

3. konferenca učiteljev naravoslovnih predmetov
Povezujemo znanje za boljšo pismenost & Scientix

Sistemski pristop k reševanju okoljskih problemov

MJ TOMAN

Univerza v Ljubljani, Jamnikarjeva 101, 1000
Ljubljana, mihael.toman@bf.uni-lj.si



Zavod
Republike
Slovenije
za solstvo



Sistemiški pristop



Sistemi so odprti in dinamični

Postavitev mej sistema praktično nemogoča

Elementi sistema tudi nematerialni (družbeni, sociološki, pravni)

Vedno elemente analiziramo selektivno, nikoli vseh (možnost manipulacij)

Izbor elementov odvisen od ciljev in namenov

Pristop mora biti nujno celosten

VSE TO VELJA TUDI ZA EKOSISTEME

Sistem in ekosistem



Sistem je množica elementov povezanih med seboj tako, da noben ni neodvisen od drugega in na obnašanje celote vpliva skupno delovanje vseh elementov.

Torej ekosistem je množica fizikalnih, kemijskih in bioloških elementov.

Struktura in funkcija sta kompleksni, enako njuno razumevanje.

Struktura in funkcija



Struktura in funkcija sta vezani na določen ekosistem. Zato
Je v ekologiji osnovno vprašanje: Zakaj prav takšna distribucija in
abundanca v določenem ekosistemu?

JE TO TUDI ZA MONITORING POMEMBNO VPRAŠANJE – KLJUČNO? Kje so vzroki?

Struktura in funkcija



Diverziteteta združb in procesov v ekosistemu odvisna od sistema samega (pri jezeru morfometrija primarna)

Samoorganiziranost ob vplivih iz okolja (adaptacije), primer samočistilna sposobnost rek.

Evolucijski razvoj ekosistemov, „samoučenje“

Kompleksni ekosistemi



Velika nepredvidljivost reakcij ekosistemov po vplivih

Zgradba in delovanje sta sicer definirana, a slabo poznana

Upravljanje ekosistema (jezera npr.) skoraj nemogoče

Poznavanje vplivov nujno za postavitev ukrepov

Odziv na podobne okoljske vplive različen, vsak primer poseben

Razumevanje kompleksnih ekosistemov



Iskanje vzorcev v času in prostoru (plankton sezonsko) in vzrokov

Ekologija združb je študij strukture (biodiverziteta) in organizacije (interspecifični odnosi)

Večinoma le raziskovanje osnovnih elementov (kemizem, organizmi) in premalo kompleksnosti ekosistema

Znani kamenčki v mozaiku, manj mozaik sam („črna skrinja“)

Razumevanje je obratno sorazmerno s kompleksnostjo ekosistema

Modeliranje odvisno od vhodnih elementov (Blejsko jezero P, N)

Varstvo okolja



Aplikacija ekoloških in drugih naravoslovnih znanj (kemijskih, fizikalnih, matematičnih, geoloških, geografskih) ter družboslovnih znanj (socioloških, filozofskih, pravnih in drugih).

Pogosto **antropocentričen** pristop, *mantra* politikov, gibalo okoljskih gibanj, civilnih združenj in **trajnostnega razvoja**.

Boj za naravo ali le za človeštvo
Kakšno vlogo ima pri tem KAPITAL !?



Ekologija \neq Varstvo okolja



Narava, okolje, prostor



Varstvo okolja obravnava vse troje.

Naravo oblikujejo ekosistemi.

Okolje je kombinacija narave in družbe

Prostor je neomejena in brezsnovna entiteta, v kateri so telesa, ki se gibljejo in v kateri se pojavljajo dogodki.

Trajnostni razvoj



Antropocentrični pristop, ki pogosto vključuje LE trajnostni razvoj človeške družbe.

V **Naravi** (ekosistemih) je **dinamični koncept, ne trajnostni!**

Pod tem pojmom razumemo povsem različne stvari, zato možnost manipulacij!

Enako je s **klimatskimi spremembami, globalnim segrevanjem**

Značilna naša primera:

1. Zaradi poplav moramo regulirati vodotoke (zakaj nas poplavi? - gradnja v strugi reke ali vsaj V poplavni ravnici)
2. Zaradi suše moramo graditi zadrževalnike (v stepi sadimo ZA VODO POTRATNO koruzo, ne žit!)

Trajnostni razvoj



TR zadovoljuje potrebe sedanjega rodu (družbe), ne da bi ogrozili prihodnje rodove, da zadovoljujejo svoje potrebe (1987, Gro H. Brundtland, norveška političarka)

Okoljska trajnost je proces, odvisen od sukcesije narave, ne od nas

Zeleni razvoj ni TR, prednost daje okoljski trajnosti pred gospodarskim in kulturnim vidikom. Pogosto konflikten in za naravo neproduktiven.

Trajnostni razvoj



Zamisel za razvoj človeške družbe primarno s tremi stebri:

- gospodarski razvoj, omogoča gospodarsko vzdržnost
- socialni razvoj, omogoča družbeno-politično trajnost
- varstvo okolja, garant okoljske trajnosti

Danes dodan kulturni steber: kulturna raznolikost je enako pomembna za družbo (človeštvo) kot je biološka raznolikost za naravo.

80% onesnaženja vodnih ekosistemov prihaja s kopnega



izsekavanje gozdov



odpadki



kmetijstvo



Onesnaženje s padavinami NI zanemarljivo!
Primer Alpska jezera

živinoreja



gospodinjstva



industrija



transport



Monitoring



- zavedanje o stanju sistema
- opazovanje obnašanja in odnosov med osebkami ali skupinami
- spremljanje stanja

BIOMONITORING (ocenjevanje ekosistema na osnovi živih organizmov)

- znanost o domnevah o okoljskih razmerah z ugotavljanjem prisotnosti organizmov, ki so značilni za določeno okolje.
- z biomonitoringom ocenjujemo kvaliteto voda rek, potokov, jezer morja n mokrišč.

Primeri kompleksnosti ekosistemov, ki zahtevajo sistemski pristop

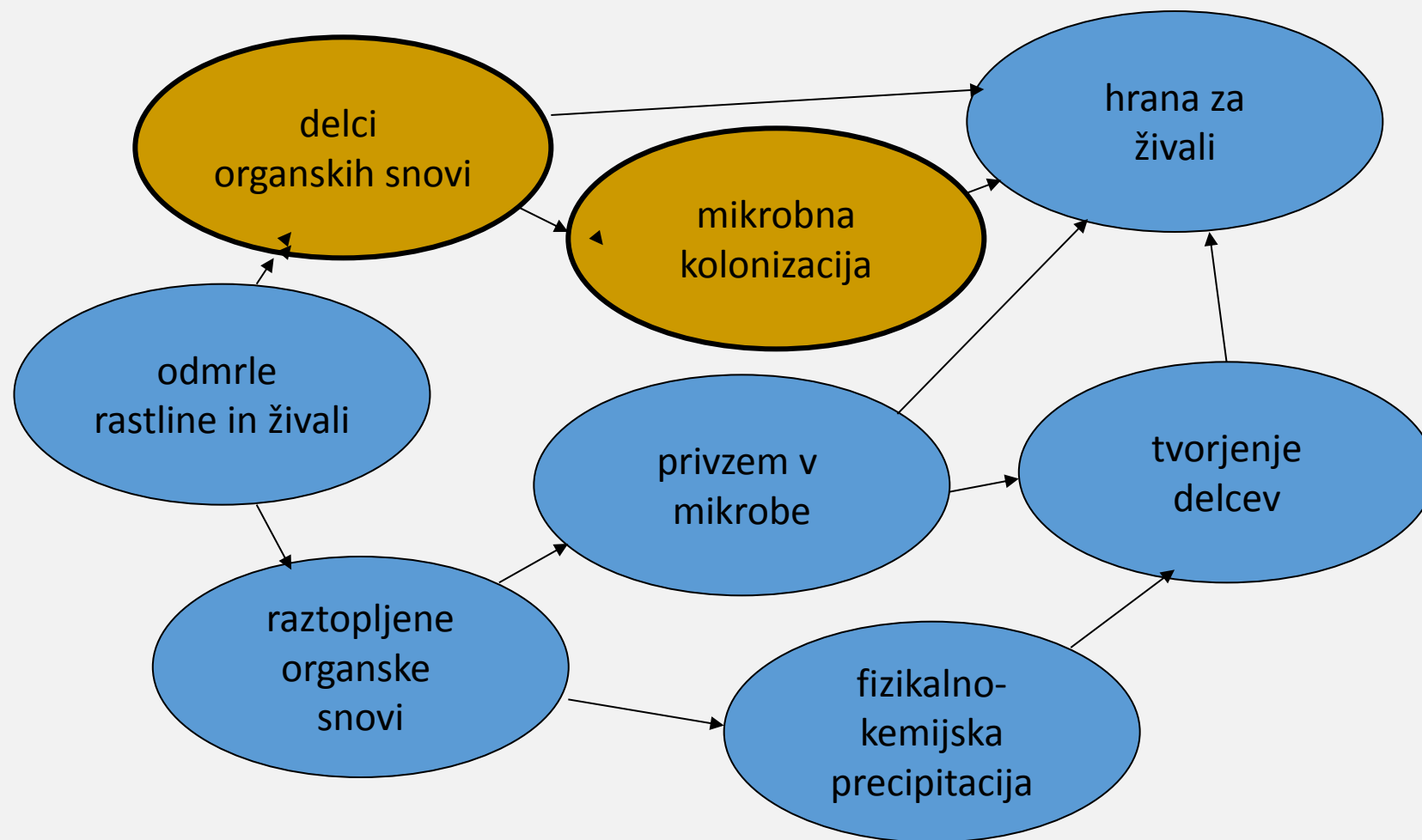


- reke in potoki
- jezera

Predmet raziskav so med drugim:

- detritna pot in usoda nastale organske snovi v sistemu, vključno z alohtono
- energetska in snovna bilanca v jezerih
- več dimenzionalni sistem rek in perifitonska združba
- kroženje določenih elementov (Hg)
- prisotnost in vpliv specifičnih toksikantov

DETRITNA POT V VODNEM EKOSISTEMU

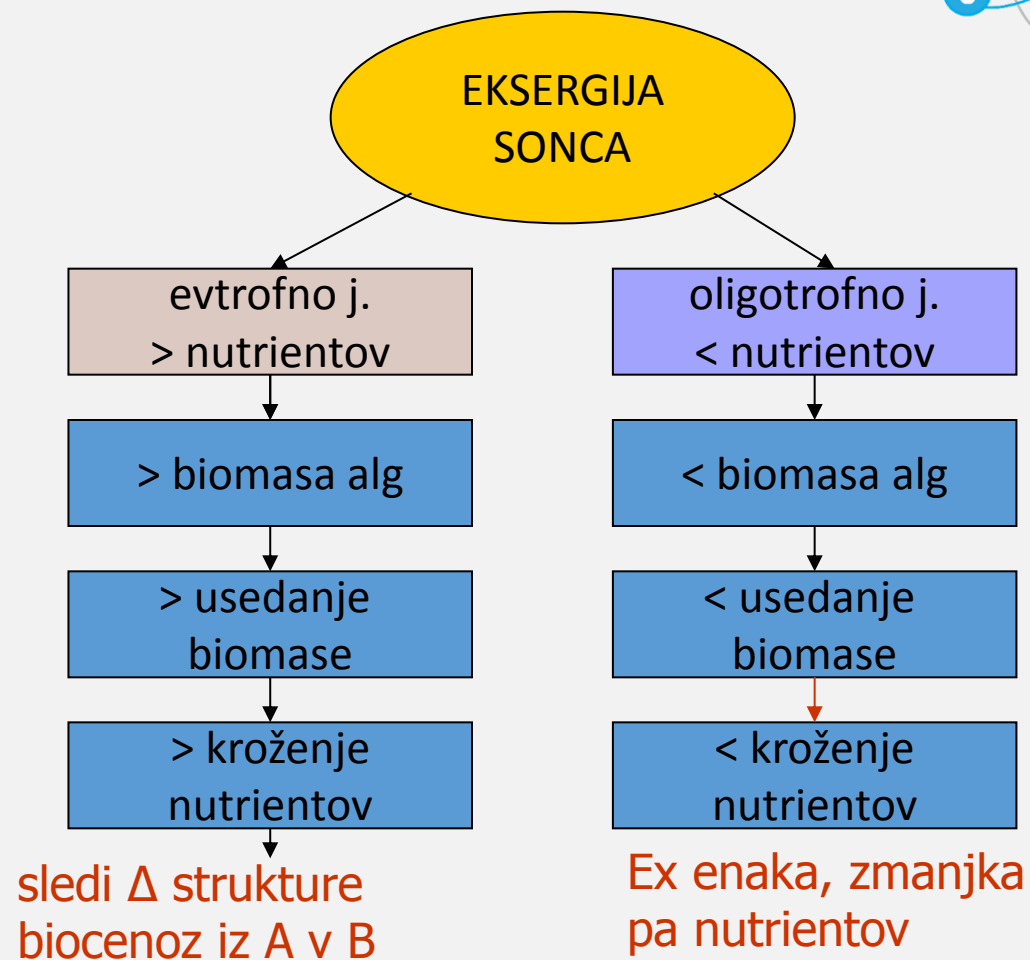


EXERGIJA (“ENERGIJA”)



Jezerski ekosistem in produkcija sta odvisna od sončne E, ki lahko opravi delo, to je PP.

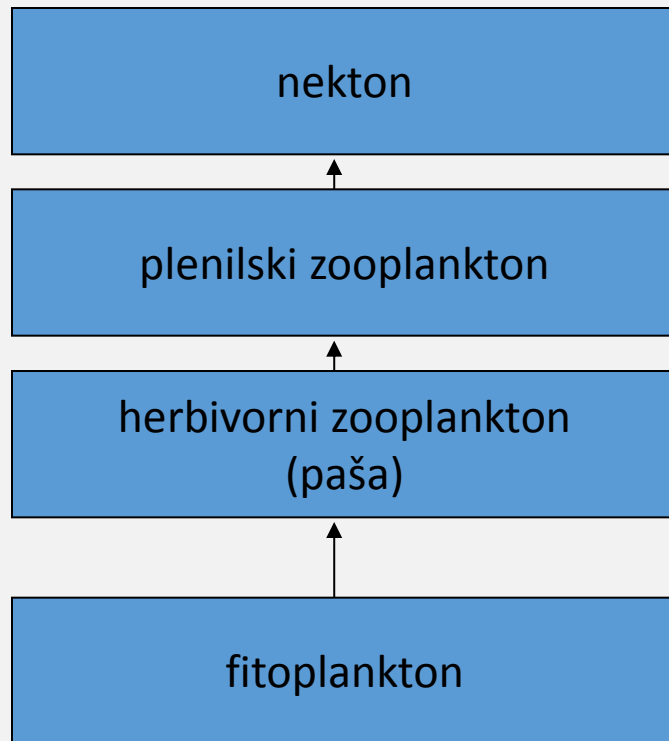
Ocena stanja je kompleksna, exergija ni primarni dejavnik, za obe jezera je enaka. Kaj pa je limitirajoče?



PREHRANSKE POTI V PELAGIALU

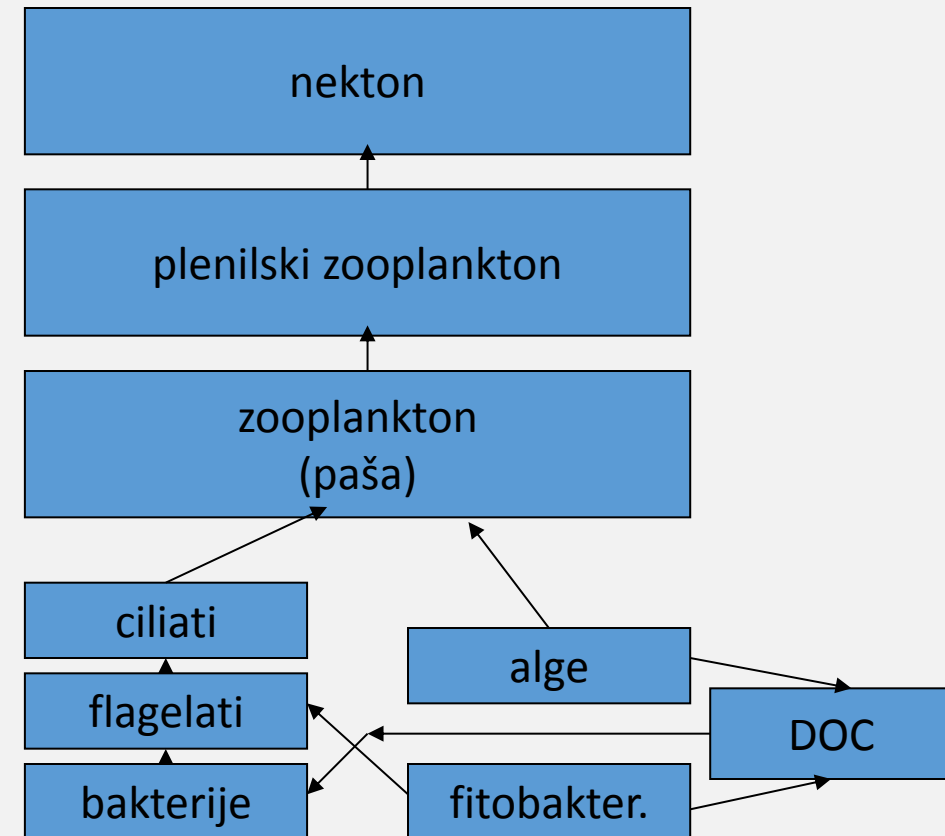


A



Tradicionalna prehranska shema

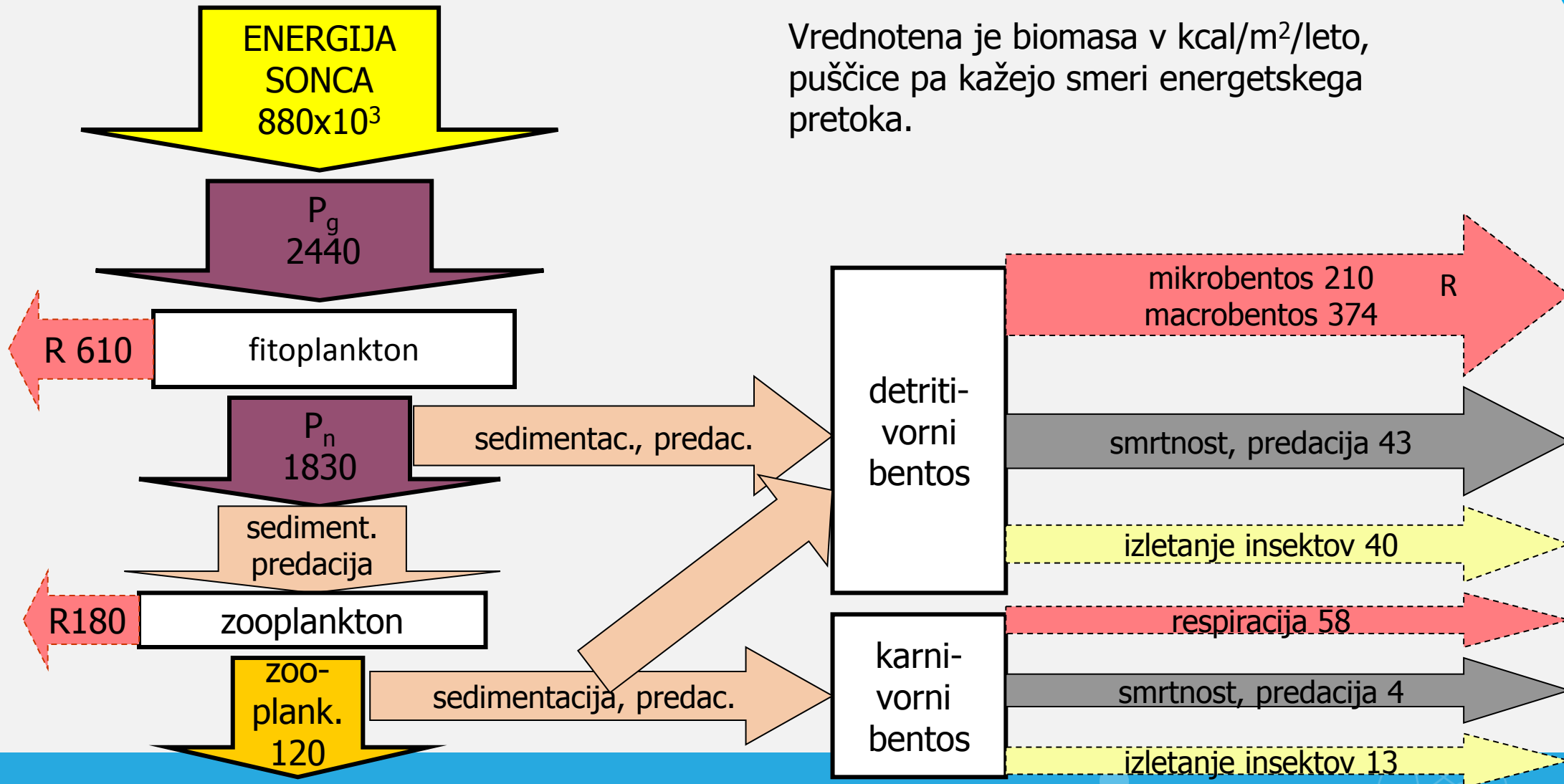
B



PRETOK ENERGIJE V JEZERU (primer Esrom)



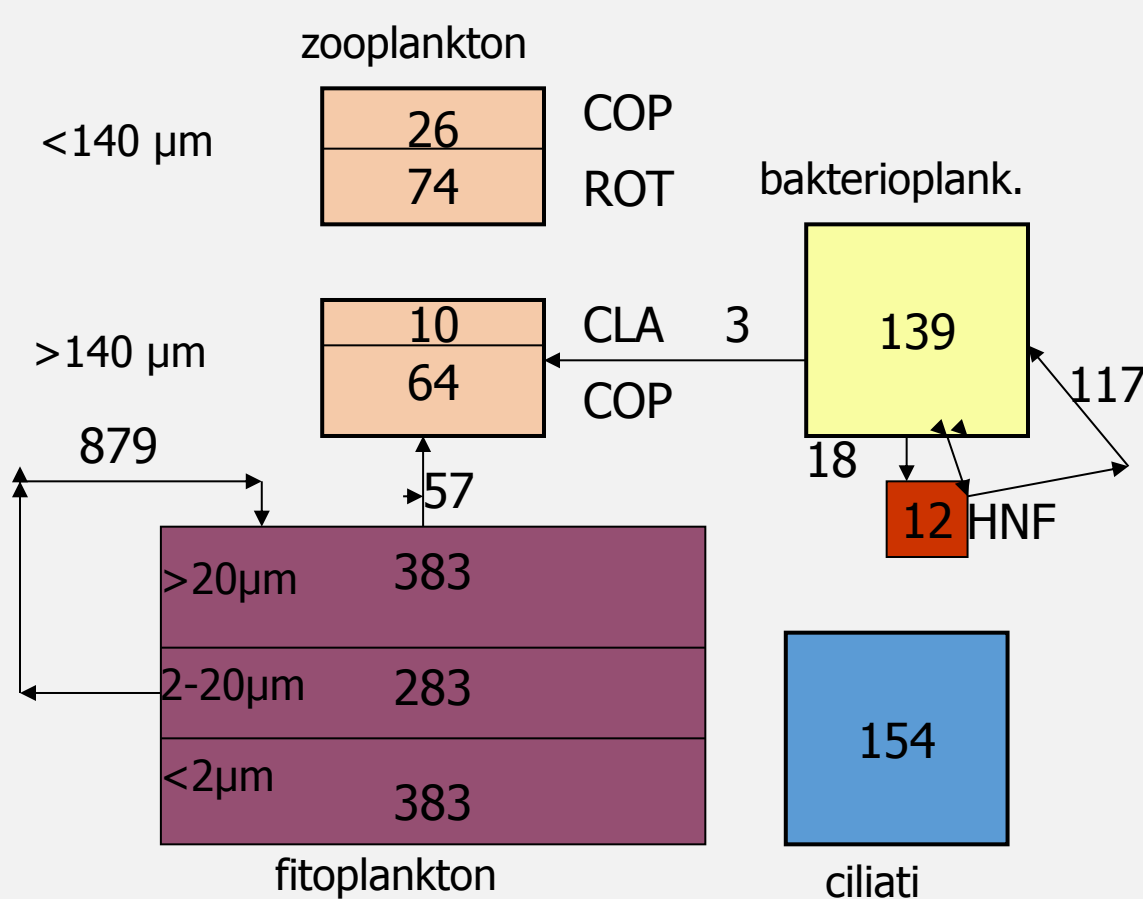
Vrednotena je biomasa v kcal/m²/leto, puščice pa kažejo smeri energetskega pretoka.



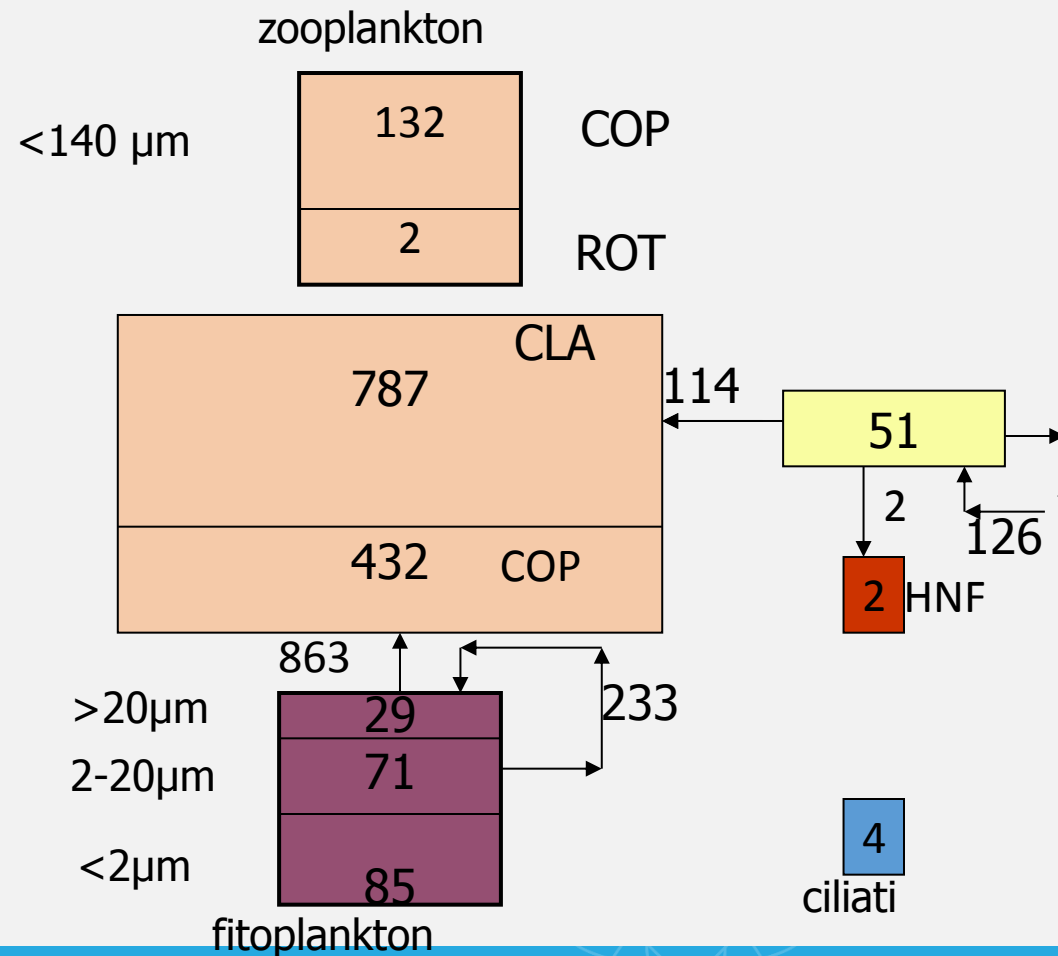
Pomen makrofitov, vebnost C $\mu\text{g/L}$, STIGSHOLM,



Makrofiti odsotni



Makrofiti prisotni



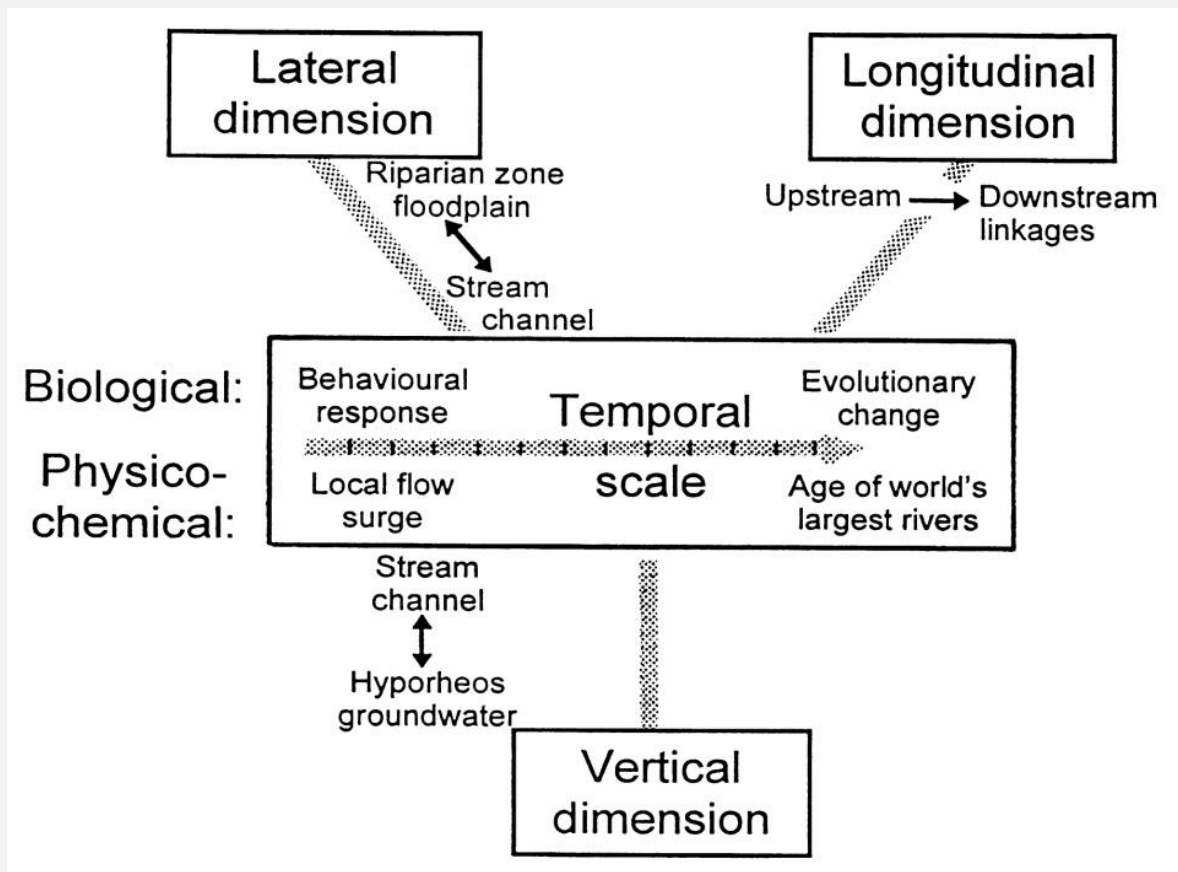
Več dimenzionalni sistem tekočih voda



Lotični (rečni) ekosistemi so zelo dinamični. Biološke, fizikalne in kemijske značilnosti so odvisne od:

lateralnih vplivov
longitudinalnih sprememb
vertikalnih povezav
časovne skale

Z regulacijami močno vplivamo na posamezne dimenzije.

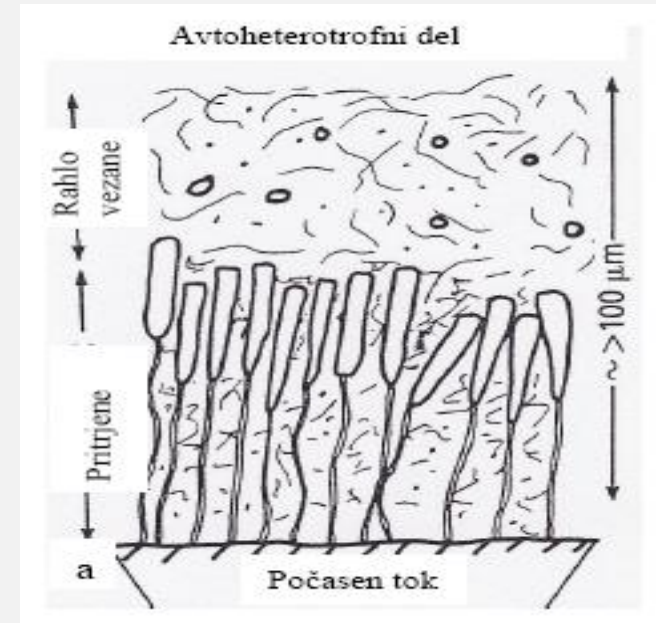


Perifitonska združba

Heterogena združba obrasti v vodnih telesih:
bakterije, glive, CB, alge, praživali, majhni
metazoji stalno ali občasno pritrjeni na organski
ali anorganski substrat.

Funkcionalni mikrokozmos vključuje
PP, SP in dekompozicijo.

Samočistilna vloga odločilna za vodna okolja



Biofilm perifitona pri počasnem toku (Vir: Ford, 1993)

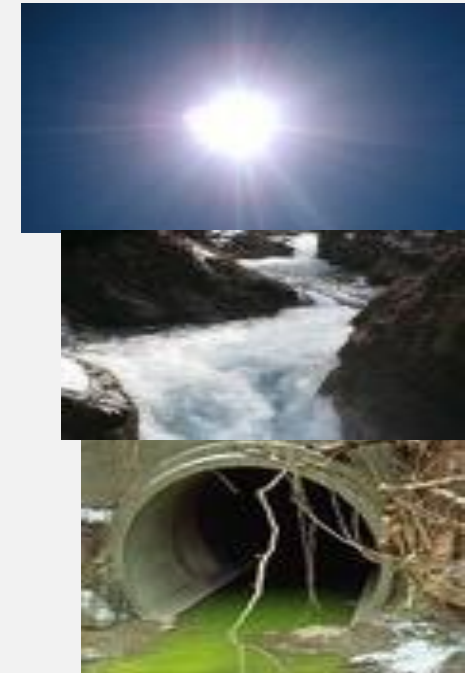


DEJAVNIKI, KI URAVNAVAJO RAST IN RAZVOJ PERIFITONA

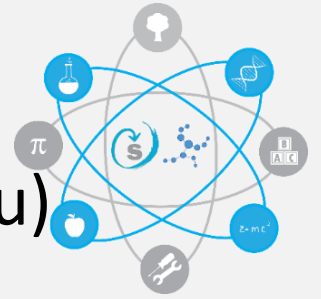
- svetloba,
- temperatura,
- hranilne snovi in druge raztopljene snovi,
- hitrost vodnega toka,
- narava substrata,
- pH,
- kisik,
- ogljikov dioksid,
- slanost,
- trdota vode,
- različne vrste motenj (onesnaženje vode, povečan pretok,...)
- kompeticija,
- plenilstvo in
- parazitizem...

ABIOTSKI DEJAVNIKI

BIOTSKI DEJAVNIKI



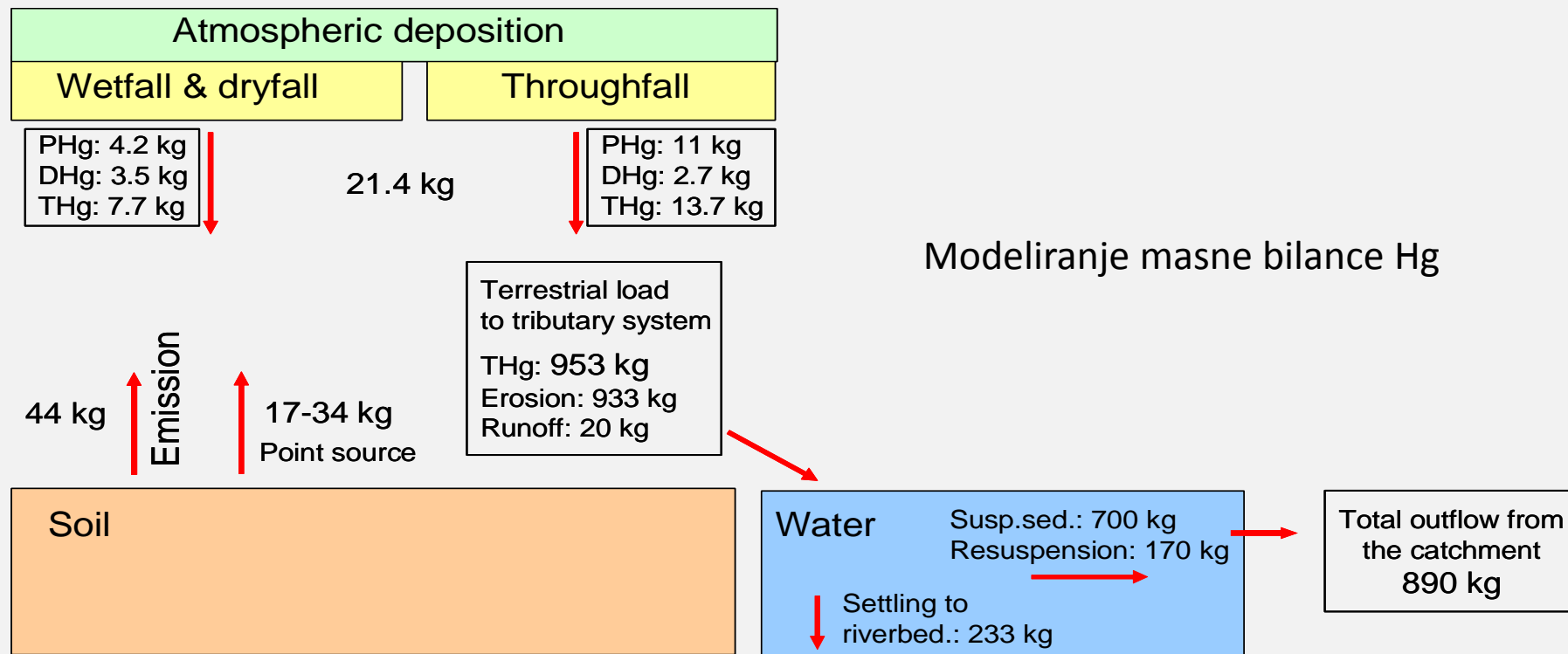
Sezonska dinamika alg je odvisna od mnogih dejavnikov, ki soodvisno določajo število, pogostost in dominantnost vrst.



V Idriji je 500 let deloval rudnik živega srebra (drugi največji na svetu)

Pridobili 127.000 ton Hg, >37.000 ton pristalo v okolju



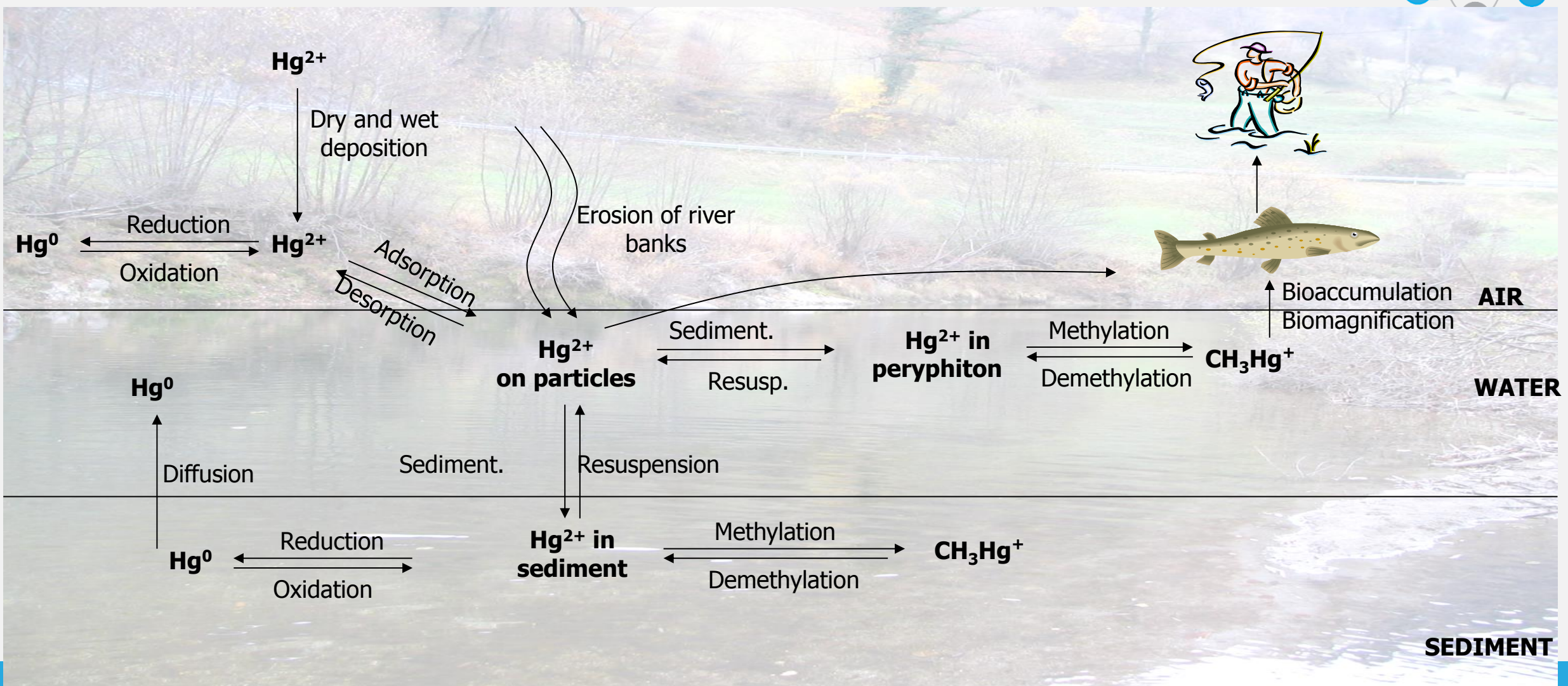


Letni vnos živega srebra v Idrijco:

- Skupaj: **953 kg Hg**
- Erozija: 82 797 m³ sedimenta → **934 kg Hg na delcih**
- Spiranje: **19.3 kg raztopljenega Hg**
- Od 934 kg Hg na delcih: **234 kg prispe v sediment, 700 kg ostane v suspendirani snovi**
- Poplavni val → Resuspenzija sedimentnih delcev, bogatih s Hg: → **170 kg Hg/val**



Krasna si, bistra hči planin, brdka v prirodni si lepoti...
do kdaj, do kje, ali res?



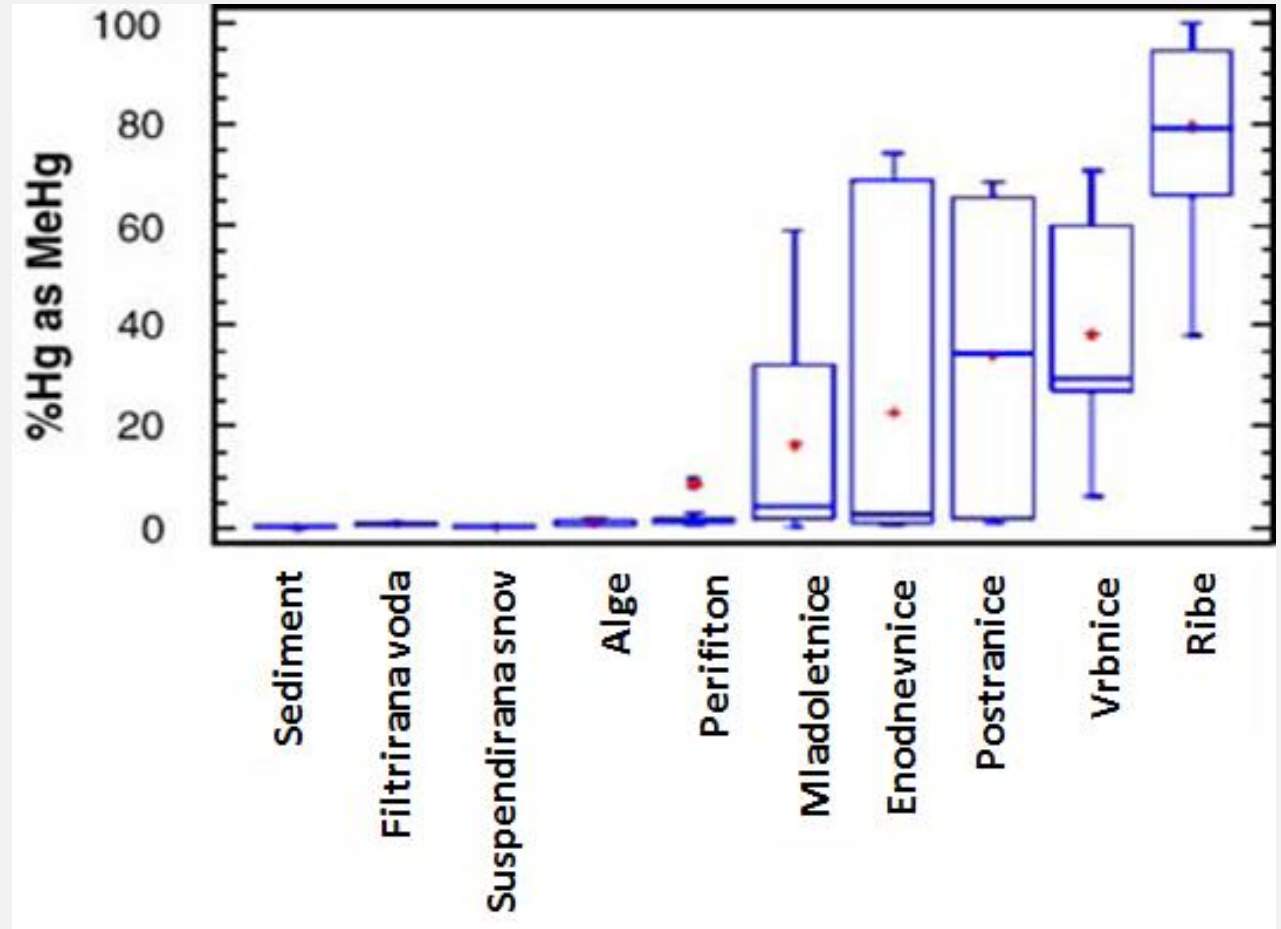
SEDIMENT

Metil živo srebro v prehranski verigi



Avtohtone ribe odražajo dolgotrajno izpostavitv živemu srebru in so zato dobri indikatorji onesnaženja z živim srebrom. Na najbolj obremenjenih delih reke velik del živega srebra dobijo tudi direktno iz vode preko škrg in ne le s prehrano.

Vsakršna sprememba rečnega režima (akumulacija) poveča metilacijo v usedlinah, obremenjenost reke Soče in Tržaškega zaliva je prisotna





Zakaj je razumevanje onesnaženja s Hg (MeHg) pomembno

Ocenjen dnevni vnos Hg pri ljudeh izražen v $\mu\text{gHg}/\text{day}/\text{kg}_{\text{tt}}$

	Idrija		Obalno območje	
	T-Hg	MeHg	T-Hg	MeHg
zrak	0.05 - 0.10	-	0.001 - 0.005	-
ribe (100g/dan)	0.20 - 3.33	0.18 - 3.20	0.18 - 1.35	0.17 - 1.33
Druga hrana	0.66	0.132	0.05	0.01

US EPA priporoča vnos 0.1 $\mu\text{gHg}/\text{day}/\text{kg}_{\text{tt}}$ (60 kg tt – telesna teža)

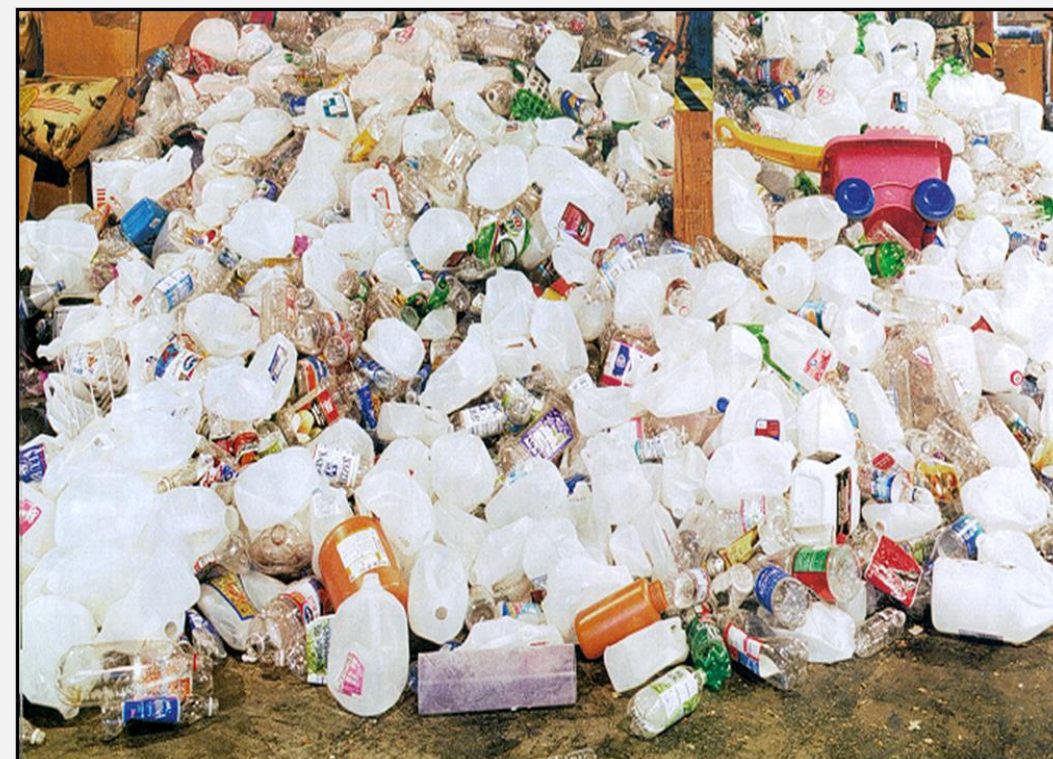
Motilci endokrinega sistema (MES)

Naravne spojine in sintetične kemikalije.

Poznavanje strukture in koncentracije snovi v okolju za oceno nevarnosti/strupenost NI DOVOLJ.

Spoznanje grožnje in zaskrbljenost od 1980 zaradi:.

- kronične izpostavljenosti nizki koncentracijam pod mejo detekcije,
- interakcij med kemikalijami (sinergizem),
- trofičnih interakcij (biomagnifikacija) in persistentnosti (bioakumulacija).



MES v okolju

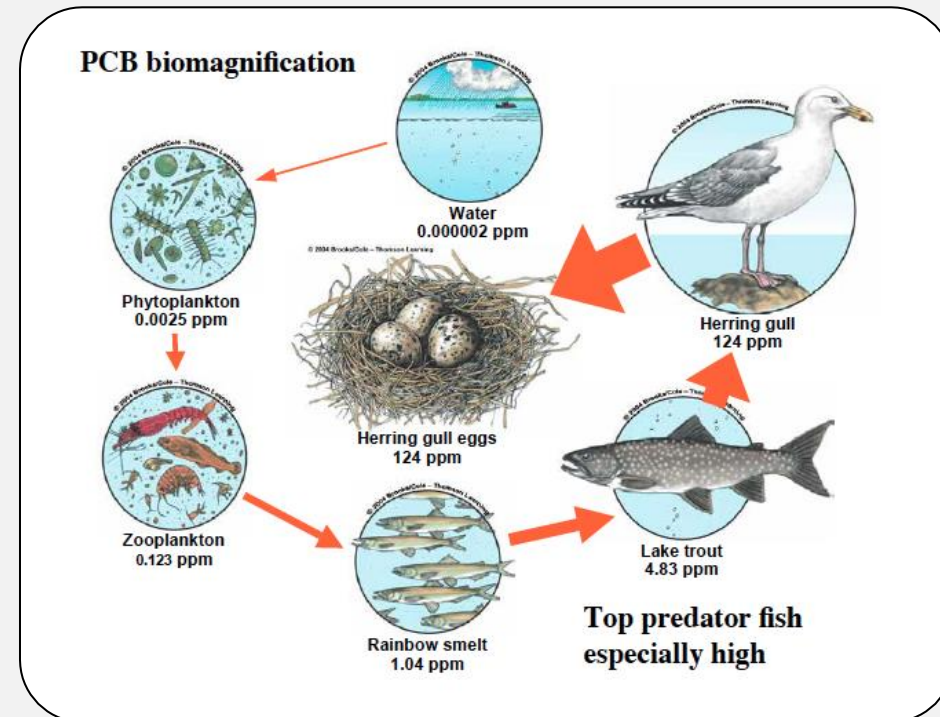
Vnos v površinske vode: **točkovni** (komunalne, industrijske odpadne vode, ČN!)

in **razpršeni** ((izcedne vode odlagališč, raba FFS, atmosferski depoziti).

Učinki :

- Feminizacija aligatorjev v rekah Floride (pesticidi),
- feminizacija rib v rekah Anglije (MES v komunalnih iztokih),
- imposeks pri polžih morskih obal (TBT),
- reprodukcijske motnje pri pticah ujedah (DDT)
- mutagenost, kancerogenost, zmanjšanje štev. spermijev, neaktivnost spermijev pri ljudeh

Posledice kronične izpostavljenosti človeštva in ekosistemov
NEJASNE .





KAM TOREJ GREMO IN KAJ NAS ČAKA?

**NAPOVEDI NISO ROŽNATE,
ČE NAŠEGA OBNAŠANJA NE BOMO SPREMINILI
SYSTEMSKO, NE DEKLARATIVNO
MANTRIČNO**

Izziv za vse nas!



Ključno je VPRAŠANJE :

***Kako vključiti RAZUMEVANJE
OKOLJA IN VODE v našo zavest
in premagati antropocentrizem***

IZOBRAŽEVANJE



V razmislek



- Kakšno je naše (človeško) **poslanstvo** v biosferi?
- Zakaj nas **morata zanimati** okolje in narava?
- Sta narava in posebej vode dobrini v ekonomskem smislu (trženje!)?
- Kaj pa sistemske storitve?
- Kaj MORAM(O) **sporočati** mladi generaciji?
- Kaj nas dejansko zanima v povezavi s spremembami na Zemlji?
- Ali je predpona **EKO** škodljiva?
- Kakšno težo imata **denar** (kaznovanje) in **vzgoja** (zavedanje) pri reševanju okoljskih problemov?

Realni problemi sedanjosti

- Trajnostni razvoj
- Klimatske spremembe
- Biodiverziteteta



Ali res?

Kaj pa mogoče?

- Čista voda
- Zdrava hrana
- (ne)varni odpadki



“Anybody who can solve the problems of water will be worthy of two Nobel Prizes, one for peace and one for science.”

(President John F. KENNEDY)



Danes ni vprašanje, kaj zmoremo in do kakšne mere znamo planet Zemlja spremeniti. Je le nezadostno zavedanje, česa absolutno ne smemo (več) početi.

(ekolog MIHAEL J. TOMAN)