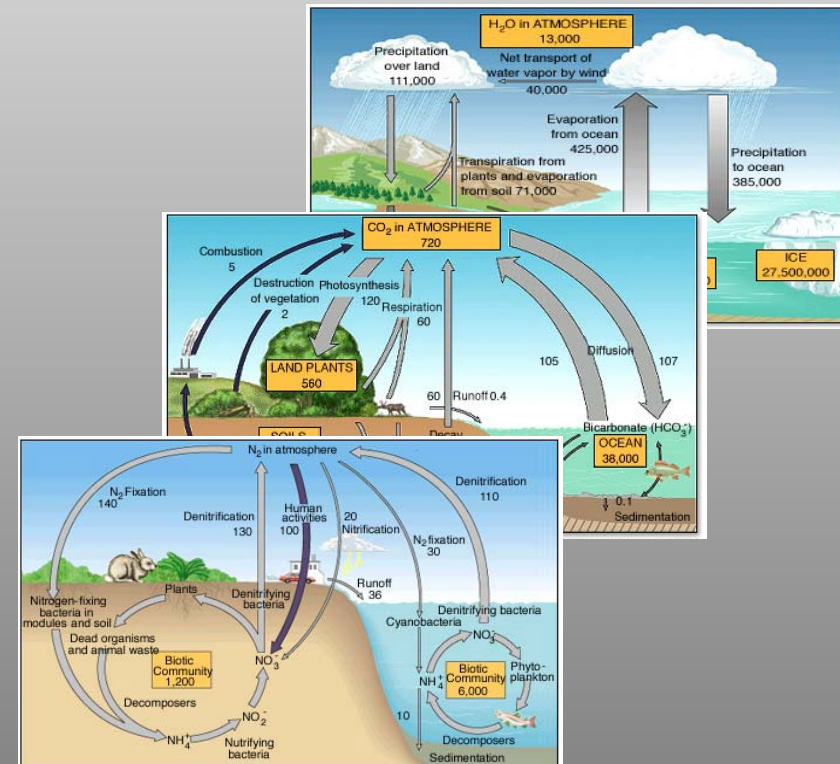
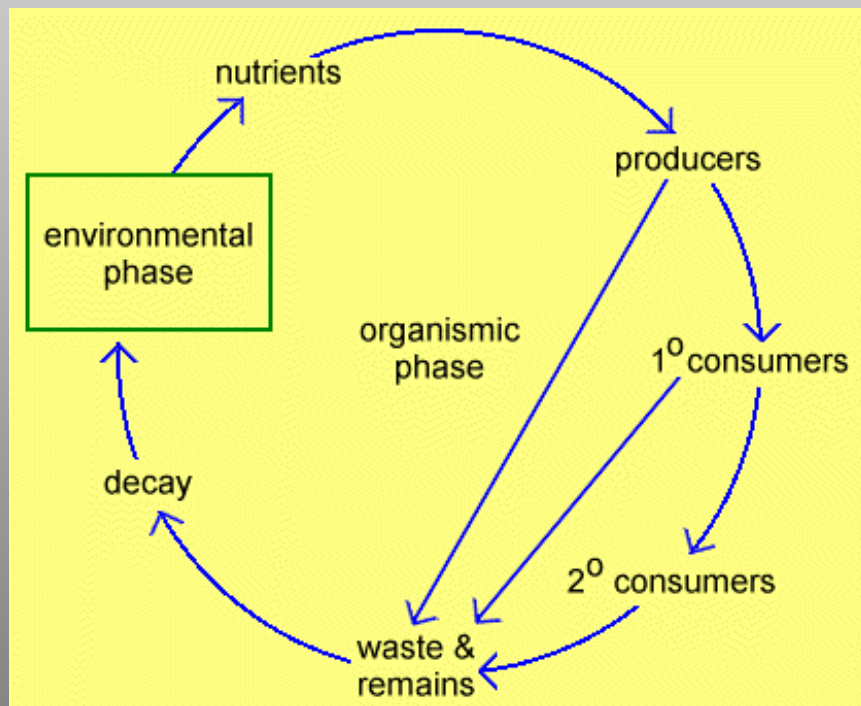


EKOLOGIJA EKOSISTEMA

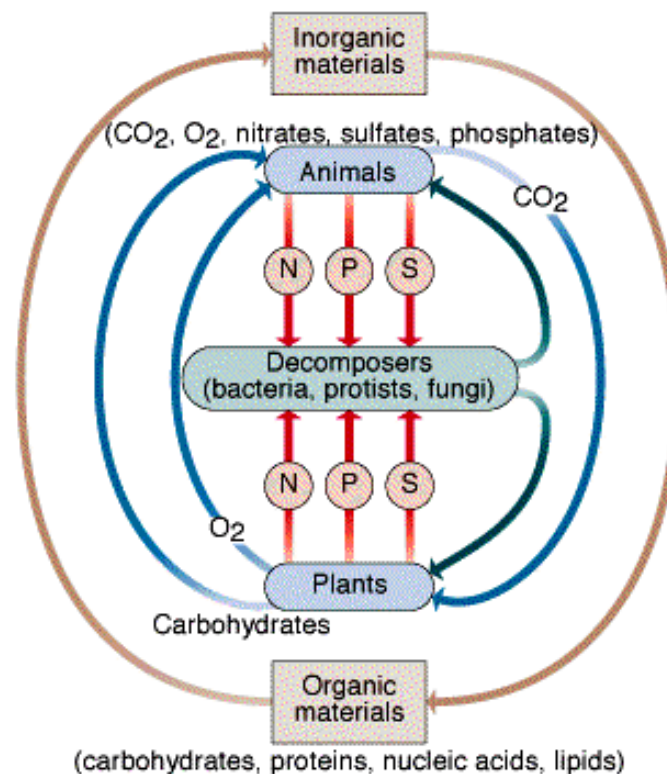
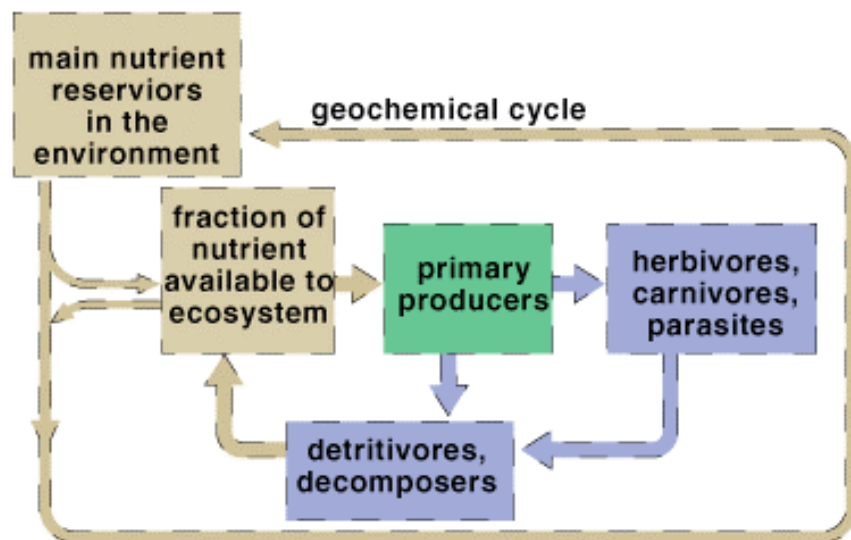
- 1. Koncept ekosistema**
- 2. Trofičke razine u ekosistemu**
- 3. Proizvodnja i protok energije kroz ekosistem**
- 4. Kruženje tvari kroz ekosistem**
- 5. Regeneracija hranjiva u ekosistemu**



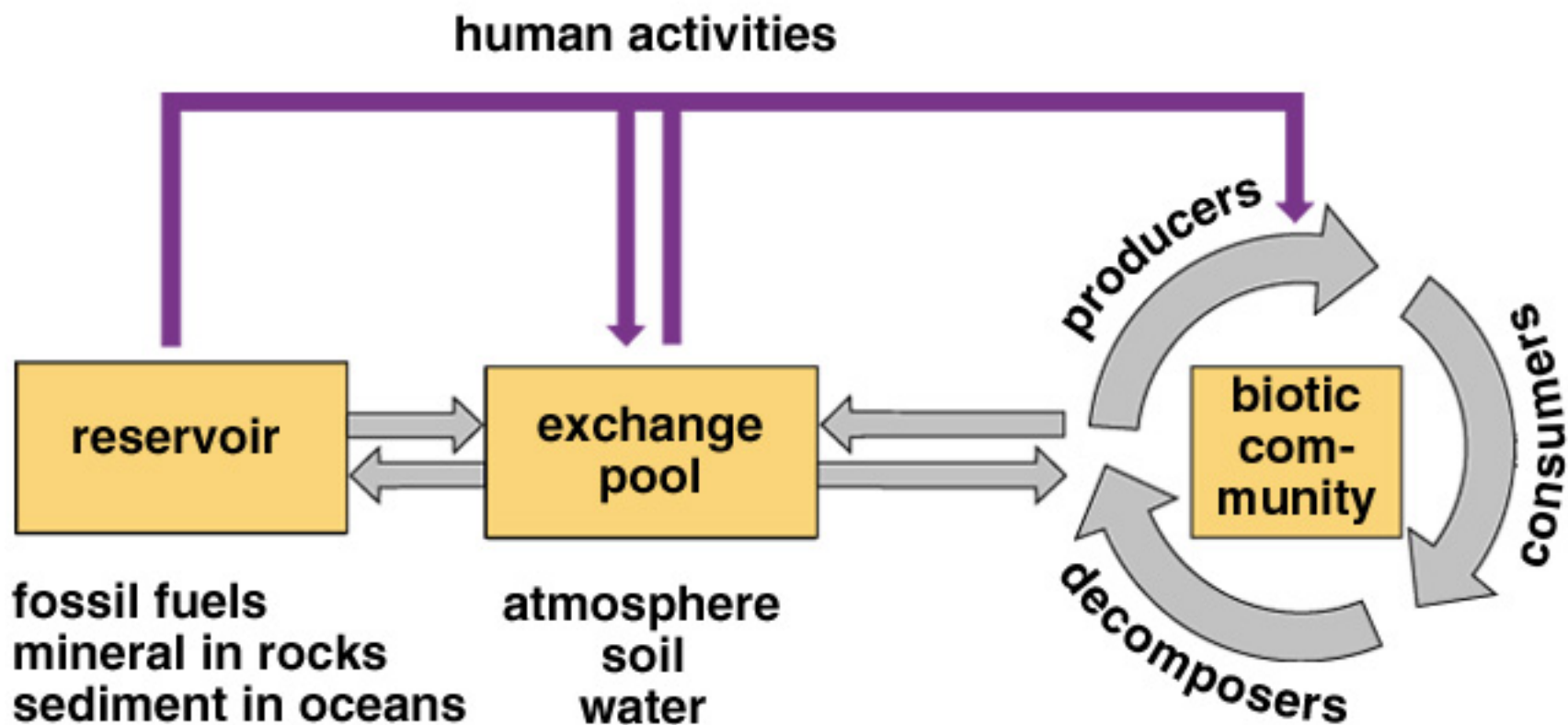
KRUŽENJE ELEMENATA U EKOSISTEMU



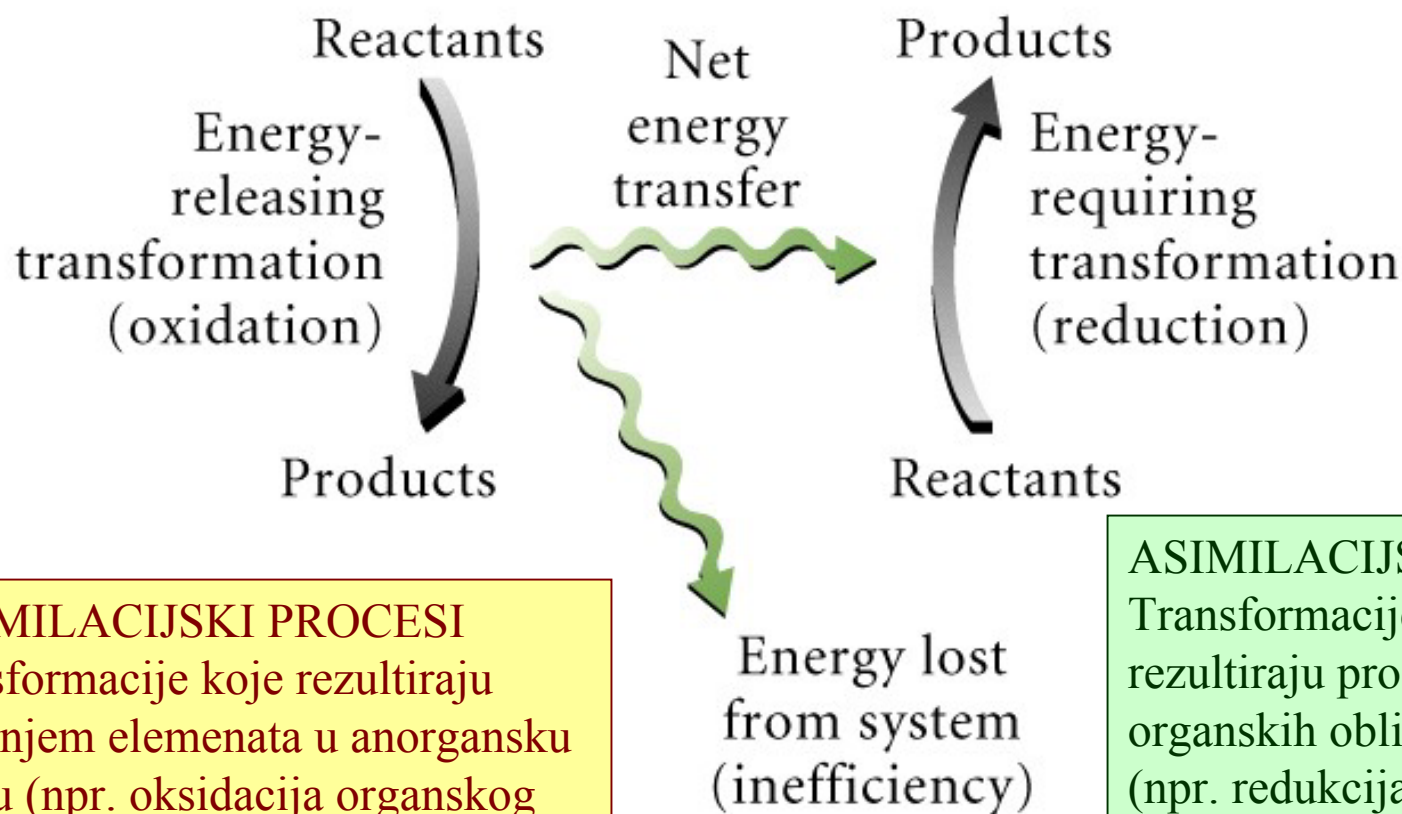
Elementi u prirodi kruže između organizama i fizičkog okoliša



Model for Chemical Cycling



Elementi u prirodi kruže između organizama i fizičkog okoliša i pri tome doživljavaju kemijske transformacije



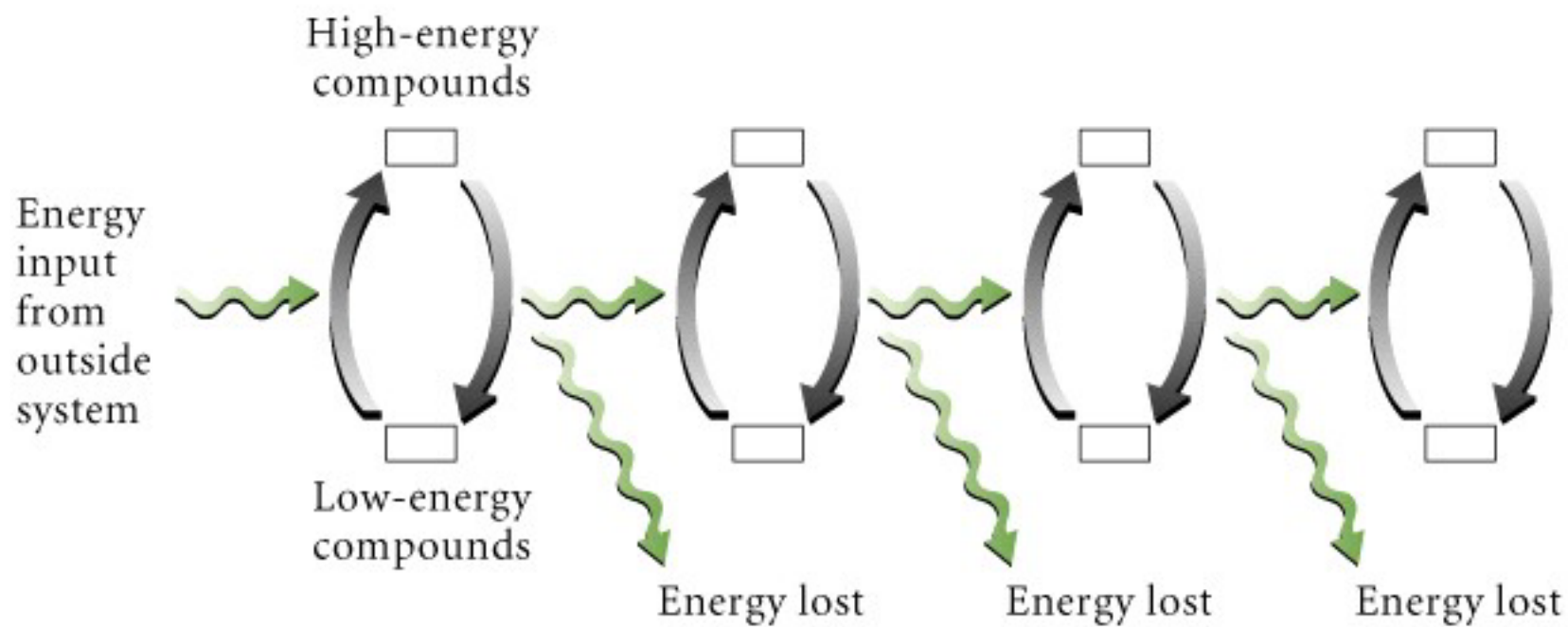
DISIMILACIJSKI PROCESI

Transformacije koje rezultiraju vraćanjem elemenata u anorgansku formu (npr. oksidacija organskog ugljika u procesu respiracije). Ovi procesi oslobađaju energiju

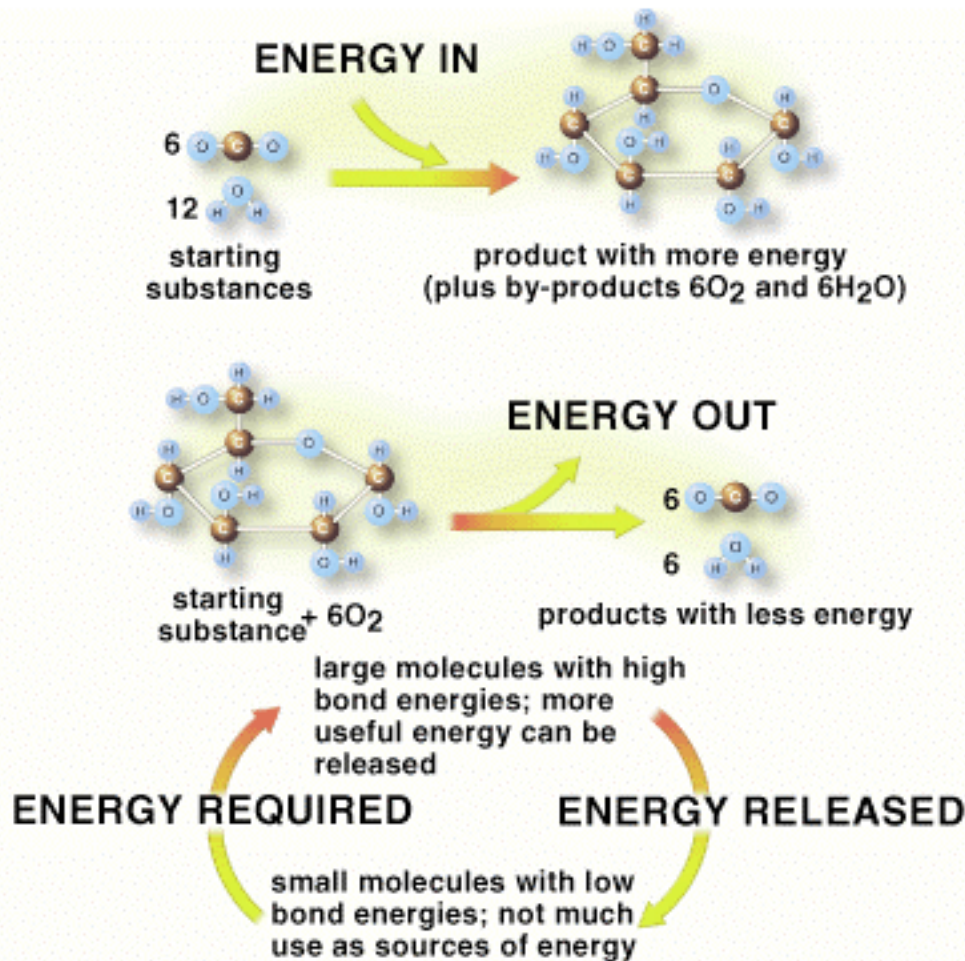
ASIMILACIJSKI PROCESI

Transformacije koje rezultiraju proizvodnjom organskih oblika elemenata (npr. redukcija CO_2 u fotosintezi). Ovi procesi potražuju energiju

Kako energija protiče kroz ekosistem, elementi kruže između asimilacijskih i disimilacijskih transformacija. Energija protiče preko veza koje postoje između disimilacijskog dijela jednog ciklusa (oslobađa energiju) i asimilacijskog dijela drugog ciklusa (potražuje energiju)



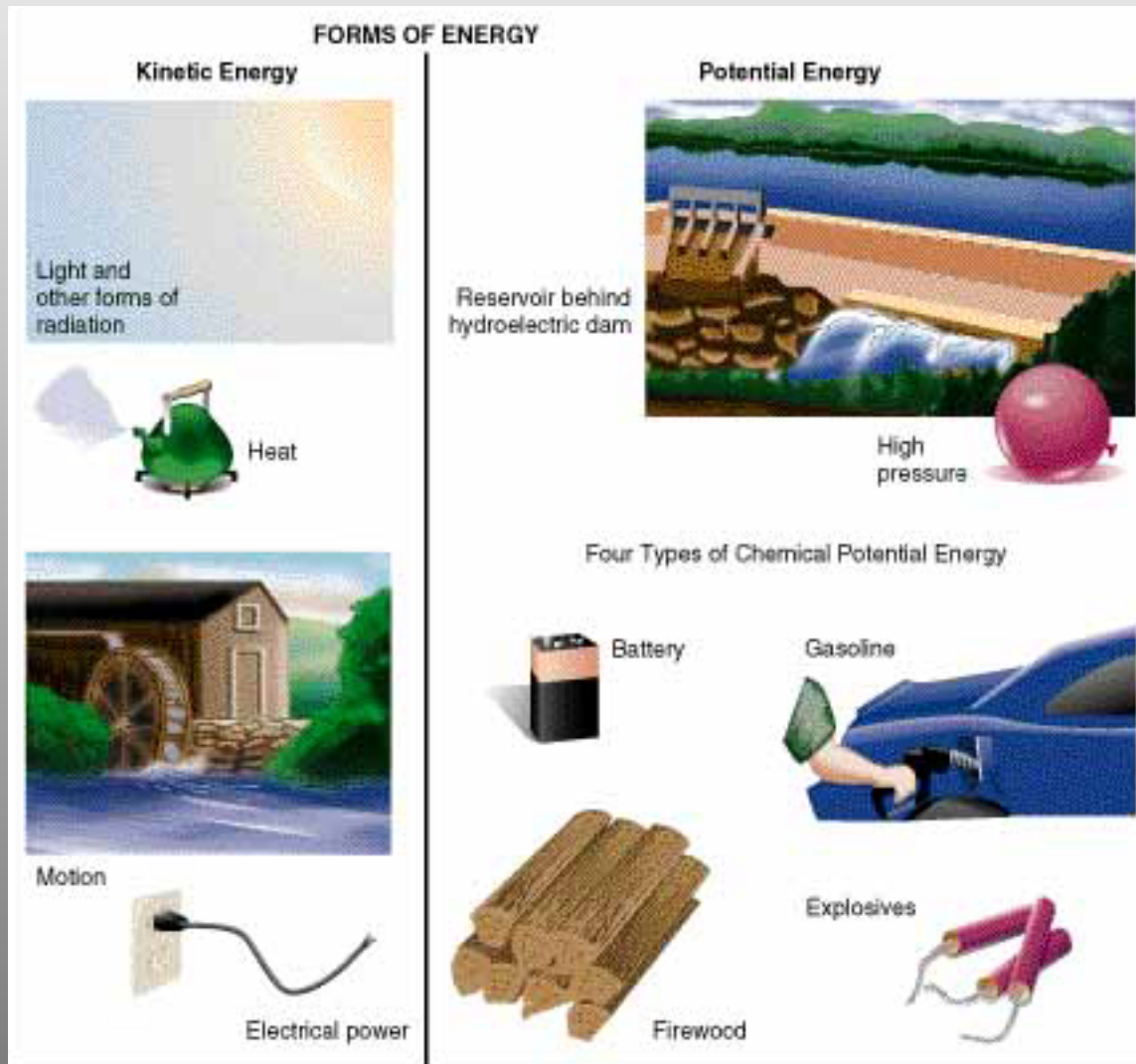
Primjeri za asimilacijski i disimilacijski proces su
fotosinteza i respiracija



Fotosinteza

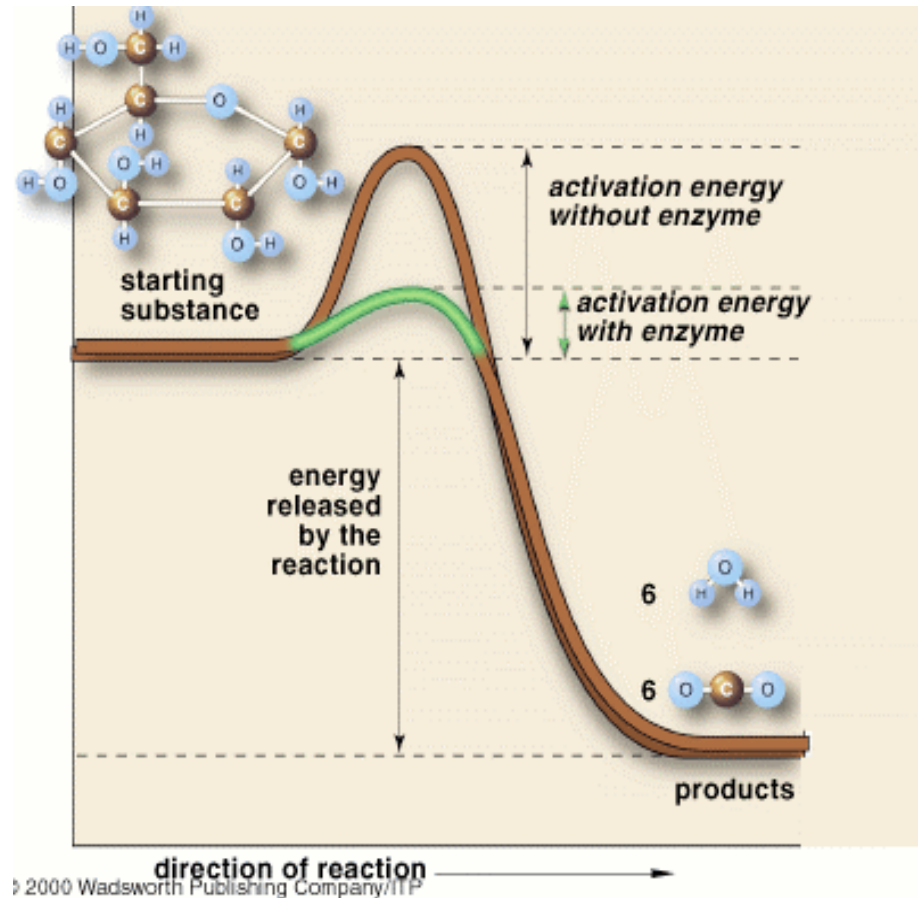
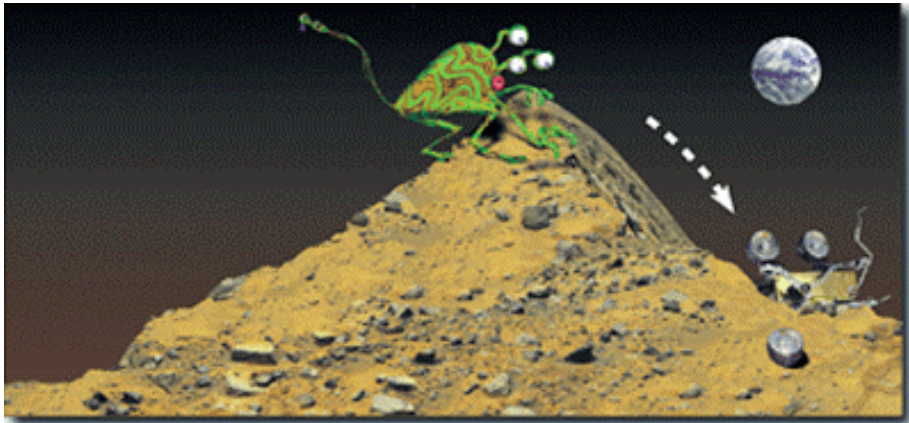
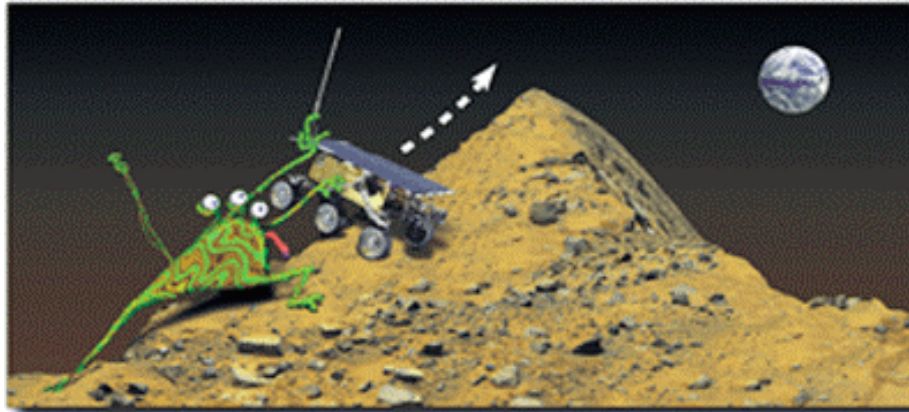
Respiracija

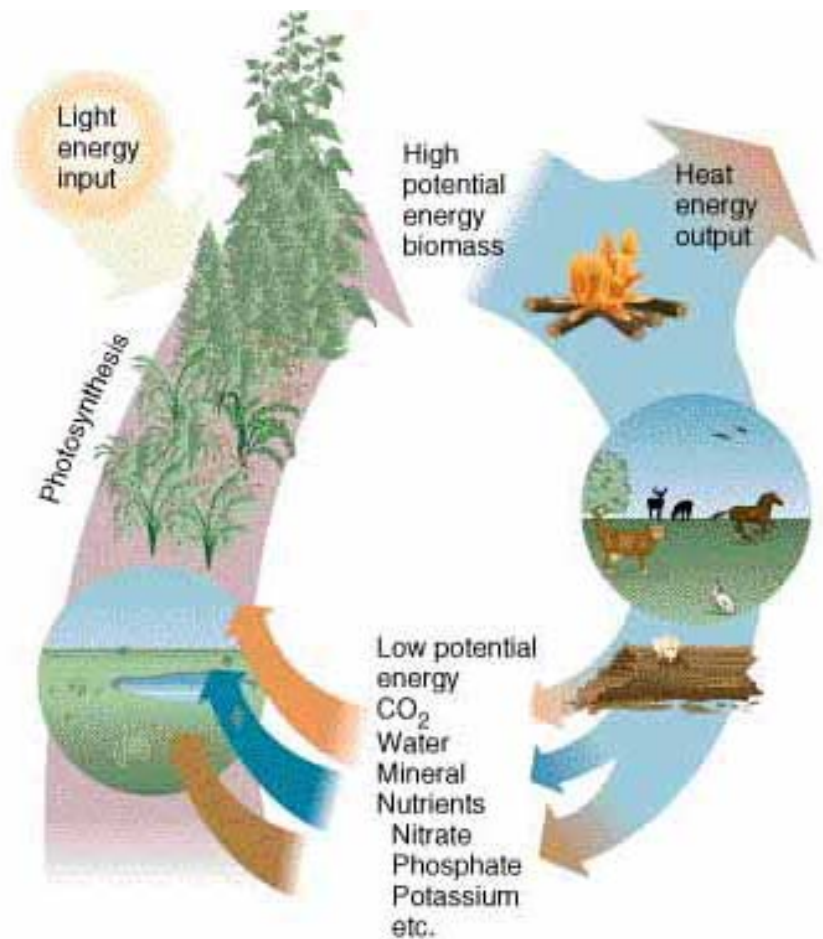
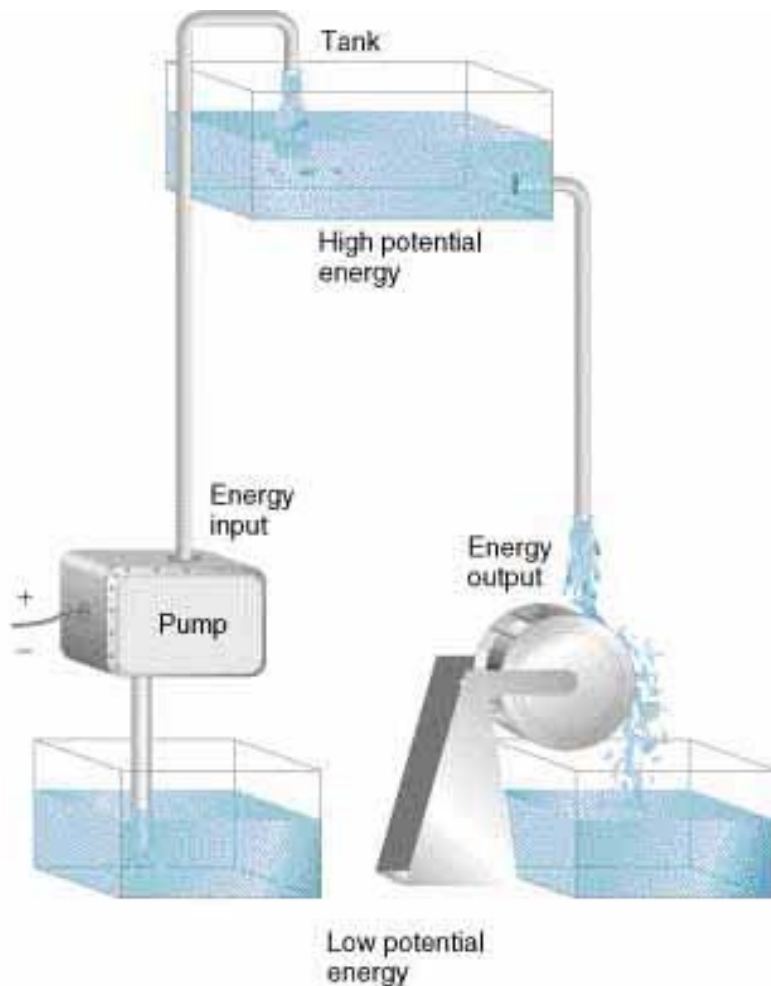
Potencijalna i kinetička energija



Redukcijom ugljika
biljke u
ugljikohidratima
pohranjuju energiju.
Ugljikohidrati su
skladište
potencijalne energije
koja se aktivira
oksidacijom i
postaje kinetička
energija koju
herbivori koriste za
obavljanje korisnog
rada

Potencijalna i kinetička energija





Fotosinteza je analogna podizanju vode u tank. Energiju za to daje pumpa (električna energija) a u fotosintezi energija dolazi od sunca. Voda koja pada na lopatice turbine predstavlja kinetičku energiju, čemu je analogna respiracija koja koristi energiju spremljenu u ugljikohidratima

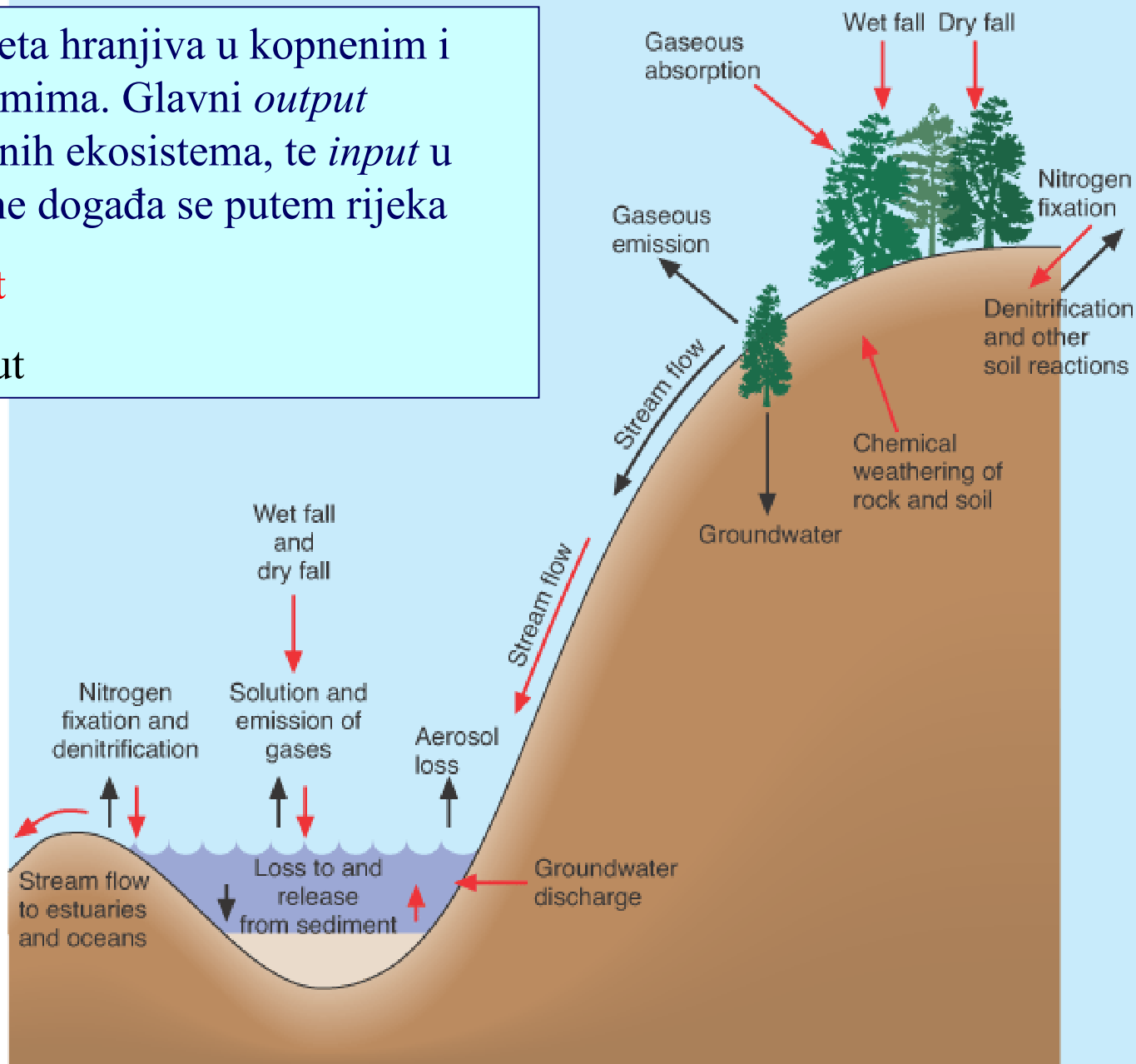
Kruženje elemenata u ekosistemu

- Svaki element slijedi jedinstveni put kruženja koji je određen njegovim specifičnim kemijskim transformacijama
- Živi sustavi transformiraju elemente i njihove spojeve s ciljem pribavljanja hranjiva i energije
- Gledano kroz duže razdoblje, procesi koji transformiraju elemente iz jedne forme u drugu moraju biti uravnoteženi s procesima koji ih vraćaju u prvobitnu formu
- Ipak, ciklusi elemenata mogu ponekad postati neuravnoteženi, pa se elementi akumuliraju ili uklanjaju iz sustava
 - Akumulacija ugljena i treseta (anaerobni uvjeti su usporili njihovu razgradnju)
 - Ispiranje hranjiva (kroz procese erozije) koja su se godinama akumulirala

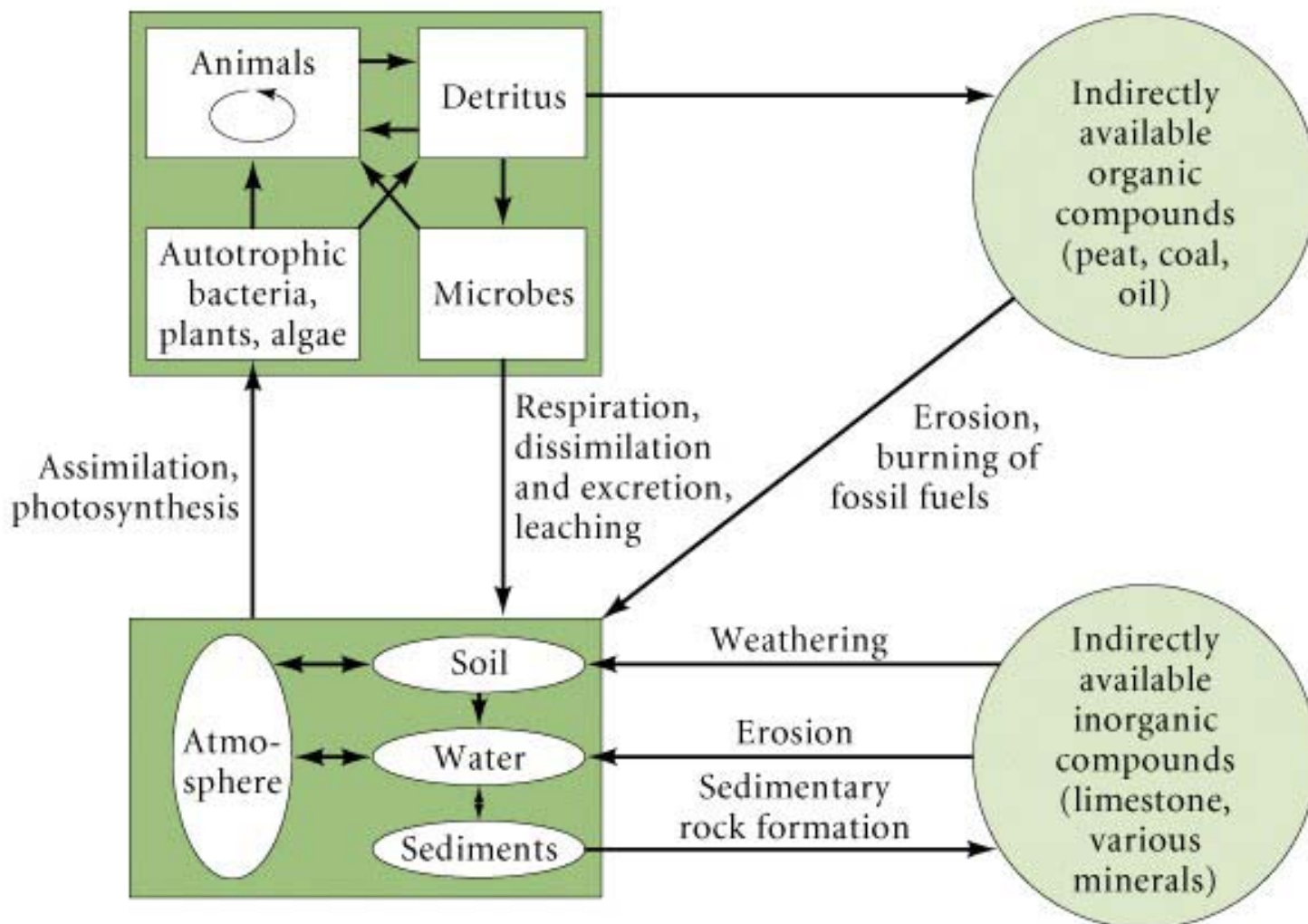
Komponente buđeta hranjiva u kopnenim i vodenim ekosistemima. Glavni *output* hranjiva iz kopnenih ekosistema, te *input* u vodene ekosisteme događa se putem rijeka

→ Input

→ Output

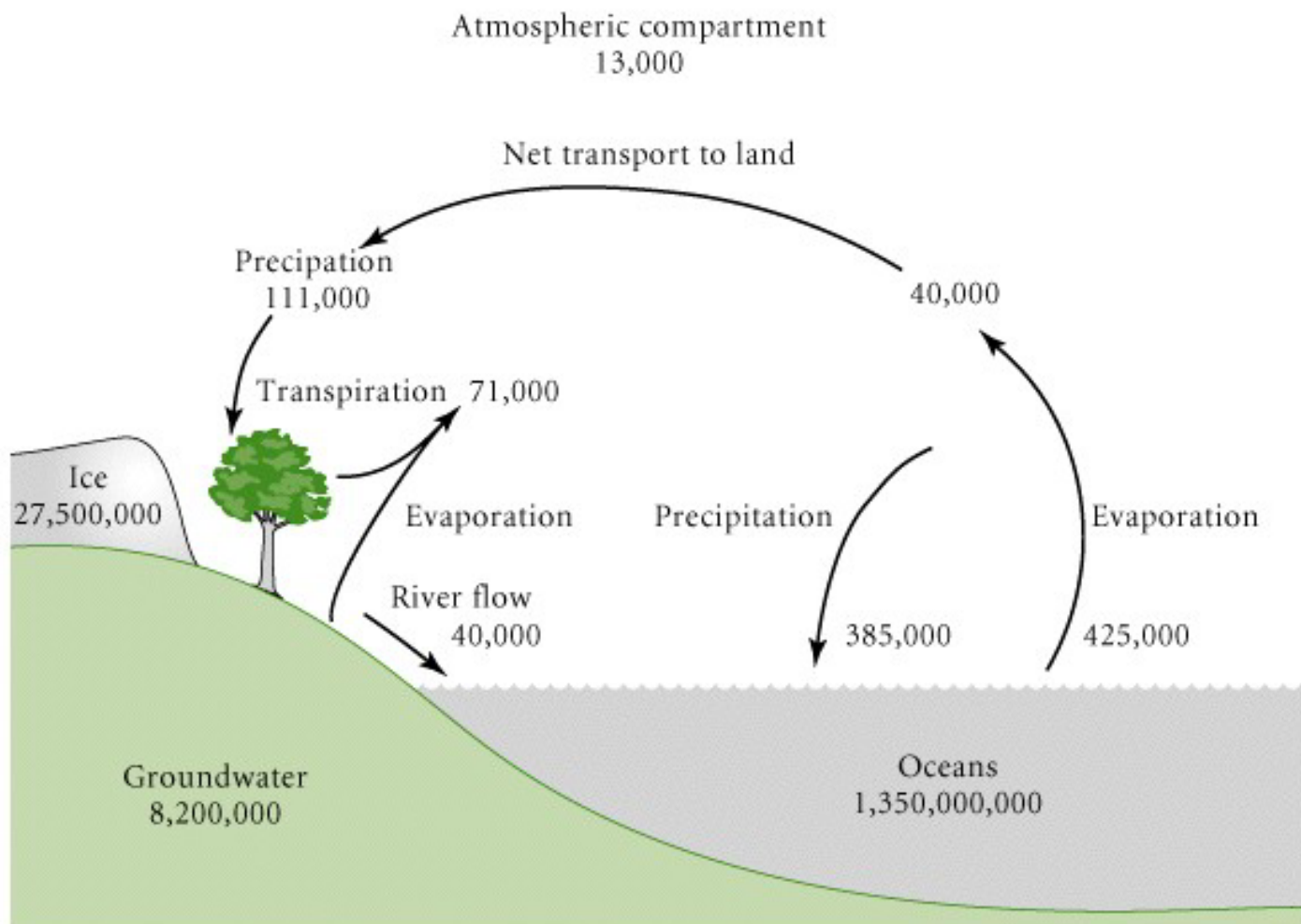


Svaku formu elementa možemo promatrati kao poseban odjeljak ekosistema, pa su prema toj analogiji biokemijske transformacije protoci između tih dijelova ekosistema

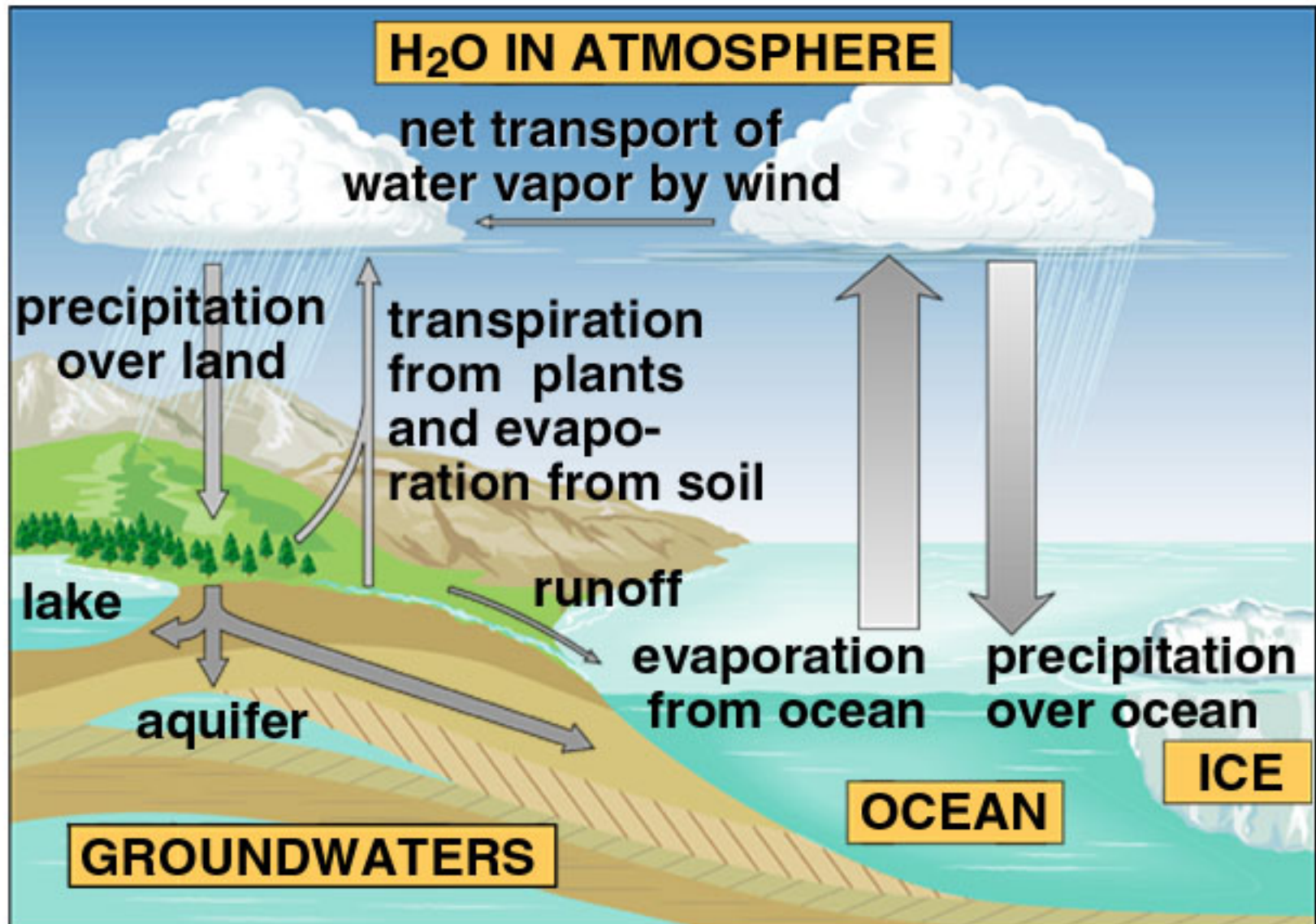


Razlikujemo odjeljke brze i spore cirkulacije elemenata (npr. ugljen, nafta, sedimentacija)

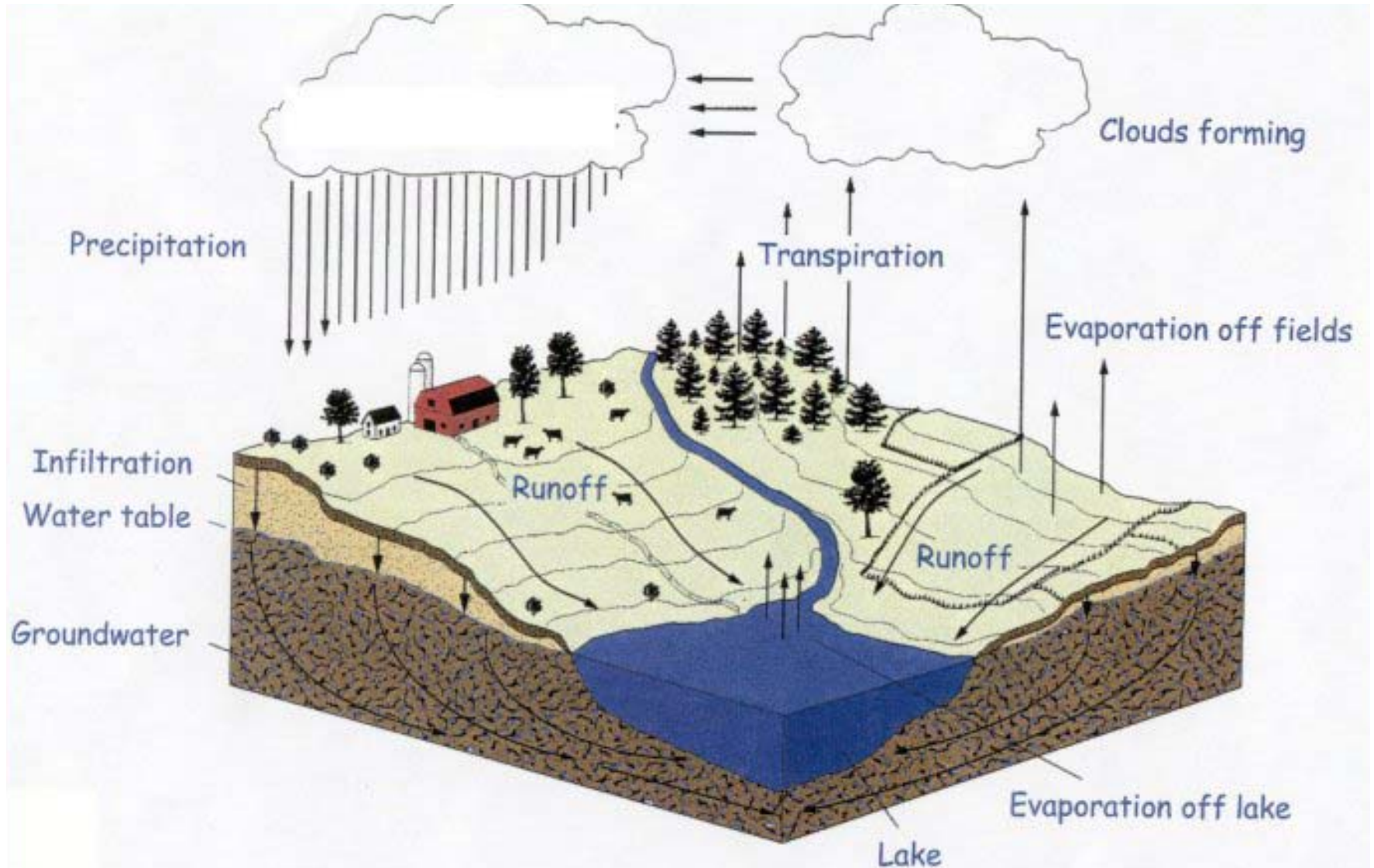
Kruženje vode predstavlja dobar fizikalni model za kruženje elemenata u ekosistemu



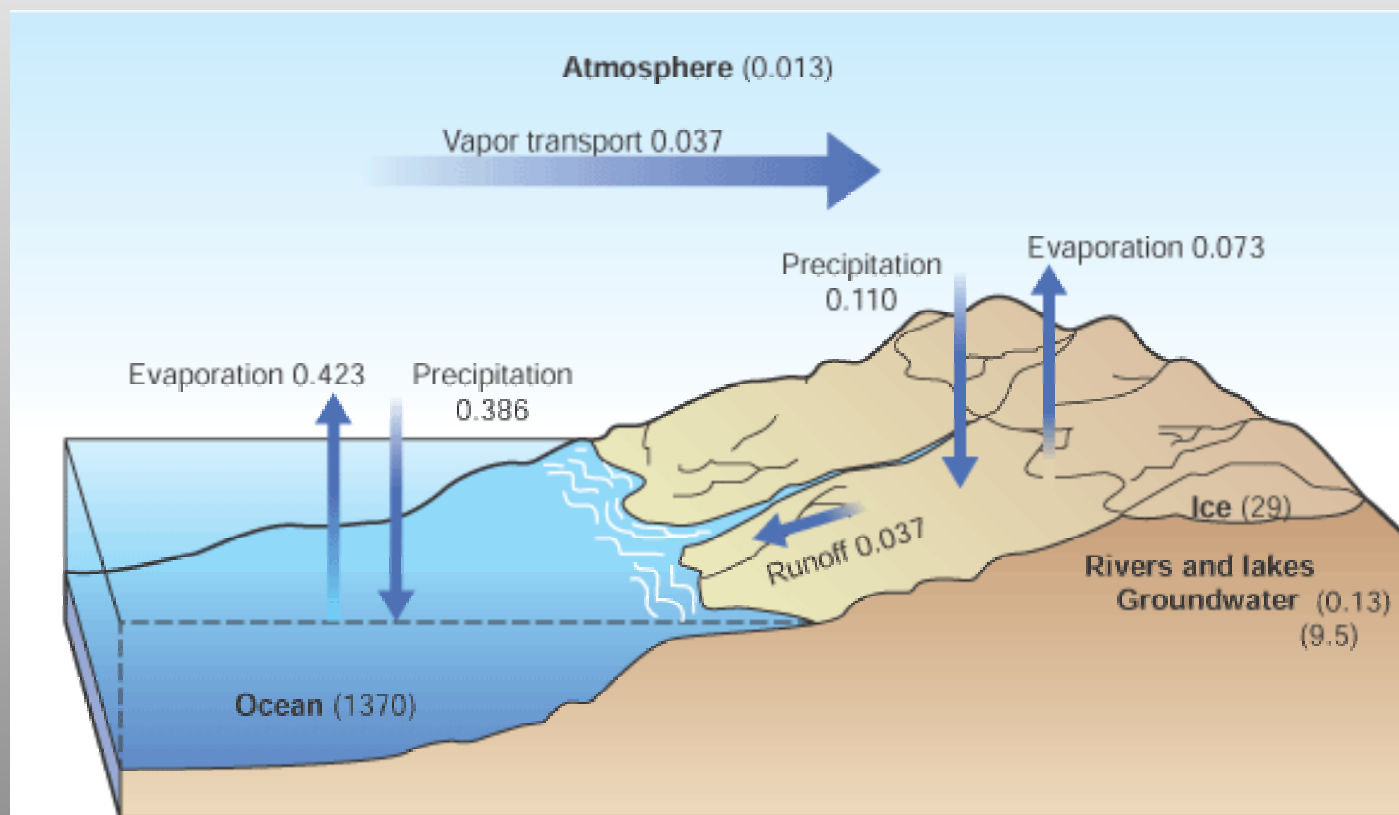
Water Cycle



Kruženje vode u biosferi

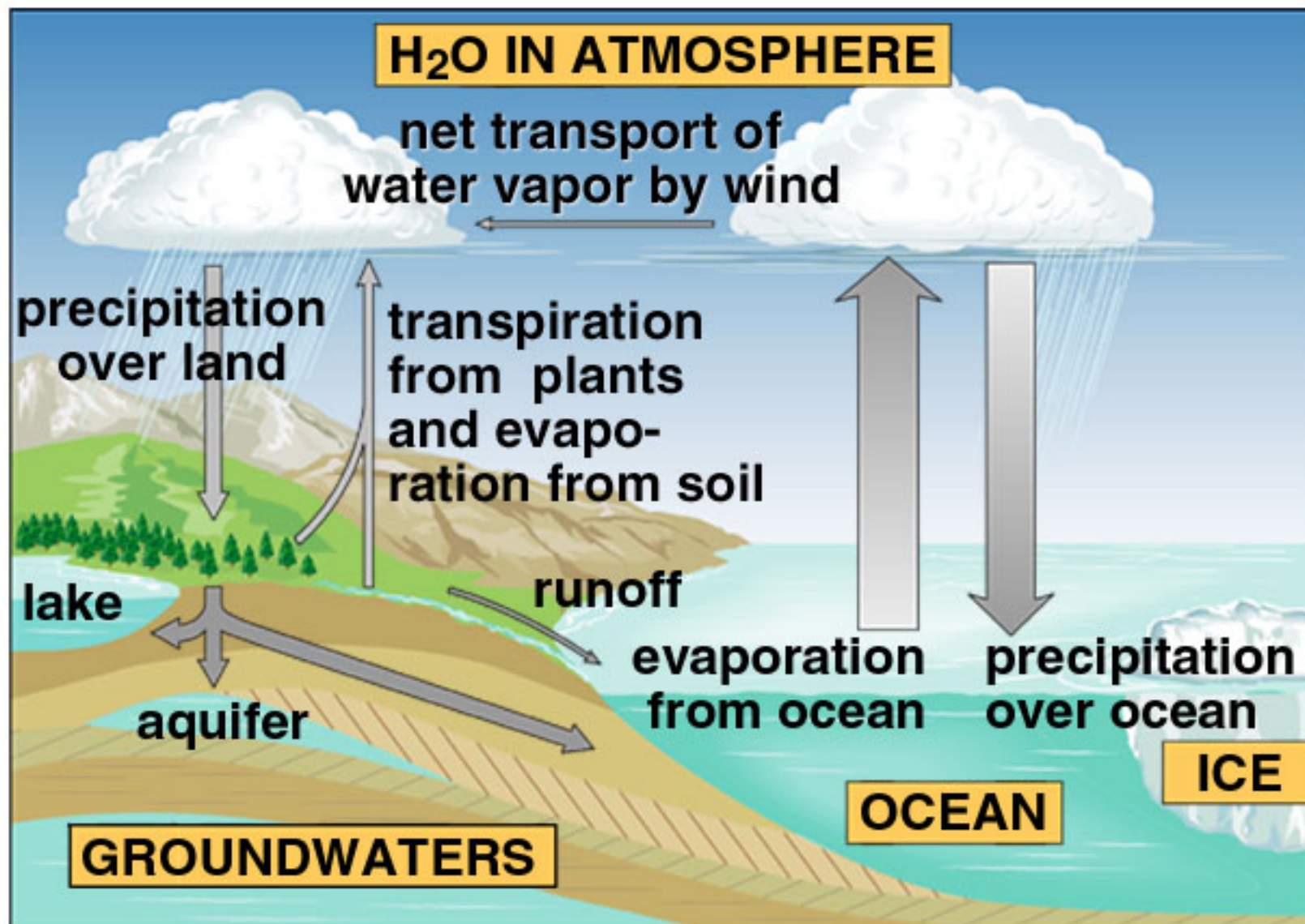


Kruženje vode u biosferi



Veličine protoka i “rezervoara” dane su u ($\times 10^6 \text{ km}^3$)

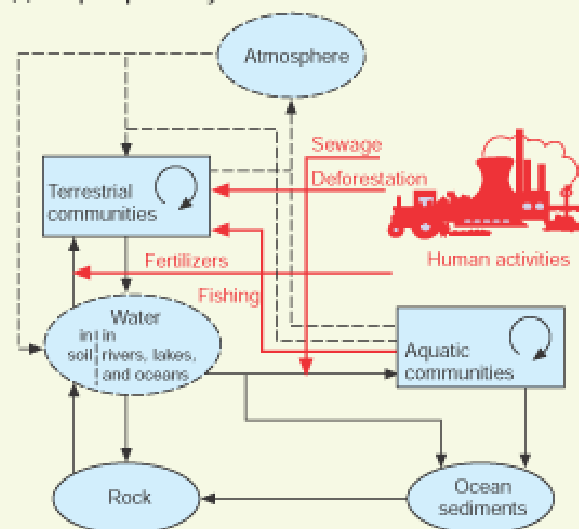
Water Cycle



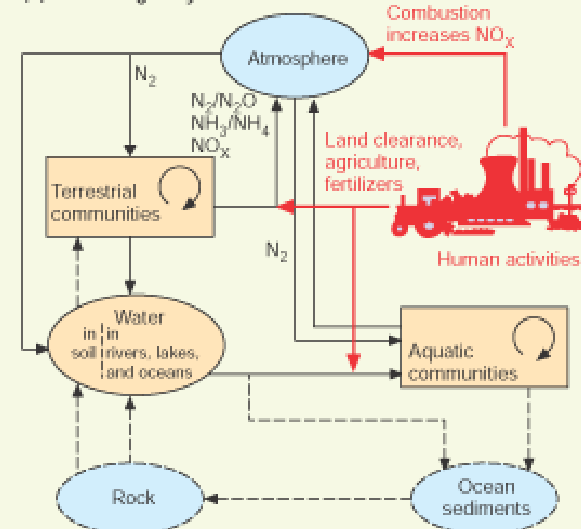
Globalni putevi protoka hranjiva između abiotičkih “rezervoara” (atmosfera, hidrosfera i litosfera) i biotičkih rezervoara (zajednice).

Utjecaj ljudskih aktivnosti na globalno kruženje elemenata prikazano je u crvenoj boji

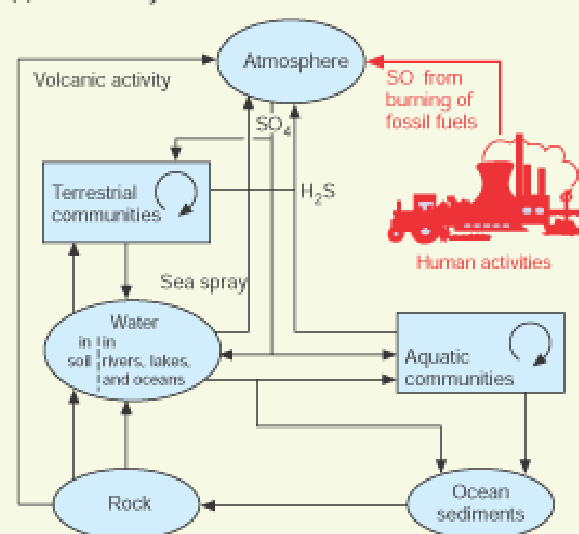
(a) The phosphorus cycle



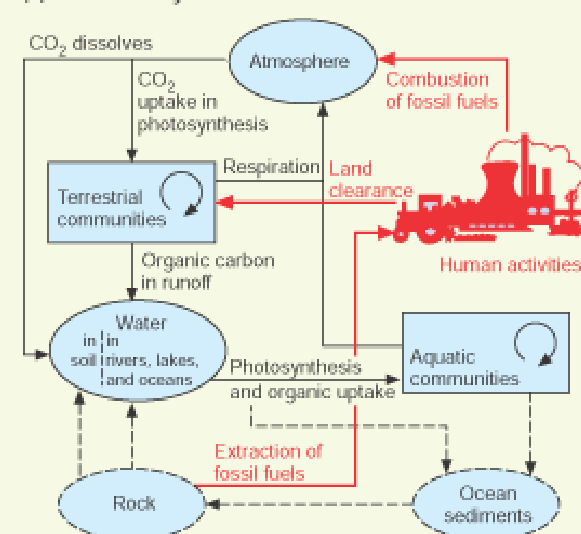
(b) The nitrogen cycle



(c) The sulfur cycle



(d) The carbon cycle



Oksidacijsko-redukcijski (redoks) potencijal sustava ukazuje na njegovu energetsku razinu

- Kemijska energija nekog spoja definirana je njegovom sposobnošću da reducira drugi spoj, ili obrnuto, sposobnošću da bude oksidiran
- **OKSIDANS** je supstanca koja prihvata elektrone (npr. O_2 , NO_3^-). Da bi se reducirao oksidans mora primiti energiju
- **REDUCENS** je supstanca koja predaje elektrone (npr. H_2 , organski-C). Da bi se oksidirao reduzens mora osloboditi energiju

U kemijskim reakcijama atom je oksidiran onda kada predaje elektron drugom atomu, koji prihvatanjem elektrona postaje reduciran

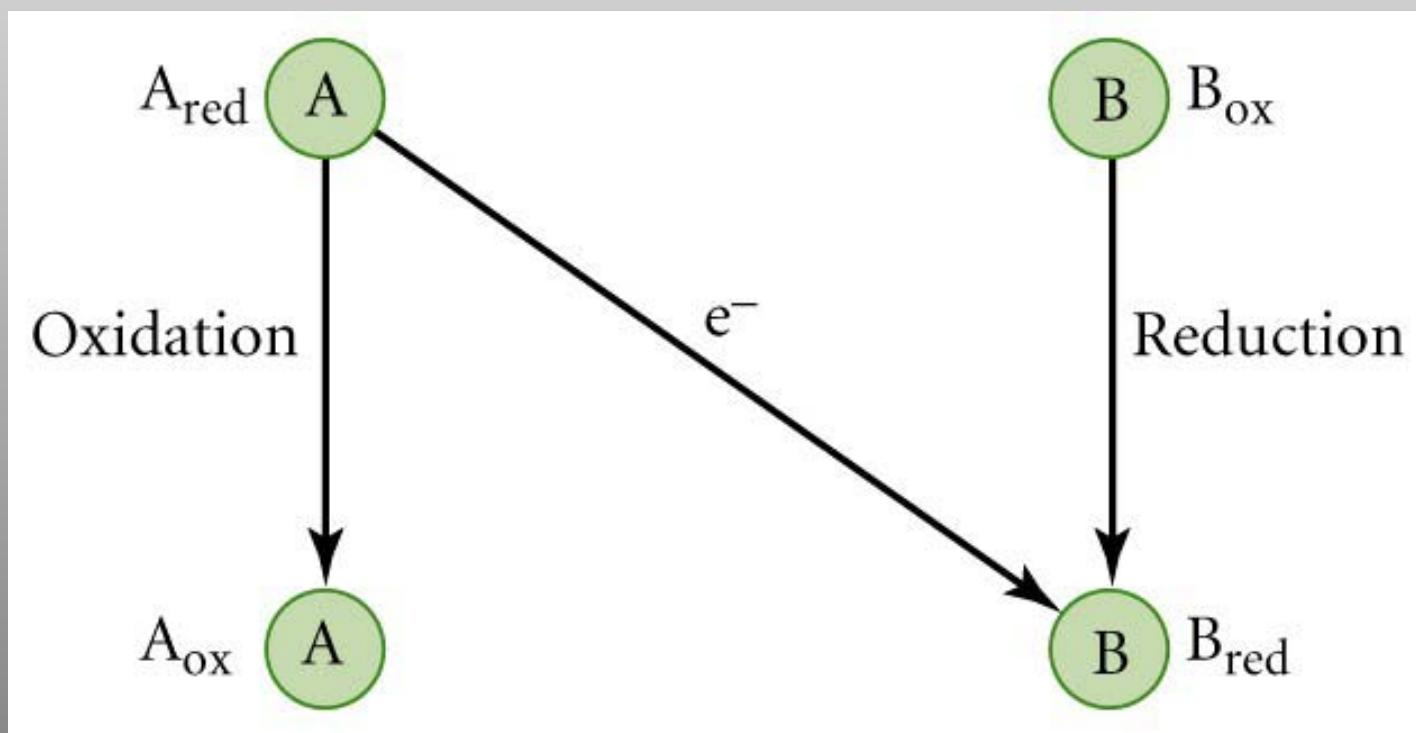


TABLE 11-1 Redox potentials of selected half-reactions at 25° C and pH 7

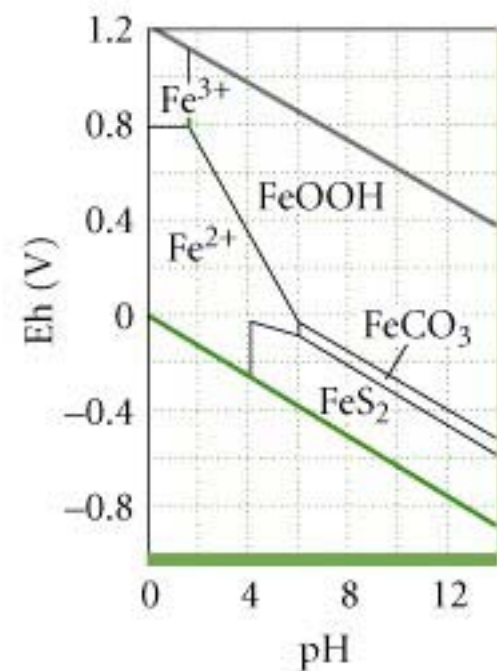
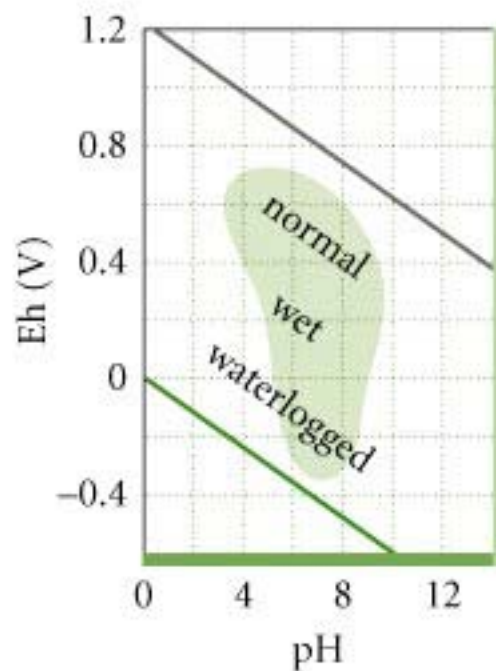
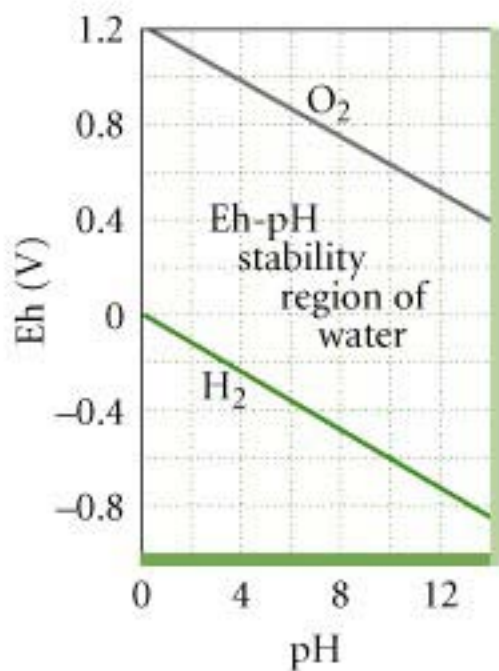
Reaction	Eh (V)
$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O}$	0.81
$\text{NO}_3^- + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^- = \frac{1}{2}\text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$	0.75
$\text{NO}_3^- + 2\text{H}^+ + \text{e}^- = \text{NO}_2^- + \text{H}_2\text{O}$	0.42
$\text{NO}_3^- + 10\text{H}^+ + 8\text{e}^- = \text{NH}_4^+ + 3\text{H}_2\text{O}$	0.36
$\text{Fe}^{3+} + \text{e}^- = \text{Fe}^{2+}$	0.36
$\text{NO}_2^- + 8\text{H}^+ + 6\text{e}^- = \text{NH}_4^+ + 2\text{H}_2\text{O}$	0.34
$\text{CH}_3\text{OH} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$	0.17
$\text{CH}_2\text{O} + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^- = \text{CH}_3\text{OH}$	-0.18
$\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H}^+ + 6\text{e}^- = \text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$	-0.20
$\text{SO}_4^{2-} + 10\text{H}^+ + 8\text{e}^- = \text{H}_2\text{S} + 4\text{H}_2\text{O}$	-0.21
$\text{CO}_2 + 8\text{H}^+ + 8\text{e}^- = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	-0.24
$\text{N}_2 + 8\text{H}^+ + 6\text{e}^- = 2\text{NH}_4^+$	-0.28
$\text{H}^+ + \text{e}^- = \frac{1}{2}\text{H}_2$	-0.41
$\text{CO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = \frac{1}{6}\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{H}_2\text{O}$	-0.43
$\text{CO}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- = \text{CH}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O}$	-0.48
$\text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^- = \text{Fe}$	-0.85

(From Stumm and Morgan 1981.)

Relativna snaga
oksidansa i reducensa
izražava se preko
njihovog električnog
potencijala (Eh)
(raspoloživost elektrona)

Vezano za oksido-redukcijske reakcije, okoliš može biti karakteriziran u odnosu na pH i električni potencijal (Eh). Dok je pH pokazatelj količine vodikovih iona, električni je potencijal pokazatelj količine elektrona

Svaki element ima predominantnu formu u datim pH i Eh uvjetima okoliša

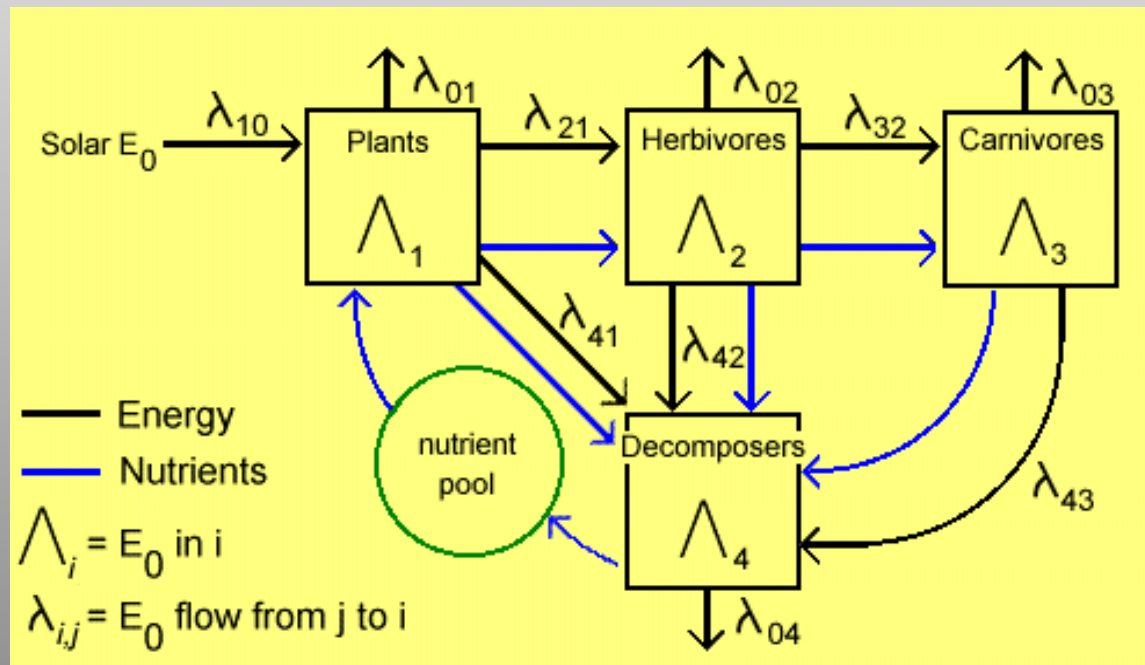


Područje stabilnosti za vodu određuje granične vrijednosti za uvjete u tlu

Vrijednosti pH i Eh u tlima padaju unutar osjenčanog područja. Tla natopljena vodom pokazuju niži (više reducirani) Eh

Područje stabilnosti za različite forme željeza. Željezo pokazuje tendenciju da se precipitira kod neutralnih i alkalnih pH

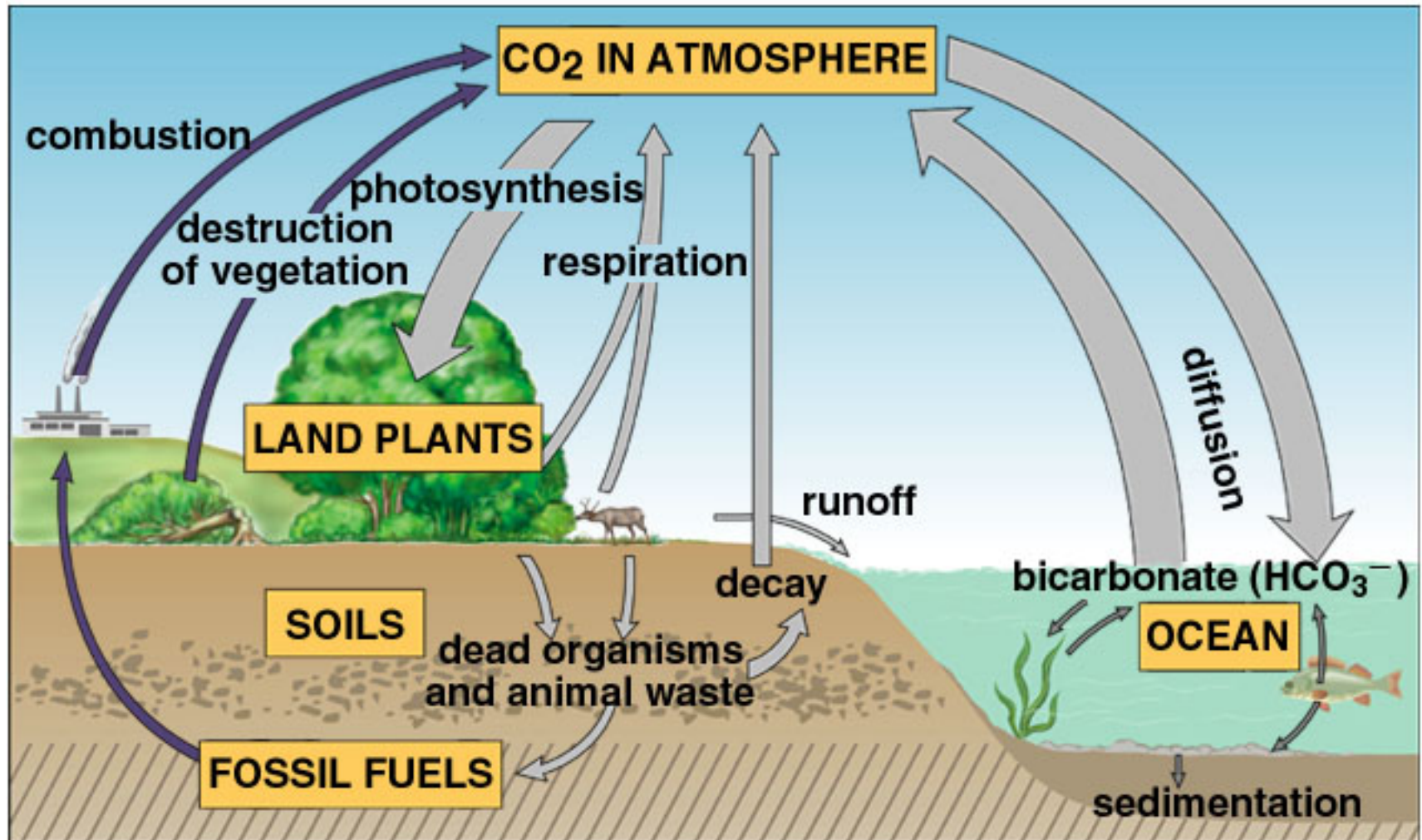
Gibanje mnogih elemenata kroz ekosistem paralelno je s protokom energije



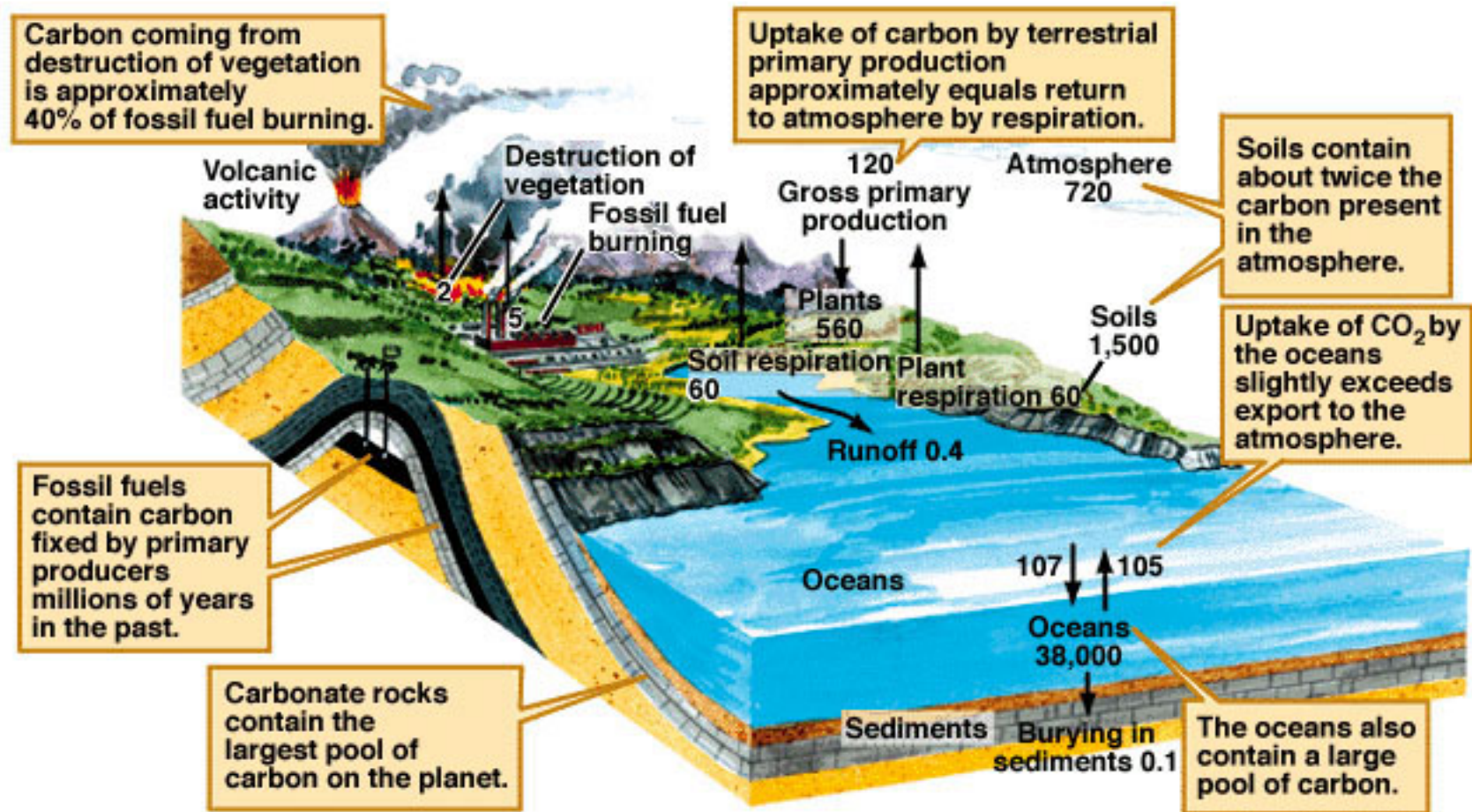
Ciklus ugljika je najbliže povezan s protokom energije u ekosistemu

- **Kruženje ugljika u vodenim i kopnenim sustavima uključuje tri glavne grupe procesa:**
 - 1. Asimilacijske i disimilacijske redoks reakcije ugljika u procesima fotosinteze i respiracije (svake godine na Zemlji u takve reakcije ulazi oko 10^{17} g (10^{11} tona) ugljika)
 - 2. Fizikalne izmjene CO_2 između atmosfere i hidrosfere (CO_2 se lako otapa u vodi pa oceani sadrže oko 50 puta veću koncentraciju CO_2 od atmosfere)
 - 3. Otapanje i precipitacija (taloženje) ugljikovih spojeva kao sedimenata (najznačajniji su vapnenac i dolomit). Najveći dio ugljika u ekosistemima je pohranjen u sedimentnim stijenama

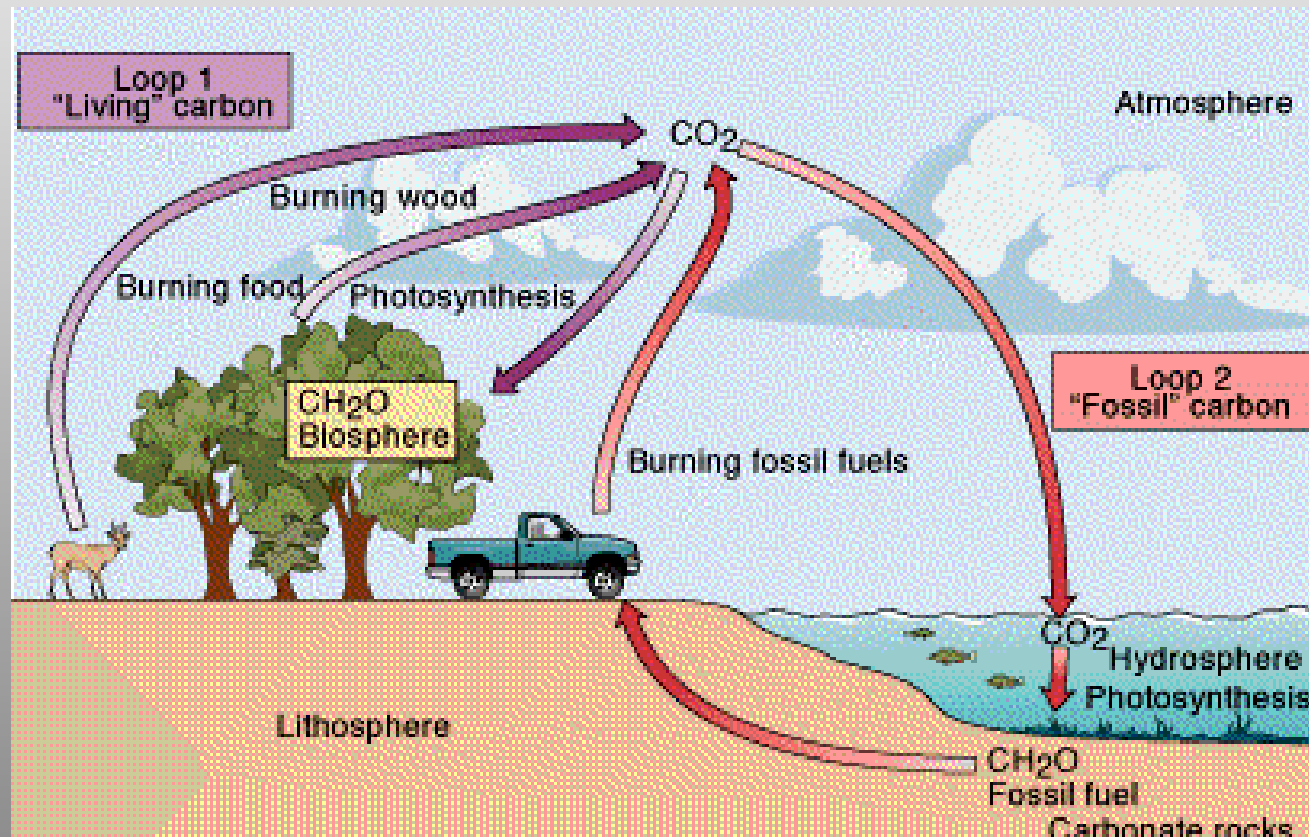
Carbon Cycle



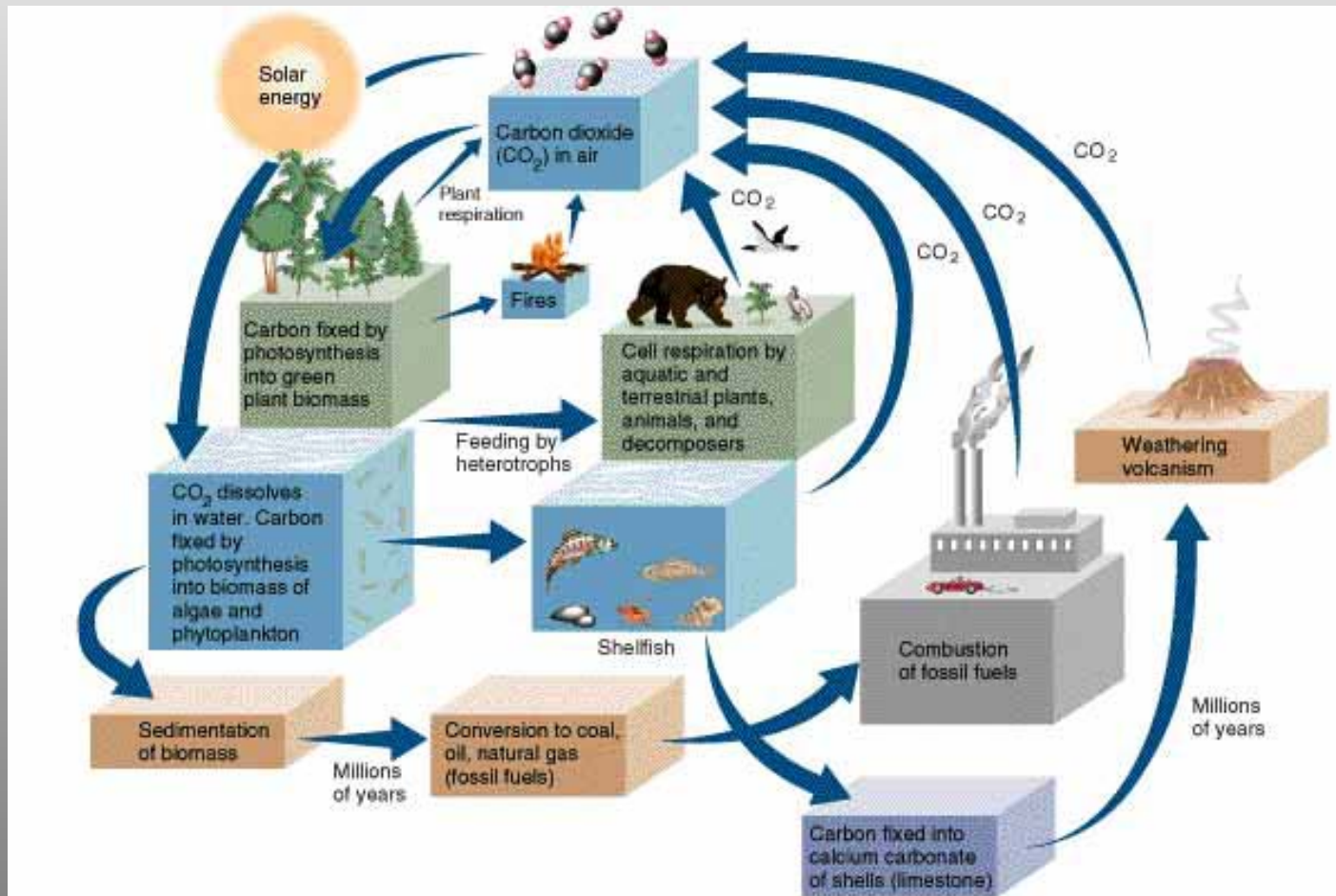
Ciklus ugljika



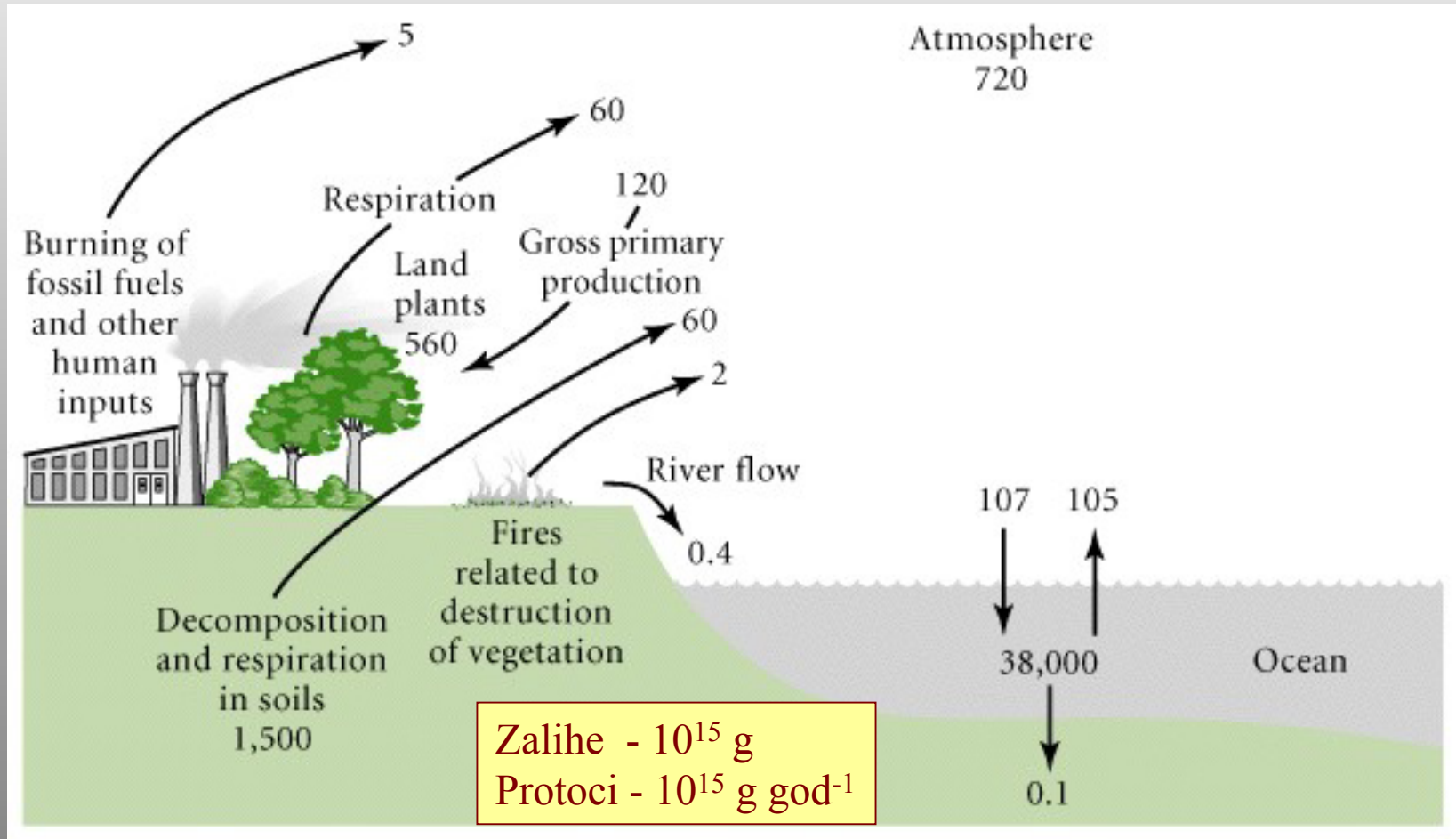
Ciklus ugljika



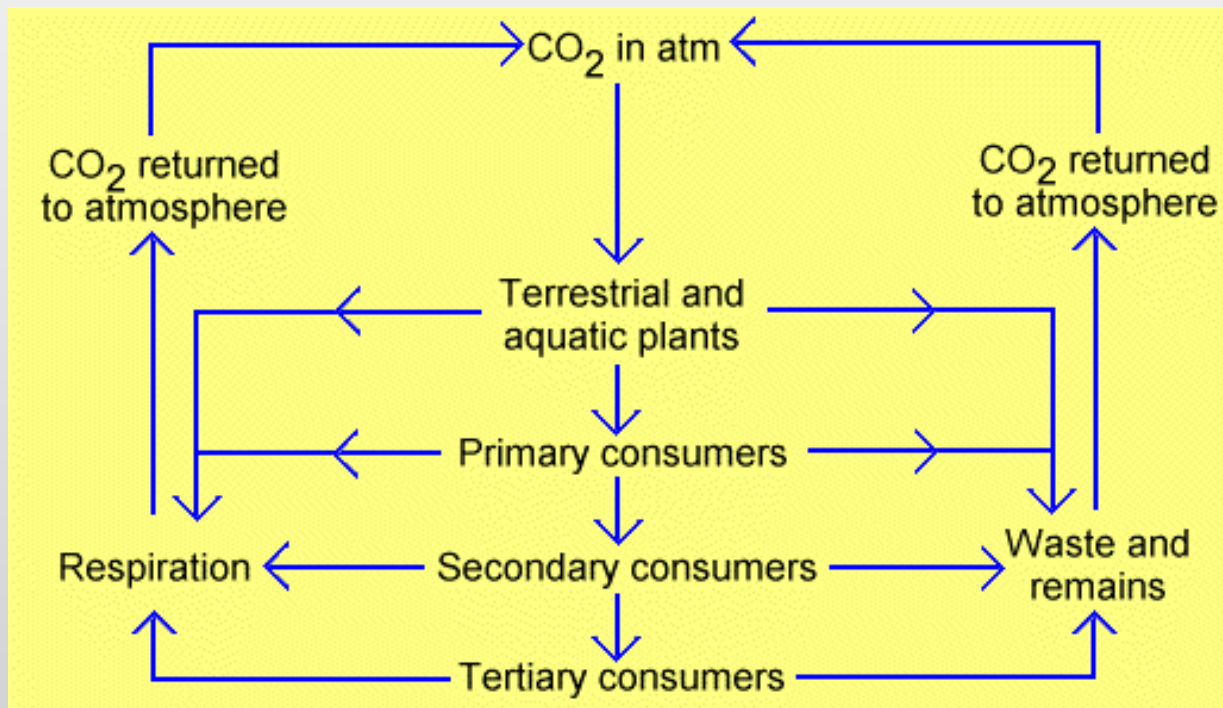
Ciklus ugljika



Ciklus ugljika



Kruženje ugljika u procesima fotosinteze i respiracije



Izmjene CO₂ između atmosfere i hidrosfere

1. MORE

- Dinamika protoka CO₂ na granici između zraka i vode kontrolirana je fizikalnim i biološkim procesima
- Vjetrovi iznad oceanske površine stvaraju situaciju u kojoj je parcijalni tlak CO₂ u zraku u ravnoteži s tlakom neposredno ispod površine
- Primarna proizvodnja koja troši CO₂ smanjuje njegovu koncentraciju u površinskom sloju i omogućava protok CO₂ iz zraka u vodu (fenomen poznat kao **biološka pumpa**)
- Visoke geografske širine karakterizira hladna voda (topljivost CO₂ je dva puta veća na 0°C nego na 20°C), te poniranje hladne i guste vode (downwelling) koja brzo odnosi CO₂ iz površinskih slojeva

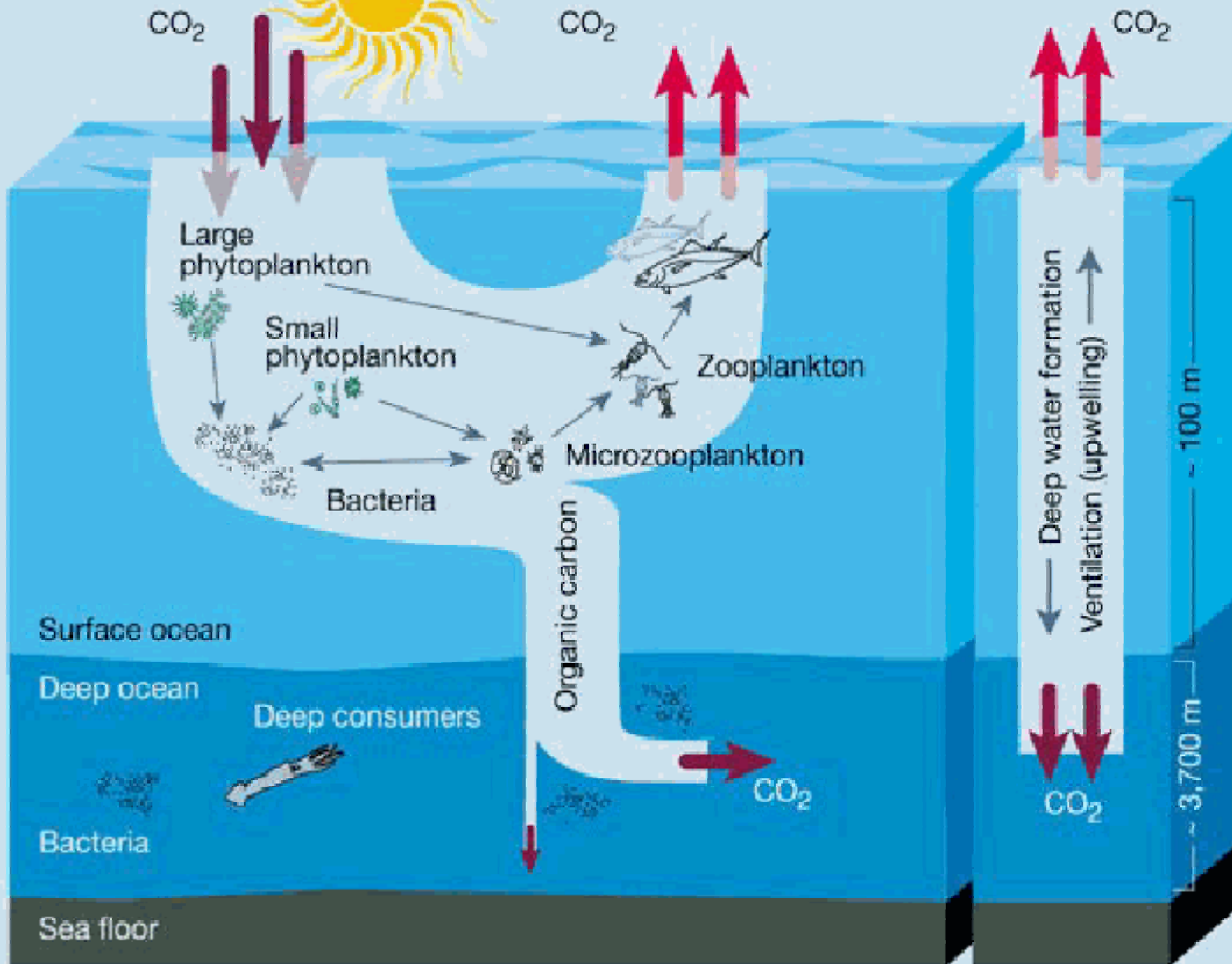
Biological Pump

Biološka pumpa

Through a cycle of life and death, primary productivity drives food-webs and biogeochemical cycling in the sea

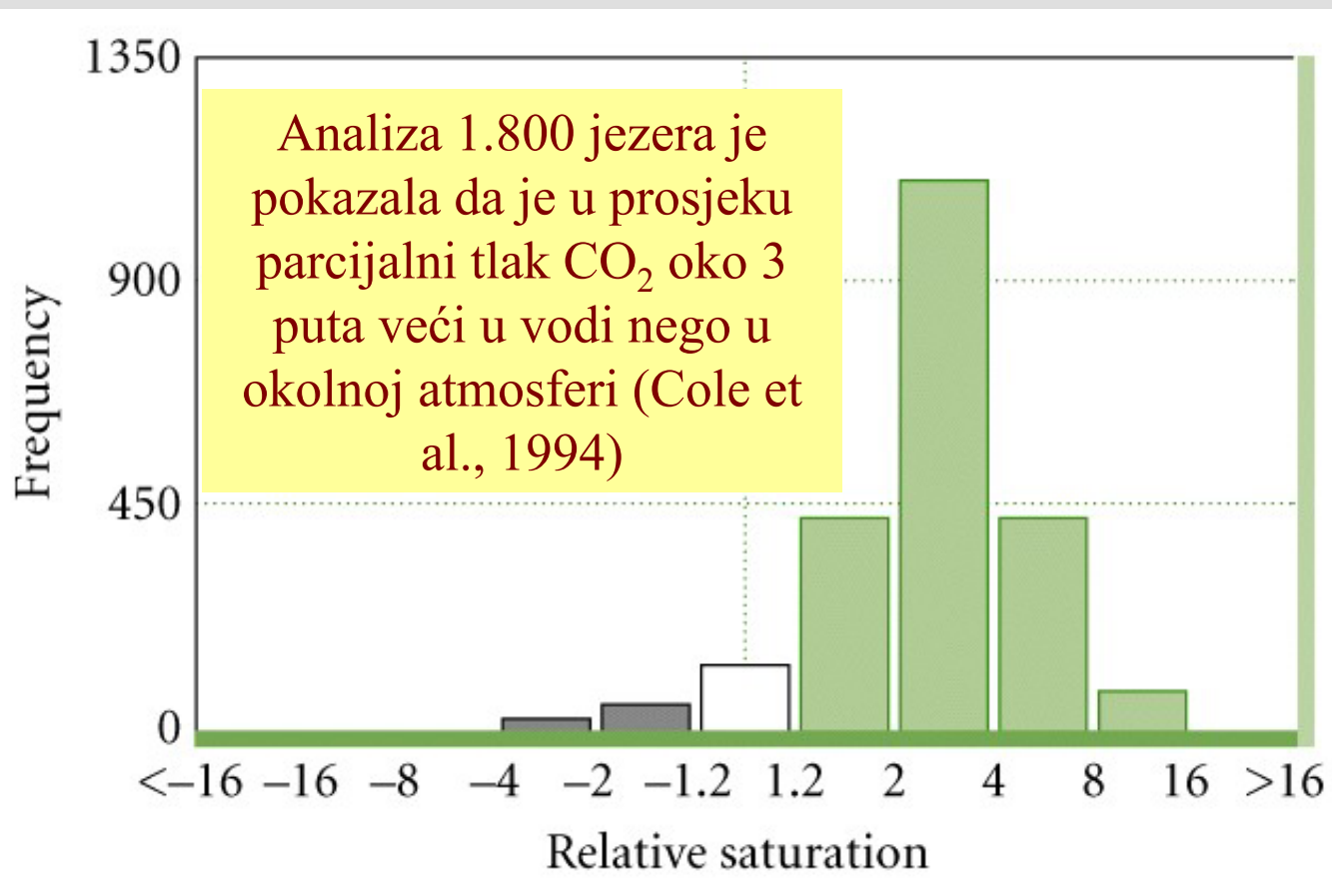
Assigned Reading:

Falkowski, P.G., R.T. Barber, V. Smetacek. 1998. Biogeochemical controls and feedbacks on ocean primary production. *Science* 281: 200-206.



Izmjene CO₂ između atmosfere i hidrosfere

2. SLATKE VODE



Za razliku od oceana koji više CO₂ uzimaju nego oslobađaju, slatke vode uglavnom djeluju kao izvor CO₂

Otapanje i precipitacija ugljikovih spojeva

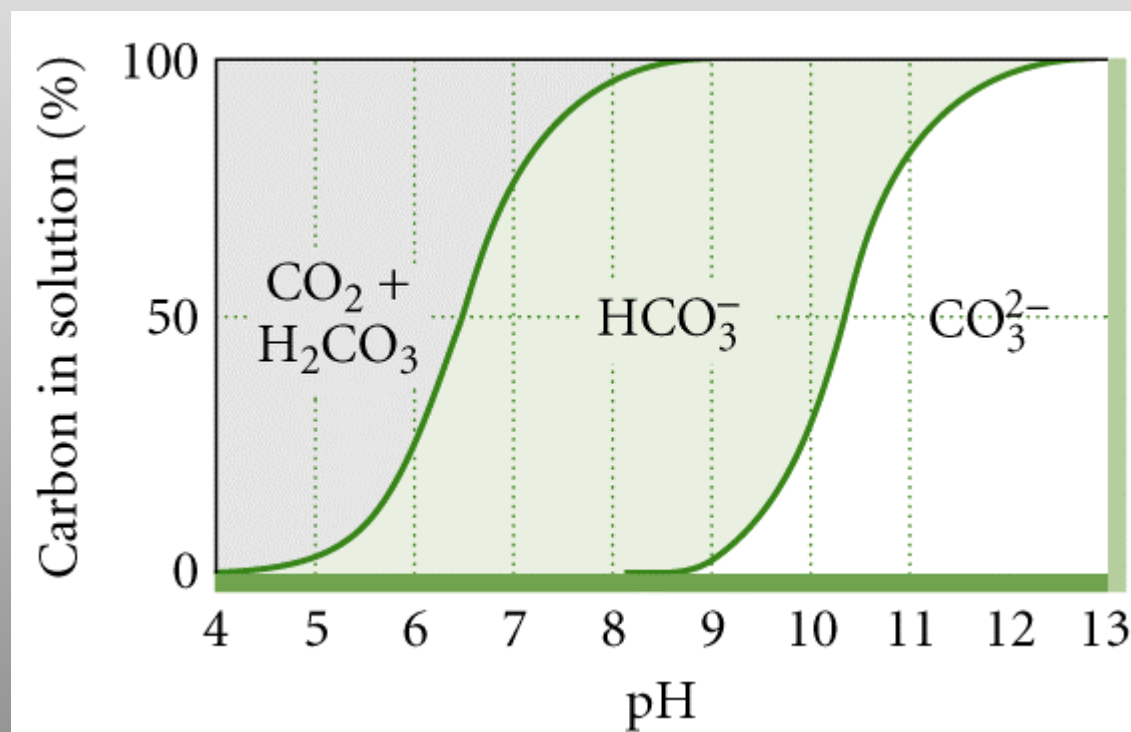
- U vodenim sustavima se otapanje i taloženje događa za oko dva reda veličine sporije od asimilacije i disimilacije, pa su ovi procesi relativno beznačajni za kratkoročno kruženje ugljika u ekosistemu
- Kada se CO₂ otopi u vodi on formira ugljičnu kiselinu:



- Ugljična kiselina vrlo lako disocira u bikarbonatne i karbonatne ione:



Ravnoteža ovih reakcija ovisi o pH



Udio različitih formi ugljika u otopini u ovisnosti o pH

pH u moru je blago lužnat (oko 8), pa u moru dominiraju bikarbonati (HCO₃⁻)

Otapanje i precipitacija ugljikovih spojeva

- Kada je prisutan kalcij on također održava ravnotežu s karbonatnim i bikarbonatnim ionima:



- U morskom okolišu (gdje je pH blizu neutralnog) karbonatni sustav ima ukupnu ravnotežu:



“Višak” CO₂

Zbog antropogenog
utjecaja postoji
“višak” CO₂ čija
sudbina nije do
kraja poznata!

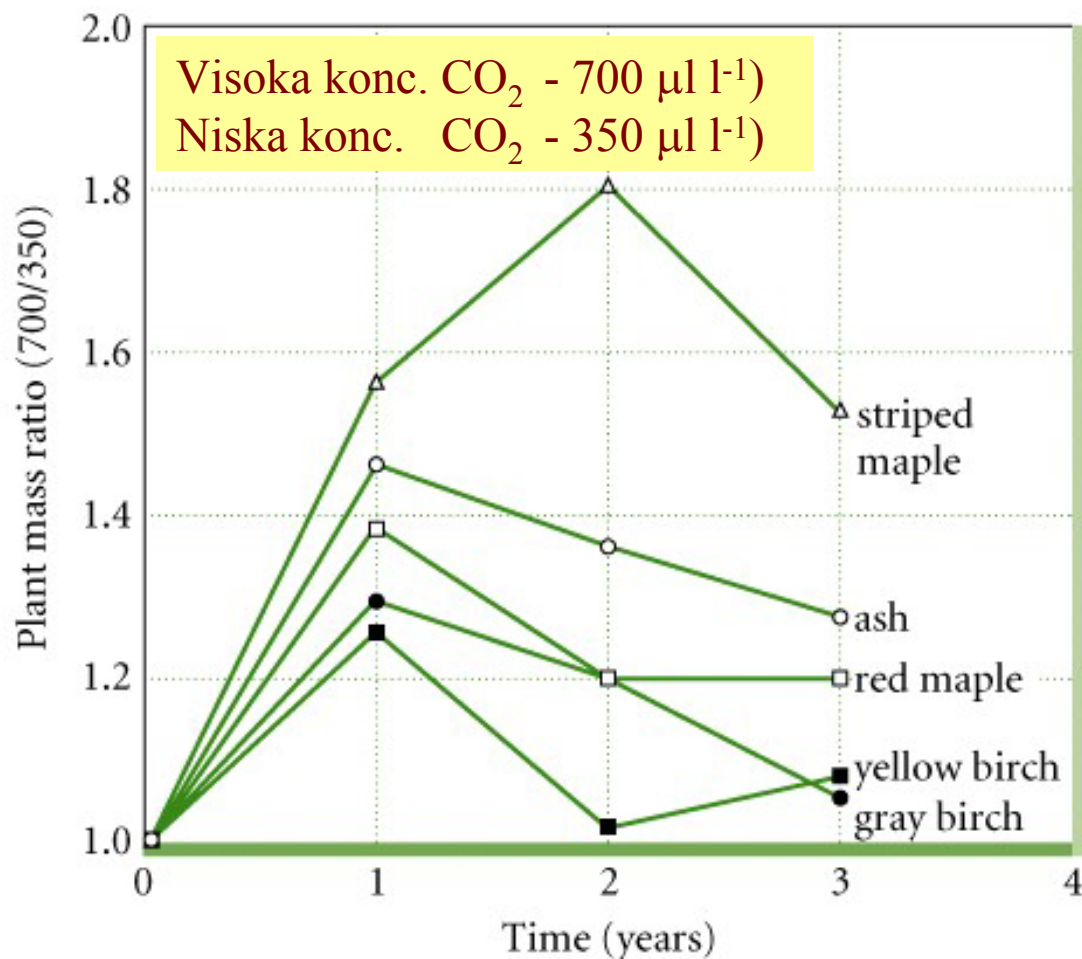
More uzima dio
“viška” CO₂,
ali to nije dovoljno
za ravnotežu

TABLE 11-2 Fate of anthropogenic CO₂
in the global carbon budget

Compartment or process	Rate $\times 10^{15}$ g C yr ⁻¹
Source of anthropogenic CO ₂	
Fossil fuel combustion	5.0
Deforestation and changing land use patterns	2.0
Uptake of anthropogenic CO ₂	
Atmospheric accumulation	3.2
Uptake by oceans	2.0
Net balance (sources – uptake)	–1.8

(Data from Schlesinger 1991, Siegenthaler and Sarmiento 1993.)

Kopnene biljke kao potencijalno spremište za “višak” CO₂



Mnoge biljke
pokazuju porast
fotosintetske
aktivnosti u
uvjetima povećane
koncentracije CO₂.
Međutim, taj je
odnos ograničen
količinom
raspoloživih
hranjiva

Uloga tla u globalnom ciklusu ugljika

- Glavni izvor organskog ugljika u tlu su uginuli biljni ostaci
- Ukupna količina organskog ugljika u tlu procjenjuje se na 1.456×10^9 tona, pri čemu vlažna tla sadrže više organskog ugljika od suhih tala
- Razgradnja organskog materijala u tlu, koja se najbrže odvija u površinskom sloju tla, ima za posljedicu oslobađanje CO_2 u u prostore između čestica tla, te konačno u atmosferu
- Respiracija biljnog korjenja i mikroorganizama u tlu također oslobađa CO_2
- Efekt globalnog zatopljenja na oslobađanje CO_2 iz tla još nije dovoljno istražen

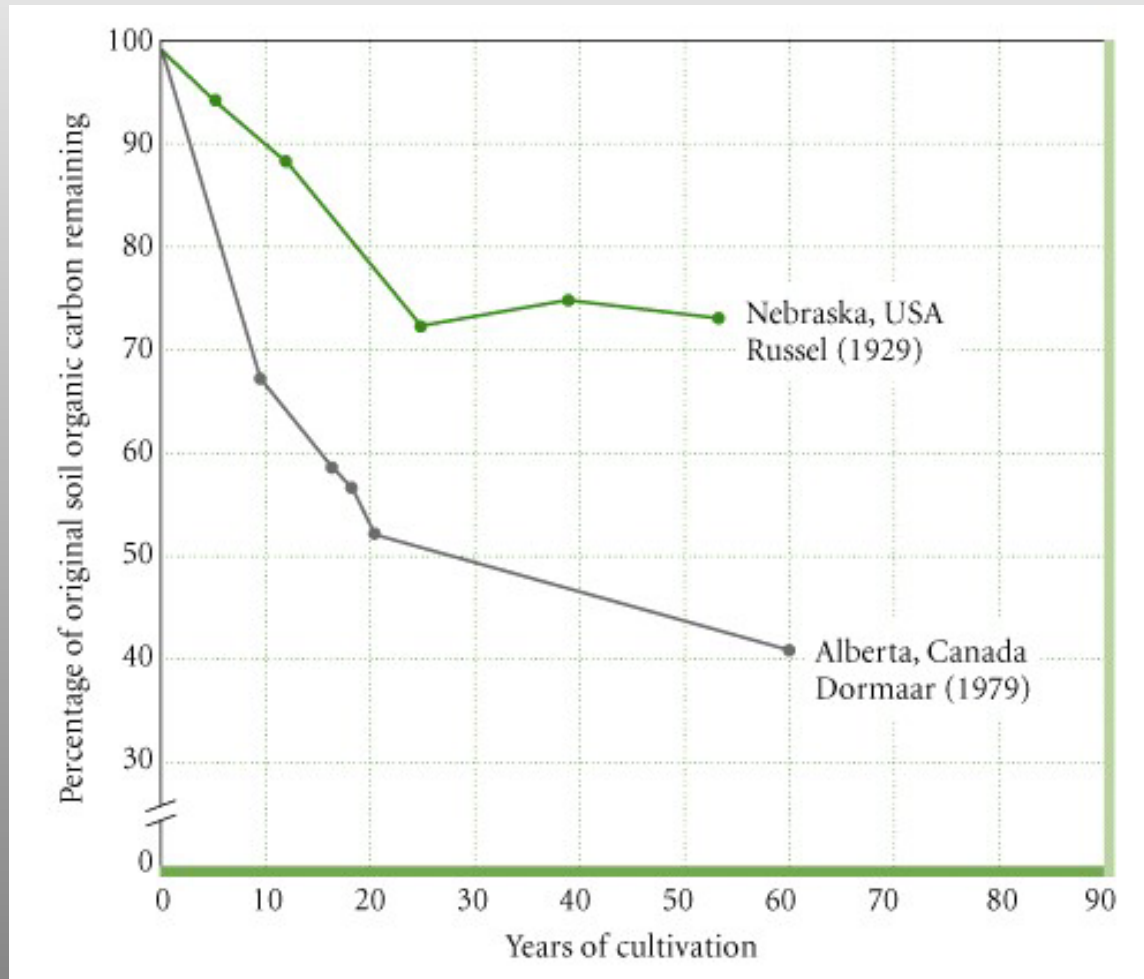
Količina organske tvari u tlu u različitim tipovima ekosistema

TABLE 11-3 Distribution of soil organic matter for different types of ecosystems

Ecosystem type	Mean soil organic matter (kg C m ⁻²)	World area (ha × 10 ⁸)	Total world soil organic carbon (mt C × 10 ⁹)	Total world litter (mt C × 10 ⁹)
Tropical forest	10.4	24.5	255	3.6
Temperate forest	11.8	12	142	14.5
Boreal forest	14.9	12	179	24.0
Woodland and shrubland	6.9	8.5	59	2.4
Tropical savanna	3.7	15	56	1.5
Temperate grassland	19.2	9	173	1.8
Tundra and alpine	21.6	8	173	4.0
Desert scrub	5.6	18	101	0.2
Extreme desert, rock, and ice	0.1	24	3	0.02
Cultivated	12.7	14	178	0.7
Swamp and marsh	68.6	2	137	2.5
Totals	147	1,456	55.2	

(From Schlesinger 1991.)

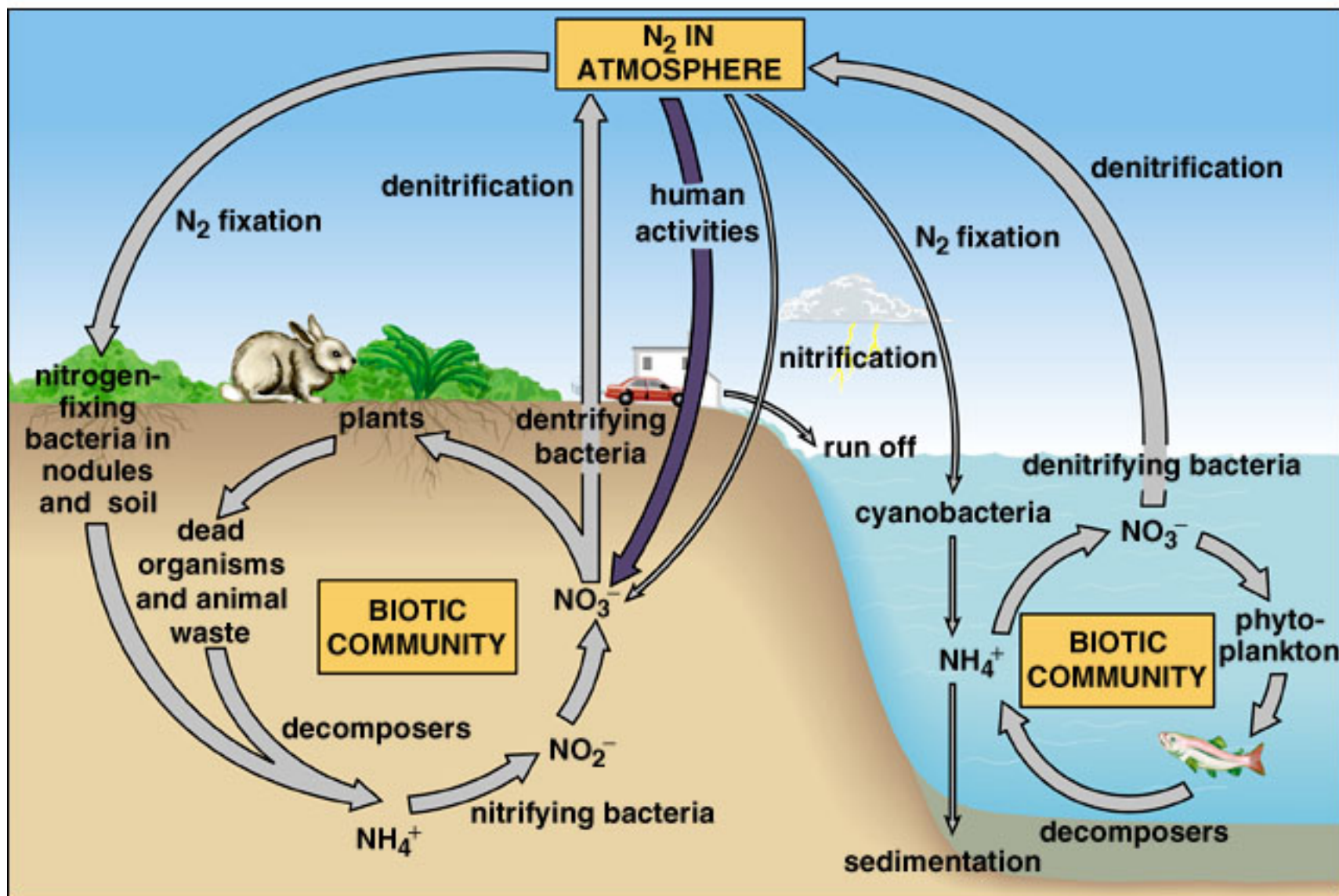
Kultivacija smanjuje količinu organskog ugljika u tlu



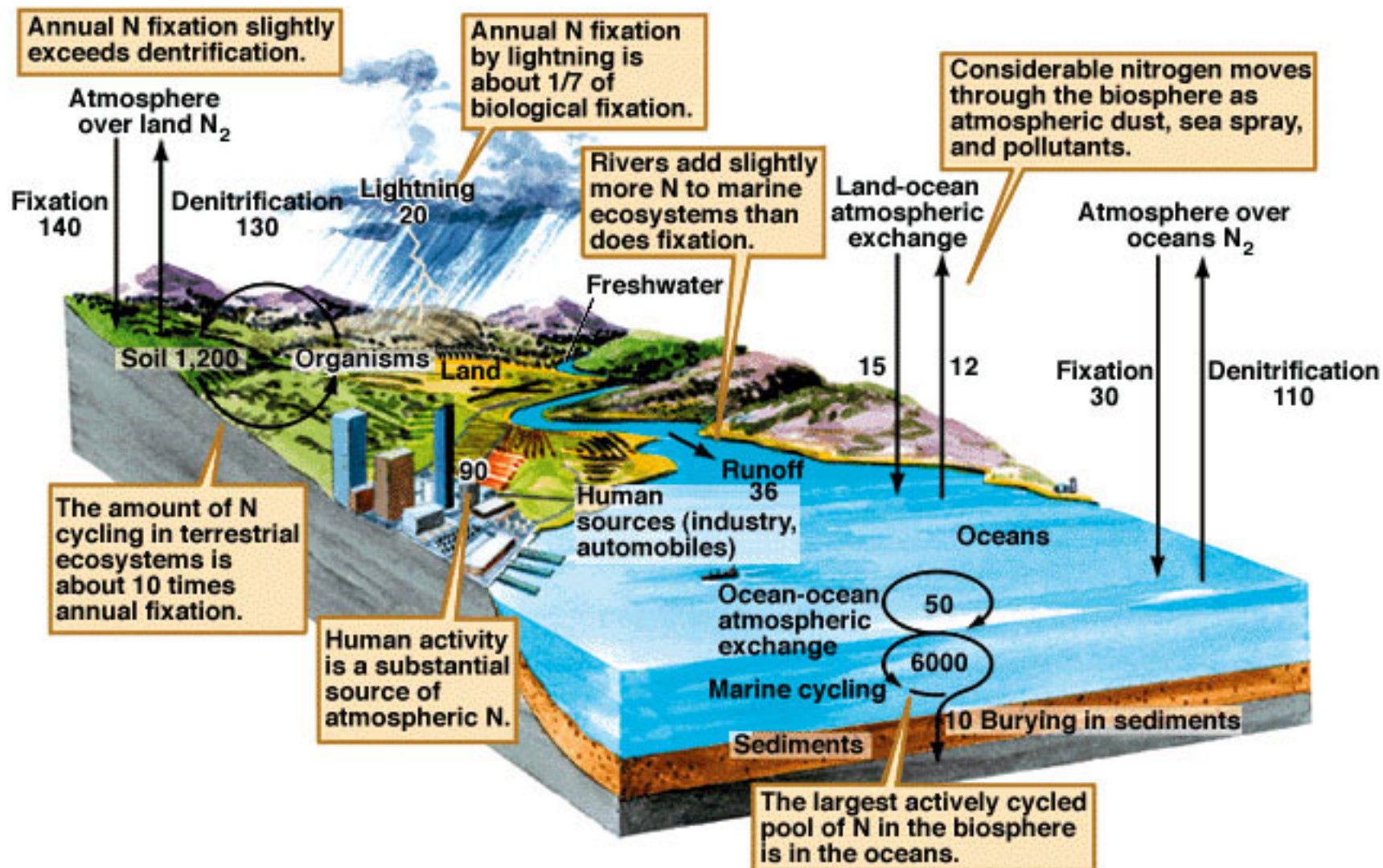
Ciklus dušika

- Ciklus dušika se sastoji od 5 odvojenih reakcija transformacije dušika koje su povezane u ciklus:
 - **1. ASIMILACIJA DUŠIKA** – konverzija NH_3 u organski dušik i biomasu
 - **2. AMONIFIKACIJA** – proces u kojem se organski spojevi dušika transformiraju do NH_3 ili NH_4^+
 - **3. NITRIFIKACIJA** – oksidacija NH_4^+ u NO_2^- (nitrit) i NO_3^- (nitrat)
 - **4. DENITRIFIKACIJA** – redukcija NO_3^- u N_2O ili N_2 s NO_2^- ili NO kao međuproduktima. Ova se redukcija obično događa u anaerobnim uvjetima
 - **5. FIKSACIJA DUŠIKA**
- Kvantitativno najzančajniji put protoka dušika slijedi ovaj ciklus:
nitrat $\rightarrow$ organski-N $\rightarrow$ amonijak $\rightarrow$ nitrit $\rightarrow$ nitrat

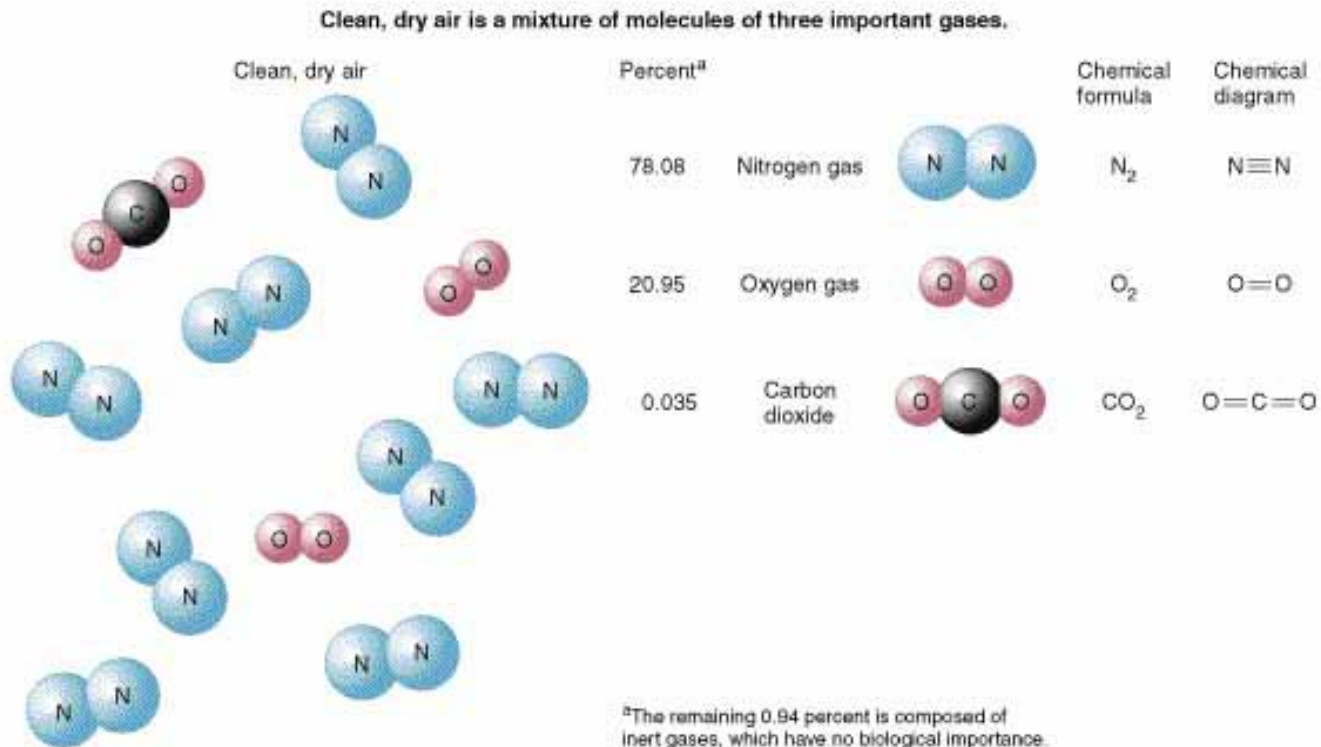
Nitrogen Cycle



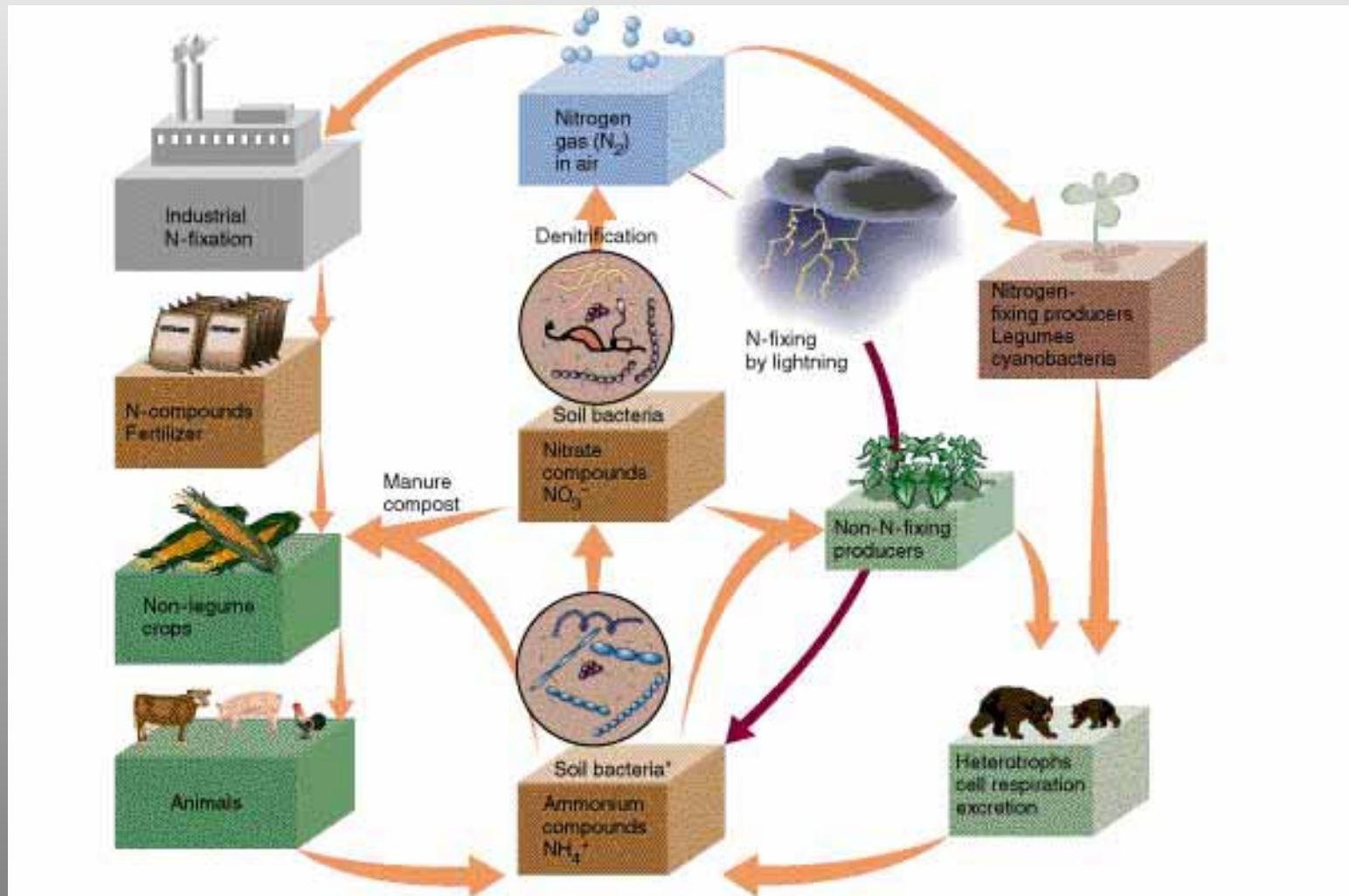
Ciklus dušika



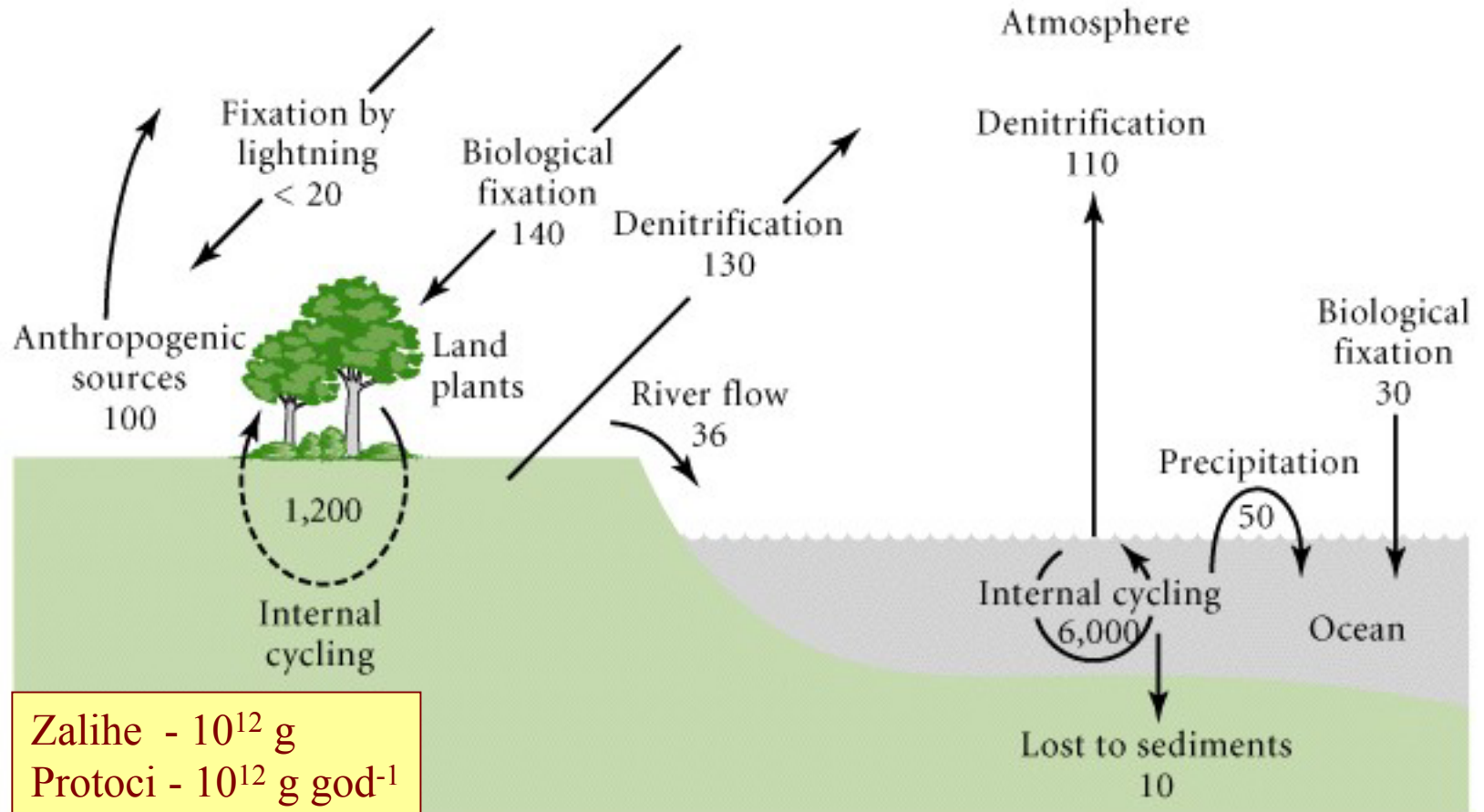
78% Zemljine atmosfere čini dušik



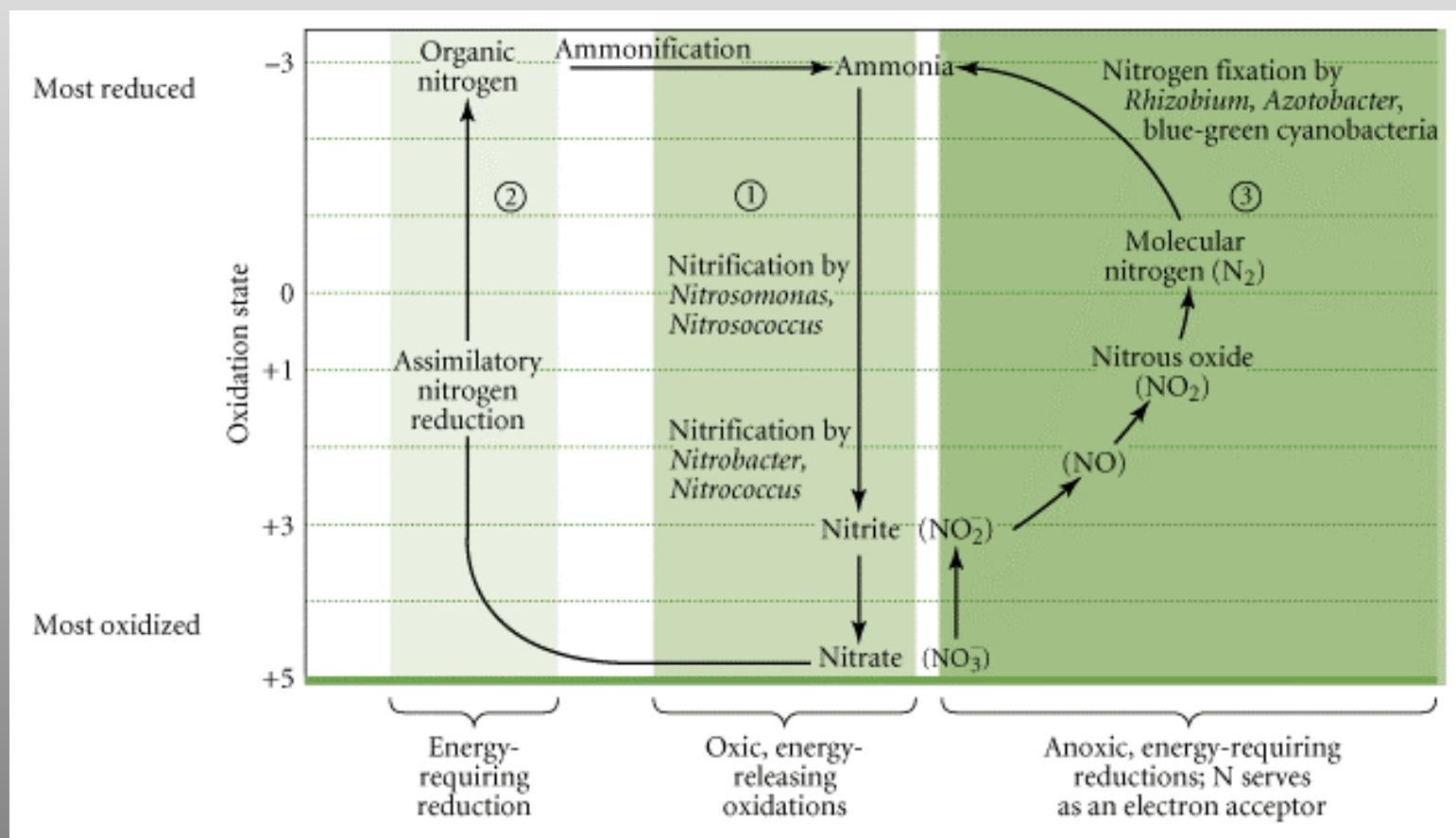
Ciklus dušika



Ciklus dušika



Oksido-redukcijske transformacije dušika



Ciklus dušika

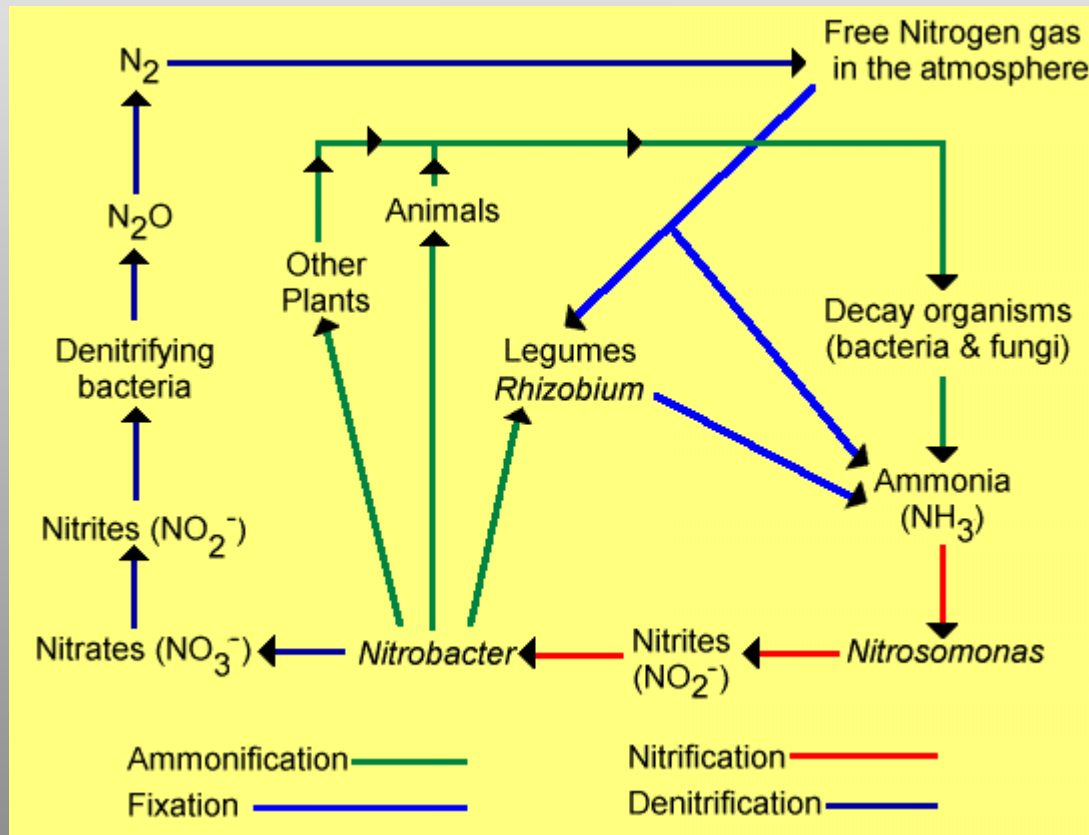


TABLE 11-4 Biochemical processes involved in the ecological cycling of nitrogen and several other elements

Process	Organism	Yield (kJ/mol)
Respiration $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow 6CO_2 + 6H_2O$	Virtually universal	2,870
Denitrification $C_6H_{12}O_6 + 6KNO_3 \longrightarrow 6CO_2 + 3H_2O + 6KOH + 3N_2O$	<i>Pseudomonas denitrificans</i>	2,280
$5C_6H_{12}O_6 + 24KNO_3 \longrightarrow 30CO_2 + 18H_2O + 24KOH + 12N_2$	<i>Pseudomonas denitrificans</i>	2,385
$5S + 6KNO_3 + 2CaCO_3 \longrightarrow 3K_2SO_4 + 2CO_2 + 3N_2$	Anaerobic sulfur bacteria	
Ammonification $C_2H_5NO_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow 2CO_2 + H_2O + NH_3$	Many bacteria; most plants and animals	736
Nitrification $NH_3 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow HNO_2 + H_2O$	<i>Nitrosomonas</i>	276
$KNO_2 + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow KNO_3$	<i>Nitrobacter</i>	73
Nitrogen fixation $2N_2 + 3H_2 \longrightarrow 2NH_3$	Some cyanobacteria, <i>Azotobacter</i>	-616
Oxidation of sulfur $2H_2S + O_2 \longrightarrow S_2 + 2H_2O$		335
$S_2 + 3O_2 + 2H_2O \longrightarrow 2H_2SO_4$		1,004
Oxidation of iron $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+}$		48

Note: $C_6H_{12}O_6$ = glucose; CO_2 = carbon dioxide; $C_2H_5NO_2$ = glycine (an amino acid); $CaSO_4$ = calcium sulfate; $CaCO_3$ = calcium carbonate; HNO_2 = nitrous acid; H_2S = hydrogen sulfide; H_2SO_4 = sulfuric acid; KNO_2 = potassium nitrite; KNO_3 = potassium nitrate; KOH = potassium hydroxide; NH_3 = ammonia; N_2O = nitrous oxide; S = sulfur.

(From Delwiche 1970, Rheinheimer 1980.)



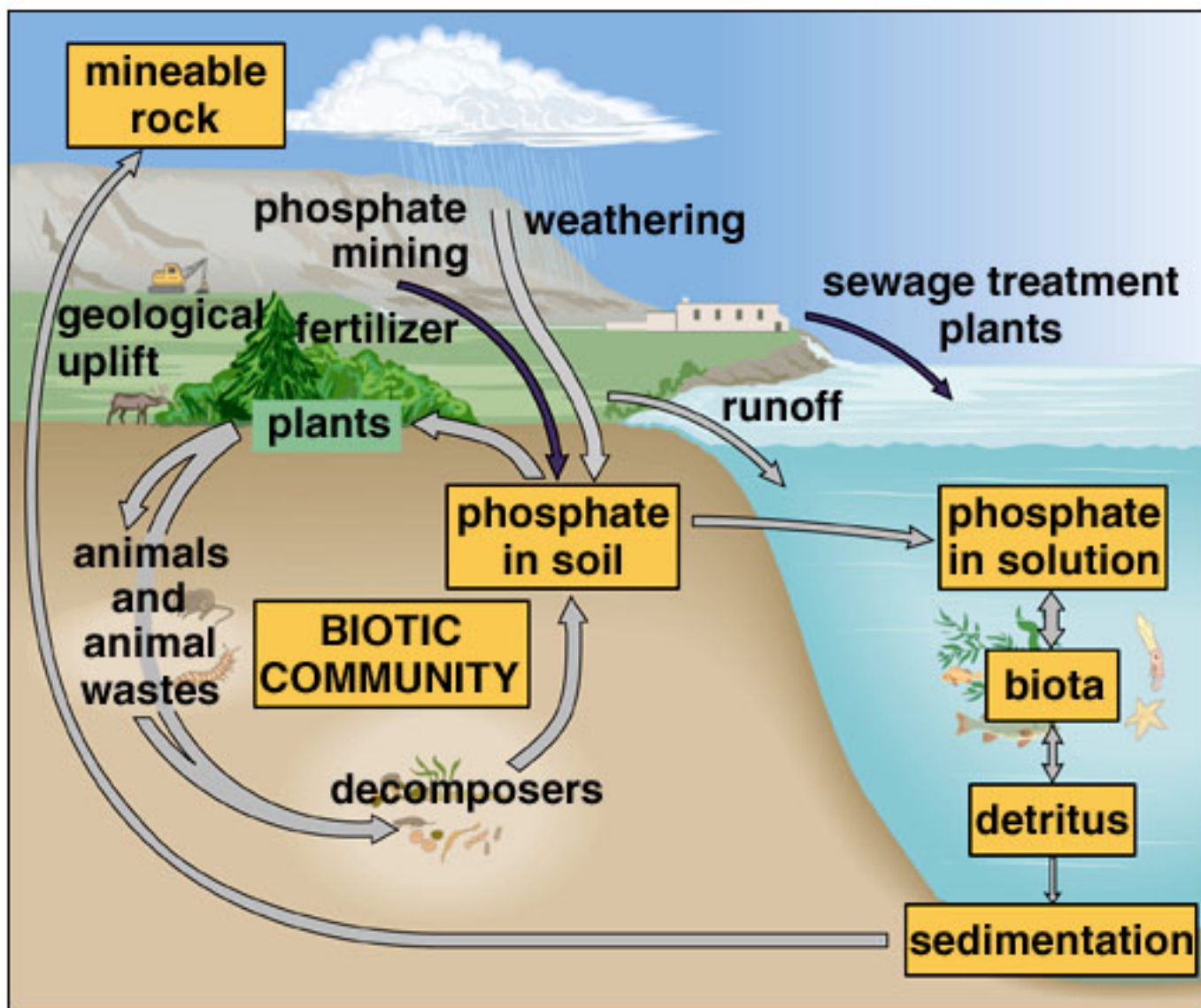
Korjenje biljke s
nodulama u kojima
se nalaze
simbiotske bakterije
koje fiksiraju dušik



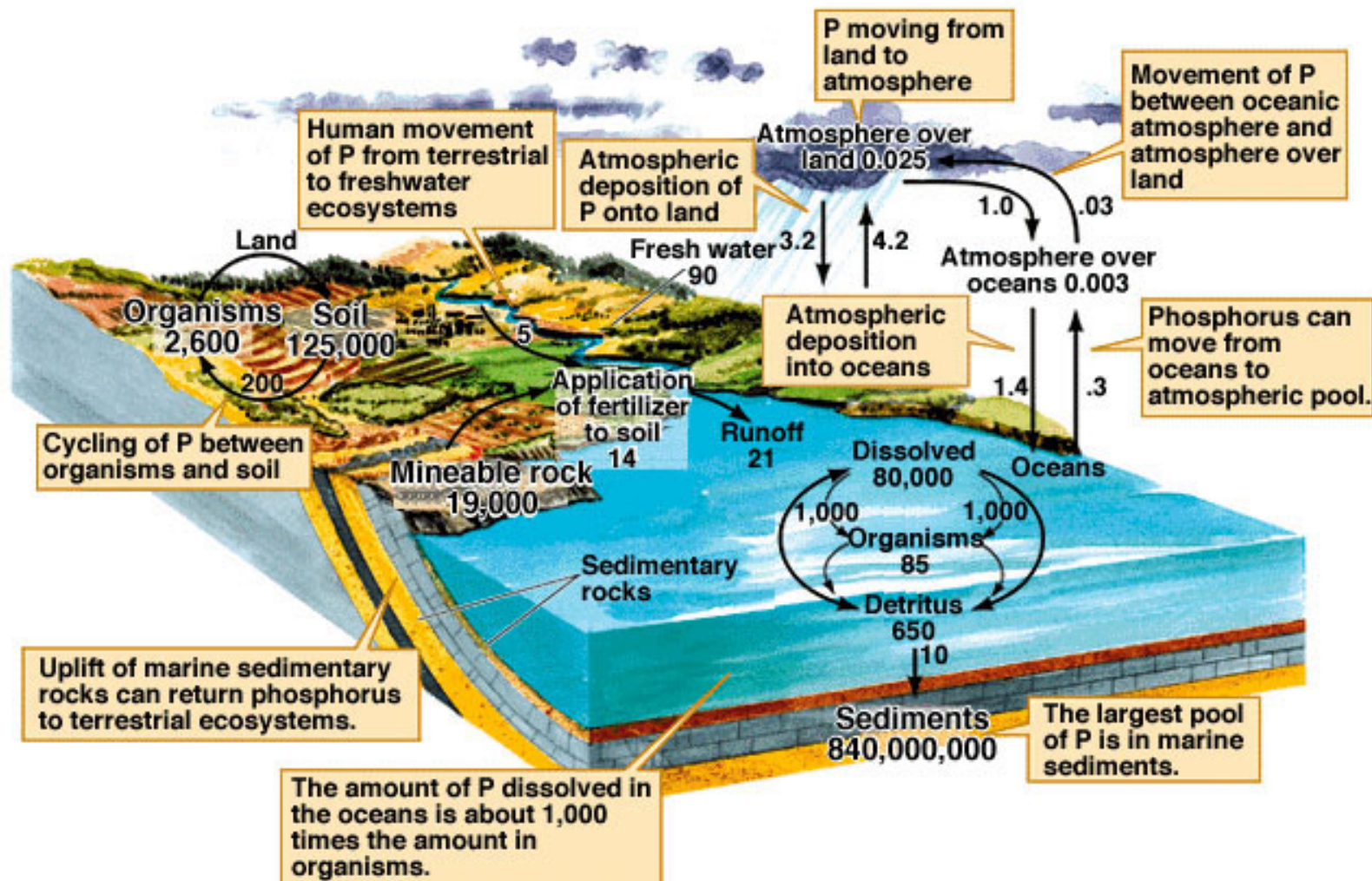
Ciklus fosfora

- Fosfor je glavni konstitutivni element u nukleinskim kiselinama i staničnoj membrani, a važan je element u kostima
- Jedan je od ograničavajućih faktora za primarnu proizvodnju u vodenim ekosistemima
- Biljke ga asimiliraju u formi fosfata (PO_4^{3-})
- Ciklus fosfora je manje složen od ciklusa dušika
- Mikroorganizmi imaju sposobnost oslobađanja fosfata:
 - **1. FOSFOMINERALIZATORI** – oslobađaju fosfate iz organskih spojeva fosfora
 - **2. FOSFOMOBILIZATORI** – oslobađaju fosfor iz anorganskih spojeva (npr. iz kalcijevog fosfata)

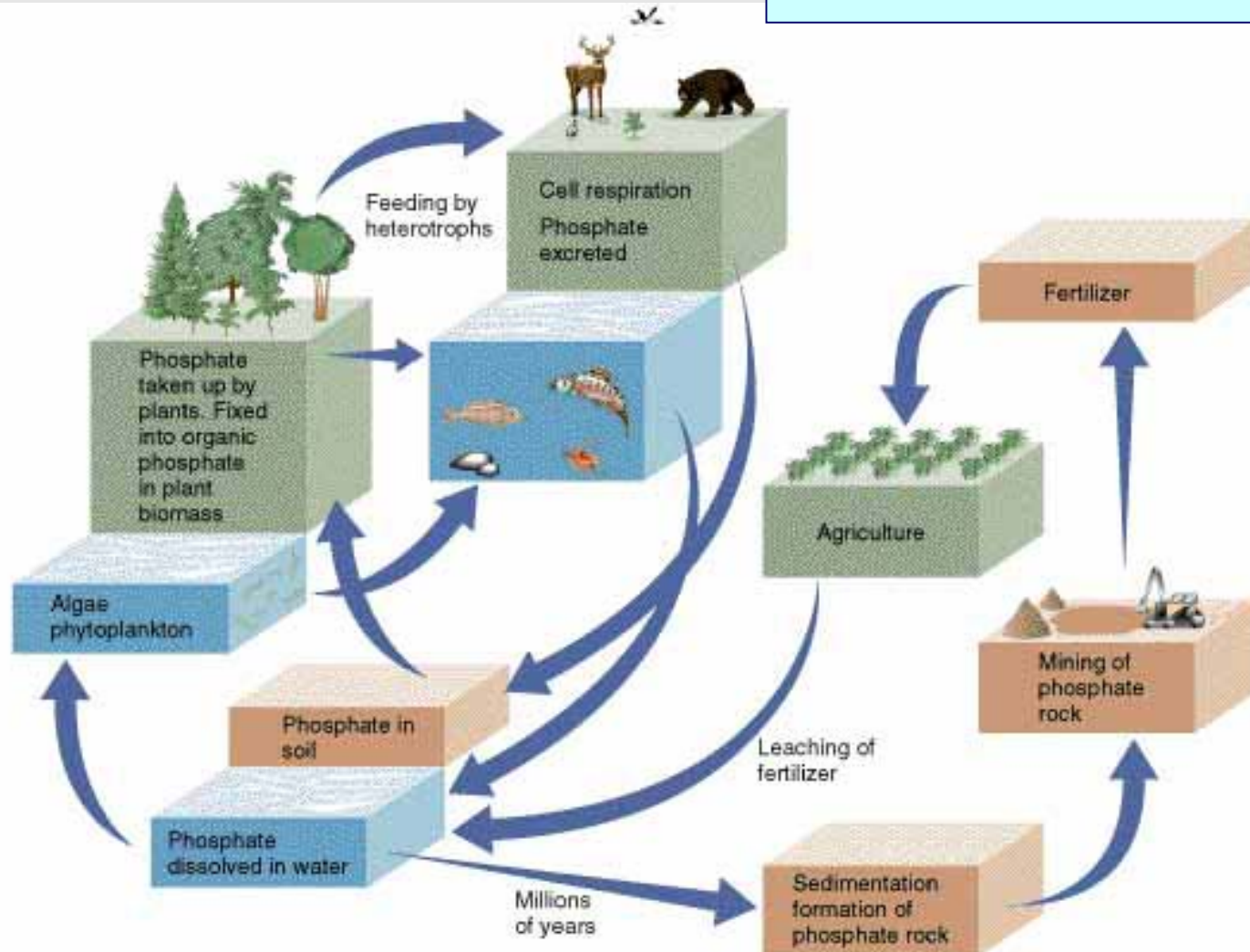
Phosphorus Cycle



Ciklus fosfora



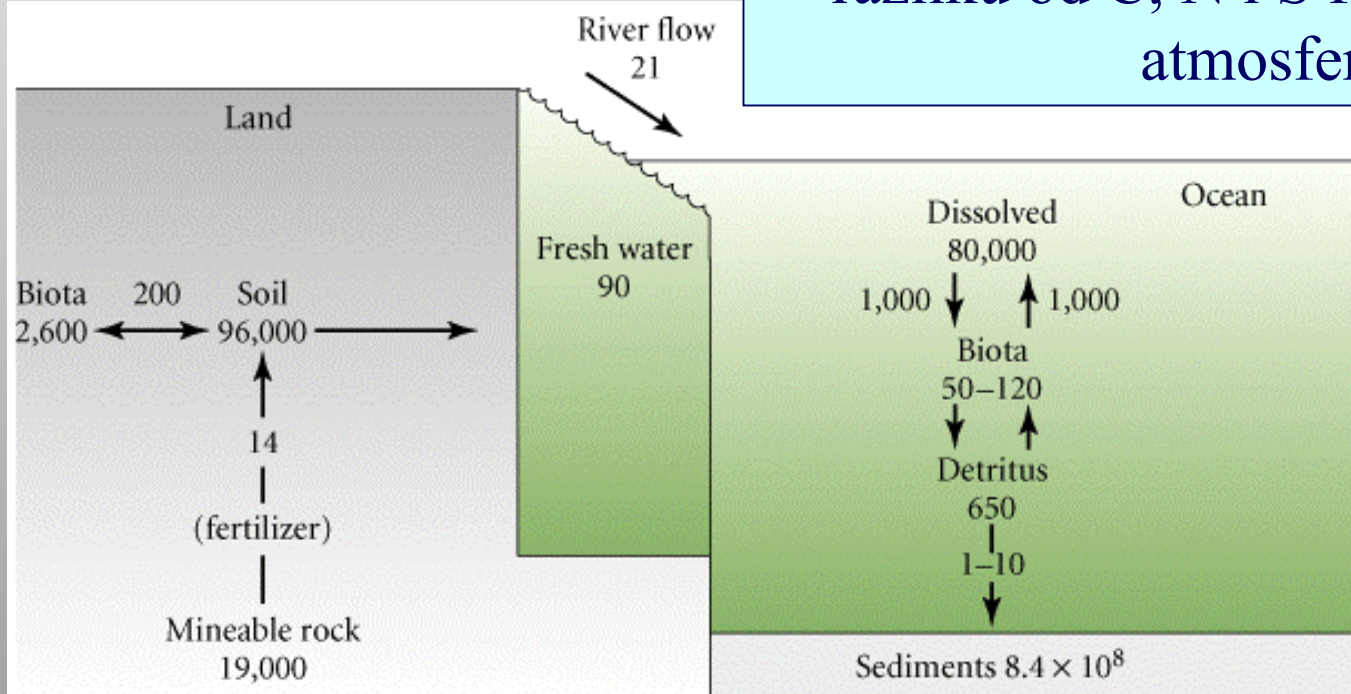
Ciklus fosfora



Ciklus fosfora

Zalihe - 10^{12} g
Protoci - 10^{12} g god⁻¹

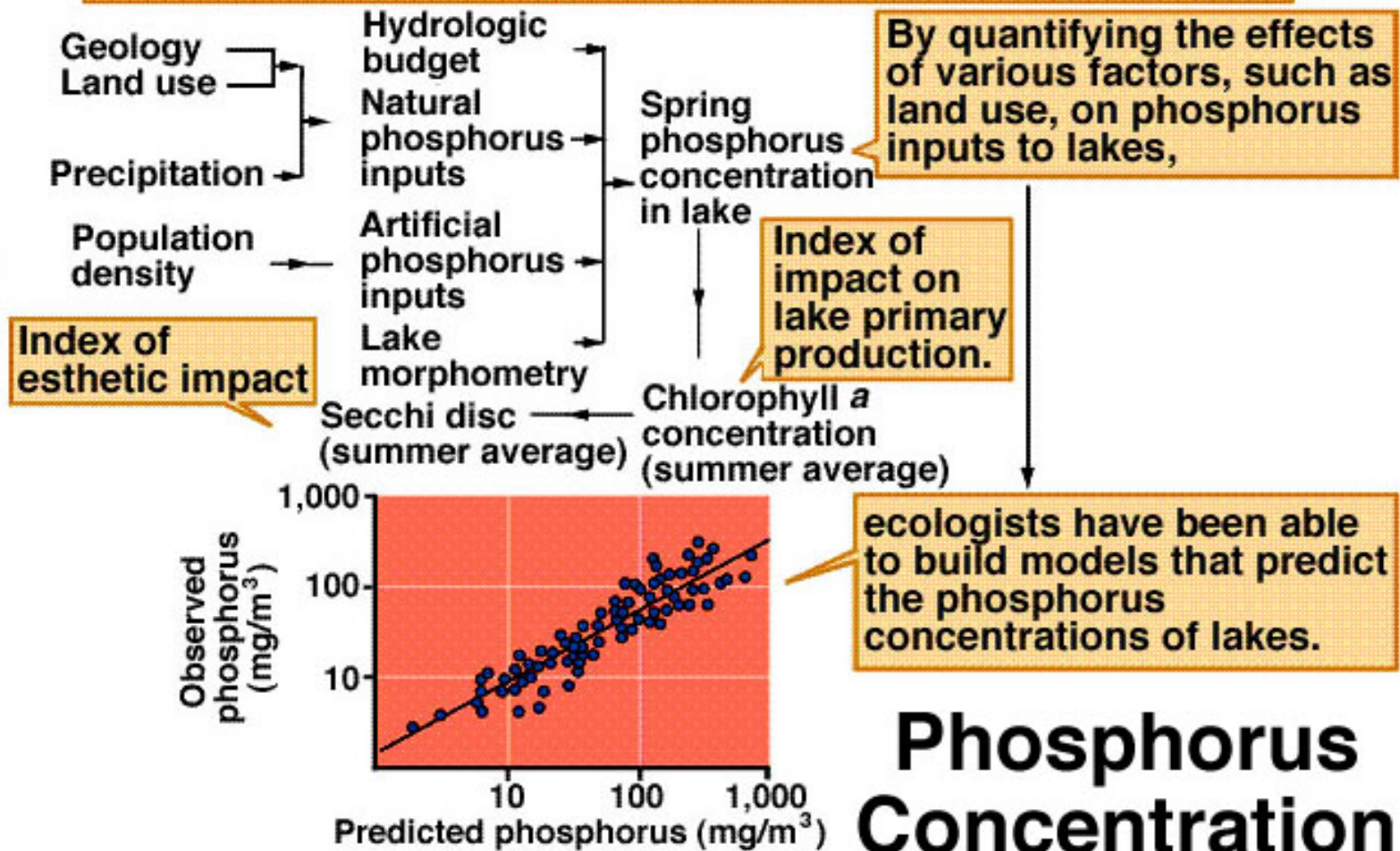
Najznačajniji protok fosfora događa se u smjeru od kopna prema moru (za razliku od C, N i S fosfora nema u atmosferi)



Količina fosfora je u odjeljcima ekosistema velika, ali je količina fosfora koja je na raspolaganju organizmima ekstremno niska

Model koji ima za cilj prognozu koncentracije fosfora u jezerima

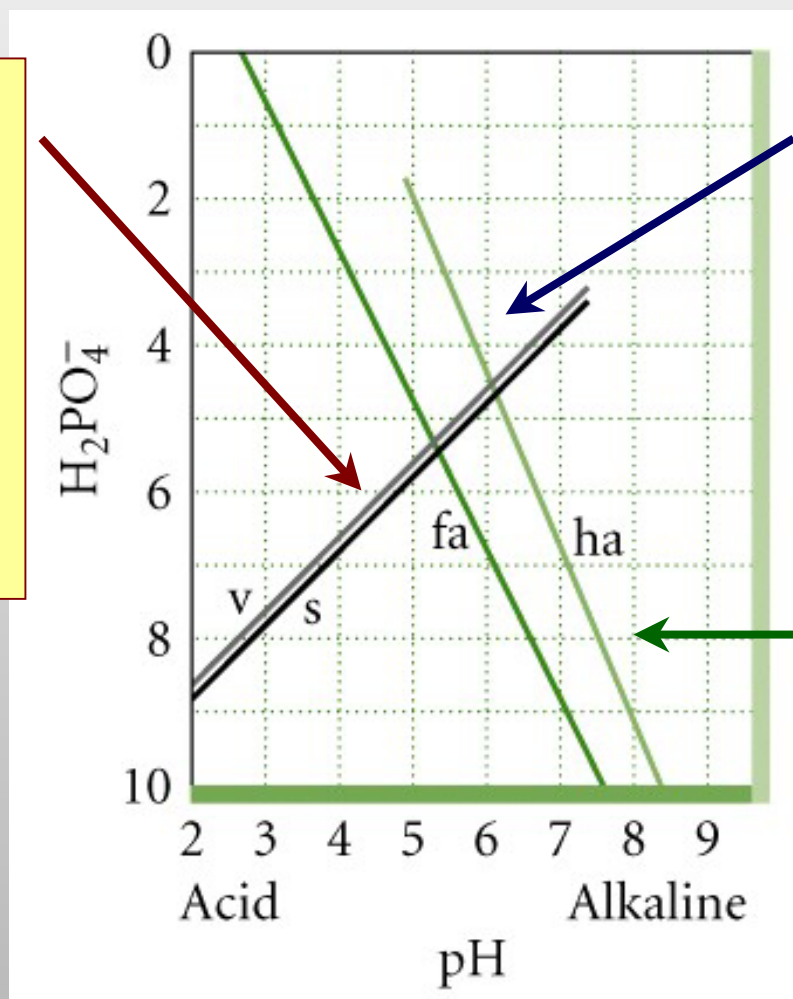
Models that predict phosphorus concentrations in lakes allow planners to assess whether proposed changes in land use or population density will adversely affect a lake ecosystem.



Ciklus fosfora u tlu

Ciklus fosfora je blisko povezan s kiselošću i redoks potencijalom okoliša. Ravnoteža između topljive (organizmima pristupačne) i netopljive forme fosfora ovisi o pH vrijednosti u okolišu

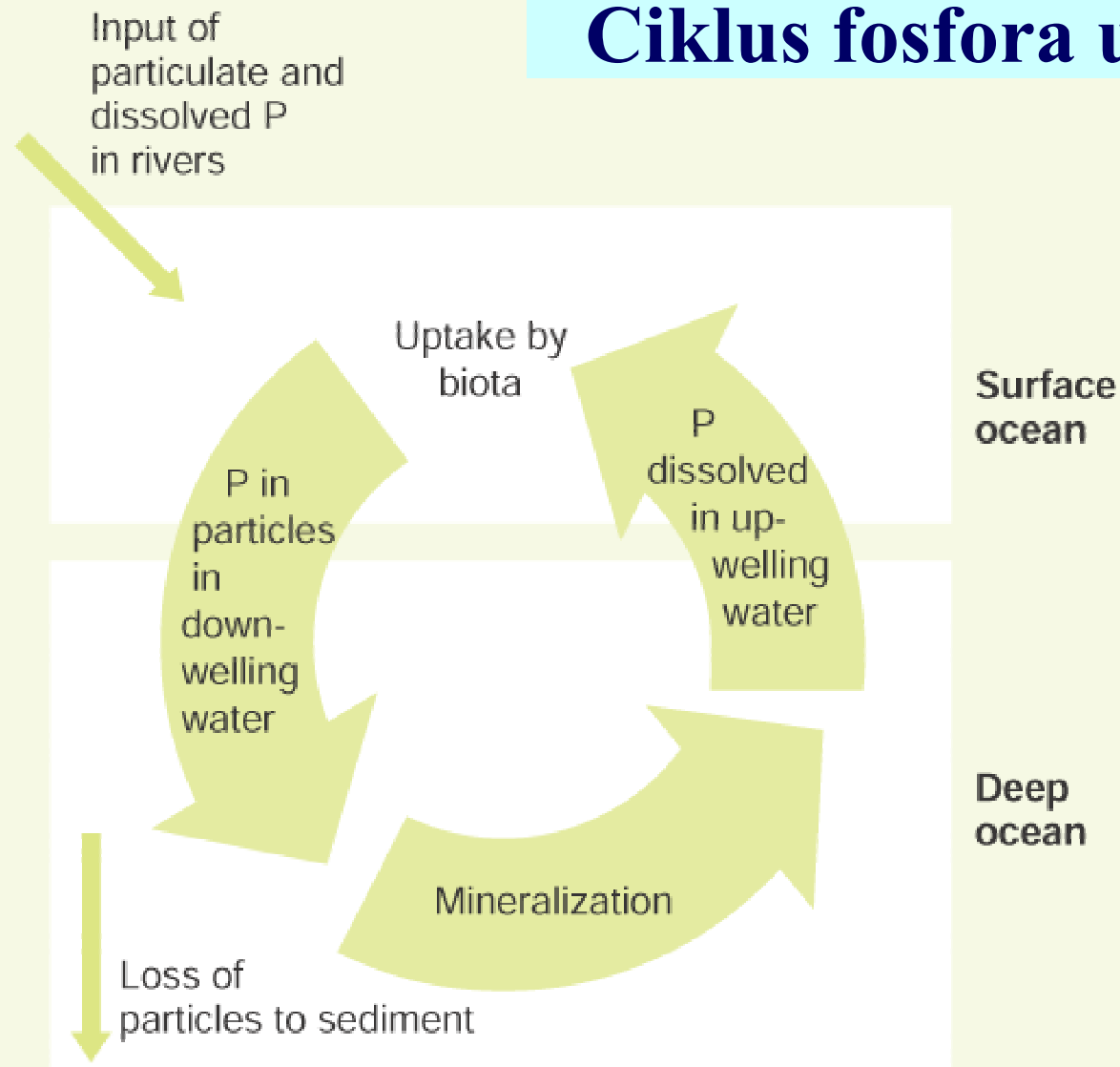
Kod niskog pH fosfor stvara netopljive spojeve s željezom i aluminijem (ravnoteža je ostvarena kod niske vrijednosti otopljenog fosfora)



Najveća raspoloživost fosfora u tlu prisutna je kod pH 6 i 7

Kod visokog pH fosfor stvara netopljive spojeve s kalcijem (ravnoteža je ostvarena kod niske vrijednosti otopljenog fosfora)

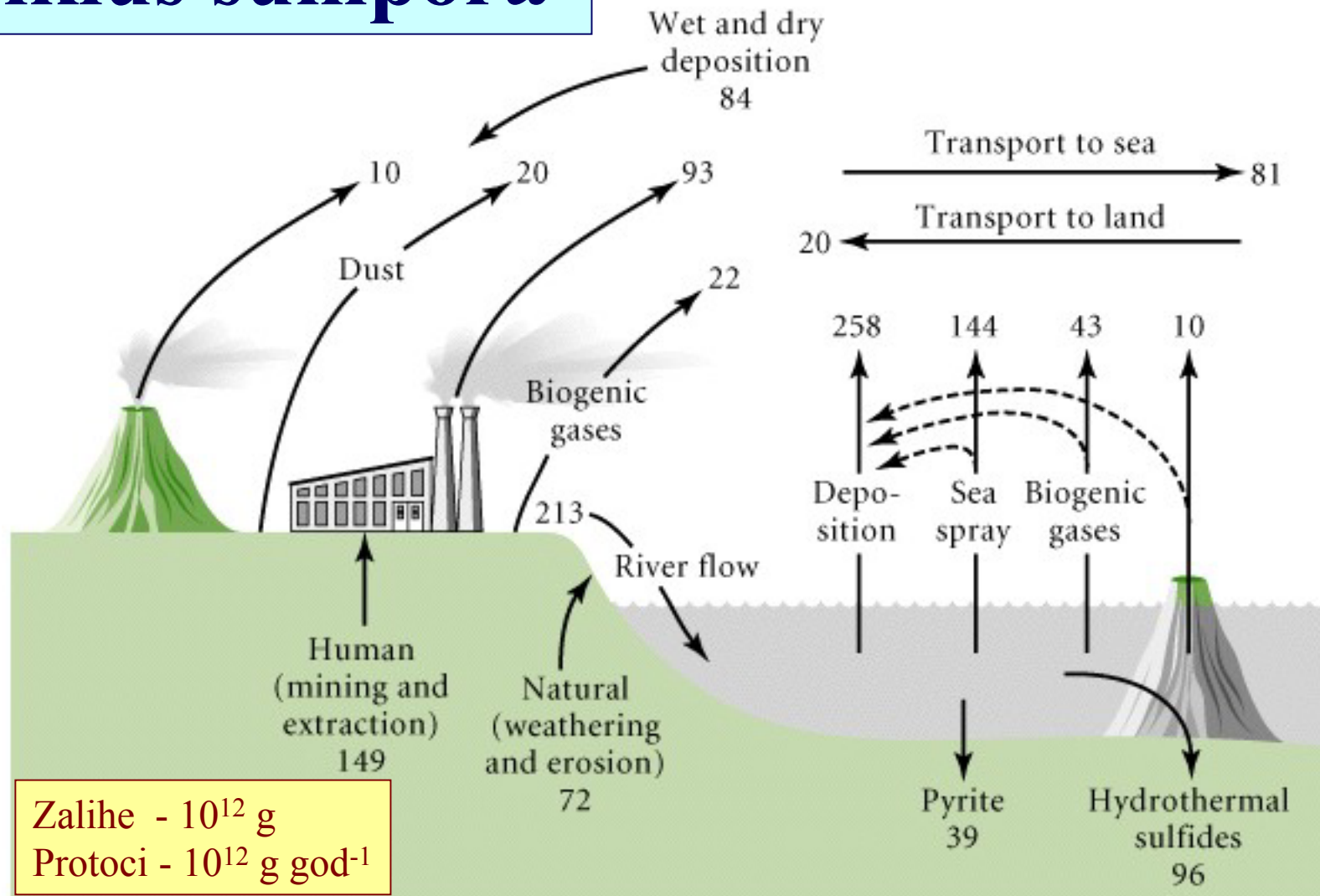
Ciklus fosfora u oceanima



Ciklus sumpora

- Sumpor je važna komponenta aminokiselina *cistein* i *metionin*
- Ima brojna oksidacijska stanja i složen ciklus
- Sulfatni ion (SO_4^{2-}) je najznačajniji anion u kišnici, a također je i jedan od najznačajnijih aniona u moru
- Mnoge bakterije mogu osloboditi sumporovodik (H_2S) iz aminokiselina, što je također važan izvor sumpora za organizme
- Morski sedimenti mogu sadržavati značajne koncentracije reduciranih organskih spojeva sumpora (npr. sulfidi, S^{2-})

Ciklus sumpora

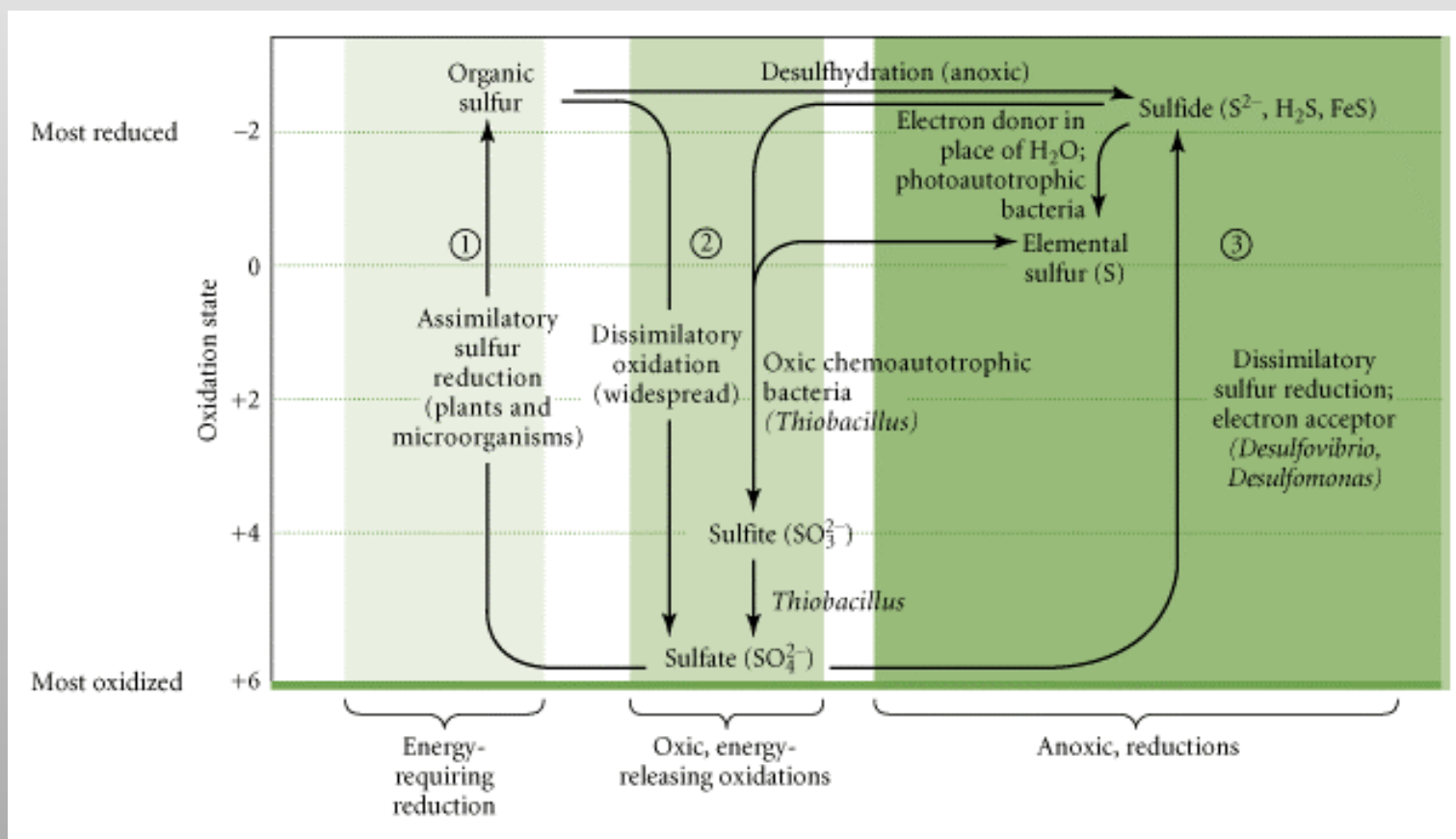


Oksido-redukcijske transformacije sumpora

OKSIDACIJA SUMPORA

SH^- (sulfid) – S^0 – $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ (tiosulfat) – $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ (tetracionat) – SO_4^{2-} (sulfat)

REDUKCIJA SUMPORA



Redukcija sumpora

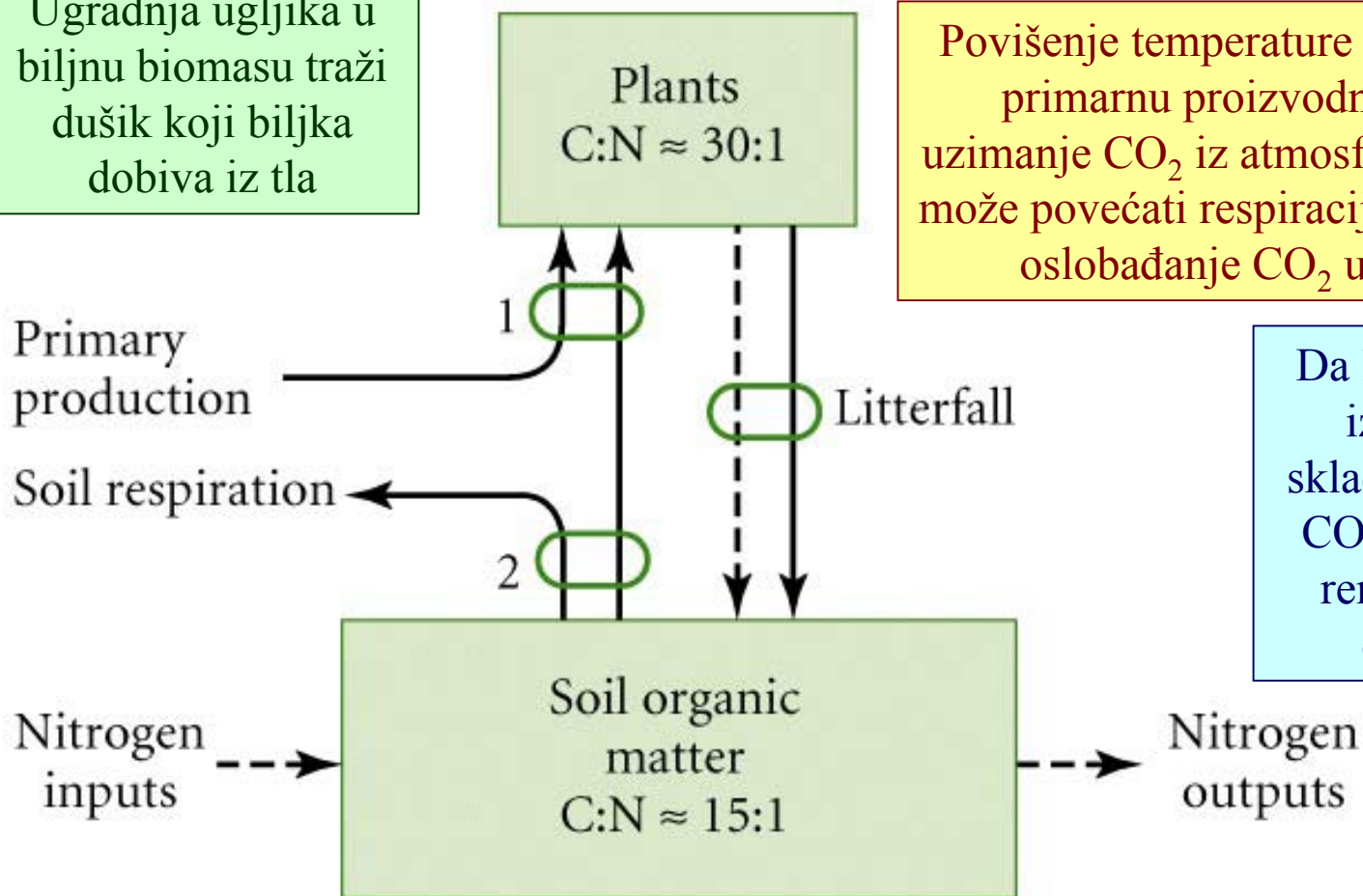
- **ASIMILACIJSKA REDUKCIJA** – ima za cilj unosenje sumpora u stanicu
- **DISIMILACIJSKA REDUKCIJA** – ima za cilj dobivanje energije (sumpor nije potreban)
- Neke bakterije sudjeluju u redukciji sulfata u **anoksičnim** uvjetima ($\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{S}^{2-}$) (npr. *Desulfovibrio*, *Desulfomonas*)
- Reducirane forme sumpora koriste **kemotrofne** bakterije (npr. *Thiobacillus*)
- Neke fotoautotrofne bakterije (npr. purpurne i zelene sumporne bakterije) koriste reducirani sumpor kao redukcijski agens ($\text{S}^{2-} \rightarrow \text{S}^0 + 2\text{e}^-$); sumpor ima ulogu atoma kisika u H_2O kao elektron donora

Ciklusi elemenata su međusobno povezani kroz složene interakcije

- Ciklusi elemenata nisu izolirani jedni od drugih već su međusobno povezani na više različitih razina
- Asimilacijske i disimilacijske reakcije ugljika u fotosintezi i respiraciji povezuju cikluse ugljika i kisika
- Primarna proizvodnja u oceanima pod utjecajem je omjera između dušika i fosfora kod fitoplanktona, čime se ciklus ugljika povezuje s ciklusima dušika i fosfora
- Pristupačnost fosfora u slatkovodnim sustavima povezana je s indirektnim utjecajem nitrata na cikluse željeza i kisika u sedimentu na dnu (pod anoksičnim uvjetima u vodenim sedimentima fosfor je topljiv kada je željezo reducirano iz forme Fe^{3+} u Fe^{2+} , zbog toga što željezo tada rađe formira sulfide nego fosfatne spojeve)

Konceptualni model interakcija ciklusa dušika i ugljika u arktičkoj tundri u kontekstu globalnog zatopljenja

Ugradnja ugljika u biljnu biomasu traži dušik koji biljka dobiva iz tla



Povišenje temperature može povećati primarnu proizvodnju što znači uzimanje CO_2 iz atmosfere, ali isto tako može povećati respiraciju u tlu što znači oslobađanje CO_2 u atmosferu

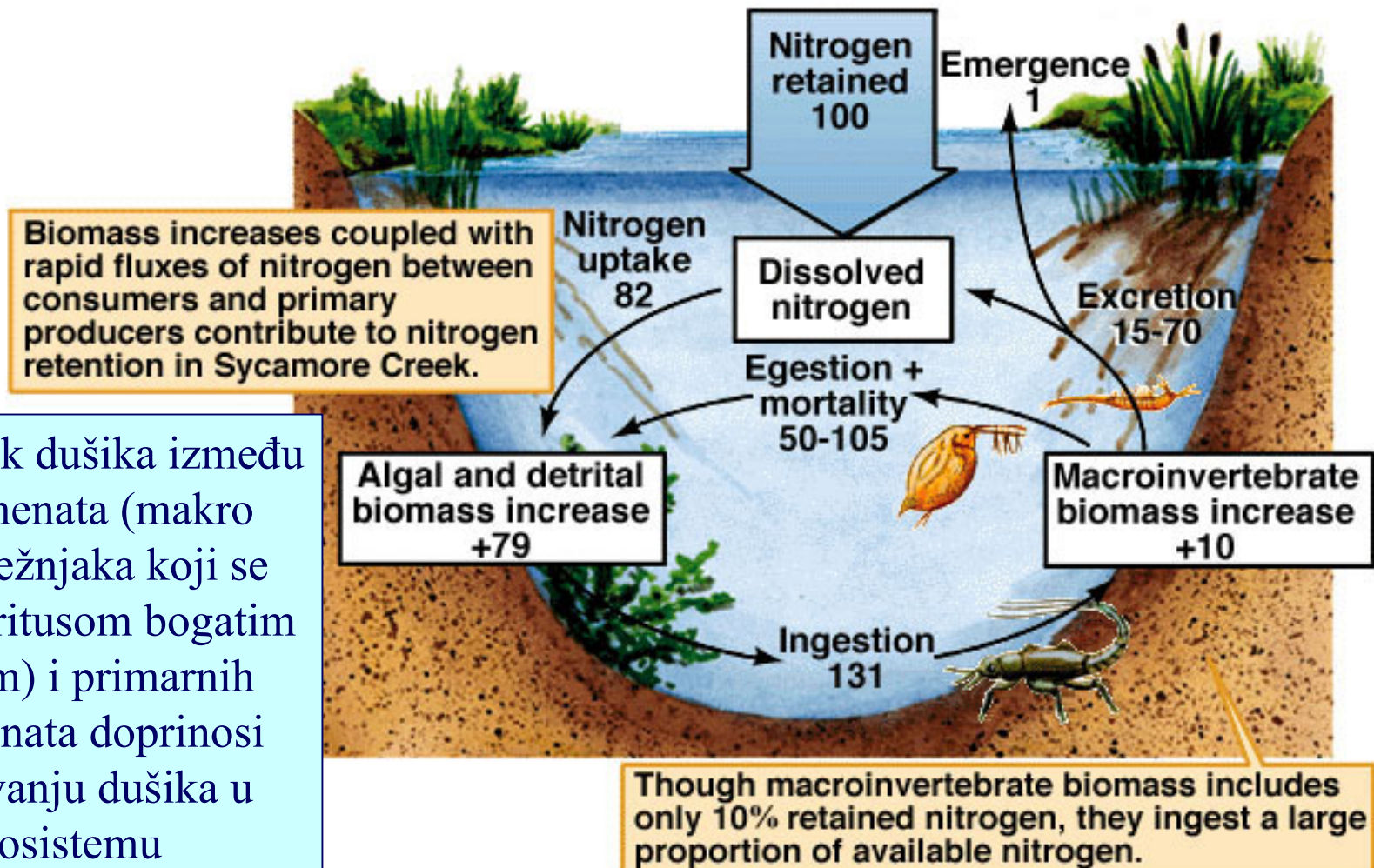
Da li će tundra biti izvor CO_2 , ili skladište za “višak” CO_2 ovisi o brzini remineralizacije dušika u tlu

Procesi razgradnje u hladnoj tundri su ekstremno spori

**Biljke i životinje mogu značajno
utjecati na raspodjelu i kruženje
hranjiva u ekosistemu**

PRIMJERI:

Nitrogen Fluxes



Ecosystem Structure

Soil nitrogen

By burrowing and building mounds, pocket gophers increase heterogeneity in soil nitrogen and light penetration.

High light penetration

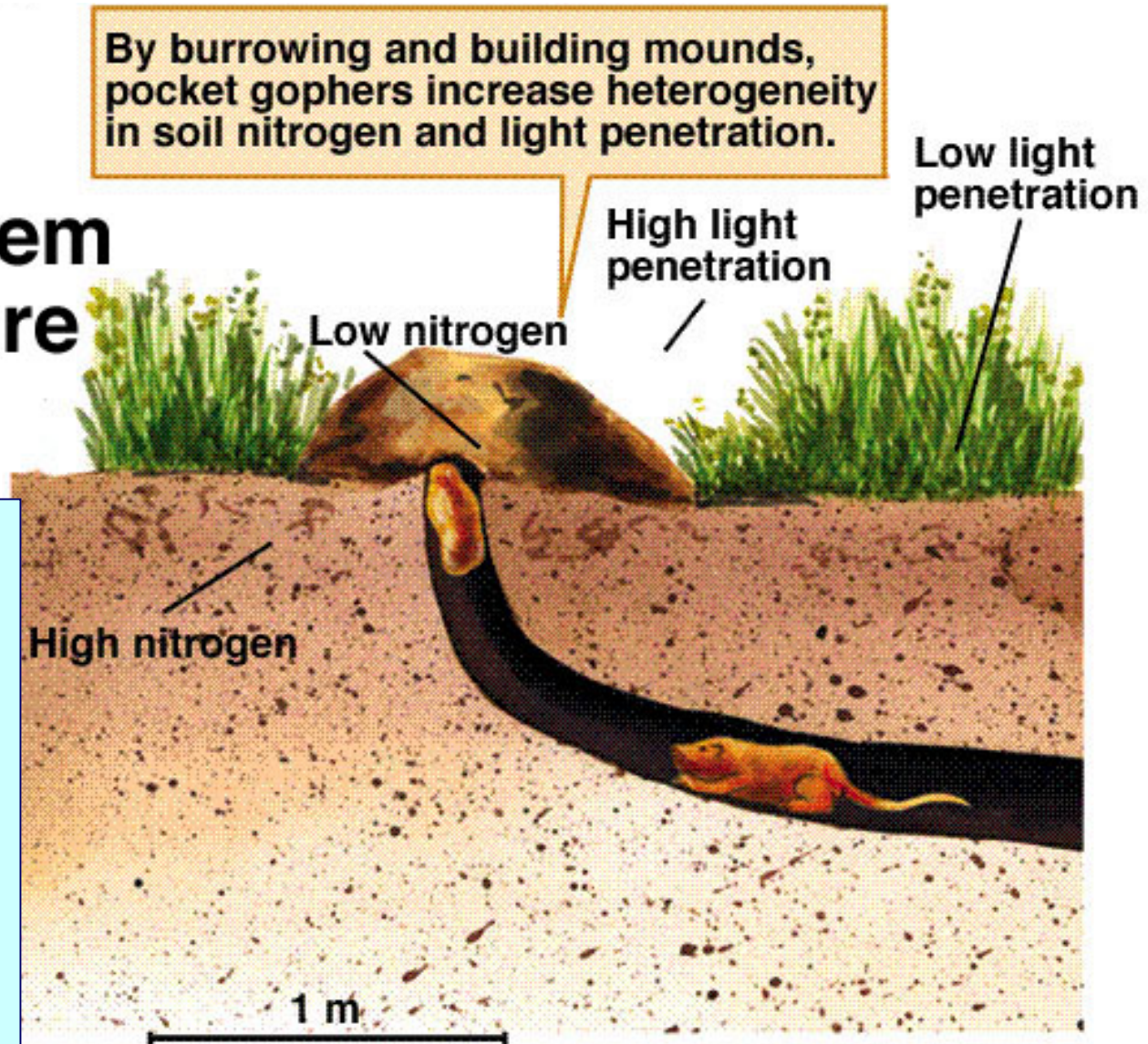
Low light penetration

Low nitrogen

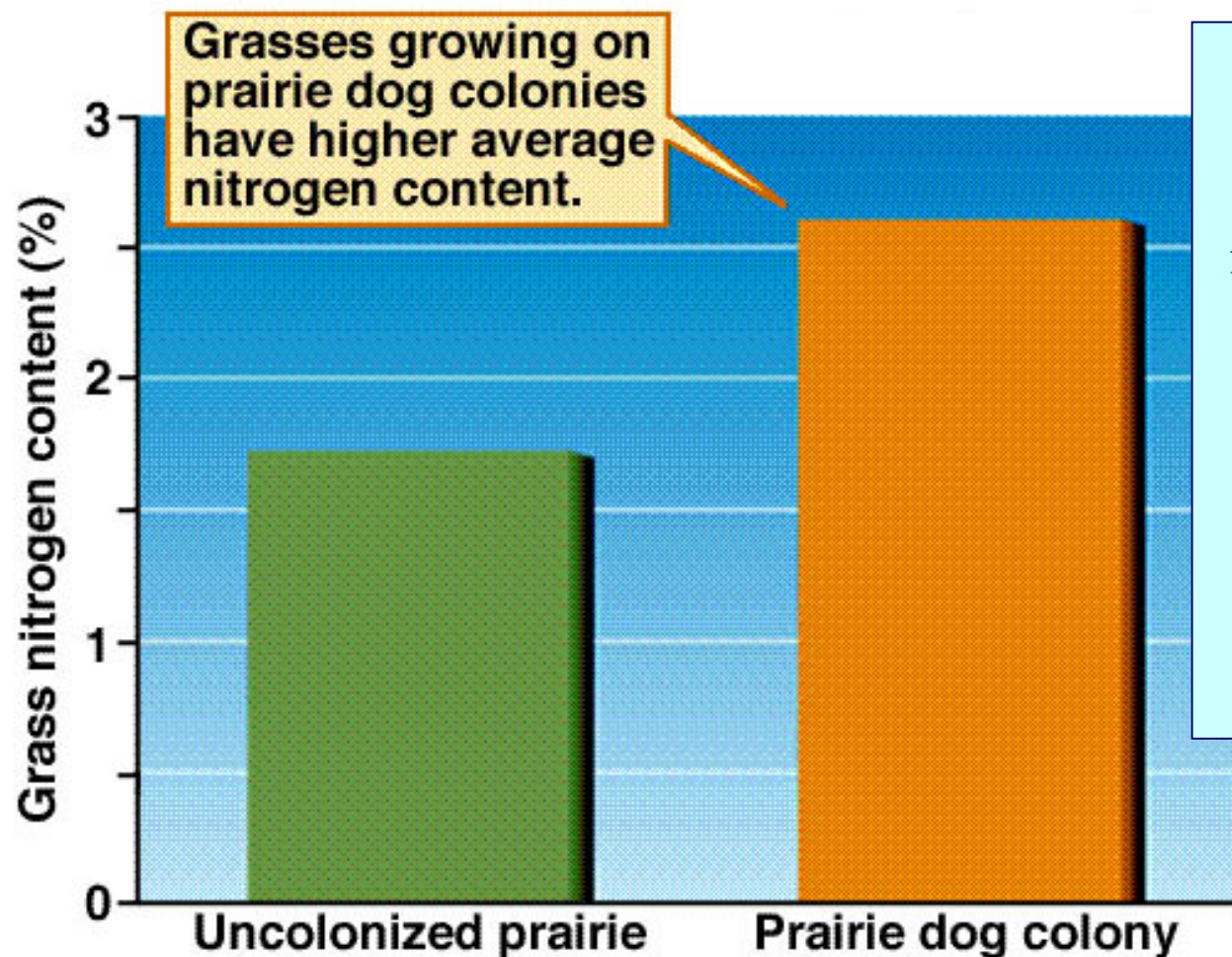
High nitrogen

1 m

Glodavci koji buše tunele u tlu mijenjaju ciklus dušika donošenjem dušikom siromašnih dubljih slojeva tla na površinu. Rezultat njihove aktivnosti je veća horizontalna heterogenost u raspoloživosti dušikom, kao i u prodiranju svjetla

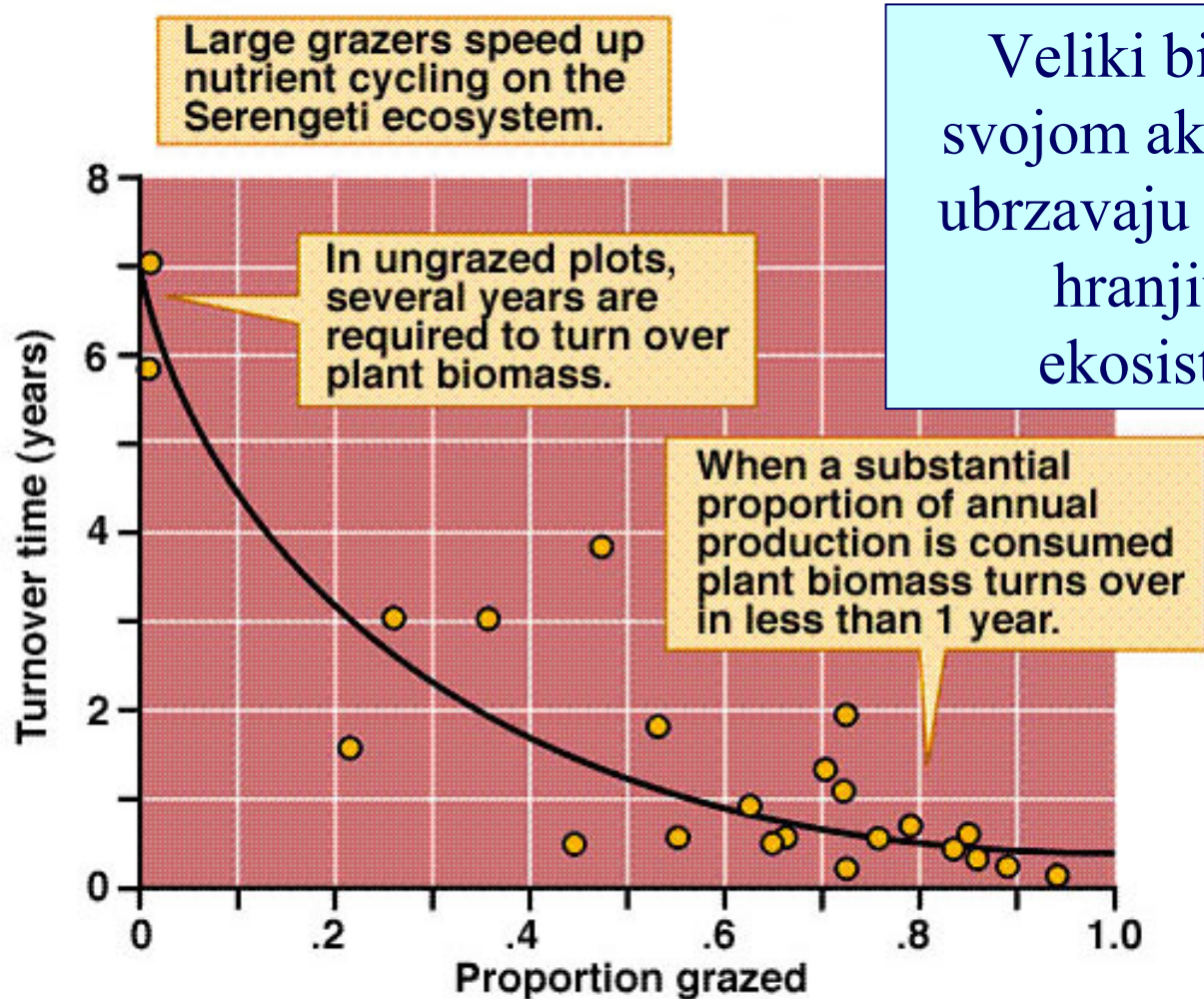


Nitrogen & Grass Location



Prerijski psi (herbivori koji se hrane travom) mijenjaju raspodjelu dušika u prerijama. Uklanjanjem starije travnate vegetacije omogućavaju izrastanje mladih izdanaka koji su bogatiji dušikom

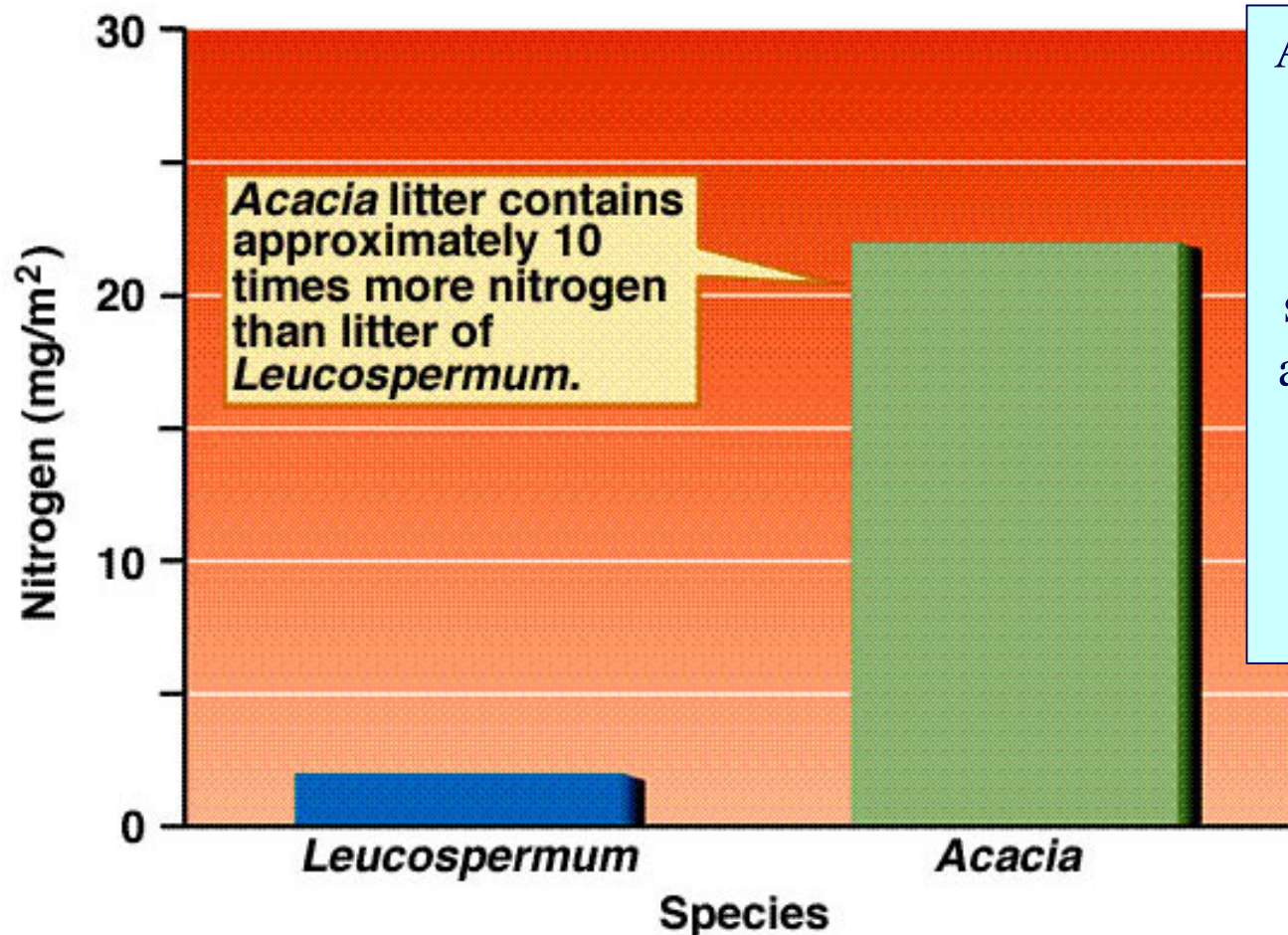
Biomass Turnover & Grazing



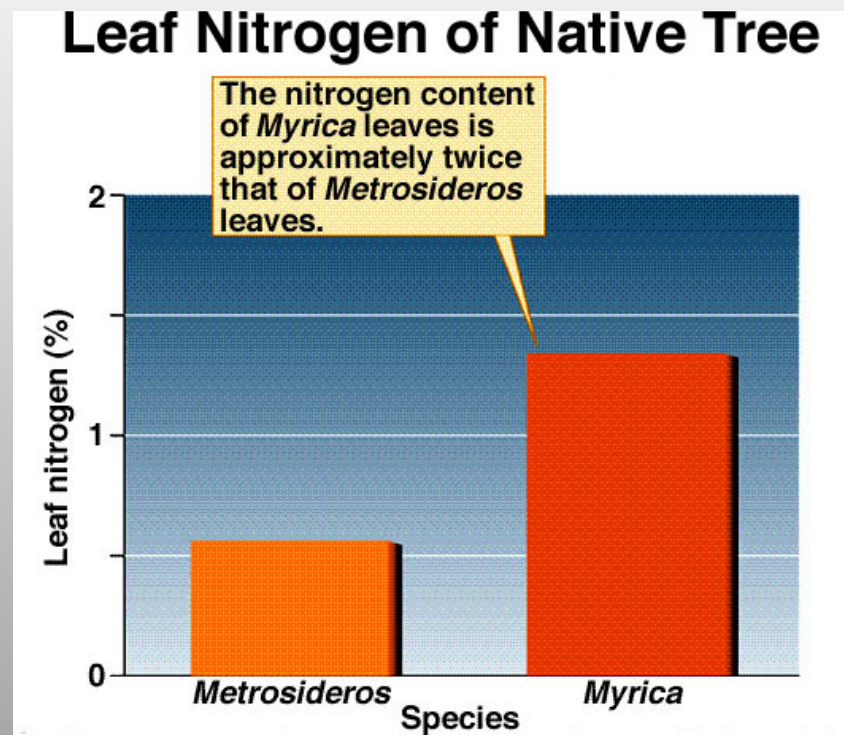
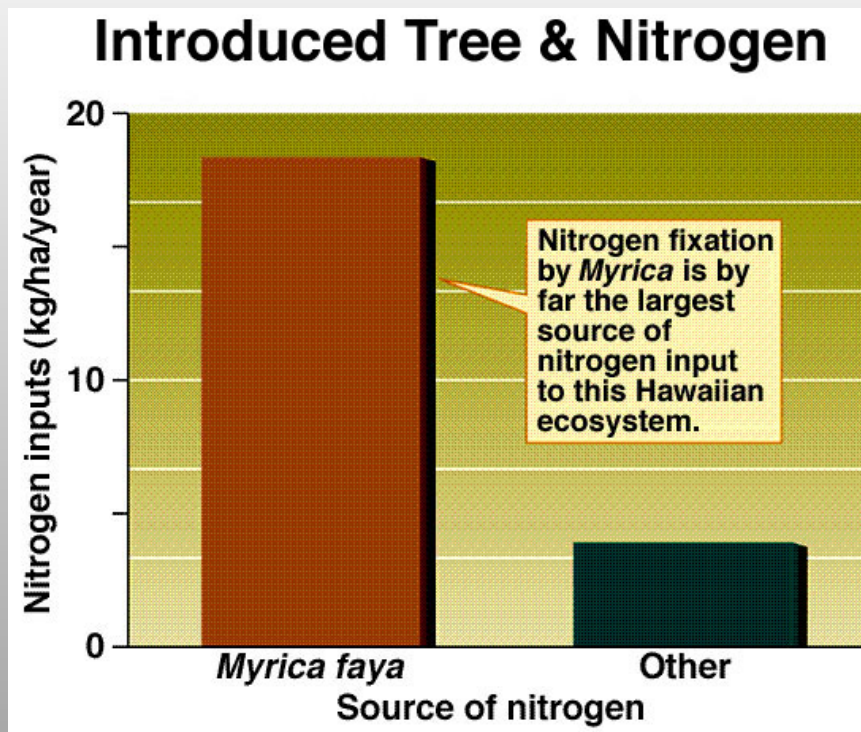
Veliki biljojedi
svojom aktivnošću
ubrzavaju kruženje
hranjiva u
ekosistemu

Unesene biljne vrste najbolje pokazuju kako biljke modificiraju ekosisteme

Plant Litter Nitrogen



Akacia zbog simbioze s bakterijama koje fiksiraju dušik sadrži znatno više dušika u svojim tkivima, pa se akumuliranjem njenih biljnih ostataka u tlu značajno mijenjaju količina i dinamika dušika u ekosistemu



Myrica faya je biljka koja je unesena na Havajsko otočje. Ova biljka fiksira ogromnu količinu dušika i predstavlja glavni input dušike u Havajske ekosisteme. Sadržaj dušika u njenim listovima je dvostruko veći u odnosu na autohtone biljne vrste