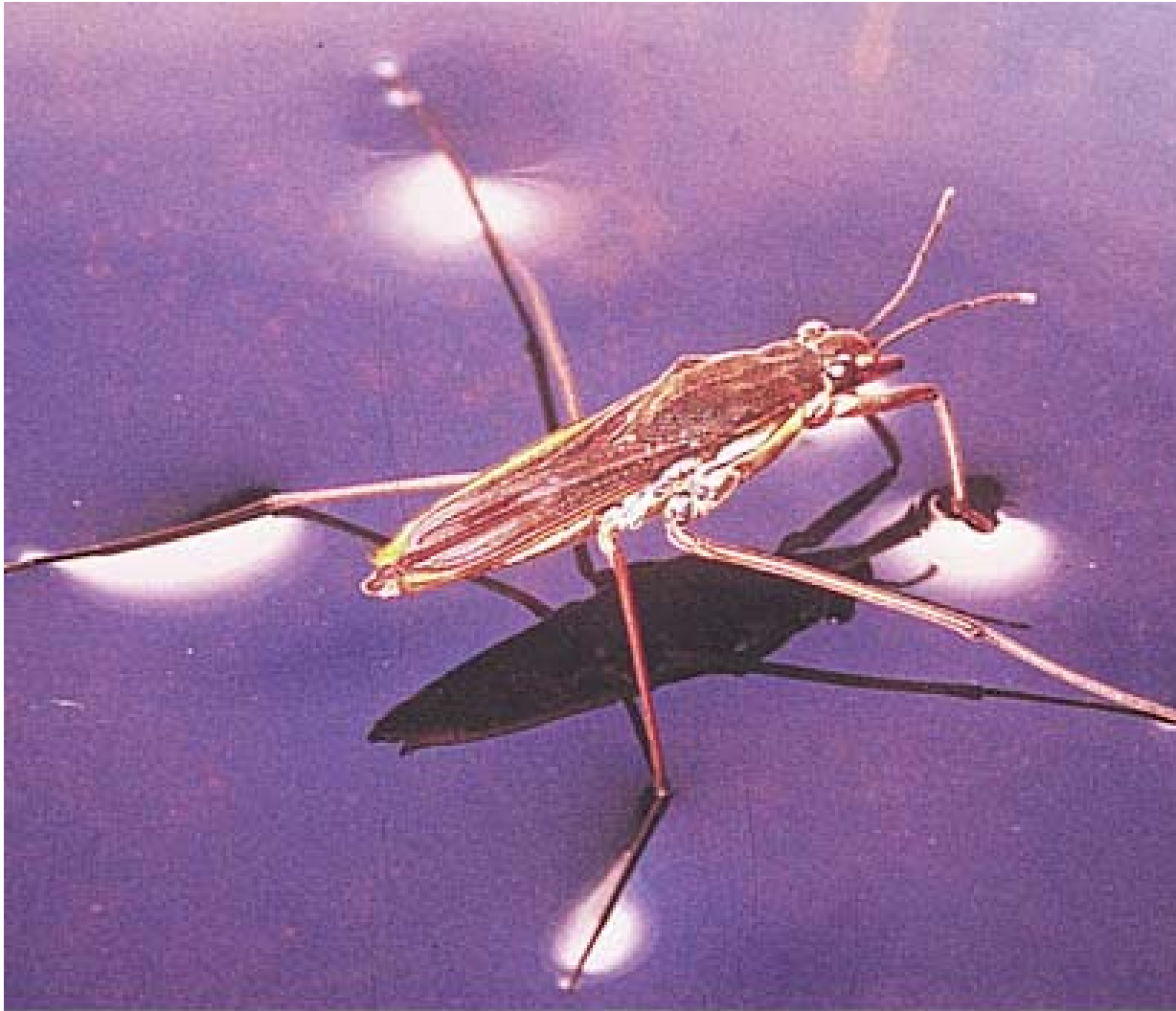
Tropske rijeke u pravilu imaju niži salinitet od pustinskih rijeka budući da je količina oborina u tropskim područjima daleko veća pa su iz korita tropskih rijeka isprani svi topljivi spojevi. Ipak sastav soli u rijekama u velikoj mjeri ovisi i o tipu podloge kojom rijeka teče



The initial contributions of energy to headwater streams are leaves and other coarse particulate organic matter (CPOM) from riparian plants.

U gornjim tokovima rijeka dominira krupna partikulirana organska tvar (CPOM), dok nizvodno ona postaje sve finija tako da u donjim tokovima rijeka dominira fina partikulirana organska tvar (FPOM)



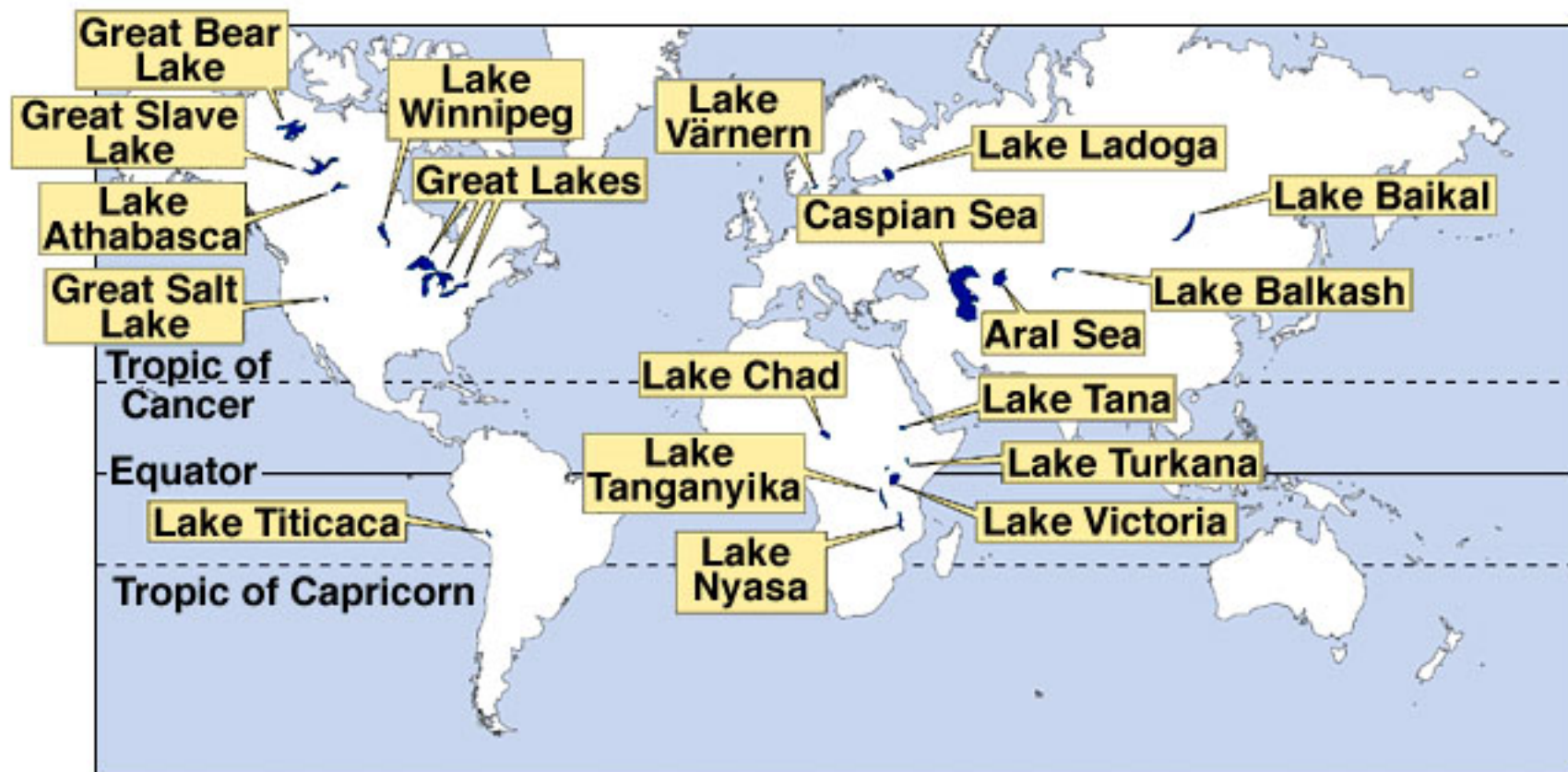


Kukac koji
koristi
napetost
površine vode
kako bi se po
njoj mogao
sklizati

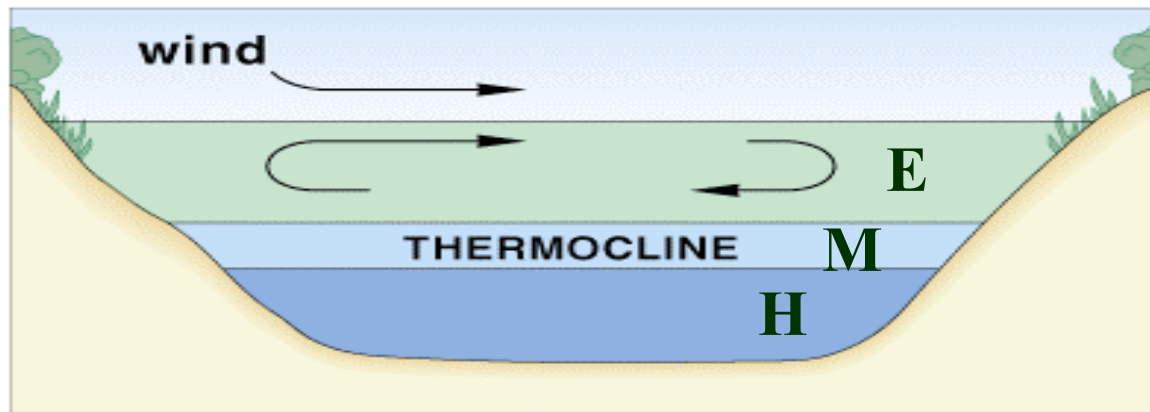
JEZERA

- Za razliku od rijeka jezera su kao mala mora
- Riječni bazeni nastali su pod utjecajem tektonskih sila, vulkanske aktivnosti i glacijacije
- Najveći dio slatke vode u biosferi nalazi se u nekoliko jezera (Velika jezera – 20%; Bajkalsko (1600 m) – 20%)
- Struktura jezerskih okoliša slična je oceanima samo na puno manjoj prostornoj skali
- Salinitet jezera jako varira od gotovo potpuno slatkih do slanih jezera saliniteta i do 200‰
- Temperaturna stratifikacija (raslojavanje) i vertikalno miješanje vode ovisi o geografskoj širini
- Oligotrofna i eutrofna jezera

Geografska distribucija najvećih jezera na Zemlji

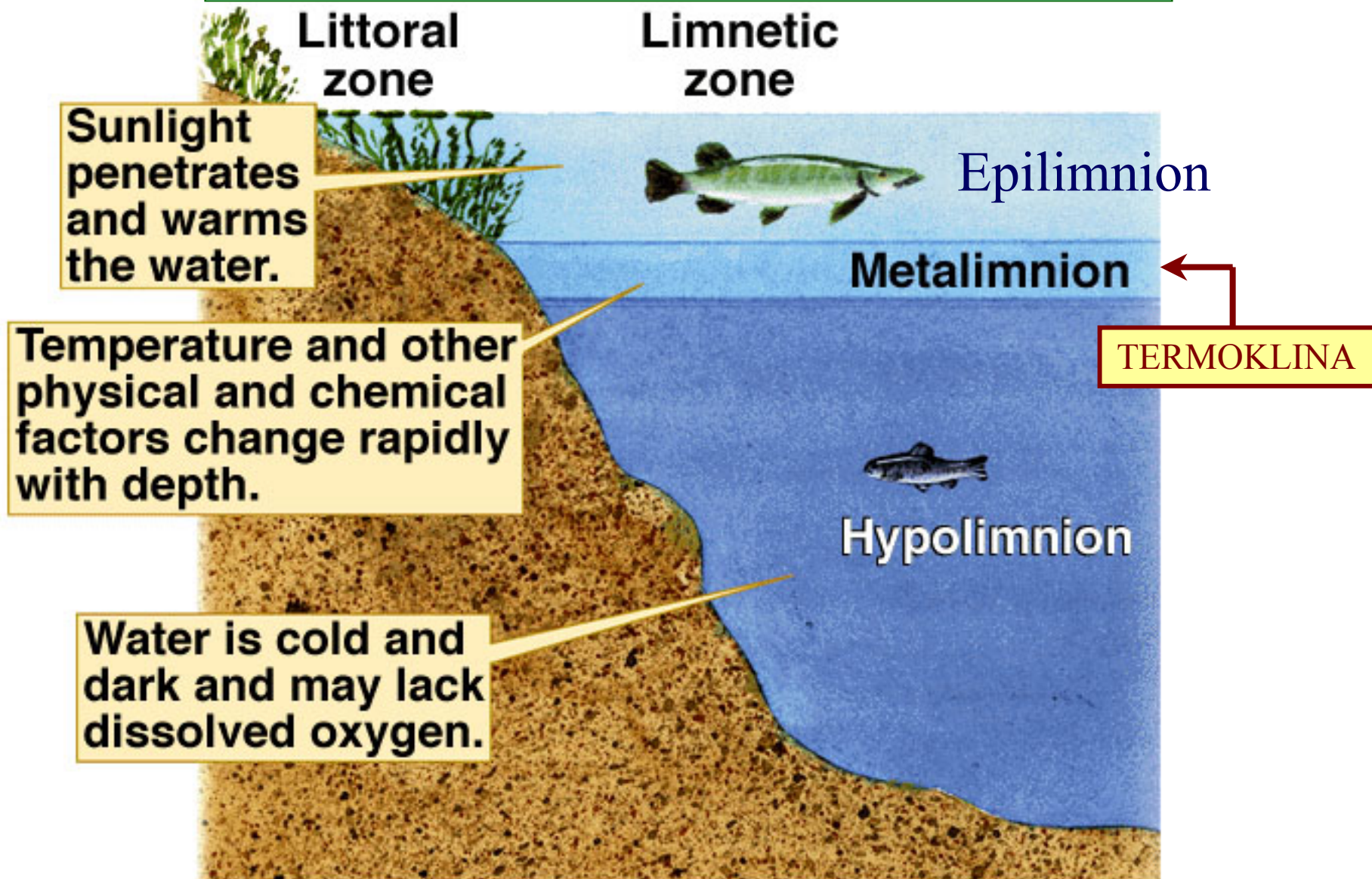


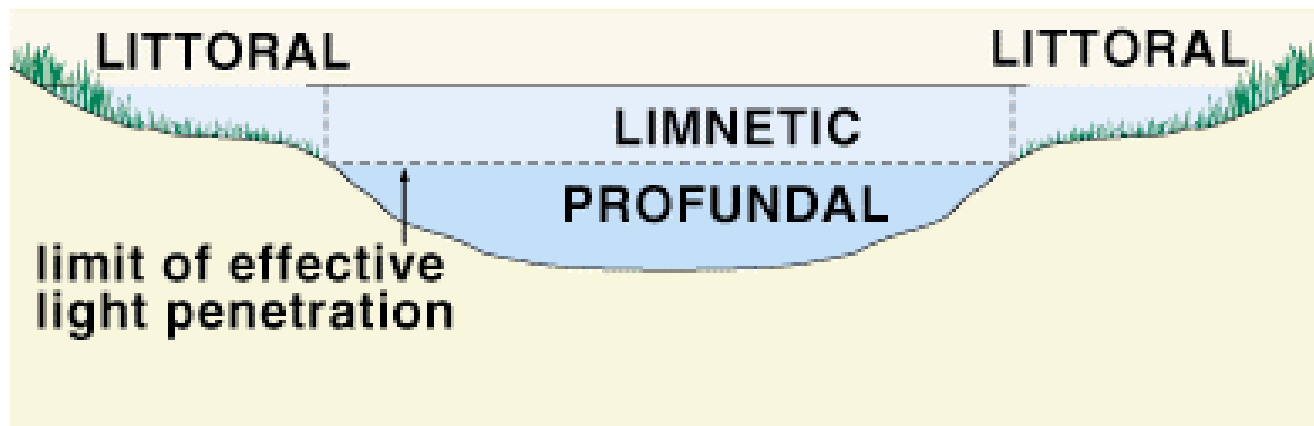
Vertikalna struktura jezera



- **Epilimnion (E)** – površinska zona slobodne vode koja odgovara litoralnoj i sublitoralnoj zoni jezerskog profila. Ova se zona izdvaja na temelju temperature. To je sloj koji se tijekom ljeta najviše zagrije
- **Metalimnion (M)** – granični sloj između epilimniona i hipolimniona u kojem dolazi do nagle promjene temperature (termoklina)
- **Hipolimnion (H)** – donja zona slobodne vode u jezeru (obično ispod 30 m dubine) koju karakterizira niža temperatura, odsutnost svjetla i smanjene koncentracije kisika

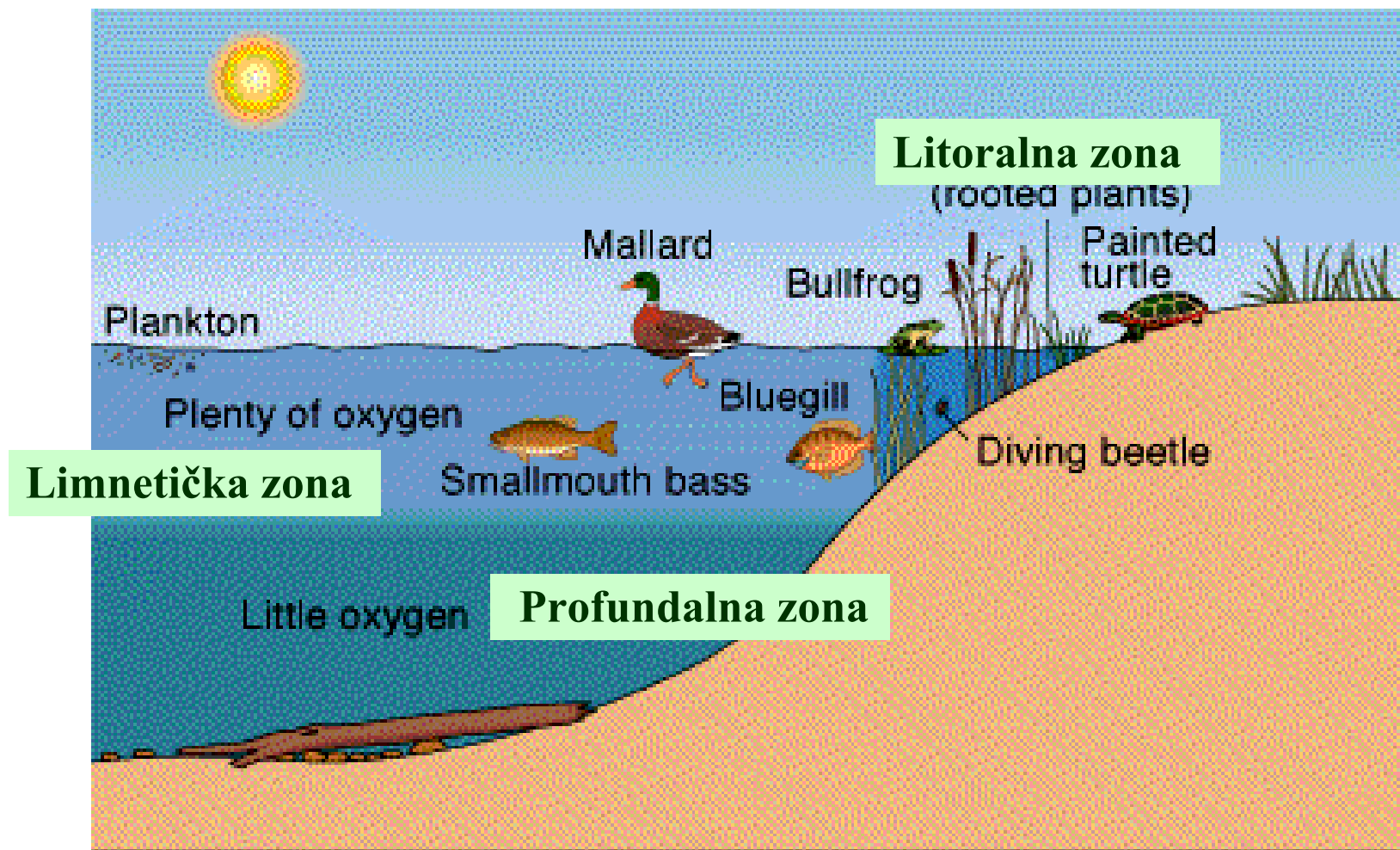
Vertikalna struktura jezera



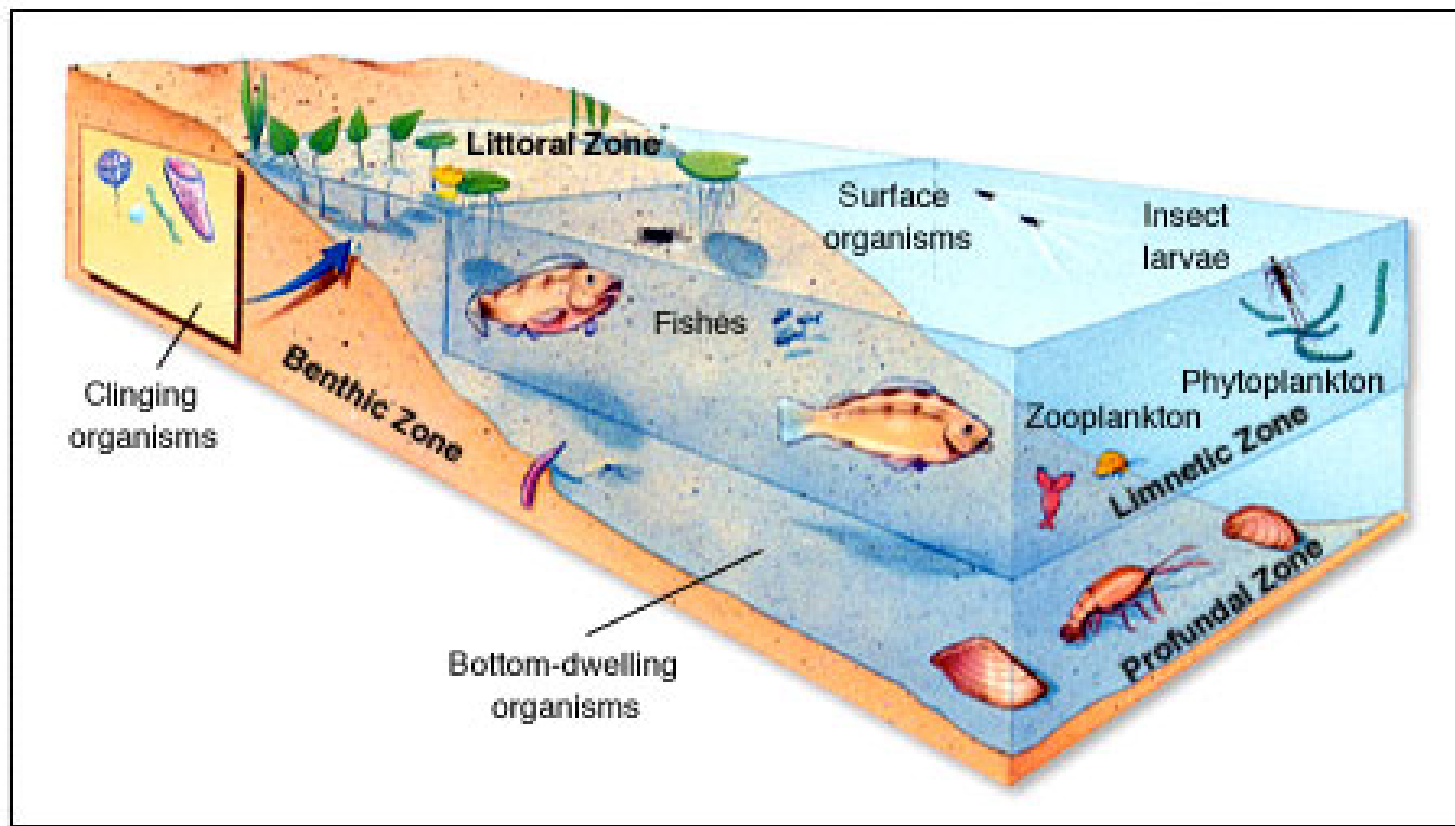


- **Litoralna zona** – Obalni pojas koji se pruža do dubine od 20-50 m
- **Limnetička zona** – Gornja od dvije zone koje se razlikuju na vertikalnom profilu jezera. Obuhvaća vodu u koju prodire svjetlost i prostire se od površine do dubine od 20m, nekada i do 50 m. Ova se zona izdvaja na temelju prodiranja svjetlosti i ne mora se poklapati s epilimnionom
- **Profundalna zona** – Donja zona koja se nastavlja na limnetičku zonu i ide do dna jezera. Ovu zonu karakteriziraju niže temperature i odsutnost svjetla i uglavnom se poklapa s hipolimnionom

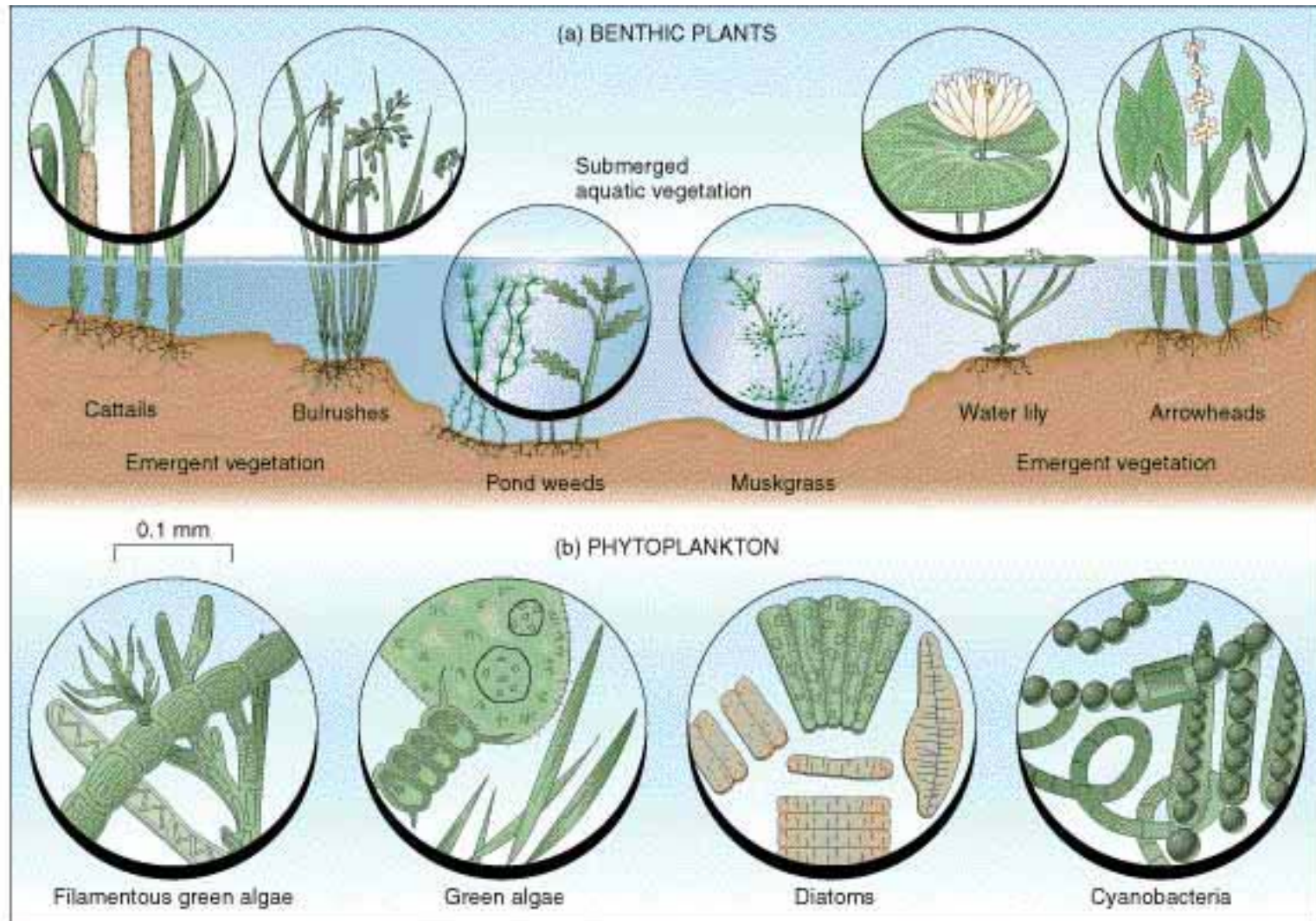
Vertikalna i horizontalna struktura jezera



Vertikalna i horizontalna struktura jezera

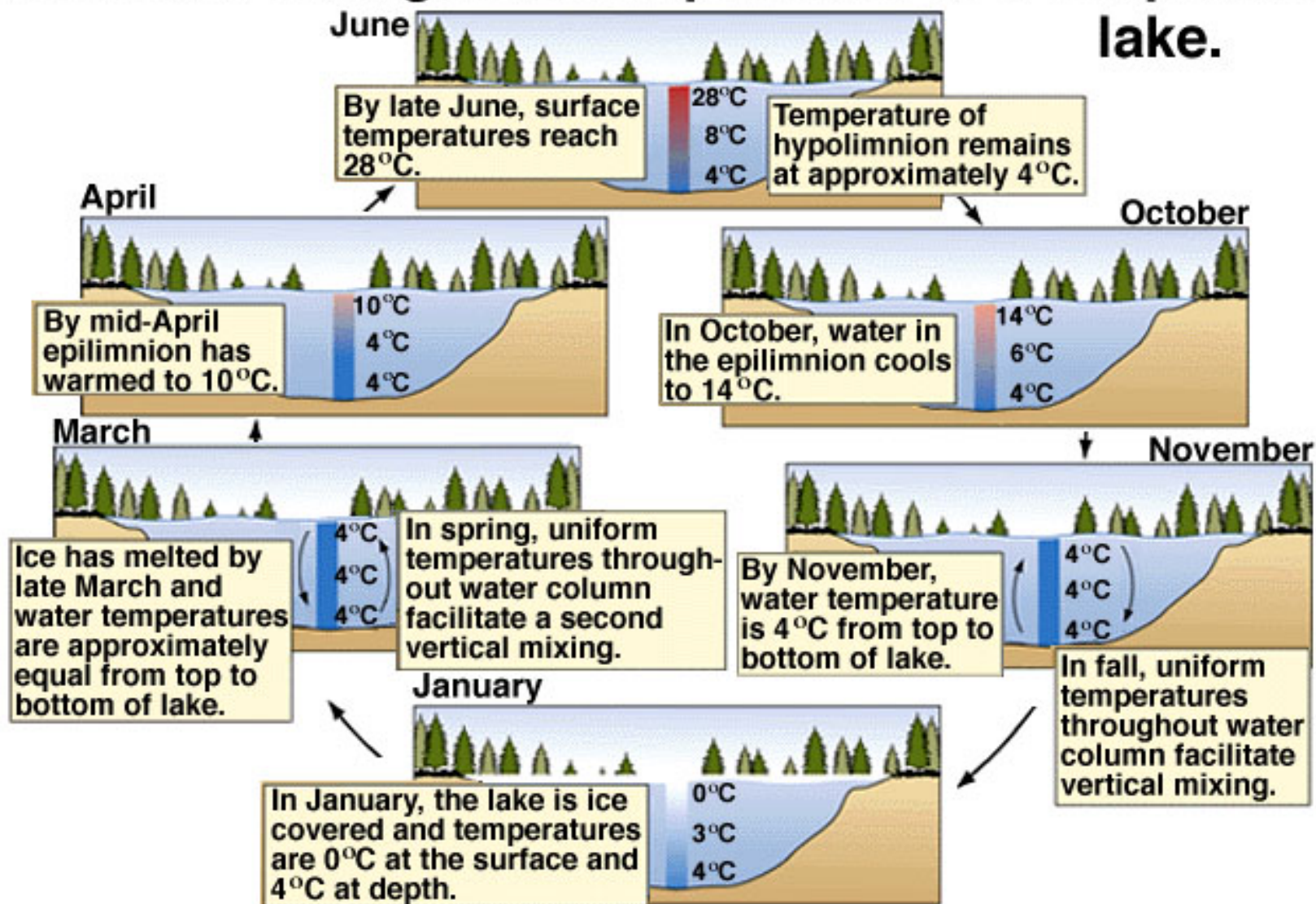


Fitoplankton i bentoske biljke u jezerima

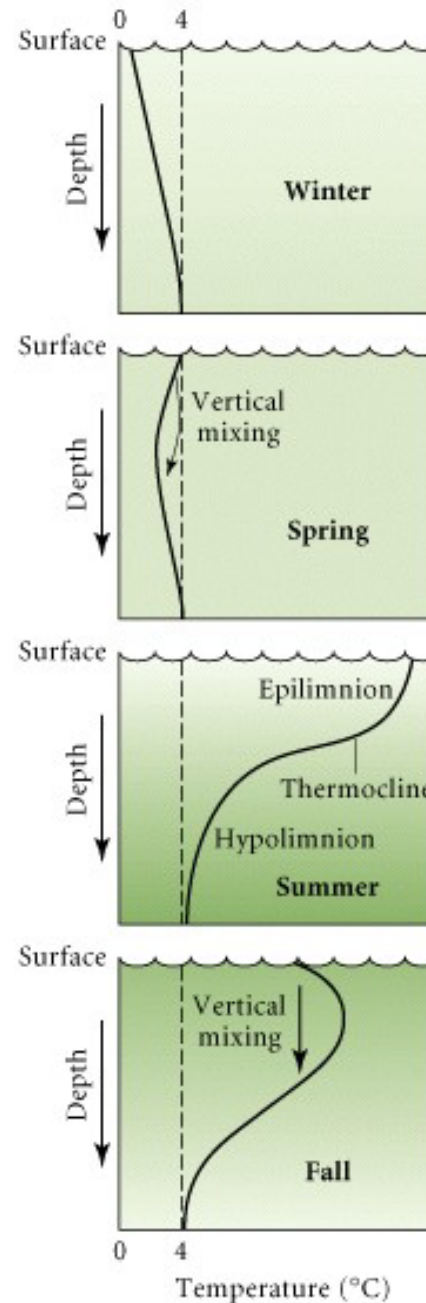


Sezonske promjene temperature u jezerima umjerenih geografskih širina

Seasonal changes in temperature in a temperate lake.



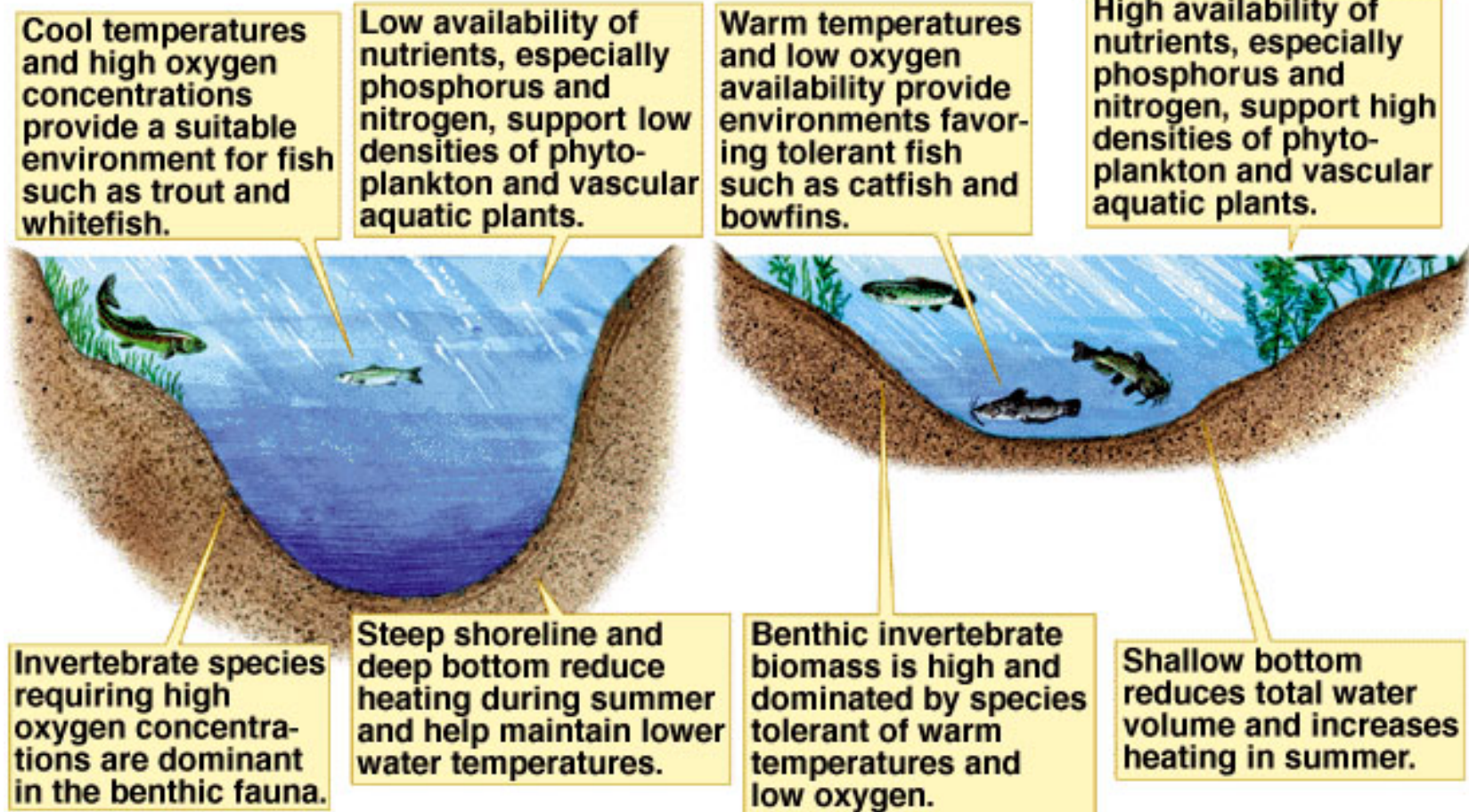
Sezonska stratifikacija i
miješanje vodenog stupca
u jezerima umjerenog
područja



Oligotrophic and eutrophic lakes.

Oligotrophic lake

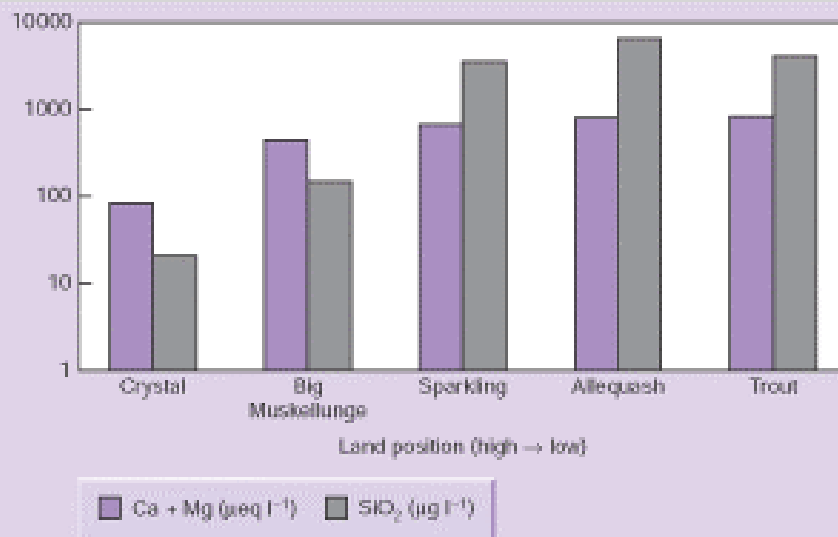
Eutrophic lake



Oligotrofna jezera – niske koncentracije hranjiva, mala gustoća fitoplanktona, visoke koncentracije kisika

Eutrofna jezera – visoke koncentracije hranjiva, velika gustoća fitoplanktona, niske koncentracije kisika

Jezera koja imaju različiti položaj u krajobrazu mogu se razlikovati s obzirom na izvor vode koji ta jezera puni, pa se onda mogu značajno razlikovati i u sastavu hranjiva



Mapa jezera u Wisconsinu (izohipse su u metrima iznad morske razine), te razlike u koncentracijama kalcija + magnezija i silikata u ovim jezerima