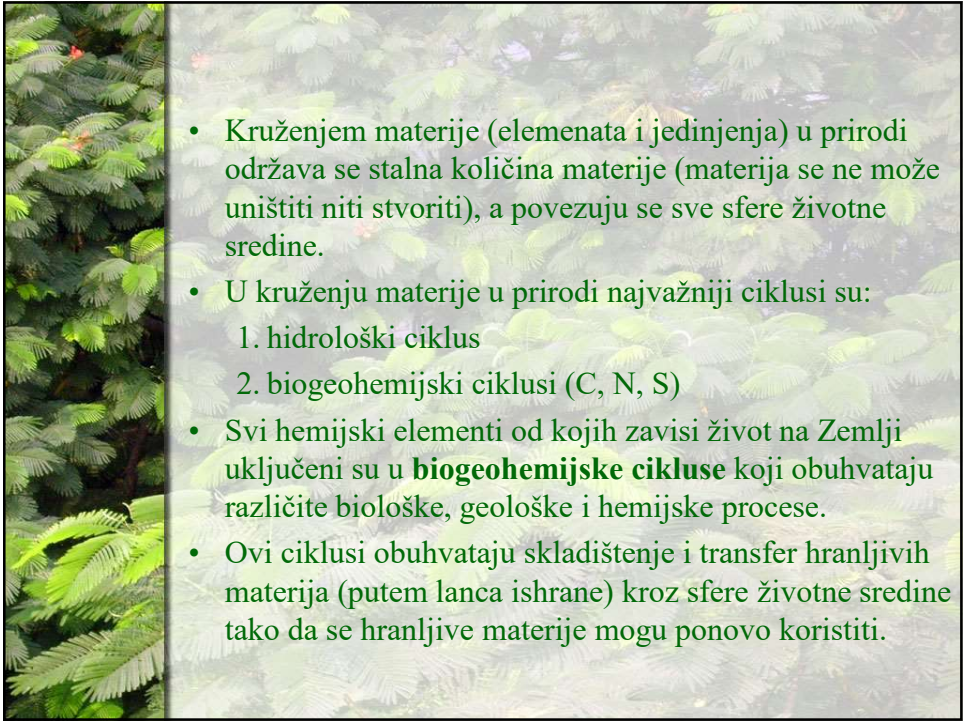


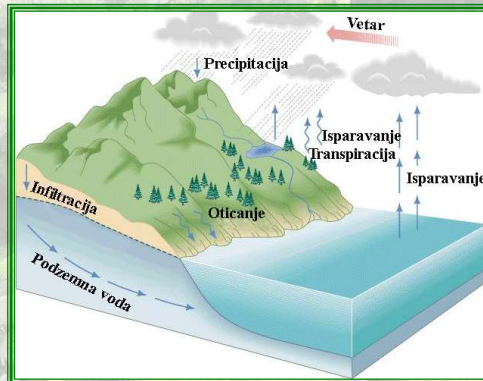


KRUŽENJE MATERIJE U PRIRODI

- 
- Kruženjem materije (elemenata i jedinjenja) u prirodi održava se stalna količina materije (materija se ne može uništiti niti stvoriti), a povezuju se sve sfere životne sredine.
 - U kruženju materije u prirodi najvažniji ciklusi su:
 1. hidrološki ciklus
 2. biogeochemijski ciklusi (C, N, S)
 - Svi hemijski elementi od kojih zavisi život na Zemlji uključeni su u **biogeochemijske cikluse** koji obuhvataju različite biološke, geološke i hemijske procese.
 - Ovi ciklusi obuhvataju skladištenje i transfer hranljivih materija (putem lanca ishrane) kroz sfere životne sredine tako da se hranljive materije mogu ponovo koristiti.

HIDROLOŠKI CIKLUS

-KRUŽENJE VODE U PRIRODI-



Isparavanjem sa velikih vodenih površina i iz zemljišta, kao i transpiracijom biljaka, vodena para odlazi u atmosferu, gde se kondenzuje u oblake, odakle se putem atmosferskih padavina (kiša, sneg) ponovo vraća u zemljište i vodene površine.

HIDROLOŠKI CIKLUS

- Voda na Zemlji se nalazi pretežno u okeanima. Sunce, koje upravlja kruženjem vode u prirodi, zagreva vodu i **isparavanjem** deo vode dospeva u vazduh u obliku vodene pare. Ovaj proces (evaporacija ili isparavanje) se odvija i iznad jezera i reka. Iznad kopna, vodena para dospeva u vazduh **isparavanjem** iz zemljišta i **transpiracijom** (odavanje vode sa površine listova biljaka).
- Vazdušne struje podižu paru u atmosferu gde dolazi do **kondenzacije** i nastanka oblaka, usled niskih temperatura.
- Vazdušne struje dalje nose oblake, pri čemu se oblaci sudaraju, uvećavaju i nastaju padavine (**precipitacija**). Najveći deo padavina vraća se ponovo u okeane.

HIDROLOŠKI CIKLUS

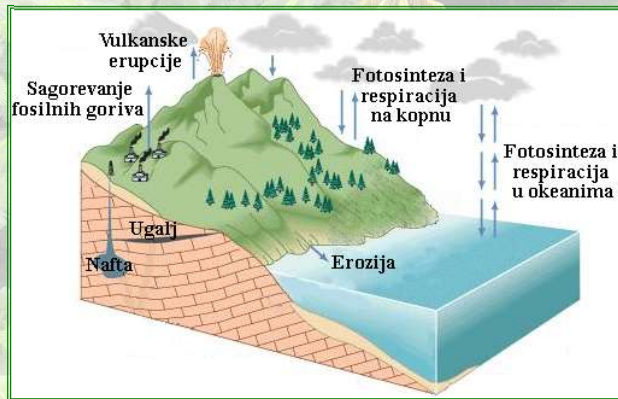
- Deo padavina u obliku snega može se nakupljati u vidu ledenih kapa i glečera na planinama. U toplijim krajevima, sneg se na proleće otapa, a nastala voda je poznata kao snežno oticanje (**snežni oticaj**).
- Deo padavina dospeva na kopno gde teče po površini kao **površinski oticaj**. Najveći deo površinskog oticaja, usled gravitacije, dospeva u zemljište (**infiltracija**). Ova voda dospeva u duboke slojeve gde stvara podzemnu vodu koja nastavlja da se kreće i dospeva i do okeana. Ostatak površinskog oticaja dospeva u površinska vodena tela – reke, putem kojih dospeva do okeana, kao i jezera u kojima se akumulira.

HIDROLOŠKI CIKLUS



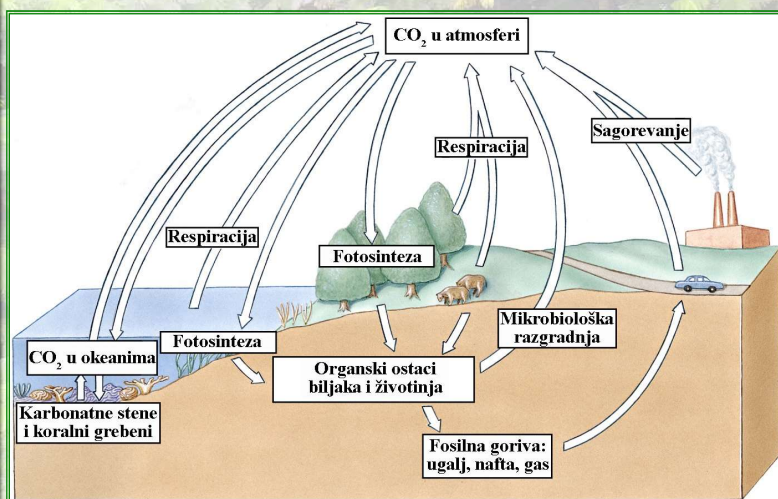
Zahvaljujući hidrološkom ciklusu ukupna količina vode na Zemlji se ne menja.

CIKLUS UGLJENIKA



- jedan od najvažnijih hemijskih ciklusa u prirodi za čoveka, jer je C osnovni sastojak organske materije
- neophodan je za biljke, koje su osnova ljudske ishrane
- CO₂ i CH₄ su gasovi „staklene bašte“ koji utiču na globalnu klimu

CIKLUS UGLJENIKA





CIKLUS UGLJENIKA

- U prirodi ugljenik se nalazi u obliku:
 - CO₂ u atmosferi
 - CO₂ rastvoren u vodi (bikarbonati)
 - karbonatne stene i koralni grebeni (CaCO₃)
 - ugalj, nafta i prirodni gas (nastali raspadanjem organizama na velikim pritiscima i temperaturama)
 - organska materija, npr. humus u zemljištu
- Vazduh sadrži 0,03% CO₂. Biljke koriste CO₂ u procesu **fotosinteze** u kojem stvaraju organsku materiju (čiji je osnovni sastojak C). Od svih učesnika ciklusa ugljenika jedino biljke koriste CO₂, dok ga svi ostali stvaraju:

$$6\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightarrow 2\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6(\text{aq}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \quad \Delta H > 0$$


CIKLUS UGLJENIKA

- Ugljenik se dalje kreće kroz lanac ishrane. Životinje koriste organsku materiju u ishrani i u procesu varenja je razgrađuju. Životinje stvaraju CO₂ **respiracijom**, tj. Disanjem (proces komplementaran fotosintezi).
- **Sagorevanjem** fosilnih goriva nastaje CO₂, čime se C vraća u atmosferu.
- **Mikrobiološkom razgradnjom** biomase (truljenjem), C se vraća u atmosferu, kao CO₂ (aerobna razgradnja) ili kao CH₄ (anaerobna razgradnja).
- **Erozijom** krečnjačkih stena (CaCO₃), C se vraća u vodu i atmosferu.

CIKLUS UGLJENIKA: UTICAJ NA GLOBALNU KLIMU

- Kao posledica prevelike upotrebe i sagorevanja fosilnih goriva, narušena je prirodna ravnoteža kruženja C u prirodi, tj. količina CO_2 u atmosferi.
- Od XIX veka količina CO_2 u atmosferi se povećala za oko 20% (~ 0,4% godišnje).
- Pored sagorevanja fosilnih goriva, uzrok su i veliki šumski požari (amazonske šume) radi raščišćavanja zemljišta u poljoprivredne svrhe.
- Povećanje količine CO_2 prouzrokuje porast globalne temperature (efekat „staklene bašte“).
- Gasovi koji apsorbuju zračenje u atmosferi su:
 1. CO_2
 2. CH_4
 3. CFCs
 4. NO_2 , H_2O , O_3

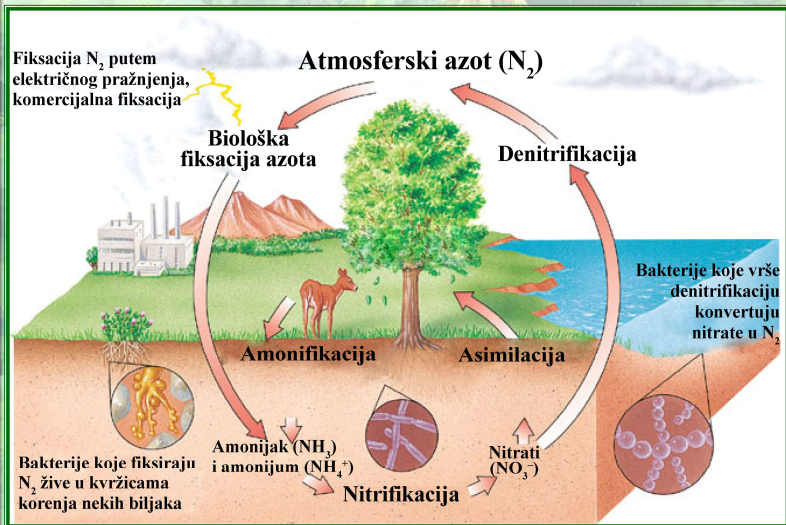
CIKLUS UGLJENIKA: UTICAJ NA GLOBALNU KLIMU



CIKLUS AZOTA

- U prirodi azot se nalazi u obliku:
 - N_2 (gas u atmosferi, 78%)
 - NO_3^- i NH_4^+ (joni u zemljištu)
 - sastojak organskih molekula (aminokiseline, peptidi, proteini, nukleinske kiseline) u živom svetu
- Kruženjem azota u prirodi ovi oblici se neprekidno transformišu jedan u drugi.

CIKLUS AZOTA





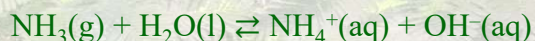
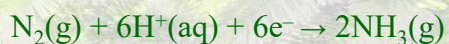
CIKLUS AZOTA

- Kruženje azota u prirodi se sastoji iz pet koraka:
 1. fiksacija azota: konverzija N_2 u NH_3
 2. amonifikacija: razgradnja aminokiselina i proteina do NH_3 , tj. NH_4^+
 3. nitrifikacija: konverzija NH_3 u NO_3^-
 4. denitrifikacija: redukcija NO_3^- do N_2
 5. asimilacija: korenje biljaka apsorbuje NH_3 , NH_4^+ ili NO_3^- i inkorporira ih u nukleinske kiseline i proteine



CIKLUS AZOTA: FIKSACIJA

- Atmosfera je ogroman izvor azota, ali je on u obliku N_2 koji organizmi ne mogu da iskoriste jer je inertan i veoma stabilan.
- Azot mora biti „fiksiran“ u upotrebljivom obliku azota, kao što su amonijum- (NH_4^+) ili nitrat- (NO_3^-) joni.
- Najvažnija je **biološka fiksacija azota** putem zemljišnih bakterija koje žive u kvržicama korenja nekih biljaka.
- U procesu mikrobiološke fiksacije, N_2 se redukuje do NH_3 , koji u rastvoru postoji u obliku NH_4^+ , tj. amonijum-soli koje biljke mogu da koriste:

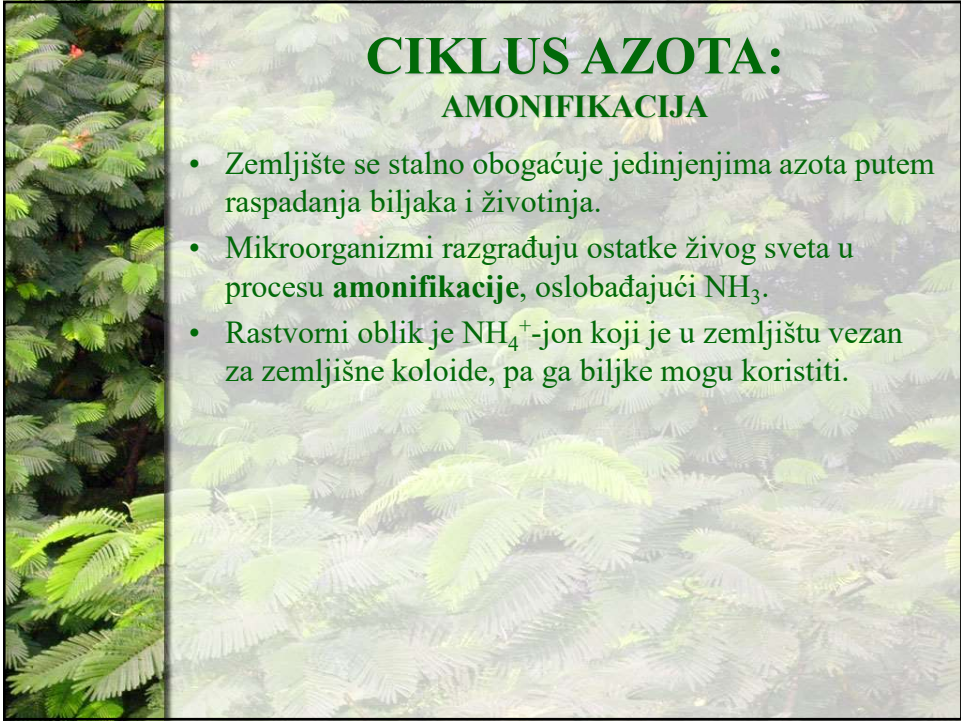


CIKLUS AZOTA: FIKSACIJA



CIKLUS AZOTA: FIKSACIJA

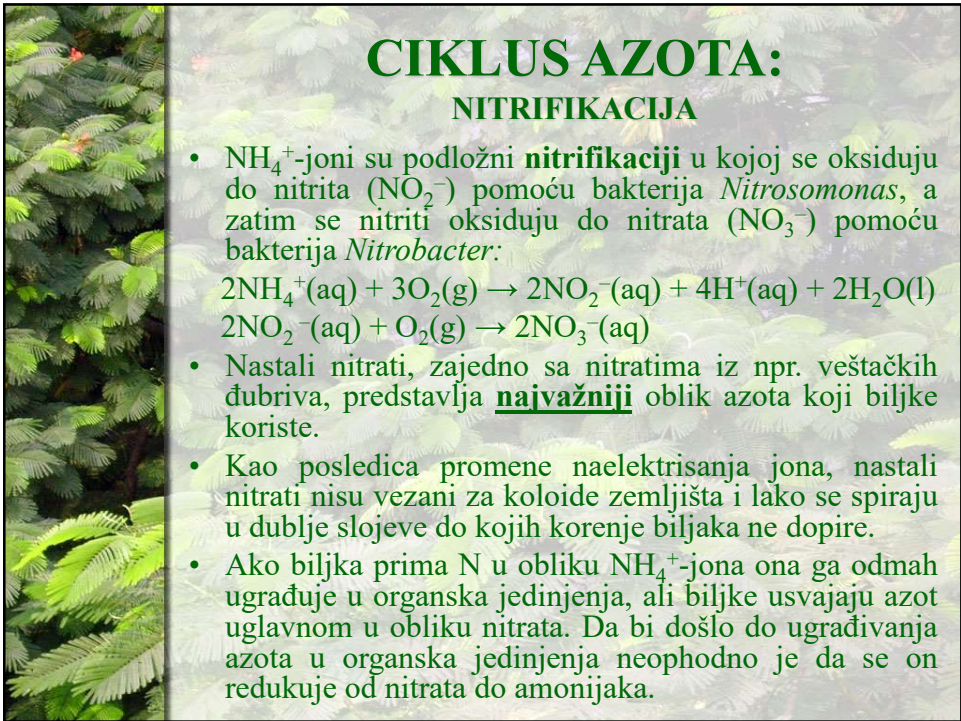
- Fiksacija azota putem **električnog pražnjenja** ili atmosferska fiksacija se odvija u atmosferi gde električnim pražnjenjem nastaju reaktivne čestice koje sa N_2 stvaraju okside azota koji sa vodom daju azotnu kiselinu, koja putem kiše dospeva u zemljište.
- Industrijska ili **komercijalna fiksacija** azota je zapravo proizvodnja veštačkog đubriva (u svetu se godišnje proizvede oko 50 miliona tona đubriva).



CIKLUS AZOTA:

AMONIFIKACIJA

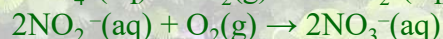
- Zemljište se stalno obogaćuje jedinjenjima azota putem raspadanja biljaka i životinja.
- Mikroorganizmi razgrađuju ostatke živog sveta u procesu **amonifikacije**, oslobađajući NH_3 .
- Rastvorni oblik je NH_4^+ -jon koji je u zemljištu vezan za zemljišne koloide, pa ga biljke mogu koristiti.



CIKLUS AZOTA:

NITRIFIKACIJA

- NH_4^+ -joni su podložni **nitrifikaciji** u kojoj se oksiduju do nitrita (NO_2^-) pomoću bakterija *Nitrosomonas*, a zatim se nitriti oksiduju do nitrata (NO_3^-) pomoću bakterija *Nitrobacter*:



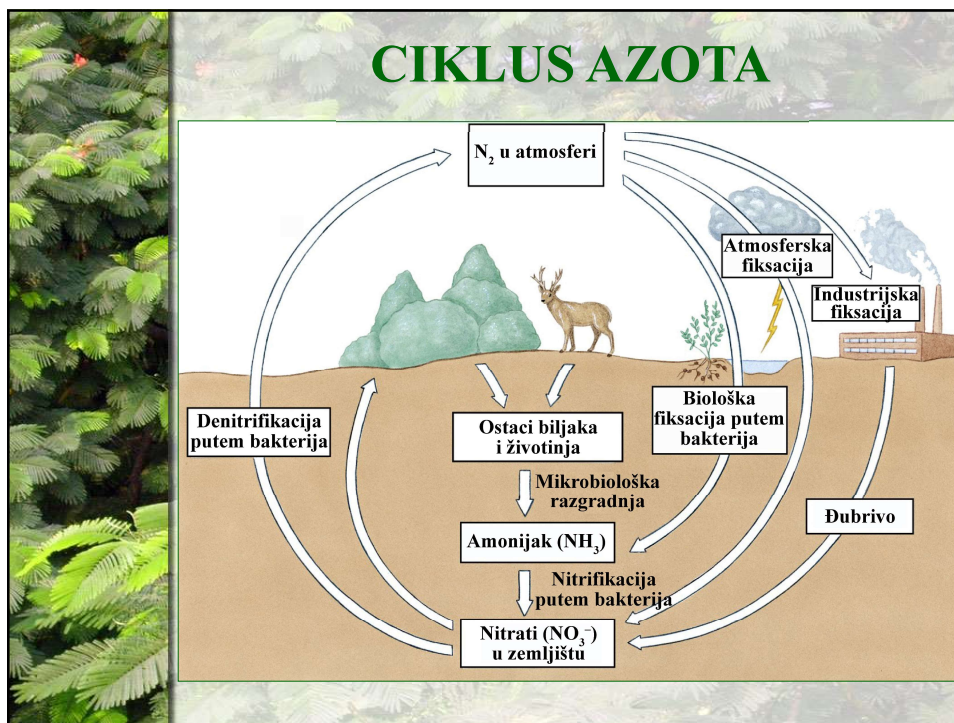
- Nastali nitrati, zajedno sa nitratima iz npr. veštačkih đubriva, predstavlja **najvažniji** oblik azota koji biljke koriste.
- Kao posledica promene naelektrisanja jona, nastali nitrati nisu vezani za koloide zemljišta i lako se spiraju u dublje slojeve do kojih korenje biljaka ne dopire.
- Ako biljka prima N u obliku NH_4^+ -jona ona ga odmah ugrađuje u organska jedinjenja, ali biljke usvajaju azot uglavnom u obliku nitrata. Da bi došlo do ugrađivanja azota u organska jedinjenja neophodno je da se on redukuje od nitrata do amonijaka.

CIKLUS AZOTA: DENITRIFIKACIJA

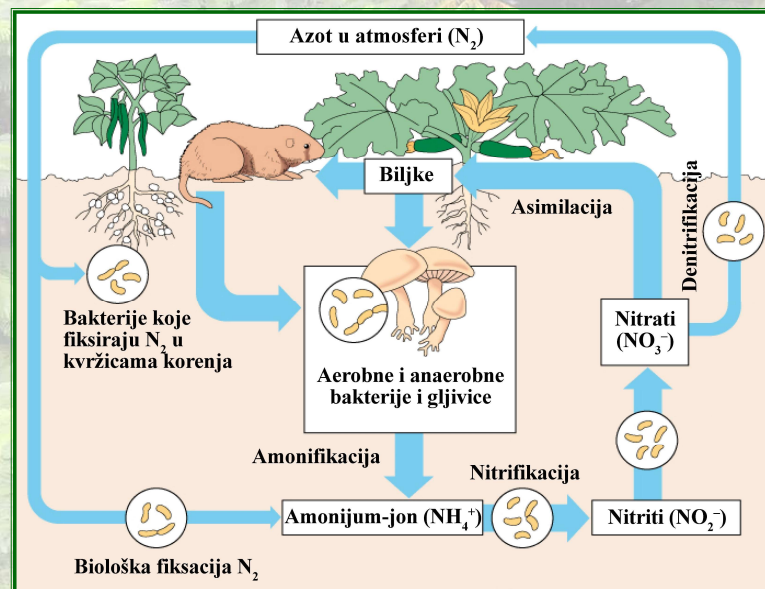
- Nitrati su podložni **denitrifikaciji** u kojoj se redukuju do N_2 pomoću bakterija *Pseudomonas denitrificans*.
- Nastali gas N_2 , ali i gas N_2O , se oslobađa u atmosferu.

CIKLUS AZOTA: ASIMILACIJA

- Biljke direktno apsorbiraju nitrate, redukuju ih do NH_3 i u procesu asimilacije inkorporiraju u organske molekule, jer koriste NH_3 za stvaranje aminokiselina i proteina.



CIKLUS AZOTA



CIKLUS SUMPORA

- U atmosferi, sumpor se može nalaziti u obliku SO_2 , H_2S , CS_2 , a potiče od sagorevanja fosilnih goriva, rafinacije nafte, vulkanskih erupcija, itd.
- Neka od ovih jedinjenja sumpora određuju kiselost padavina, površinskih voda i zemljišta.
- U zemljištu, sumpor se nalazi u obliku različitih sulfatnih minerala. Pošto je SO_4^{2-} -jon prilično inerten, potrebna je njegova redukcija da bi ga biljke iskoristile. Spiranjem zemljišta sulfati dospevaju u vodu gde se redukuju putem bakterija (*Desulfuromonas*) do sulfida (S^{2-}):

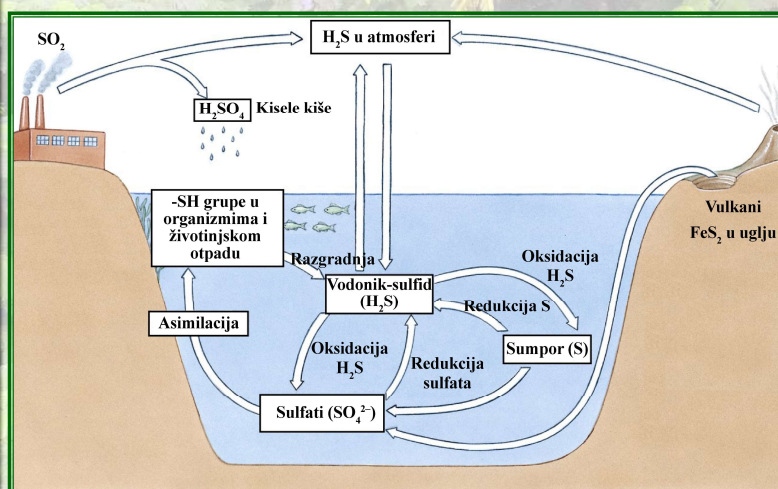
$$SO_4^{2-}(aq) + 8H^+(aq) + 8e^- \rightarrow S^{2-}(aq) + 4H_2O(l)$$
- Ovaj oblik sumpora biljke inkorporiraju u aminokiseline i stvaraju proteine, a proces se zove asimilacija.

CIKLUS SUMPORA

- Raspadanjem i mikrobiološkom razgradnjom biljaka i životinja, S se vraća u zemljište ili vodu, u obliku H_2S , gde se dalje može oksidovati putem mikroorganizama do elementarnog S ili sulfata.
- U okeanima, planktoni proizvode dimetil-sulfid, $(\text{CH}_3)_2\text{S}$, koji se dalje može oksidovati do SO_2 , a zatim i do sulfata:



CIKLUS SUMPORA



CIKLUS SUMPORA

