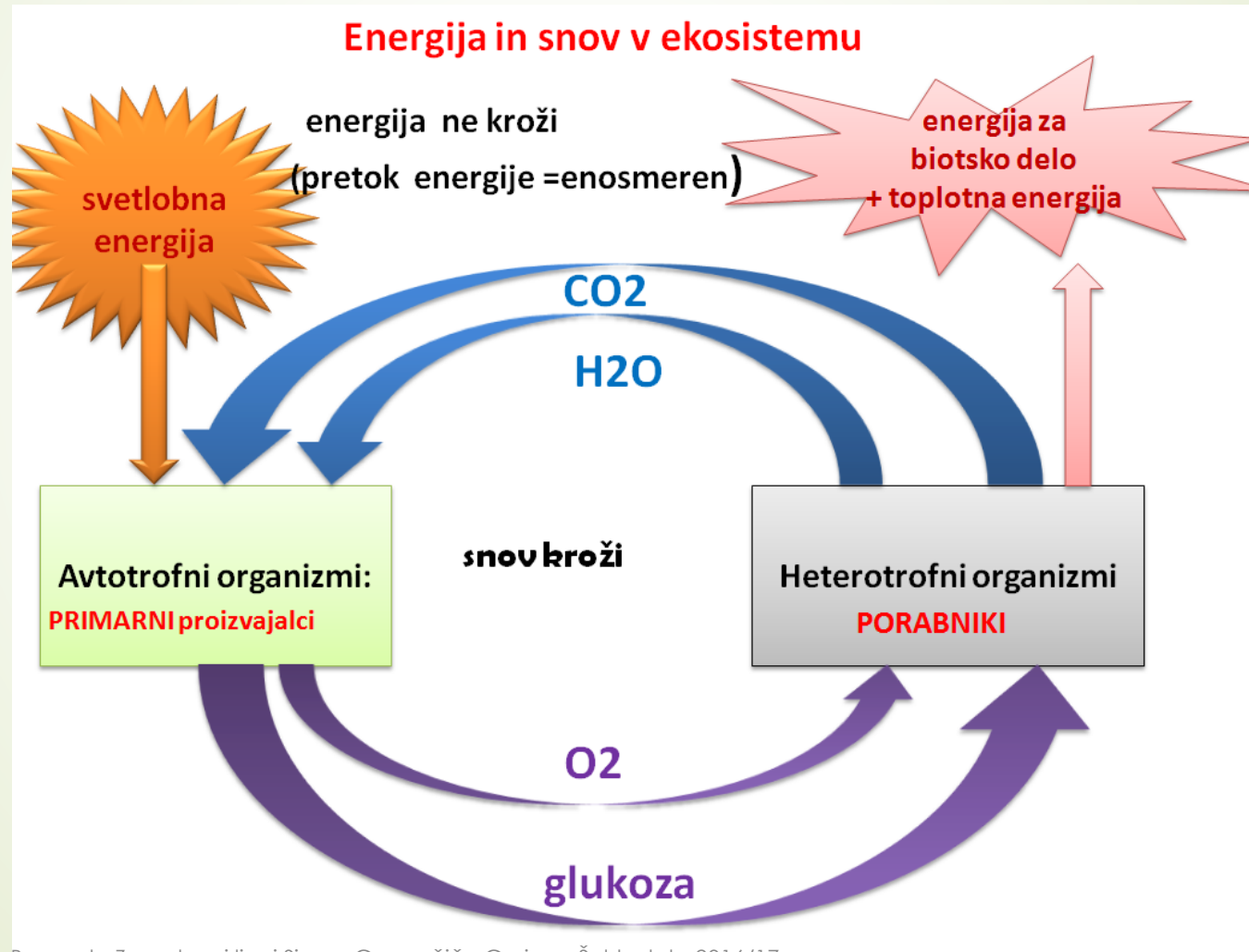
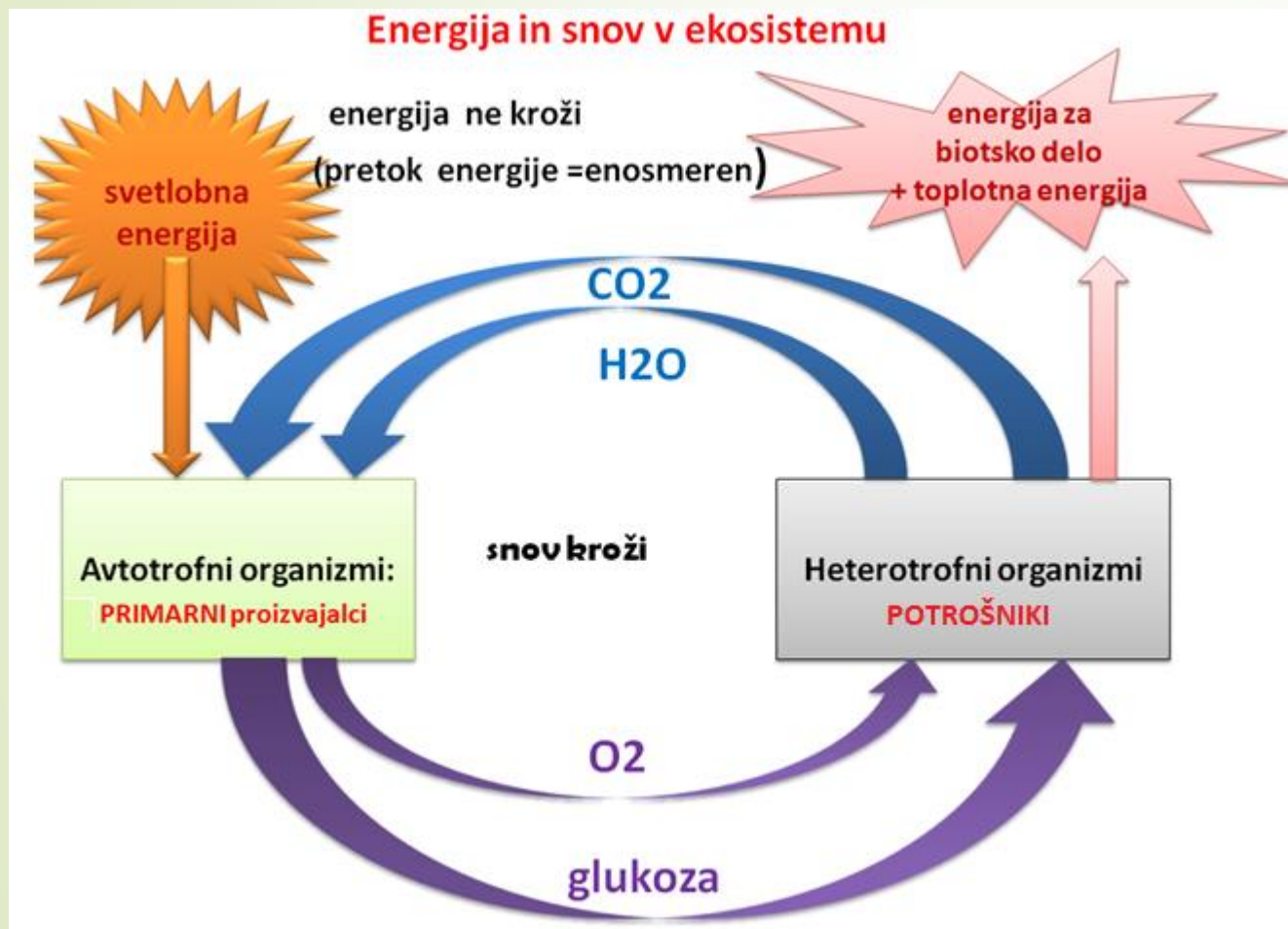


9. PRETOK ENERGIJE IN KROŽENJE SNOVI V EKOSISTEMU



ENERGIJA V EKOSISTEMIH SE PRETAKA, SNOV PA KROŽI

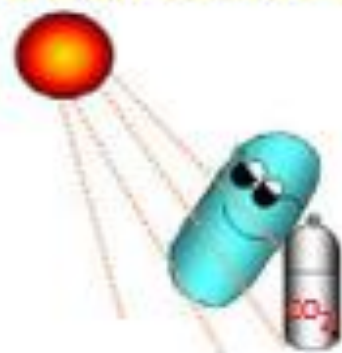


- **Sonce je vir energije**, ki vzdržuje **življenje** na Zemlji.
- **Avtotrofni organizmi (primarni proizvajalci)** sončevo **energijo** vgradijo v energetske bogate organske snovi.
- Te **organske snovi** uporabljajo **heterotrofni organizmi (potrošniki)**.
- **Heterotrofnim organizmom** pravimo tudi **sekundarni proizvajalci**, saj s svojo rastjo **proizvajajo novo organsko snov**.
- **Razkrojevalci** so **heterotrofi**, a niso plenilci, saj razkrajajo mrtve organizme.

AVTOTROFI:
C iz CO_2



FOTOAVTOTROFI:
Vir energije: sončna svetloba



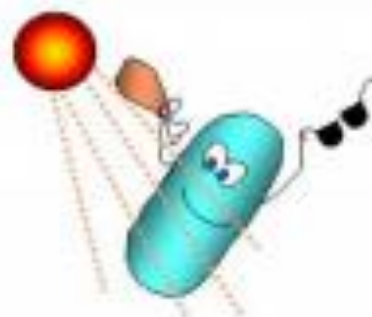
KEMOAVTOTROFI:
Vir energije: kemijske vezi



HETEROTROFI:
C iz organske snovi



FOTOHETEROTROFI:
Vir energije: sončna svetloba



KEMOHETEROTROFI:
Vir energije: kemijske vezi



AVTOTROFNI ORGANIZMI

4

- Organizmi, ki **si sami izgrajujejo organske molekule** iz anorganskih, so **avtotrofi**. Vir ogljika je CO_2 .
- **Fotoavtotrofi** pridobivajo energijo iz **sončne svetlobe**.
 - **Zelene rastline** $(\text{H}_2\text{O fotosinteza}) \quad 12 \text{ H}_2\text{O} + 6 \text{ CO}_2 \xrightarrow{\star} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$
 - **Modrozelenke** $(\text{H}_2\text{O fotosinteza})$
 - **Škrlatne in zelene žveplove bakterije** $(\text{H}_2\text{S fotosinteza}) \quad 12 \text{ H}_2\text{S} + 6 \text{ CO}_2 \xrightarrow{\star} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 12 \text{ S} + 6 \text{ H}_2\text{O}$
- **Kemoavtotrofi** pridobivajo energijo iz **oksidacije anorganskih spojin**.
 - **Nitrosomonas** $2 \text{ NH}_4^+ + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ NO}_2^- + 2 \text{ H}_2\text{O} + 4 \text{ H}^+ + \star$
 - **Nitrobacter** $2 \text{ NO}_2^- + \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ NO}_3^- + \star$
 - **Thiobacillus ferrooxidans** $\text{FeSO}_4 + 3 \text{ O}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{ Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 4 \text{ Fe}(\text{OH})_3 + \star$
 - **Thiobacillus denitrificans** $6 \text{ NO}_3^- + 5 \text{ S} + 2 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{ N}_2 + 5 \text{ SO}_4^{2-} + 4 \text{ H}^+ + \star$

HETEROTROFNI ORGANIZMI

5

➤ Organizmi, ki **organske molekule** pridobivajo s hrano, so **heterotrofi**. Vir ogljika so **organske molekule**.

➤ **Fotoheterotrofi** pridobivajo energijo iz **sončne svetlobe**.

➤ **Škrlatne in zelene nežveplove bakterije** $\text{CH}_3\text{COO}^- + 4 \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\star} 2 \text{HCO}_3^- + \text{H}^+ + 4\text{H}_2$

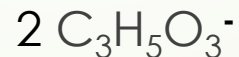
➤ **Kemoheterotrofi** pridobivajo energijo iz oksidacije **organskih spojin**.

➤ **Vse živali** $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{CO}_2 + \star$

➤ **Večina prokariontov** (fermentacija)

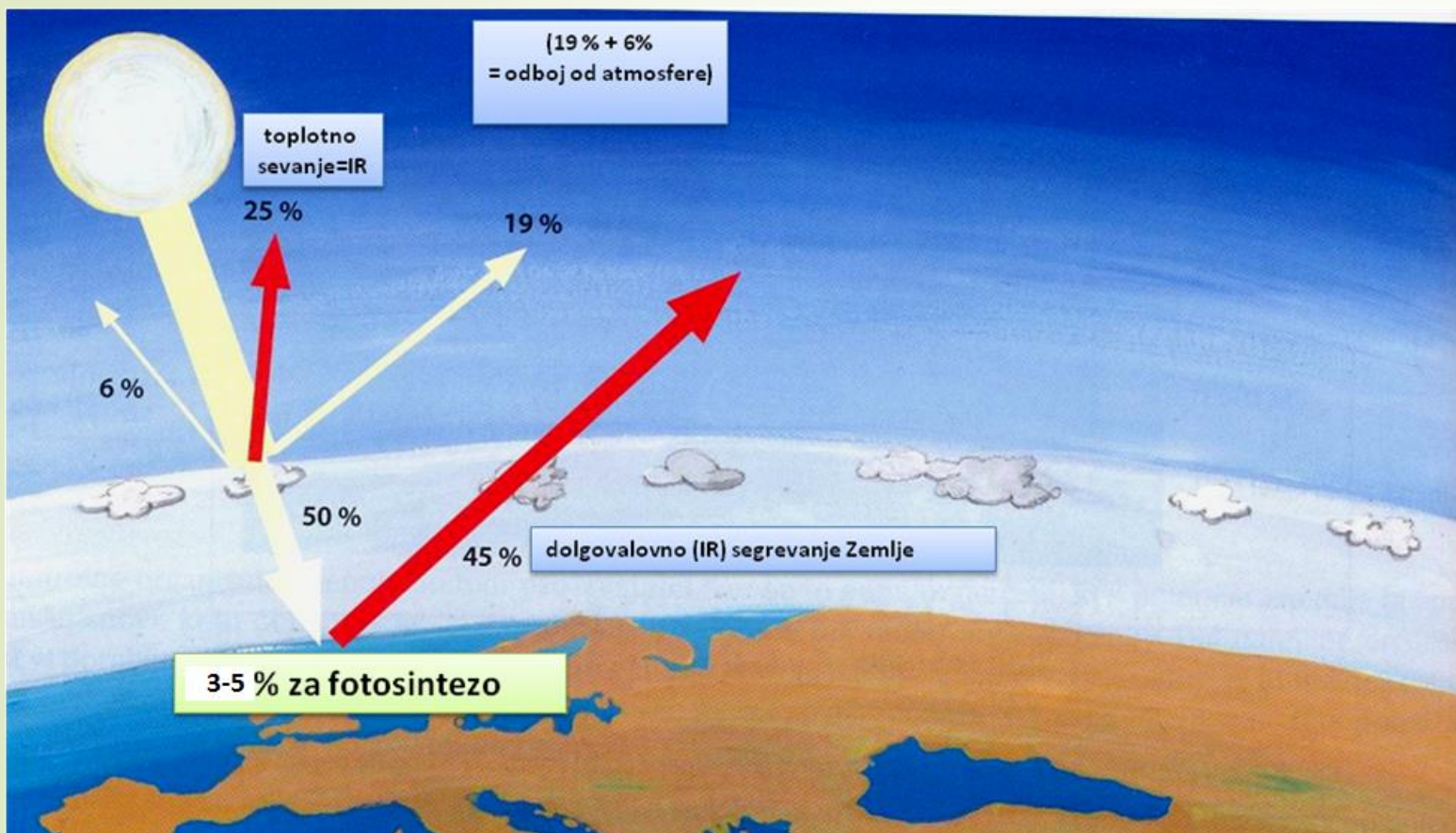
➤ npr. ***Lactobacillus***: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 \rightarrow \rightarrow \rightarrow \rightarrow 2 \text{C}_3\text{H}_3\text{O}_3^- + \star$

Piruvat



Laktat

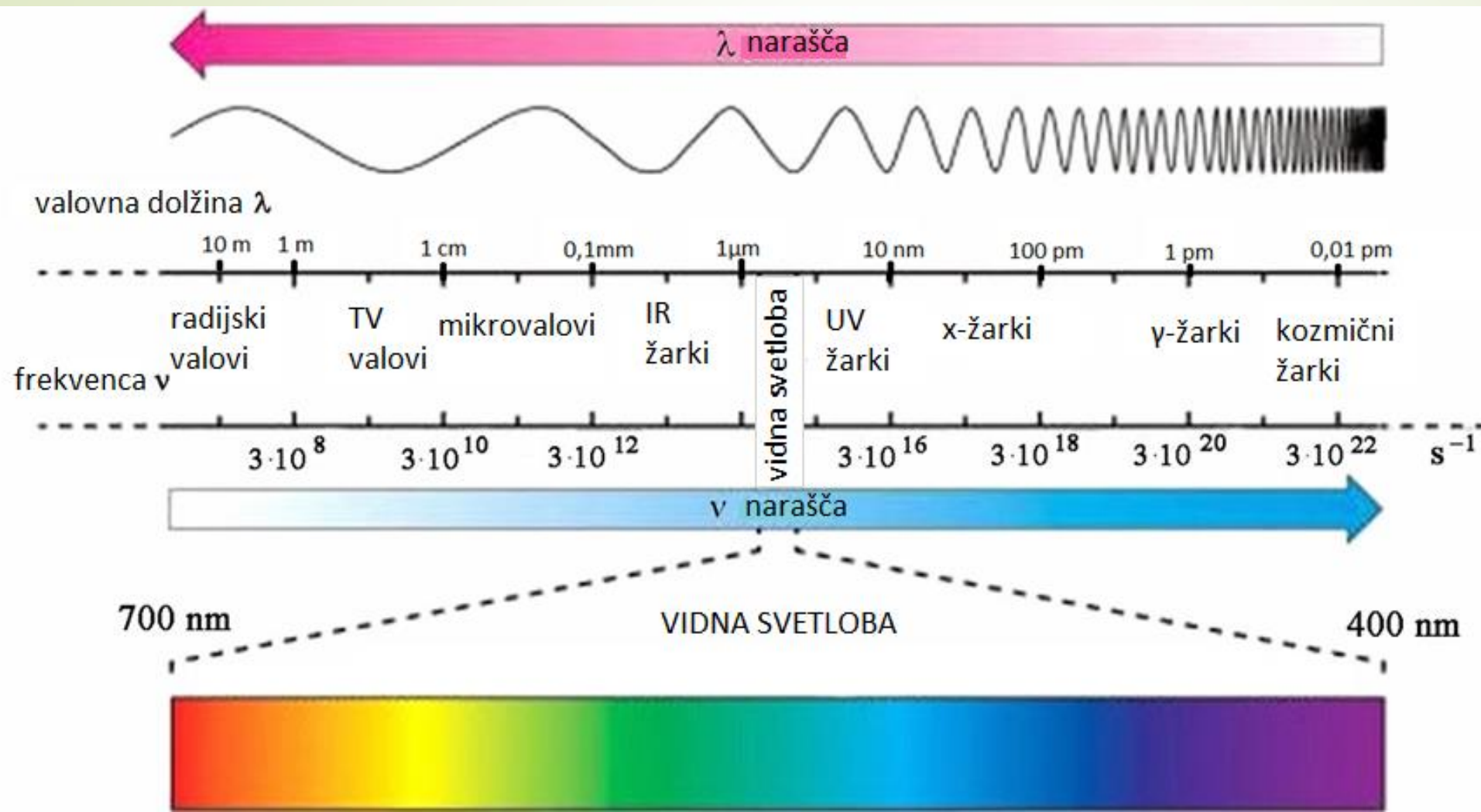
SONCE KOT VIR ENERGIJE



- Energija sevanja, ki prihaja s Sonca, je v obliki elektromagnetnega valovanja.
- Del sevanja, ki je za življenje nevarno (**UV-sevanje, x- in y-žarke**) atmosfera odbije nazaj v vesolje, preden pride do Zemlje.
- Tudi **50% vidne in infrardeče svetlobe zadrži atmosfera.**
- **Druga polovica** se prebije do Zemlje in ta se v glavnem porabi **za segrevanje planeta in atmosfere.** Samo **3-5 %** se je porabi za **fotosintezo. Ta majhna količina energije vzdržuje vse življenje na Zemlji.**

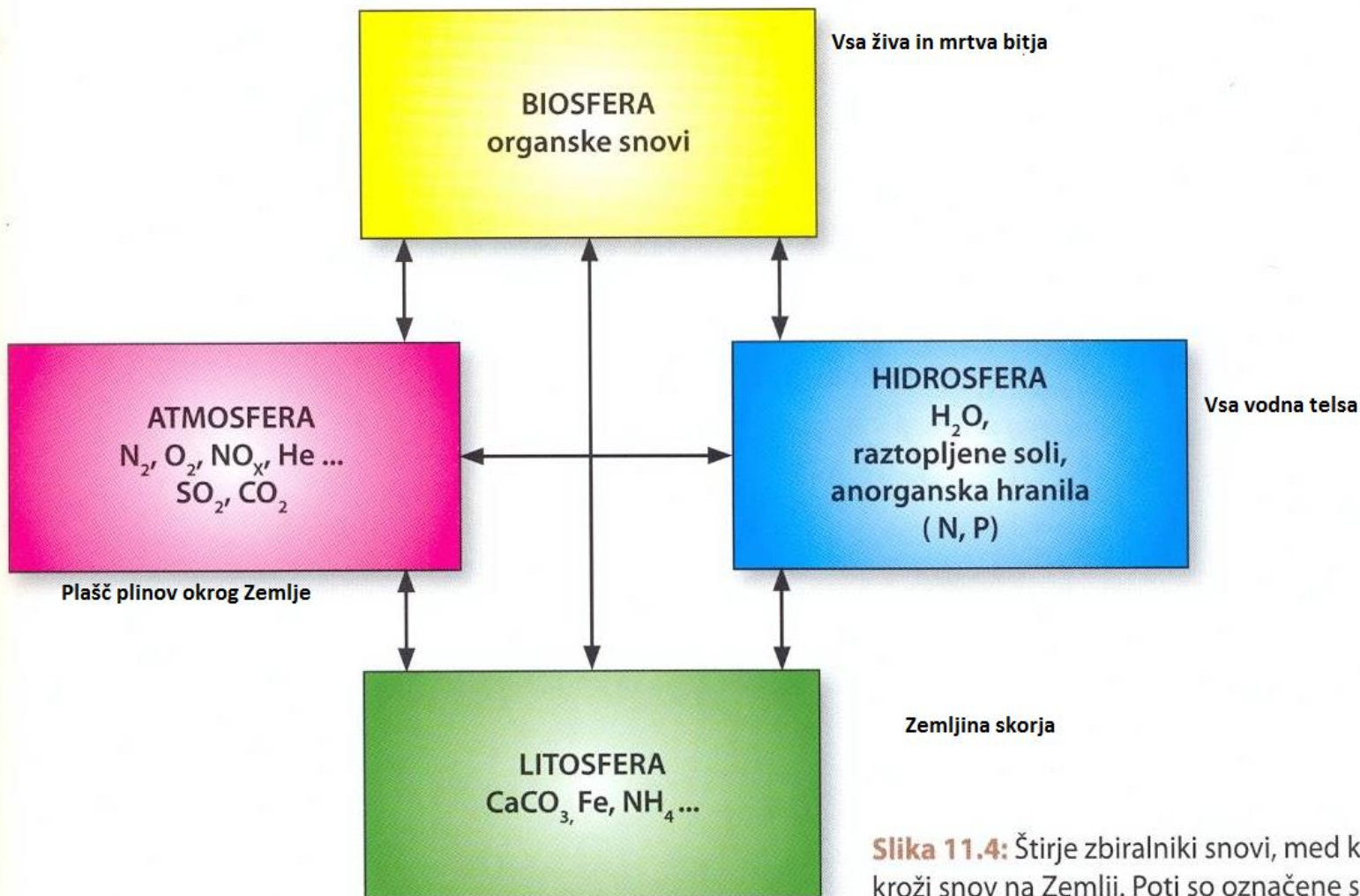
7

SPEKTER ELEKTROMAGNETNEGA VALOVANJA



$1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$
 $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$
 $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$

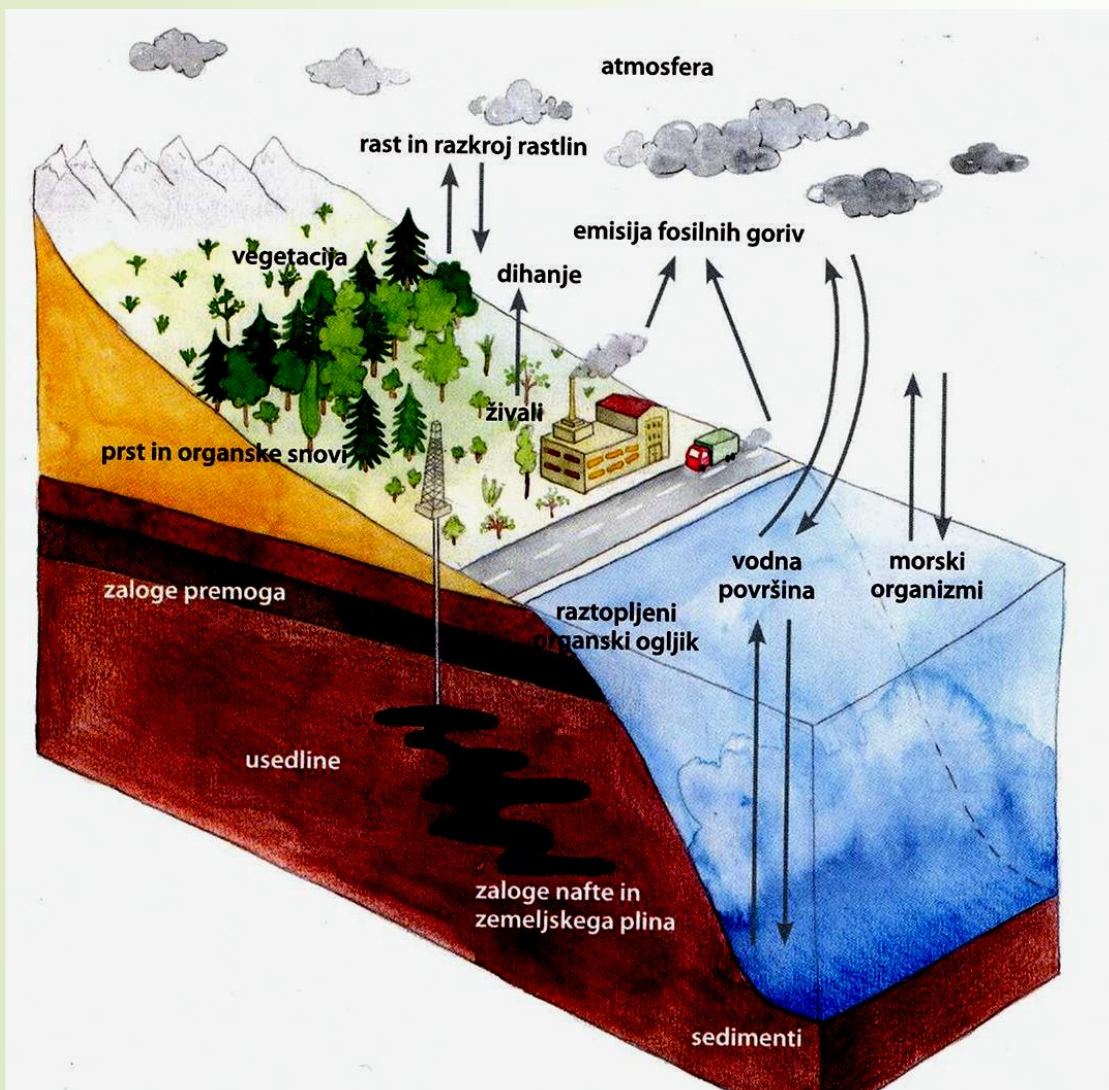
KROŽENJE SNOVI MED ŠTIRIMI ZBIRALNIKI



Slika 11.4: Štirje zbiralniki snovi, med katerimi kroži snov na Zemlji. Poti so označene s puščicami.

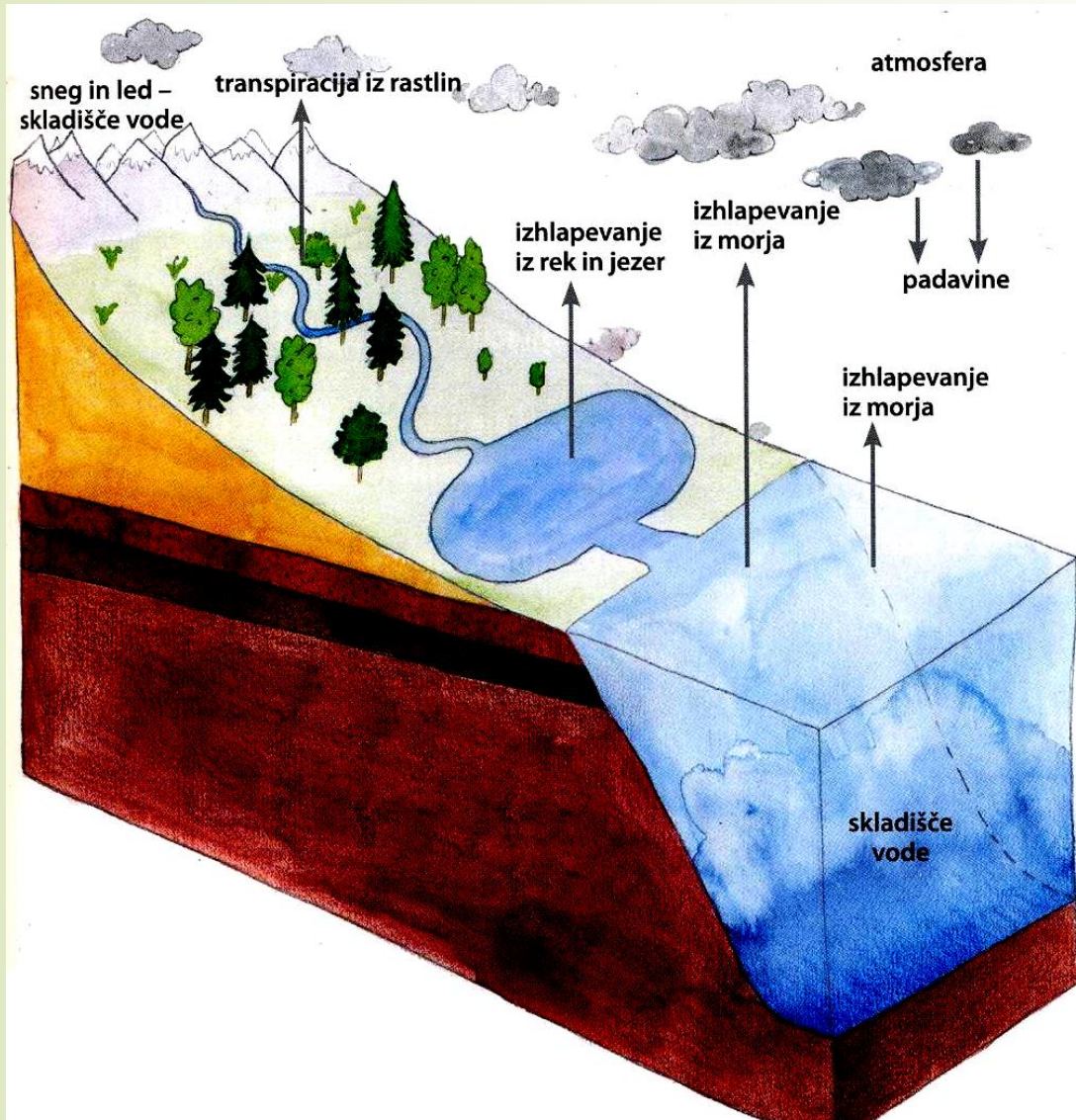
- **Snov iz Zemlje** nikoli **ne odide in** nič je **ne pride** na Zemljo na novo.
- **Snov** se na planetu stalno **premika-stalno kroži med različnimi zbiralniki**.

KROŽENJE OGLJIKA



- V biosfero vstopa ogljik s **fotosintezo**, v atmosfero pa se vrača z **dihanjem** kot CO_2 in s sežiganjem fosilnih goriv.
- V močvirjih in na dnu jezer, kjer ni kisika, se kopičijo **mrtvi organski ostanki**.
- V geološki preteklosti so iz njih nastala z ogljikom bogata **fosilna goriva** (šota, premog, surova nafta in zemeljski plin).
- S **sežiganjem fosilnih goriv** pa **narašča količina CO_2 v atmosferi**.
- **CO_2** iz atmosfere **se tudi raztaplja v vodi**, pri čemer **nastanejo topni karbonati**, ki jih nekateri organizmi porabijo za gradnjo **apnenčastih hišic**, ki bodo po fosilizaciji ustvarile **sedimentne kamnine**.
- **Karbonati** se **iz litosfere** vrnejo **v hidrosfero** med **spiranjem**, ko voda teče po apnenčasti podlagi.

KROŽENJE VODE



- **Največji zbiralnik vode** so **oceani**, v katerih je **več kot 97% vse vode** na planetu.
- S površine voda stalno **izhlapeva v ozračje**, kjer jo **vetrovi** zanesejo nad **vse predele planeta**.
- S **kondenzacijo** se vodne pare združijo v kapljice, ki padejo na Zemljo kot **dež**.
- Tu se voda začasno zbere v **jezerih, rekah, potokih**, v litosferi kot **podtalnica**, v hladnejših predelih tudi v obliki **ledu**.
- **Zelo majhen del vode** je stalno v **atmosferi** v obliki vodne pare; ta delež pa je **zelo pomemben**, saj **oskrbuje z vodo vse kopnine**.

KROŽENJE KISIKA

- **Kroženje kisika je povezano s kroženjem ogljika, le da sta procesa nasprotno usmerjena:**
- V ozračje se O_2 sprošča s *fotosintezo*.
- Pri dihanju in gorenju nastaja CO_2 .
- Rastline črpajo CO_2 za fotosintezo in proces se ponovi.

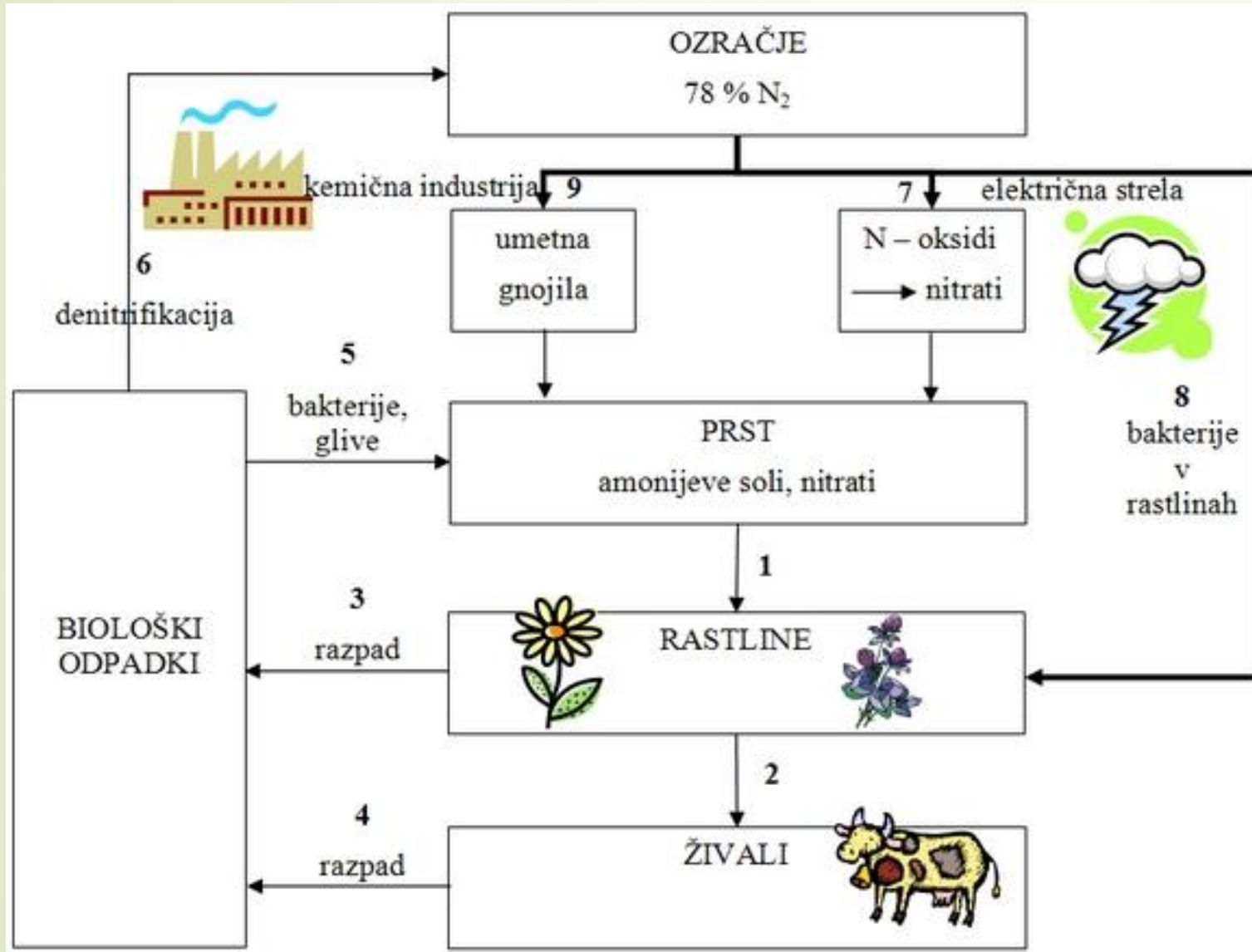
KROŽENJE DUŠIKA

- Dušik (N_2) sestavlja 78 % zraka, vendar ga v taki obliki rastline ne morejo izkoriščati (rastline lahko izkoriščajo le amonijeve ione, nitratne ione in sečnino $CO(NH_2)_2$).
- Za njegovo kroženje so važni trije procesi:
- **1. vezanje dušika:** sprememba N_2 v NH_4^+
 - Sposobne so ga vezati le nekatere bakterije, med katerimi so bakterije rudu ***Rhizobium***, ki živijo v koreninskih gomoljčkih stročnic (simbioza).
 - Vezanje poteka v anaerobnem okolju, proces omogoča **encim nitrogenaza**.
- **2. nitrifikacija:**
 - sprememba NH_4^+ v NO_2^- (bakterija rodu ***Nitrosomonas***)
 - sprememba NO_2^- v NO_3^- (bakterija rodu ***Nitrobacter***)
- **3. denitrifikacija:** postopno spreminjanje NO_3^- v NO_2^- in nato v N_2 . (**denitrifikacijske bakterije**)

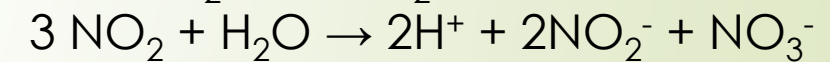
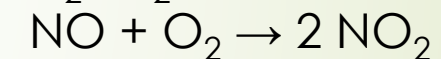
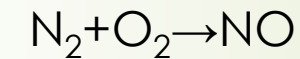


13

KROŽENJE DUŠIKA



7. Do **oksidacije** in **nitrifikacije** lahko pride tudi v atmosferi, s pomočjo **energije bliskov**:



KROŽENJE FOSFORJA

- **V rastline vstopa** fosfor kot **anorganski fosfat** (PO_4^{3-} in HPO_4^{2-})
- Fosfor je potreben za izgradnjo **nukleinskih kislin, fosfolipidov, ATP**.
- Mnogo fosforja se nalaga v **netopirskem gvanu** v jamah in v **gvanu kormoranov** in drugih ptic na obalah.
- V okolje se vrača, ko **bakterije razkrojijo iztrebke s fosforjem** → nastane spet PO_4^{3-}
- Fosfor se lahko **nabira v usedlinah** za dolga geološka obdobja.
- Šele z geološkim **dviganjem skladov** pridejo **s fosforjem bogate kamnine znova na površje**.
- S **preperevanjem** se zopet pojavi **anorganski fosfat**, ki ga **rastline** lahko črpajo.
- **Presežki fosforja v rekah**, jezerih in morju povzročajo **bujno rast alg in modrozelenih cepljivk**
- Njihovo **odmiranje** povzroči **sekundarno polucijo vodnih ekosistemov**.

KROŽENJE ŽVEPLA

- Žveplo, ki je prisotno v atmosferi v obliki SO_2 , lahko **izhaja iz ognjenikov**, iz naravnih **požarov** in iz **industrijskih središč**.
- Po oksidaciji v SO_3 reagira z vodo in tvori žveplovo kislino H_2SO_4 , ki v padavinski vodi **disocira na 2H^+ in SO_4^{2-}** .
- **Rastline** črpajo SO_4^{2-} iz zemlje in vežejo žveplo v **aminokisline**.
- **Živali** dobe žveplo iz rastlinske hrane.
- V **neživo okolje** se žveplo vrača z **iztrebki** in **trupli**.
- Pri **bakterijskem razkroju** beljakovin nastaja H_2S , ki ga bakterije še spremenijo v elementarno žveplo **S**, žveplov dioksid SO_2 ali sulfat SO_4^{2-} .