



## RASTLINSKA ČISTILNA NAPRAVA NA PONIKVI PRI ŠENTJURJU TERENSKO DELO

**Avtor:** Alenka Sajovic, Ekoremediacijski tehnološki center

**Učni cilji: terenskega dneva:**

- spoznati glavna izhodišča uporabe rastlinskih čistilnih naprav (razpršena poselitev, vodovarstvena območja, manjša naselja, hribovita območja, (za)varovana območja
- razumeti funkcije in delovanje rastlinskih čistilnih naprav
- spoznati onesnaževala, ki jih lahko čistimo s rastlinsko čistilno napravo
- primerjava centraliziranih in decentraliziranih sistemov odvajanja in čiščenja odpadnih voda
- ovrednotiti prednosti rastlinskih čistilnih naprav
- spoznati možnosti uporabe rastlinskih čistilnih naprav
- seznaniti se z zakonodajo, ki narekuje ustrezno odvajanje in čiščenje odpadnih voda
- izvedeti meritve kakovosti vode na vtoku in iztoku vode iz rastlinske čistilne naprave
- spoznati potrebo po ustreznem vzdrževanju in upravljanju s rastlinskimi čistilnimi napravami

### 1. KROŽENJE SNOVI V EKOSISTEMU - KROŽENJE VODE (VODNI KROG)

**Uvodna motivacijska igra: Vodni krog**

Na pisalno mizo na stekleno ploščo kanite kapljico vode. S pomočjo ilustriranih kartic, ki prikazujejo različne povezave stvari (drevo-slap, skodelica kave-riba itd), si naj dijaki predstavljajo, kako je kapljica vode prispela od prve do druge destinacije, ki sta predstavljeni na kartici. S pomočjo igre bodo tako dijaki lažje razumeli kroženje vode, t.i. vodni krog ali cikel.

**Cilji vaje:**

- razumeti globalni cikel kroženja vode kot zaprt sistem
- spoznati, da se voda v vodnem krogu onesnaži in ponovno očisti, s pomočjo naravnih procesov
- spoznati mehanizme in samočistilne sposobnosti naravnih ekosistemov



## 2. ČIŠČENJE VODE S PEŠČENIM FILTROM

**Namen:** Voda gre čez sedem kamnov in se očisti. Ta poskus ti bo pomagal razumeti eno od stopenj čiščenja vode v čistilnih napravah.

**Cilji:** razumeti, kako se v naravnem ekosistemu, kot je npr. potok voda sama očisti.

### Primer 1:

#### Pripomočki:

- 1 plastična steklenica
- 1 merilni valj
- 1 plastično vedro
- gramoz (2-5 cm)
- gramoz (0.2-2 cm)
- pesek (0-1 mm)
- zmleto oglje
- odpadno vodo ali kalno vodo
- vato
- 2 čaši

#### Potek dela:

Pripravi si kalno vodo tako, da v čašo čiste vode vsuješ mivko in pretreseš ali zmešaš. Pusti, da se težji delci sami usedejo na dno. Ta čas si pripravi peščeni filter. Plastično steklenico na spodnjem delu odreži. Plastenko brez dna obrni z vratom navzdol. Odprtino plastenke napolni z materialom, ki ga imaš na voljo in meniš, da bo najbolje očistil umazano ali kalno vodo. Filter, ki ste ga naredili sperite s čisto vodo vse dokler ne bo ventil čist, nato pa vlijte v vaš filter 500 ml umetne odpadne vode ali kalne vode. Zberite različne vzorce prečiščene vode in jih med seboj primerjajte, hkrati vzorce vode primerjajte tudi z umetno odpadno vodo, ki ste jo vlili v vaš peščeni filter in destilirano vodo.

### Primer 2:

**Pripomočki:** plastenko z odrezanim dnom, vato, zmleto oglje, mivko, pesek, kalno vodo, dve čaši, mivka

#### Potek dela:

Na odprtino na vratu plastenke položi kose vate, nanj nasuj 5 cm zmlatega oglja, nato pa še 5 cm mivke in 5 cm peska. To je peščeni filter. Izperi ga s čisto vodo. Skozi peščeni filter počasi zlij kalno vodo. Če si peščeni filter pravilno pripravil, bo skozi vrat čaše pritekla čista voda.

Pri vaji lahko uporabite za primerjavo vzorcev tudi različne metode za ugotavljanje kakovosti vode. Pri tem si najlažje pomagata z akvarističnimi testerčki.



Slika 1: Pripravljeni peščeni filtri iz različnih substratov

### 3. IZDELAJMO MODEL RASTLINSKE ČISTILNE NAPRAVE

#### Cilji:

- razumeti sestavo oz. zgradbo rastlinske čistilne naprave ter delovanje le-te
- spoznati, da so rastlinske čistilne naprave preproste tehnologije, ki delujejo po principih naravnih procesov, ki omogočajo čiščenje odpadnih voda (peščeni filter, degradacija)
- spoznati delo inženirjev in raziskovalcev, ki raziskujejo na tem področju

#### Pripomočki:

- 1 plastični zaboj (35 x 23 x 31 cm)
- 15 kg gramoza (4-16 mm)
- 25 litrov akvarijskega peska: 1-4 mm
- 2 plastična vedra (10 l)
- 25 cm plastične cevi (premer 20 mm)
- 1 plastična vodovodna pipa (z vijakom in matico)
- 1 merilni valj (1 l)
- 1 merilni trak (na centimetre)
- 1 lepilni trak
- Rastline (sobne rastline), npr. Umbrella Papyrus, rush
- Dodatni pripomočki (škarje, svinčnik, papirne brisače itd)

#### Potek dela: Izdelava modela rastlinske čistilne naprave:

1. V plastični zabojnik na eni strani na spodnjem delu (2 cm od spodnjega roba zaboja) naredi luknjo v velikosti vodovodne pipe.
2. Luknjo zapri z vstavitvijo plastične vodovodne pipe s pomočjo tesnilne gume, ki bo omogočala vodotesnost
3. fiksiraj plastično cev ob notranjem robu plastičnega zabojnika



4. Dvigni en del zabojnika in ga napolni s prvo plastjo gramoza in nato z akvarijskim peskom



5. Odstranite rastline iz loncev, od korenin odstranite zemljo, ki se je oprijela korenin in vsadite rastline v zaboj
6. Pritrdite merilni trak ob plastično cev, na zunanji strani zaboja



7. Postavite čistilno napravo na varno mesto, postavite vedro pod iztok vodovodne pipe in počasi spuščajte približno 5 litrov vode v vtok sistema. Pri tem si pomagaj z merilnim valjem. Če iz sistema pride kalna voda, ponovi postopek vse dokler ne bo iz sistema pritekla čista voda



8. Vlij 1 liter umetne odpadne vode v sistem in počakaj, da priteče voda skozi pipo



9. Vsak teden lahko vzameš vzorec vode in opraviš analize kakovosti vode

Povzeto po projektu Play with water, 2007.

#### 4. DISKUSIJA O RASTLINSKIH ČISTILNIH NAPRAVAH - ŠTUDIJA PRIMER

**Cilj:** Spodbuditi argumentirano skupinsko razpravo o okoljsko pomembnih stališčih; ozavestiti udeležence o skrivnih predpostavkah in vrednotah, ki stoje za različnimi pogledi.

**Pripomočki:**

- priloga člankov, gradiv za pripravo na diskusijo

**Primer dileme:**

Gradnja centralnih čistilnih naprav na območju, kjer je značilna razpršena poselitev ali na območju, ki je naravovarstveno zaščiteno ni primerna.

**Potek dela:** Razdelite se v tri skupine in preglejte priloženo literaturo. Vsaka skupina bo zadolžena, da predstavi argumente, zakaj je njihova čistilna naprava (rastlinska, centralna, biološka) primerna za odvajanje in čiščenje odpadnih voda. Pripravite se na diskusijo o rastlinskih čistilnih napravah, centralnih čistilnih napravah ali bioloških čistilnih napravah. S pomočjo diskusije bomo poskušali ugotoviti, kakšne so prednosti in slabosti posameznih čistilnih naprav in seveda se naučili stvari tudi argumentirati.

**Opomba:** Pri tovrstnih vajah – skupinskih razpravah je priporočljivo, da dijaki že predhodno po bližje spoznajo gradivo in se tako na razpravo že pripravijo, s pomočjo kakšnega članka in druge literature.

## 5. MERITVE KAKOVOSTI VODE NA VTOKU IN IZTOKU RASTLINSKE ČISTILNE NAPRAVE

**Namen vaje:** Voda je idealno topilo, v katerem se raztapljajo mnogo snovi, ki so za preživetje organizmov nujno potrebne. Vendar pa se v vodi lahko raztaplja tudi mnogo snovi, ki pa so lahko tudi strupene. Tako se v vodne ekosisteme izlivajo tudi številne odpadne vode iz naselij, ki potoke in reke močno onesnažujejo.

### 1. RAZTAPLJAMO SNOVI V VODI

#### Krajša naloga za motivacijo: Raztapljamo snovi v vodi

**Pripomočki:** 8 plastičnih kozarcev, sol, sladkor, moka, olje, soda, pralni prašek, drevesni list, listi papirja, svinčnik

**Potek dela:** pripravimo si 8 steklenih ali plastičnih kozarcev in jih do polovice napolnimo z vodo. Pred kozarce položimo listke z imeni snovi: sol, sladkor, moka, olje, alkohol, soda, pralni prašek in drevesni list. Nato po eno malo žličko posamezne snovi damo v vodo in opazujemo, kaj se z njo zgodi.

#### Rezultati:

Zapiši, ali se snovi v vodi raztapljajo ali ne. Uporabi besedi da ali ne.

SNOV	SE RAZTAPLJA	SE NE RAZTAPLJA
SOL		
SLADKOR		
MOKA		
OLJE		
SODA		
PRALNI PRAŠEK		
DREVESNI LIST		

Razvrstite snovi po hitrosti raztapljanja:

Kako vpliva čas na raztapljanje v vodi?

Zakaj imenujemo vodo »topilo«?

## 2. FIZIKALNO-KEMIJSKE ANALIZE VODE NA VTOKU IN IZTOKU IZ RASTLINSKE ČISTILNE NAPRAVE

**Pripomočki:** vzorčne vode, akvaristični testerčki, kivete

**Potek dela:**

### Nitratni test - $\text{NO}_3^-$

1. Reagenčno raztopino pred uporabo dobro **pretresite**.
2. Kiveto **izperite z vodo za testiranje**, nato jo napolnite do oznake **10 ml**. Kiveto na zunanji strani obrišite.
3. Dodajte **6 kapljic reagenta 1** in kiveto obračajte, da se reagent v vodi dobro porazdeli.
4. Dodajte **6 kapljic reagenta 2** in kiveto obračajte, da se reagent v vodi dobro porazdeli.
5. Dodajte v kiveto polno **merilno žličko (rdeča) reagenta 3**.
6. Zaprite kiveto s pokrovom in jo točno **15 sekund močno stresajte**.
7. Odprite kiveto in dodajte vanjo **6 kapljic reagenta 4**. Kiveto obračajte tako dolgo, da se reagentna tekočina dobro porazdeli.
8. Po **5 minutah** primerjajte barve: postavite kiveto na skalo z barvami in opazujte reakcijo od zgoraj navzdol – ob sončni svetlobi brez direktnih sončnih žarkov.
9. Kiveto **očistite z vodo iz vodovoda**.

### Fosfat test - $\text{PO}_4^{3-}$

1. Reagenčno raztopino pred uporabo dobro **pretresite**.
2. Kiveto **izperite z vodo za testiranje**, nato jo napolnite do oznake **10 ml**. Kiveto na zunanji strani obrišite.
3. Dodajte **6 kapljic reagenta 1** in jo rahlo stresite.
4. Dodajte **6 kapljic reagenta 2** in jo rahlo stresite.
5. Dodajte **1 merico reagenta 3**. Kiveto zaprite s pokrovčkom in malo stresite. Nato odvijte pokrov.
6. **Po točno 5 minutah** primerjajte barve: postavite kiveto na skalo z barvami in opazujte reakcijo od zgoraj navzdol – ob sončni svetlobi brez direktnih sončnih žarkov.
7. Kiveto **očistite z vodo iz vodovoda**.

### Amoniak (NH<sub>3</sub>) / Amonij (NH<sub>4</sub>) test

1. Reagenčno raztopino pred uporabo dobro **pretresite**.
2. Kiveto **izperite z vodo za testiranje**, nato jo napolnite do oznake **10 ml**. Kiveto na zunanji strani obrišite.
3. Dodajte **6 kapljic reagenta 1** in kiveto obračajte, dokler se reagent v tekočini ne razporedi.
4. Dodajte **6 kapljic reagenta 2** in na enak način obračajte kiveto.
5. Dodajte **6 kapljic reagenta 3** in na enak način obračajte kiveto.
6. **Po točno 5 minutah** primerjajte barve: postavite kiveto na skalo z barvami in opazujte reakcijo od zgoraj navzdol – ob sončni svetlobi brez direktnih sončnih žarkov.
7. Vrednosti **amonija (NH<sub>4</sub>)** določite s pomočjo barvne lestvice.
8. S pomočjo priložene **tabele iz izmerjene količine amonija (NH<sub>4</sub>) in pH vrednosti** določite količino prostega strupenega **amoniaka (NH<sub>3</sub>)**.
9. Kiveto **očistite z vodo iz vodovoda**.

### Nitritni (NO<sub>2</sub>) – test

1. Reagenčno raztopino pred uporabo dobro **pretresite**.
2. Kiveto **izperite z vodo za testiranje**, nato jo napolnite do oznake **5 ml**. Kiveto na zunanji strani obrišite.
3. Dodajte **5 kapljic reagenta 1** in 5 kapljic reagenta 2.
4. Kiveto zaprite s pokrovom in jo rahlo stresite. Nato odprite pokrov.
5. **Po 3 do 5 minutah** primerjajte barve: postavite kiveto na skalo z barvami in opazujte reakcijo od zgoraj navzdol – ob sončni svetlobi brez direktnih sončnih žarkov.
6. Kiveto **očistite z vodo iz vodovoda**.



### pH – test

1. Reagenčno raztopino pred uporabo dobro **pretresite**.
2. Kiveto **izperite z vodo za testiranje**, nato jo napolnite do oznake **5 ml**. Kiveto na zunanji strani obrišite.
3. Dodajte 4 kapljice reagenta.
4. S pokrovom zaprite kiveto, rahlo jo stresite in ponovno odprite pokrov.
5. **Takoj** primerjajte barve: postavite kiveto na skalo z barvami in opazujte reakcijo od zgoraj navzdol – ob sončni svetlobi brez direktnih sončnih žarkov.
6. Kiveto **očistite z vodo iz vodovoda**.

### gH – Test: SKUPNA TRDOTA VODE

1. Reagent pred uporabo dobro **pretresite**.
2. Kiveto **izperite z vodo za testiranje**, nato jo napolnite do oznake **5 ml**. Kiveto na zunanji strani obrišite.
3. Reagenčno tekočino **dodajajte po kapljicah**. Po vsaki dodani kapljici **stekleničko stresite**, dokler se barva **iz rdeče** preko rjave ne obarva **zeleno**.
4. **Število uporabljenih kapljic odgovarja skupni trdoti** (npr. 5 kapljic = 5 °dGH).
5. Kiveto **očistite z vodo iz vodovoda**.

### KH – Test: KARBONATNA TRDOTA VODE

1. Reagent pred uporabo dobro **pretresite**.
2. Kiveto **izperite z vodo za testiranje**, nato jo napolnite do oznake **5 ml**. Kiveto na zunanji strani obrišite
3. Reagenčno tekočino **dodajajte po kapljicah**. Po vsaki dodani kapljici **stekleničko stresite**, dokler se barva **iz modre** preko zelene ne obarva **rumeno**.
4. **Število uporabljenih kapljic odgovarja skupni trdoti** (npr. 5 kapljic = 5 °dKH).
5. Kiveto **očistite z vodo iz vodovoda**.

## BARVA IN VONJ

1. Določite barvo vzorcev s pomočjo barvne lestvice.
2. Določite vrsto in moč vonja vzorcev s pomočjo tabel.

### Rezultati:

#### Zbiranje in interpretiranje rezultatov

V spodnji razpredelnici vpišite izmerjene vrednosti posameznih parametrov, ki jih boste izmerili na meritvenih postajah. Meritve boste opravili za vzorčno vodo (VZOREC 1) na vtoku odpadne vode na rastlinsko čistilno napravo in za vzorčno vodo (VZOREC 2) na iztoku rastlinske čistilne naprave.

Za učinkovitejše spremljanje stanja kakovosti voda se uporabljajo normativi, to so zakonsko dopustne vrednosti vsebnosti posameznih sestavin. Tako ob koncu vsake meritvene postaje izmerjene vrednosti posameznih parametrov vzorčne vode VZOREC 1 in VZOREC 2 primerjajte z normativnimi vrednostmi v priloženi preglednici.

#### VZOREC 1: Odpadna voda na dotoku na rastlinsko čistilno napravo

PARAMETER	Vir vsebnosti v vodi/nevarnosti	Vrednost
Amoniak (NH <sub>3</sub> )	Gnojnica, umetna gnojila (organske snovi)/zelo strupen	mg/l
Nitrat (NO <sub>3</sub> )	Gnojila/strupen v visokih koncentracijah hranila za rastline/pretirana rast rastlin (eutrofikacija)	mg/l
Nitrit (NO <sub>2</sub> )	Vmesna stopnja pri razgradnji amonija v nitrat/zelo strupen, posebej za dojenčke	mg/l
Fosfat (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	umetna gnojila, odpadne vode Fosfati so hranilne snovi za rast rastlin, vendar ob večjih koncentracijah znak onesnaženosti voda.	mg/l
<b>Skupna trdota vode - GH</b>	Trdota je mera za skupno količino raztopljenih soli v vodi (predvsem kalcij in magnezij). Ta lastnost je neposredno odvisna od kamnin, po katerih teče voda.	°dGH
<b>Karbonatna trdota vode - KH</b>	Uravnava pH vrednost, ki se spreminja zaradi bioloških procesov razgradnje ter porabe CO <sub>2</sub> rastlin	°dKH
<b>pH</b>	pH vpliva na mnoge biotske in kemične procese v vodi.	
<b>Barva vode</b>	Barva vode je najbolj viden pokazatelj onesnaženosti vode.	
<b>Vrsta vonja</b>	Vonj vode določajo hlapne snovi,	
<b>Moč vonja</b>	raztopljene v vodi in se pri čisti vodi ne pojavlja.	

## VZOREC 2: Voda na iztoku iz rastlinske čistilne naprave

PARAMETER	Vrednost
Amoniak (NH <sub>3</sub> )	mg/l
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/l
Nitrit (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/l
Fosfat (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	mg/l
Skupna trdota vode - GH	°dGH
Karbonatna trdota vode - KH	°dKH
Barva vode	
Vrsta vonja	
Moč vonja	

## VREDNOTENJE KAKOVOSTI VODE

PARAMETER	NORMATIVI (max. dopustna vrednost)
<b>NITRAT - NO<sub>3</sub></b>	
pitna voda	25 mg/l
voda za dojenčke	10 mg/l
voda za ribe	20 mg/l
<b>AMONIAK - NH<sub>4</sub></b>	
pitna voda	0,05 mg/l
voda za ribe	0,50 mg/l
voda za kohanje	0,10 mg/l
<b>NITRIT - NO<sub>2</sub></b>	
pitna voda	0,10 mg/l
voda za dojenčke	0,02 mg/l
voda za ribe	0,03 mg/l
<b>FOSFATI - PO<sub>4</sub> (ortofosfat)</b>	
pitna voda	0,56 mg/l
<b>pH vrednost</b>	
pitna voda	6,5 do 8,5 pH
voda za kohanje	6 do 9 pH
<b>Trdota vode</b>	
Srednje trda voda	8 - 18 ° d

# OB REKI VOGLAJNI (ŠENTJUR) TERENSKO DELO

**Avtor: Alenka Sajovic, Ekoremediacijski tehnološki center**

## **Učni cilji:**

- spoznati reko kot pomemben vodni ekosistem
- spoznati reko kot pomemben življenjski prostor številnim rastlinskim in živalskim vrstam
- razumeti, da je voda idealno topilo, kar hkrati pomeni tudi, da se v njej raztapljajo različna onesnaževala
- pojasniti glavne vzroke onesnaženosti voda in posledice le-tega
- predstaviti ključno zakonodajo na področju urejanja voda in okoljske cilje Slovenije, vključno z EU direktivami (le ključna zakonodaja)
- ovrednotiti vplive človeka na reko kot pomemben vodni ekosistem
- vzroki in posledice poplavne nevarnosti reke Voglajne
- spoznati pomen obrečne vegetacije in drugih naravnih ekoremediacijskih metod (prodišče, tolmun, brzica, meandrirana struga itd)
- Spoznati učinke nepravilnega upravljanja z vodotoki v preteklosti (kanaliziranje in reguliranje, izuševanje obrečnih travnikov, mrtvic itd)
- Razumeti vlogo in funkcijo ekoremediacij pri ekološki obnovi vodotoka in ponovni vzpostavitvi dinamičnega naravnega ravnovesja v ekosistemu, ki pomeni večjo samočistilno, habitatno sposobnost reke in s tem večjo biodiverzitetu
- Ovrednoti pomen ekoremediacijskih metod kot preventivnih ukrepov za preprečevanje onesnaževanja rek, zmanjševanja vplivov poplavne nevarnosti itd (vegetacijski pasovi, stranski rokavi, umetni meandri, pragovi, itd.)
- Analizirati kakovost vode reke Voglajne s pomočjo monitoringov ter interpretacija rezultatov (kaj nam rezultati povedo, iskanje vzrokov za vsebnost različnih onesnaževal v vodi, primerjava z mejnimi vrednostmi, ki nam jo narekuje zakonodaja)
- Razumeti ključno problematiko oskrbe z vodo (razpoložljiva količina vode, vodni viri za pitne namene, ki so pogosto onesnaženi, priprava pitne vode itd)
- spoznati odzive, ki jih je država že sprejela za varovanje pomembnih ekosistemov (posebna varstvena območja Natura 2000, ekološko pomembna območja, zavarovana območja)

- spoznati namen zavarovanja (ohranjanje biotske pestrosti in naravne vrednote)
- spoznati kaj lahko kot posamezniki naredimo za varovanje ekosistema kot je reka Voglajna (čistilna akcija, ne odlagamo smeti, ustrezno odvajanje in čiščenje odpadnih voda, sanacija in preprečevanje pojavljanja divjih odlagališč, osveščanje in izobraževanje, dobra kmetijska praksa, izvedba ankete, raziskovalne naloge itd)

## REKA VOGLAJNA

Reka Voglajna je osrednja reka Vogljanskega gričevja in ima razvejano mrežo pritokov. Potoki Voglajne tečejo iz Konjiškega hribovja in skrajnega vzhodnega dela Posavskega hribovja. Reka ima dežno-snežni režim in ima najvišjo vodo v začetku pomladi, in sicer konec marca ali na začetku aprila. Voglajna se izlije v Savinjo v Celju, kjer priteče po regulirani strugi in kjer ima pretok približno 4,3 l/s. Porečje zajema 412 km<sup>2</sup>, dolžina reke pa je 35 km.

### 1. MERITVE KAKOVOSTI VODE

**Namen vaje:** Voda je idealno topilo, v katerem se raztapljajo mnogo snovi, ki so za preživetje organizmov nujno potrebne. Vendar pa se v vodi lahko raztaplja tudi mnogo snovi, ki pa so lahko tudi strupene. Tako se v vodne ekosisteme izlivajo tudi številne odpadne vode iz naselij, ki potoke in reke močno onesnažujejo.

**Pripomočki:** akvaristični testerčki, kivete, čaše

**Potek dela:**

#### Nitratni test – NO<sub>3</sub><sup>-</sup>

10. Reagenčno raztopino pred uporabo dobro **pretresite**.
11. Kiveto **izperite z vodo za testiranje**, nato jo napolnite do oznake **10 ml**. Kiveto na zunanji strani obrišite.
12. Dodajte **6 kapljic reagenta 1** in kiveto obračajte, da se reagent v vodi dobro porazdeli.
13. Dodajte **6 kapljic reagenta 2** in kiveto obračajte, da se reagent v vodi dobro porazdeli.
14. Dodajte v kiveto polno **merilno žličko (rdeča) reagenta 3**.
15. Zaprite kiveto s pokrovom in jo točno **15 sekund močno stresajte**.
16. Odprite kiveto in dodajte vanjo **6 kapljic reagenta 4**. Kiveto obračajte tako dolgo, da se reagentna tekočina dobro porazdeli.
17. Po **5 minutah** primerjajte barve: postavite kiveto na skalo z barvami in opazujte reakcijo od zgoraj navzdol – ob sončni svetlobi brez direktnih sončnih žarkov.
18. Kiveto **očistite z vodo iz vodovoda**.

### Fosfat test - $\text{PO}_4^{3-}$

8. Reagenčno raztopino pred uporabo dobro **pretresite**.
9. Kiveto **izperite z vodo za testiranje**, nato jo napolnite do oznake **10 ml**. Kiveto na zunanji strani obrišite.
10. Dodajte **6 kapljic reagenta 1** in jo rahlo stresite.
11. Dodajte **6 kapljic reagenta 2** in jo rahlo stresite.
12. Dodajte **1 merico reagenta 3**. Kiveto zaprite s pokrovčkom in malo stresite. Nato odvijte pokrov.
13. **Po točno 5 minutah** primerjajte barve: postavite kiveto na skalo z barvami in opazujte reakcijo od zgoraj navzdol – ob sončni svetlobi brez direktnih sončnih žarkov.
14. Kiveto **očistite z vodo iz vodovoda**.

### pH - test

7. Reagenčno raztopino pred uporabo dobro **pretresite**.
8. Kiveto **izperite z vodo za testiranje**, nato jo napolnite do oznake **5 ml**. Kiveto na zunanji strani obrišite.
9. Dodajte 4 kapljice reagenta.
10. S pokrovom zaprite kiveto, rahlo jo stresite in ponovno odprite pokrov.
11. **Takoj** primerjajte barve: postavite kiveto na skalo z barvami in opazujte reakcijo od zgoraj navzdol – ob sončni svetlobi brez direktnih sončnih žarkov.
12. Kiveto **očistite z vodo iz vodovoda**.

### BARVA IN VONJ

3. Določite barvo vzorcev s pomočjo barvne lestvice.
4. Določite vrsto in moč vonja vzorcev s pomočjo tabel.

## Rezultati:

### VZOREC 1: Voda iz reke Voglajne

PARAMETER	Vir vsebnosti v vodi/nevarnosti	Vrednost
Amoniak (NH <sub>3</sub> )	Gnojnica, umetna gnojila (organske snovi)/zelo strupen	mg/l
Nitrat (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	Gnojila/strupen v visokih koncentracijah hranila za rastline/pretirana rast rastlin (eutrofikacija)	mg/l
Fosfat (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )	umetna gnojila, odpadne vode Fosfati so hranilne snovi za rast rastlin, vendar ob večjih koncentracijah znak onesnaženosti voda.	mg/l
pH	pH vpliva na mnoge biotske in kemične procese v vodi.	
Barva vode	Barva vode je najbolj viden pokazatelj onesnaženosti vode.	
Vrsta vonja	Vonj vode določajo hlapne snovi,	
Moč vonja	raztopljene v vodi in se pri čisti vodi ne pojavlja.	

2.  
RA

## ZISKUJMO REKO

Potok je ekološki sistem, ki povezuje del žive (rastlinstvo, živalstvo) in nežive (zrak, podnebje, vodo in tla) narave. To je ekosistem, ki v svojem naravnem ravnovesju opravlja osnovne funkcije: samočistilno sposobnost, zadrževanje vode in erozije, ohranjanje biotske pestrosti. Pri številnih posegih je človek močno spremenil ta življenjski prostor in tako porušil naravno ravnovesje v njem. Ekoremediacije so metode, s pomočjo katerih lahko obnovimo degradirane ekosisteme.

### Opazovanje oblikovanja rečne struge

**Namen vaje:** Rečna struga si sama začrta svojo pot. Naravna struga ima številne meandre, vijuge, ki opravljajo osnovne funkcije vodnega ekosistema kot je reka ali potok. Človek je posegel v preteklosti v rečno strugo, tako, da je strugo zravnal, jo reguliral v kanal, odstranil obrečno vegetacijo in jo obložil s kamenjem. Tako je izrazito posegel v rečni režim in zmanjšal možnosti za opravljanje osnovnih funkcij – samočistilno sposobnost, zadrževanje vode, biotsko pestrost itd.

Razmisli, kakšna je razlika med naravno in regulirano strugo?

Opiši regulirano strugo?

## Merjenje globine vode

**Namen:** Na osnovi izmerjenih globin vode določimo vodnatost vodnega telesa. V potoku lahko nizek vodostaj povzroči tok podtalnice v vodotok, medtem ko lahko visok vodostaj povzroča obraten tok; to je tok površinske vode v podtalnico (imenovano tudi bogatenje podtalnice). V primeru, da je površinska voda slabše kakovosti kot podtalna, ta izmenjava močno vpliva na poslabšanje kakovosti podtalnice.

### Pripomočki:

- kovinski ali lesni meter
- škornji

### Potek dela:

1. Potopite meter do dna vodnega telesa na različnih oddaljenostih od brega in izmerite globino vode.
2. Vrednost vpišite v tabelo
3. Nariši presek struge

Vzorčno mesto 1: Potok \_\_\_\_\_

Kraj: \_\_\_\_\_

Parameter/Vzorčna točka	1	2	3	4	5	6	7
Datum							
Oddaljenost od desnega brega (m)							
Globina vode (m)							

## Merjenje širine struge

**Potek dela:** širino potoka lahko izmerimo, če je le-ta manjša od 2 m. Globino izmerimo v plitvem delu s palico, ki jo položimo v vodo, tako, da odčitamo vodostaj. Meritve ponavljamo vsakih 20 cm. Risanje potočnega profila: rezultate širine in globine vrišemo na milimetrski papir in povežemo točke med seboj ter dobimo skico prereza struge.

**Pripomočki:** meter, palica, milimetrski papir, svinčnik

### Rezultati:

Širina potoka:

Globina potoka:

Narišite potočni profil:



## Hitrost vodnega toka

**Namen:** Hitrost vodnega toka vpliva na samočistilno sposobnost vodotoka, ki predstavlja možnosti asimiliranja polutantov in njihovega prenašanja po toku navzdol. Poznavanje hitrosti toka omogoča, da predvidimo trajanje potovanja polutantov, ki pritekajo v gornjem toku. V vodotokih se hitrost spreminja od leta do leta, v različnih sezonah in dnevno v odvisnosti od hidrometeoroloških vplivov in narave prispevnega območja. Zaradi tega sta pomembna čas (ura in dan) in mesto meritev. Hitrost vodnega toka se spreminja od površine proti dnu in od bregov proti sredini struge. Največja je v matici struge, medtem ko se zaradi trenja proti bregovoma približuje vrednosti nič.

**Potek dela:** ob rečnem bregu izberite dve točki in izmerite med njima razdaljo 5 m. Vrzite v vodo lebdeči predmet (mandarino, plovec) in izmerite čas gibanja med točkama. Merjenje ponovite 5-krat in izračunajte povprečen čas. Iz povprečne hitrosti potovanja izračunajte hitrost toka. Metoda s plovcem je uporabna, kadar nimamo na voljo merilca hitrosti ali pa so hitrosti premajhne.

**Pripomočki:** plovec ali stiropor (1 x 3 x 5 cm), papir, računalno, svinčnik, štoparica, kovinski meter, škornji

**Rezultati:**  $V = S : t$  (pot : čas)

Pot (S) v metrih	Čas potovanja (t) v sekundah	Hitrost ( $v = S : t$ ) v metrih na sekundo
1. 5 m		
2. 5 m		
3. 5 m		
4. 5 m		
5. 5 m		

Povprečna hitrost toka vode je: \_\_\_\_\_

Od česa je odvisna hitrost toka vode v potoku?

## Merimo strmino potočnega brega

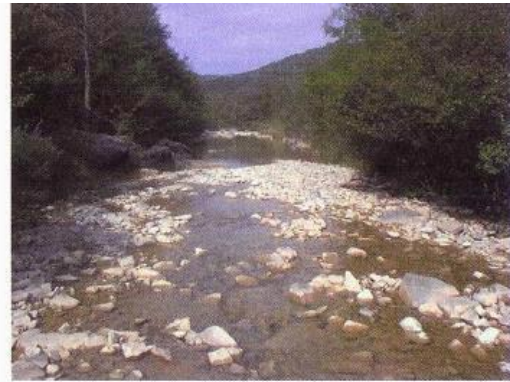
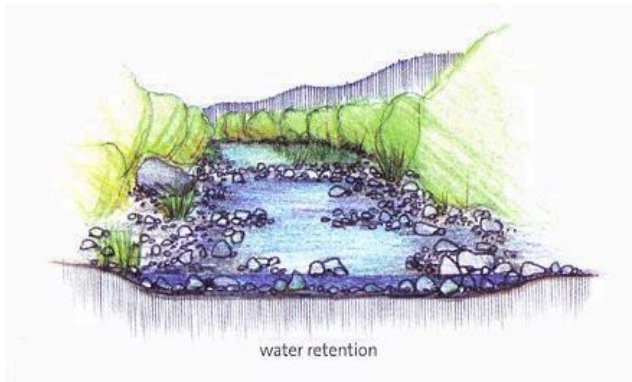
**Pripomočki:** naklonomer, transektna vrvica, svinčnik, list papirja

**Potek dela:** Strmina potočnega brega je odraz vodnega režima vodotoka in porečja. Izmerimo jo tako, da si izberemo odsek ob vodotoku in položimo transektno vrvico, to je barvna vrvica, ki označuje območje preučevanja.

Strmino potočnega brega izmerimo z naklonomerom po poteku transektne vrvice. Kako strm je potočni breg? \_\_\_\_\_.

Sklepajte ali je potočni breg naravnega nastanka ali pa ga je oblikoval človek? Razmisli zakaj človek posega v struge potokov in kakšne posledice prinašajo takšni posegi?

\_\_\_\_\_.



**Slika: Prodni nanosi imajo pomembno funkcijo pri samočistilni sposobnosti vodotoka kot tudi zadrževanju vode**

### Določanje in popis vodnih rastlin

**Potek dela:** S pomočjo ključa za določanje vodnih rastlin določi in popiši vodne rastline ob potoku. Pri tem ne pozabi pripisati datuma in kraja terenskega dela.

<i>Rastišče:</i>		
	<i>Slovensko ime</i>	<i>Latinsko ime</i>
<i>Obrežje – obrežne rastline</i>		
<i>Na površini potoka – plavajoče rastline</i>		
<i>V vodi – potopljene rastline</i>		

Pojasni kakšno vlogo, funkcijo opravljajo rastline na obrežju potoka?

\_\_\_\_\_.

## **NAJPOGOSTEJEŠE DREVESNE IN GRMOVNE VRSTE OB POTOKIH IN REKAH:**

### **DREVESNE VRSTE**

---

bela vrba (*Salix alba* L.)

Krhlica (*Salix fragilis* L.)

dob (*Quercus robur* L.)

beli topol (*Populus alba* L.)

črni topol (*Populus nigra* L.)

črna jelša (*Alnus glutinosa* Gaertn.)

poljska brest (*Ulmus minor* Mill.)

divja češnja (*Prunus avium* L.)

čremsa (*Prunus padus*)

poljski javor maklen (*Acer campestre*)

veliki jesen (*Fraxinus excelsior* L.)

vez (*Ulmus laevis*)

robinja (*Robinia pseudacacia* L.)

---

beli gaber (*Carpinus betulus* L.)

---

### **GRMOVNE VRSTE**

---

enovratni glog (*Crataegus monogyna*)

rdeči dren (*Cornus sanguinea* L.)

navadna trdoleska (*Euonymus europaea*)

črni bezeg (*Sambucus nigra* L.)

črni trn (*Prunus domestica*)

Malinjak (*Rubus idaeus* L.)

---

Navadna leska (*Corylus avellana* L.)

---

### 3 RABA TAL OB POTOKU JE POMEMBEN KAZALEC OBREMENITVE OKOLJA

**Ključno sporočilo:** V letu 2006 so več kot polovico kopnega ozemlja Slovenije pokrivali gozdovi (56 %, skupaj z grmičastim gozdom 58 %), drugo pretežno naravno rastje je zavzemalo 4 %, 35 % površja je namenjenega pretežno kmetijstvu, slabi 3 % pa so umetne površine. V obdobjih med 1996 in 2000 ter 2000 in 2006 so bile spremembe pokrovnosti in rabe tal razmeroma majhne (zgodile so se na 0,12 % oz. 0,13 % površja), nanašajo pa se predvsem na gospodarjenje z gozdovi in izgradnjo cestne infrastrukture.

**Cilj(i):** Vključenost posameznih sestavin varstva okolja v načrtovanje trajnostnega prostorskega razvoja:

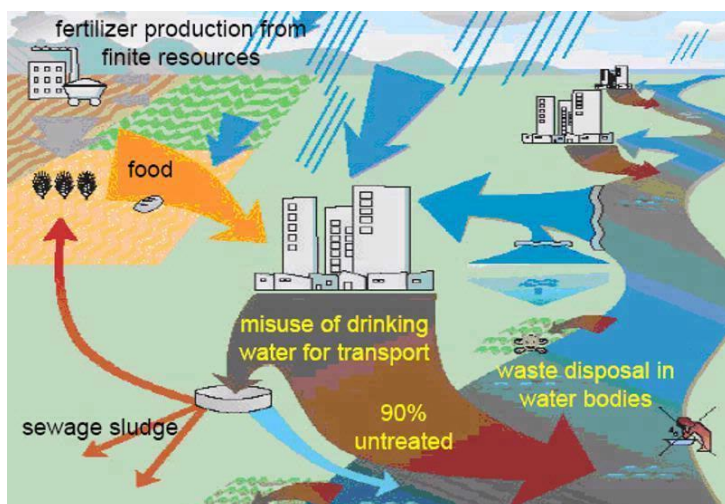
- varčna in večnamenska raba zemljišč in virov,
- smotrna raba prostora za urbanizacijo in nadzor nad širjenjem urbanih območij,
- ohranjanje pridelovalnega potenciala zemljišč za kmetijsko rabo ter uravnoteženo oskrbo z mineralnimi surovinami.

*Vaja: Skicirajmo rabo tal v bližini potoka*

**Pripomočki:** list papirja, svinčnik, ravnilo, barvice, fotoaparat

**Potek dela:** Raba tal ob potoku je pomemben kazalec razvoja in možnosti obremenitev. Nariši skico, ki bo prikazovala rabo tal ob potoku, ki si ga izbral za tvojo točko opazovanja.

S pomočjo testnih lističev določi prisotnost nitratov in fosfatov v vodi in razmisli, glede na rabo tal, kje se kažejo vzroki povečane vsebnosti nitratov v potoku?



Slika: Viri onesnaževanja so odraz rabe prostora

#### 4. VOGLAJNA - POSEBNO VARSTVENO OBMOČJE NATURA 2000



**Ključno sporočilo:** Natura 2000 območja so bila vzpostavljena leta 2004 in predstavljajo skoraj 7203 km<sup>2</sup> ali 35,5 % ozemlja Republike Slovenije. Dodatno so bila v maju 2008 določena še območja, ki po mnenju Evropske komisije izpolnjujejo pogoje za posebna varstvena območja, t. i. SPA dodatki, ki predstavljajo dodatnih 1,7 % površine. Natura 2000 območja so sestavni del ekološko pomembnih območij (EPO), t. j. območij pomembnih habitatnih tipov, njihovih delov ali večjih ekosistemskih enot, ki pomembno prispevajo k ohranjanju biotske raznovrstnosti. Ekološko pomembna območja pokrivajo 52,2% Republike Slovenije.

**Cilj(i):** Priprava in sprejem operativnega programa - akcijskega načrta ohranjanja biotske raznovrstnosti s programom upravljanja Natura 2000 območij (ReNPVO, 2005) s ciljem vzpostavitve sistema upravljanja območij Natura 2000. Vlada RS je oktobra 2007 sprejela operativni program - Program upravljanja območij Natura 2000 za obdobje 2007 - 2013, v katerem so za doseganje varstvenih ciljev določeni varstveni ukrepi, ki so potrebni za zagotavljanje ugodnega stanja rastlinskih in živalskih vrst ter habitatnih tipov.

**Definicija:** Omrežje Natura 2000 predstavlja območja, najprimernejša za ohranjanje ali doseganje ugodnega stanja vrst in habitatnih tipov v interesu EU, katere del je Slovenija. Na teh območjih so predvideni varstveni ukrepi in ukrepi prilagojene rabe naravnih dobrin. Območja Natura 2000 (ekološko omrežje EU) so določena z Uredbo o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000), Uradni list RS, št. 49/04, 110/04, 59/07 in 43/08. Na podlagi Direktive o habitatih (Direktiva sveta 92/43/EGS) so opredeljena potencialna posebna ohranitvena območja (pSCI), na podlagi Direktive o pticah (Direktiva sveta 79/409/EGS) pa posebna varstvena območja (SPA). Območja SPA in pSCI se deloma pokrivajo.

**Ime območja:** Voglajna pregrada Tratna - izliv v Savinjo

Zakaj je določeno to območje kot posebno varstveno območje?

---

---

---

---

---