

## **GIMNAZIJA POLJANE - EVROPSKI ODDELKI: 1. letnik (šolsko leto 2005/06)**

### **Projektni teden: »Ljubljana mene briga«**

Splošni cilji projektne dela:

Dijaki:

- ⇒ pridobijo sposobnost usmerjenega opazovanja primerjanja in sklepanja o naravnih pojavih in njihovi medsebojni odvisnosti, kar je osnova za razumevanje procesov v naravi,
- ⇒ razširjajo in poglobljajo znanja s področja interdisciplinarnega pristopa in se s poglobljenim znanjem vključujejo v zahtevnejše naloge v šoli in drugod ter pridobljene pojme posplošujejo in povezujejo z zakoni, tudi z uporabo matematike,
- ⇒ spoznajo nekatere naravne pojave, pojme in zakone iz naravoslovja ter kvalitativne odnose pri določenih pojavih,
- ⇒ spoznavajo nekatere pomembne naravne pojave in organizme, področja dela v naravi, metode raziskovalnega dela, pomen naravoslovja za razvoj drugih ved in vpliv znanja na splošni družbeni in gospodarski razvoj, pri tem pa sklepajo na zakonitosti v naravi in medsebojno povezanost,
- ⇒ z raziskovalnim in drugim delom pridobivajo delovne navade in spretnosti, pri tem pa se učijo dejavnosti, ki pouk povezujejo s prakso, kar je podlaga za razumevanje procesov v naravoslovju,
- ⇒ ugotavljajo stanje in nakazujejo možnost rešitve problemov ter spoznajo, da sta posamezna aktivnost ali dogajanje lahko koristna ali škodljiva,
- ⇒ spoznavajo, da naravoslovje ni ločeno raziskovalno področje, ampak je tesno povezano z drugimi znanostmi, tudi z glasbeno in likovno umetnostjo
- ⇒ razvijajo občutek za varno in odgovorno delo in pri tem uporabljajo ustrezna sredstva,
- ⇒ se usposabljujejo za samoizobraževanje,
- ⇒ se pripravljajo za javno nastopanje.

**Biološki del (Nataša Koprivnikar), število ur: 6 + 2**

CILJI	DEJAVNOSTI	VSEBINE	POJMI
<p><b>Dijak:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• spozna postopek priprave na terensko delo (organizacijska, izvedbena in vsebinska priprava)</li> <li>• zna izbrati in uporabiti ustrezne pripomočke in instrumente za izbrano terensko delo</li> <li>• zna uporabiti različne metode dela: nabiranje, določanje, prepoznavanje in opazovanje organizmov</li> <li>• prouči abiotske dejavnike v izbranem okolju (reki)</li> <li>• nabira, določa in prepozna organizme v izbranem okolju (reki)</li> <li>• se seznanja z morfologijo živih bitij in z organizacijskimi oblikami življenja v reki in ob njej</li> <li>• ugotavlja prisotnost indikatorskih vrst in sklepa na stopnjo onesnaženosti okolja</li> <li>• spozna abiotske in biotske dejavnike in medsebojno odvisnost le-teh na opazovanem in preučevanem vodotoku</li> <li>• se seznanja s problemi varovanja okolja in ukrepi, ki so v skladu z ekosistemskimi načeli</li> <li>• spozna glavne vire in posledice onesnaževanja voda</li> <li>• zna uporabiti osnovne statistične metode za obdelavo podatkov</li> <li>• zna interpretirati rezultate, uporabi usvojene tehnike in metode dela</li> <li>• razvija primeren in spoštljiv odnos do narave in življenja</li> <li>• se zaveda, da je kot posameznik in kot član družbe odgovoren za ohranjanje in varovanje narave</li> </ul>	<p><b>Meritve hidroloških parametrov:</b> globina, površina prečnega prereza struge, hitrost vodnega toka, pretok, tip substrata</p> <p><b>Fizikalne in kemijske meritve:</b> temperatura vode in zraka, koncentracija raztopljenega kisika, prevodnost, pH, barva, motnost in vonj vode, količina nitritov in nitratov, trdota vode</p> <p><b>Biološke analize - ekološke metode:</b> ugotavljanje stanja kakovosti vode s pomočjo bioindikatorskih vrst - uporaba biotskih indeksov za živali (vodni nevretenčarji) in rastline</p>	<p><b>Metode terenskega dela</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– vodni ekosistem</li> <li>– onesnaževanje</li> <li>– neživi (abiotski) dejavniki okolja</li> <li>– živi (biotski) dejavniki okolja</li> <li>– varovanje naravne dediščine</li> <li>– proizvajalec, potrošnik, razkrojivalec</li> <li>– rastlinojedci, mesojedci, vsejedci</li> <li>– prehranjevalna veriga, prehranjevalni splet</li> <li>– kroženje snovi</li> <li>– bioakumulacija</li> <li>– biotska raznovrstnost</li> <li>– floristični popis</li> <li>– fitocenološki popis</li> <li>– metode lova organizmov</li> <li>– bioindikatorji</li> <li>– biotski indeks</li> </ul>

**BIOLOGIJA - raziskovanje tekoče vode: reka Ižica, pritok Ljubljane**

Voda je vir življenja. V vodi se je porajalo prvo življenje, ob vodah so nastajale prve civilizacije. Vsi življenjski procesi potekajo v vodni raztopini, tudi delež vode v rastlinskih in živalskih telesih kaže na pomembnost te tekočine (odrasel človek ima 64% vode na telesno težo, meduze pa kar 95%). Za vodne organizme je voda neposredno okolje.

Vodno okolje razdelimo na morja, oceane in celinske vode. Slednje delimo v stoječe in tekoče vode. **Stoječe** so jezera, ribniki, mlake in močvirja, **tekoče** pa izviri, potoki, reke in veletoki. Velik del celinskih vod pa napolnjuje prostorčke med prodom in peskom pod površino tal. Tej vodi, ki je najčistejša in vir pitne vode, pravimo **podtalnica**.

Čeprav je skupna površina celinskih vod manj kot 2% Zemljine površine, je njen pomen za življenje na Zemlji in človeka zelo velik. Reke in jezera izkorišča človek kot vodni vir, za proizvodnjo hrane, za promet, industrijo in za pridobivanje energije. V vode pa človek spušča tudi odpadne produkte svoje civilizacije.

Vodo lahko onesnažujejo strupene in nevarne snovi (ogljikovodiki, pesticidi, detergenti, kisline in baze, ioni težkih kovin, strupi, radioaktivne snovi in odplake iz laboratorijev ali bolnic); snovi, ki porabljajo kisik iz vode (reducenti, blato, iztrebki, odmrli živalski in rastlinski organizmi, površinsko aktivne snovi, topla voda); posredno nevarne snovi (barvane snovi iz industrije, visoka koncentracija raztopljenih soli, veliko suspendiranih trdnih delcev), direktni izpusti komunalnih vod, gnojek, bakterij iz medicinskih laboratorijev ...

Obremenjevanje voda je privedlo do potrebe po **vrednotenju kvalitete voda**. To predstavlja celoten proces vrednotenja fizikalnih, kemijskih in bioloških značilnosti vode. Najpopolnejšo predstavo o vodnem telesu in njegovi kvaliteti dobimo z istočasno izvedenimi fizikalnimi, kemijskimi in biološkimi analizami, saj **fizikalne in kemijske analize** prikažejo trenutno stanje voda, **biološke** pa posledično stanje - so rezultat vpliva vseh fizikalnih in kemijskih parametrov na prisotne življenjske združbe.

Na osnovi trenutno veljavne zakonodaje uvrščamo vodotoke v **štiri kakovostne razrede**, ki so bili določeni na osnovi uporabnosti vode za pitje, ribogojstvo in rabo v industriji:

1. kakovostni razred	vode, ki so v naravnem stanju ob morebitni dezinfekciji primerne za pitje in uporabo v živilski industriji ter za gojitev plemenitih vrst rib
2. kakovostni razred	vode, ki so v naravnem stanju primerne za kopanje in v rekreativne namene ter za gojitev drugih vrst rib, po predhodni obdelavi pa tudi za pitje in v živilski industriji
3. kakovostni razred	vode, ki jih je mogoče uporabljati za namakanje, po predhodni obdelavi pa tudi v industriji, razen v živilski industriji
4. kakovostni razred	vode, ki jih je mogoče uporabljati za druge namene le po ustrezni obdelavi

**Naša osnovna naloga je torej raziskovati in varovati naše vode.** Pri tem pa bomo uspešni le, če bomo poznali osnovne zakonitosti, ki vladajo v vodah. Voda je namreč živ sistem, v katerem različni organizmi živijo v povezavi z neživo naravo.

## PODATKI O RAZISKOVANJU

Datum:

Vreme:

Kraj:

Ime vodotoka:

Opazuj okolico in jo na kratko opiši:

Člani skupine

Ime in priimek:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

### Nasveti za opazovanje v naravi:

- ne motimo živali
- ne trgajmo redkih rastlin
- spoštujmo delo kmetov in gozdarjev
- ne hodimo po nepokošenih travnikih
- ne mečimo predmetov v vodo
- vse odpadke odnesimo s seboj
- ne uničujmo mladega rastja, cvetja, plodov, ...
- ne kričimo in ne plašimo živali
- ne poškodujmo kačipotov, mostov in drugih naprav
- naravo opazujmo in spoznavajmo z opazovanjem in ne z uničevanjem živalskih in rastlinskih vrst

Naj bo naše vodilo: »Vzemimo samo fotografije, pustimo le stopinje«

## 1. HIDROLOŠKI PARAMETRI

### a) Globina

Meritve globine se izvajajo za določanje vodnega režima vodnega telesa. V rekah nizek vodostaj povzroči tok podtalnice v vodotok, visok vodostaj pa povzroča obraten tok - tok površinske vode v podtalnico.

**Potrebuješ:** merilno vrv, leseni meter, škornje, pribor za zapisovanje in risanje

**Izvedba:** preko vodotoka pravokotno namesti umerjeno vrv. Z metrsko palico na vsake pol metra izmeri globino reke. Podatke naj zapisovalec zapiše v spodnjo preglednico. Nato na milimetrski papir nariši presek struge.

oddaljenost od levega brega (v m)	0	0,5	1	1,5										
globina vode (v cm)	0													

oddaljenost od levega brega (v m)														
globina vode (v cm)														

**Slika:**

**b) Površina prečnega prereza struge**

Iz podatkov o globini struge na različnih oddaljenostih od brega lahko izračunamo približno velikost prečnega prereza:

- izračunaj delne površine prečnega prereza ( $S_n$ ) po enačbi:

$$S_n = \frac{g_n \cdot (b_{n+1} - b_{n-1})}{2}$$

$S_n$  ... površina n-tega dela prečnega prereza struge (v m<sup>2</sup>)  
 $g_n$  ... globina na vzorčni točki n (v m)  
 $b_n$  ... oddaljenost vzorčne točke n od brega (v m)

- izračunaj celotno površino prečnega prereza struge ( $S$ ):

$$S = S_1 + S_2 + \dots + S_n$$

Površina celotnega prečnega prereza struge  $S =$  \_\_\_\_\_

Površino prečnega prereza struge ( $S$  v m<sup>2</sup>) lahko izračunamo tudi s štetjem celih, polovičnih in četrtnskih kvadratkov iz pravilno narisane slike prečnega prereza struge: najprej izračunaj površino enega kvadratka ( $S'$  v m<sup>2</sup>), nato pa jo pomnoži s številom vseh celih kvadratkov in ustreznim številom polovičnih oz. četrtnskih kvadratkov.

- površina enega kvadratka:  $S' =$  \_\_\_\_\_
- število celih kvadratkov: \_\_\_\_\_ ·  $S' =$  \_\_\_\_\_
- število polovičnih kvadratkov \_\_\_\_\_ ·  $\frac{1}{2} S' =$  \_\_\_\_\_
- število četrtnskih kvadratkov: \_\_\_\_\_ ·  $\frac{1}{4} S' =$  \_\_\_\_\_

Površina celotnega prečnega prereza struge  $S =$  \_\_\_\_\_

## b) Hitrost vodnega toka

Hitrost vodnega toka vpliva na življenje v reki - na uspevanje in možnost preživetja rastlin ter živali v reki. Vpliva tudi na sposobnost sprejemanja in prenašanja onesnažil po toku navzdol. Spreminja se letno, sezonsko in preko dneva. V strugi se hitrost zmanjšuje od površine proti dnu in se tik ob dnu približa vrednosti nič. Hitrost vode pa se spreminja tudi v preseku - najvišja je na sredini struge, medtem ko se proti bregovoma zmanjšuje in se prav tako tik ob bregu približuje vrednosti nič.

**Potrebuješ:** več koščkov lesa, škornje, meter, štoparico, dva količka

**Izvedba:** Hitrost vodnega toka bomo merili s pomočjo plovcev. Hitrost merite na istih točkah, kot ste merili globino vode. Na ravnem delu struge izmeri razdaljo 5 m in jo označi s količkoma. Vzemi košček lesa in ga vrzi v vodo na sredino struge pred prvim količkom (gorvodno). Pri drugem količku naj bo pripravljen zapisovalec, ki naj meri hitrost potovanja koščka na tej razdalji. Na istem mestu ponovi postopek vsaj 5-krat. Izračunaj povprečje.

Nato celotni postopek ponovi bližje levemu in desnemu bregu.

čas potovanja plovca (s)	1. meritev	2. meritev	3. meritev	4. meritev	5. meritev	povprečje
sredina struge						
bližje levemu bregu						
bližje desnemu bregu						

Ker les plava na gladini, lahko sedaj izračunaš hitrost vodnega toka na gladini:

$$V_{gl} = \frac{L}{t}$$

L ... dolžina potovanja plovca (L = 5 m)

t ... čas potovanja plovca (povprečje)

V <sub>gl</sub> : hitrost vodnega toka na gladini (v m/s)	
sredina struge	
bližje levemu bregu	
bližje desnemu bregu	

V strugi pa se hitrost vodnega toka zmanjšuje od gladine proti dnu. Povprečna hitrost na tej vertikalni liniji (**V<sub>pov</sub>**) je v večini vodotokov, ki so globoki do 0,5 m enaka:

$$V_{pov} = V_{gl} \cdot 0,67$$

V <sub>pov</sub> : povprečna hitrost vodnega toka (v m/s)	
sredina struge	(a)
bližje levemu bregu	(b)
bližje desnemu bregu	(c)

Sedaj lahko izračunaš povprečno hitrost vodnega toka na celotnem preseku struge (v m/s):

$$V = \frac{a+b+c}{3}$$

Povprečna hitrost vodnega toka je \_\_\_\_\_

### c) Pretok

Pretok pomeni količino vode, ki v določeni časovni enoti priteče skozi prerez vodotoka. Podajamo ga v  $m^3/s$ . Od pretoka je odvisna količina suspendiranih in raztopljenih snovi v vodi.

$$Q = S \cdot V$$

Pretok je \_\_\_\_\_

### d) Substrat

Substrat ima pomembno vlogo pri kroženju elementov v vodnih okoljih. Vpliva na transport številnih hranil in odpadnih snovi ter sodeluje pri izmenjavi snovi z vodo. Substrat delimo v dve osnovni skupini: anorganski in organski.

Na vzorčnem odseku oceni odstotke posameznih tipov anorganskega in organskega substrata.

anorganski substrat		premer delcev (v mm)	odstotek (%) na vzorčnem odseku
skala		več kot 256	
kamenje	veliko	128 - 256	
	majhno	64 - 128	
prod	velik	32 - 64	
	majhen	16 - 32	
	droben	8 - 16	
gramoz	srednji	4 - 8	
	droben	2 - 4	
pesek	zelo grob	1 - 2	
	grob	1,5 - 1	
	srednji	0,25 - 0,5	
	droben	0,125 - 0,25	
zelo droben	0,063 - 0,125		
mivka		manj kot 0,063	

organski substrat			
živi organizmi		odstotek (%) na vzorčnem odseku	
nitaste alge			
mahovi			
perifiton (obrast)			
makrofiti (rastline)			
odmrli organski substrat		velikost	% na vzorčnem odseku
večji organski delci	veliki leseni ostanki	več kot 64 mm	
	listi z obrežja	16 - 64 mm	
	ostanki listov, vejic, lubja, plodovi	4 - 16 mm	
	rastlinski in živalski ostanki	1 - 4 mm	
drobna org. snov		75 $\mu m$ - 1 mm	
zelo drobna org. snov		0,45 - 75 $\mu m$	
raztopljena org. snov		manj kot 0,45 $\mu m$	



## 2. FIZIKALNE IN KEMIJSKE MERITVE

### a) Temperatura

Vodna telesa so podvržena temperaturnim spremembam z običajnimi klimatskimi spremembami. Te spremembe se pojavljajo sezonsko, pa tudi dnevno. Na spremembo temperature najbolj vpliva sončno sevanje. V rekah na temperaturo vplivajo še površinski odtoki in talna voda.

**Potrebuješ:** termometer, škornje

**Izvedba:** trikrat izmeri temperaturo vode na različnih mestih in globinah. Izmeri tudi temperaturo zraka v senci in na različnih višinah.

temperatura (v °C)	1. meritev	2. meritev	3. meritev	povprečje
vode				
zraka				

### b) Koncentracija raztopljenega kisika

Kisik v vodi je bistven za vse oblike aerobnih organizmov, med njimi tudi za tiste, ki sodelujejo v procesu samočiščenja. Koncentracija kisika je odvisna od fizikalnih, kemijskih in biokemijskih procesov v vodi. Spreminja se v odvisnosti od temperature, slanosti, fotosintetske aktivnosti primarnih proizvajalcev itd.

**Potrebuješ:** oksimeter, škornje

**Izvedba:** s pomočjo oksimetra izmeri koncentracijo raztopljenega kisika v vodi.

Koncentracija raztopljenega kisika (v mg/l)	1. meritev	2. meritev	3. meritev	povprečje

### c) Prevodnost

Prevodnost je sposobnost vode, da prevaja električni tok. Odvisna je od temperature vode in koncentracije ionov v raztopini. Izražamo jo v mikrosimensih na centimeter ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Bolj kot je vodno telo obremenjeno s hranili, tem višja je prevodnost.

**Potrebuješ:** konduktometer, škornje

**Izvedba:** s pomočjo konduktometra na različnih mestih izmeri prevodnost vode.

Prevodnost (v $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	1. meritev	2. meritev	3. meritev	povprečje

**d) pH**

pH vpliva na mnoge biološke in kemijske procese v vodi. Je mera karbonatnega ravnotežja v vodnih telesih in je definiran kot negativni desetiški logaritem  $H^+$  ionov. Vrednosti se nahajajo med 0 (zelo kislo) in 14 (zelo bazično), pri čemer  $pH = 7$  predstavlja nevtrarno območje.

**Potrebuješ:** barvne indikatorje ali pH meter

**Izvedba:** trikrat izmeri pH na različnih mestih reke.

pH	1. meritev	2. meritev	3. meritev	povprečje

**e) Barva in motnost vode ter vonj**

Barva in motnost vode določata globino, do katere prodre svetloba ter z omejevanjem fotosintetske aktivnosti kontrolirata primarno produkcijo. Vidna barva vode je rezultat valovnih dolžin svetlobe, ki jih voda ne absorbira ali pa je rezultat raztopljenih oz. neraztopljenih snovi. Navidezna barva je posledica prisotnih obarvanih delcev in rezultat loma žarkov in odboja od delcev v vodi. Močno onesnažene vode imajo močno navidezno barvo. Temna ali modro-zelena barva je lahko rezultat prisotnosti cianobakterij, rumeno-rjava kremenastih alg (diatomej) in rdeča zooplanktona.

Vonj vode je rezultat nestabilnih, hlapljivih organskih snovi, ki jih proizvaja fitoplankton, makrofiti ali pa nastajajo pri razgradnji organskih snovi. Tudi industrijske ali komunalne odplake povzročajo vonj.

barva	
motnost	
vonj	

**f) Nitrit ( $NO_2^-$ ), nitrat ( $NO_3^-$ )**

Nitratni ion ( $NO_3^-$ ) je pogosta oblika dušika, prisotnega v naravnih vodnih telesih, ker je končni produkt aerobne razgradnje dušikovih organskih spojin. Je nujno potreben element za vodne rastline, saj ga rastline asimilirajo in vgrajujejo v lastne proteine. Naravni viri nitratov v površinskih vodah so vulkanske kamnine, spiranje površine in ostanki rastlin ter živali. Spiranje z gnojenih kmetijskih površin lahko povzroča zvišanje koncentracij (nad 1 mg/l).

**Potrebuješ:** komplet za določanje nitrata (nitrita)

**Izvedba:** ravnaj po navodilih kompleta za določanje nitrata (nitrita).

## ABIOTSKI DEJAVNIKI IN NEKATERE PRILAGODITVE ORGANIZMOV

Topnost **kisika** je v veliki meri odvisna od **temperature** vode. Z naraščajočo temperaturo se topnost plinov manjša (tabela).

tlak	temperatura	topnost kisika
1013 kPa	0 °C	14,6 mg O <sub>2</sub> /l
1013 kPa	15 °C	10,06 mg O <sub>2</sub> /l
1013 kPa	25 °C	8,2 mg O <sub>2</sub> /l
1013 kPa	30 °C	7,55 mg O <sub>2</sub> /l

V čisti vodi, bogati z rastlinami, se čez dan pri **fotosintezi** nastali kisik sprošča v vodo in ozračje,

del tega kisika pa se spet veže in uporabi pri **dihanju** rastlin. V vodi, bogati z organskimi snovmi (onesnažena voda), se veliko kisika uporabi za aerobno razgradnjo le-teh, in sicer tem več, čim toplejša je voda. Aerobni organizmi lahko živijo le ob zadostni količini prostega molekularnega kisika. Nekateri živali, npr. polži pljučarji, vodni hrošči in vodni pajki, zajemajo zrak na površini vode.

Čim večja je obremenitev vode z organskimi snovmi, tem manjše je število vrst, vendar je število osebkov iste vrste veliko.

Najugodnejši pogoji za življenje večine rib, rakov in nekaterih drugih živali so v **mirnih rečnih conah**. V **močnem rečnem toku** so živali prisotne le na kamnih ali pod njimi ter v votlinah. Organizmi so **prilagojeni** z obliko telesa, z vedenjem in s prehrano. Na veliko **hitrost vodnega toka** so organizmi prilagojeni s hidrodinamično in/ali sploščeno obliko telesa. Sploščeno telo vodni tok pritiska na podlago, zato organizme tok ne odnaša. Na močan vodni tok pa se lahko prilagajajo tudi na druge načine:

- z obtežitvijo telesa (ličinke mladoletnic)
- s kremplji (nekateri hrošči)
- s priseski (pijavke)
- z zakopavanjem v sediment (ličinke enodnevnice, vrbnic, ličinke trzač)
- z vedenjskimi prilagoditvami (postranica, vodni osliček)

Mnogi nevretenčarji se lahko tudi prepustijo vodnemu toku. Razlogov za to je več: iskanje hrane, beg pred plenilci, neugodne razmere itd. Takemu načinu potovanja rečemo **drift** ali plavljenje (plavanje s tokom).

## BIOTSKI DEJAVNIKI: VRSTNI IN MEDVRSTNI ODNOSI

Vrste vodnih organizmov razvrščamo v **prehranjevalne ravni** ali trofične nivoje. Fotosintetski organizmi: fotoavtotrofne bakterije, alge, mahovi, višje rastline so začetniki prehranjevalnih verig - so **osnovni proizvajalci**, ki pri fotosintezi s pomočjo sončne svetlobe iz anorganskih snovi proizvajajo organske snovi in kisik. Naslednje ravni živih bitij v vodotoku so **potrošniki**, ki se glede na vrsto hrane delijo v več stopenj. Z algami in rastlinami se hranijo **rastlinojedci**, ti pa so hrana **mesojedcem**. Mnoge živali so **vsejede**, hranijo se z rastlinami in živalmi. Živalski iztrebki, ostanki mrtvih rastlin in živali so hrana **razkrojevalcev**, ki živijo pretežno v tleh vodotoka. To so: glive, praživali, gliste, pršice, ličinke žuželk ... Mrtve ostanke razkrojevalci predelajo do stopnje, da jih bakterije pretvorijo v mineralne snovi. Tako kemijski elementi krožijo med živo in neživo naravo.

Vse ravni organizmov se povezujejo. Zaradi preglednosti in lažjega razumevanja jih prikazujemo v obliki **prehranjevalnih verig** in **prehranjevalnih spletov**.

V naravi krožijo tudi snovi, ki jih zaradi svojih civilizacijsko-tehničnih dejavnosti v okolje sprošča človek, npr. težke kovine, radioaktivni izotopi, biocidi. Snovi se prenašajo od člena do člena, pri tem pa njihova količina narašča. Največjo stopnjo **bioakumulacije** dosežejo plenilske vrste na koncu prehranjevalnih spletov (žabe, postrvi, vodne ptice). Prisotnost nekaterih strupov v vodi dokazuje odsotnost nekaterih skupin nevretenčarjev.

### 3. BIOLOŠKE ANALIZE - EKOLOŠKE METODE

Biolško ovrednotenje kakovosti tekočih voda temelji na različni občutljivosti vodnih nevretenčarjev na onesnaževanje in na različni pestrosti njihovih združb. Nekateri nevretenčarji, pa tudi nekatere rastline, so **bioindikatorji** kakovosti vode.

Vodni organizmi torej uspevajo v določenih habitatih, ki so definirani s fizikalnimi, kemijskimi in ostalimi biološkimi dejavniki. Spreminjanje enega ali več dejavnikov lahko povzroči zmanjšanje števila vrst ali spremembe v številu prisotnih organizmov. Ob okoljskih spremembah, npr. zaradi onesnaževanja, določene vrste zaradi svoje občutljivosti ne bodo sposobne tolerirati sprememb in bodo izginile. Prisotnost ali odsotnost vrst ali višjih taksonov (npr. rod, družina, ...) in pogostost ter število vrst so značilnosti, ki jih uporabljamo za vrednotenje kvalitete voda in spremenljivosti okolja.




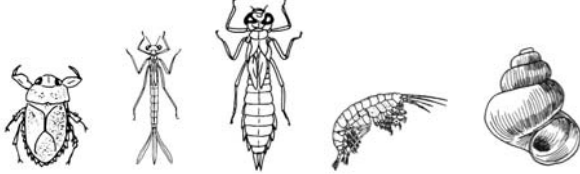



Ekološke metode so povzete v indekse. **Biotski indeksi** temeljijo na indikatorskih organizmih. Temeljijo na naslednjih postavkah:

- z naraščajočo stopnjo organske obremenjenosti se zmanjšuje število skupin s prostim očesom vidnih nevretenčarjev oz. se zmanjšuje biodiverziteteta in
- z naraščanjem organske obremenjenosti izginjajo taksoni v tem vrstnem redu: vrbnice → enodnevnice → mladoletnice → postranice → vodni oslički → trzače → tubifeks

KAKOVOSTNI RAZRED	ZNAČILNOSTI VODE	INDIKATORSKI ORGANIZMI
1. kakovostni razred A	<b>skoraj čista voda</b> , nasičena s kisikom. Oksidacijskih procesov, ki bi porabljali ves kisik, ni.	vrtinčar, ličinke vrbnic*, enodnevnice* in mladoletnice
2. kakovostni razred B	<b>zmerno onesnažena voda</b> , če najdeš v vodi navedene živali, toda nobene iz skupine A	navadna potočna postranica*, veliki mlakar, mali svitek, ličinke enodnevnice, mladoletnice*
3. kakovostni razred C	<b>srednje onesnažena voda</b> , če najdeš v vodi te živali, toda nobene iz skupine A ali B	vodni osliček*, pijavka, vodna bolha, polž svitek
4. kakovostni razred D	<b>zelo onesnažena voda</b> , če najdeš v vodi navedene živali in nobene iz skupine A, B ali C. V tej vodi ni kisika, ker se ves porabi za oksidacijo organskih snovi.	nitkar, ličinka trzače, tubifeksi*, ličinka kalnice*
5. kakovostni razred E	<b>zelo močno onesnažena voda</b>	ni življenja

**B I S E L**

 (Biotic Index at Secondary Education Level)  
 Comenius 3.1. Socrates educational programme (1995-1999)

I. prisotnost indikatorskih org.	II. občutljivost	III. št. taksonov	IV. celotno št. taksonov				
			0 - 1	2 - 5	6 - 10	11 - 15	>16
			Biotični Indeks				
 vrbnice ( <i>Plecoptera</i> )      enodnevnice ( <i>Heptageniidae</i> )	1	≥ 2	-	7	8	9	10
		1	5	6	7	8	9
 mladoletnice ( <i>Trichoptera</i> )	2	≥ 2	-	6	7	8	9
		1	5	5	6	7	8
 rečni prilepek ( <i>Ancyliidae</i> )      enodnevnice ( <i>Ephemeroptera</i> ) brez družine <i>Heptageniidae</i>	3	≥ 2	-	5	6	7	8
		1	3	4	5	6	7
 rečna stenica ( <i>Aphelocheirus</i> )      kačji pastir ( <i>Odonata</i> ) postranica ( <i>Gammaridae</i> )      polži ( <i>Mollusca</i> ) brez družine <i>Sphaeridae</i> in <i>Ancyliidae</i>	4	≥ 1	3	4	5	6	7
 vodni osliček ( <i>Asellus</i> )      pijavka ( <i>Hirudinea</i> ) školjka ( <i>Sphaeridae</i> )      stenica ( <i>Hemiptera</i> ) (brez druž. <i>Aphelocheirus</i> )	5	≥ 1	2	3	4	5	-
 tubifeks ( <i>Tubificidae</i> )      trzača ( <i>Chironomus thummi-plumosus</i> )	6	≥ 1	1	2	3	-	-
 ličinka kalnice ( <i>Syrphidae</i> )	7	≥ 1	0	1	1	-	-