

Alenka Sedlar Špehar

# **EKOREMEDIACIJE**

**Delovni zvezek za naravovarstvene tehnike**







Alenka Sedlar Špehar

# **EKOREMEDIACIJE**

**Delovni zvezek za naravovarstvene tehnike**

BIC Ljubljana  
Ljubljana 2024

**Naslov:**

Ekoremediacije – Delovni zvezek za naravovarstvene tehnike

**Izobraževalni program:**

srednje strokovno izobraževanje naravovarstveni tehnik

**Modul:**

ekosistemi, dejavnosti v prostoru in ekoremediacije

**Avtorica:**

Alenka Sedlar Špehar

**Strokovna recenzentka:**

Tajana Zajc Železnik

**Lektorica:**

Rozalka Mohorič

**Tehnični pregled in ureditev:**

Mojca Jevnikar

**Slike:**

Alenka Sedlar Špehar in splet

**Slika na naslovnici:**

Alenka Sedlar Špehar

**Založnik:**

Biotehniški izobraževalni center Ljubljana

Ljubljana, januar 2024

Elektronska izdaja

Dostopno na: <https://za-naravo.yolasite.com/>

Katalogni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

[COBISS.SI-ID 182941187](#)

ISBN 978-961-6915-24-3 (PDF)

## KAZALO VSEBINE

1	EKSTREMNI EKOSISTEMI.....	9
1.1	Naravni ekstremni ekosistemi.....	10
1.2	Degradirani ekosistemi.....	12
2	EKOSISTEMSKE STORITVE.....	17
3	NARAVNE REMEDIACIJE .....	23
3.1	Naravna ekoremediacija.....	27
3.2	Grajene ekoremediacije .....	31
4	REVITALIZACIJA.....	37
5	REMEDIJACIJA .....	44
5.2	Bioremediacija.....	49
5.3	Fitoremediacija tal .....	53
5.4	Čistilne naprave .....	56
5.5	Mikoremediacija .....	61
6	BLAŽILNE CONE.....	62
7	VIRI.....	66

## Kazalo slik

Slika 1: Peskokop .....	12
Slika 2: Gramoznica.....	12
Slika 3: Kamnolom.....	12
Slika 4: Glinokop.....	13
Slika 5: Urbane površine.....	13
Slika 6: Monokulture .....	13
Slika 7: Onesnaženi ekosistemi.....	14
Slika 8: Potek rečne struge Drave nekoč (levo) in danes (desno) .....	15
Slika 9: Ekološko ravnovesje .....	21
Slika 10: Ekoremediacijski elementi v naravi.....	23
Slika 11: Protipoplavna zaježitev .....	31
Slika 12: Mejice.....	32
Slika 13: Mlinščica .....	32
Slika 14: Mlaka .....	32
Slika 15: Urejanje jezov .....	33
Slika 16: Zasaditev vegetacije .....	38
Slika 17: Zasaditev z geotekstilom .....	38
Slika 18: Vrbovi popleti .....	38
Slika 19: Mreža iz kokosa in jute .....	38
Slika 20: Mreža iz plastičnih vlaken.....	39
Slika 21: Zaježitve na vodotoku .....	39
Slika 22: Prag na potoku Oplotnica .....	39
Slika 23: Plavajoči otok.....	40
Slika 24: Melioracijski jarek.....	40
Slika 25: Kašta na Pšati v Zalogu pri Cerkljah.....	41
Slika 26: Gabion .....	41
Slika 27: Zaščita s kosmatim lesom .....	41
Slika 28: Žive ščetke .....	41
Slika 29: Utrjevanje brežin s fašinami.....	42
Slika 30: Vodna setev z dodatkom rastne pulpe .....	42
Slika 31: Shema izgradnje zajede .....	42
Slike 32, 33 in 34: Vodne ptice .....	42
Slika 35: Revitalizacija reguliranega vodotoka .....	43
Slika 36: Okrepljena bioremediacija tal ali podzemne vode .....	47
Sliki 37 in 38: Elektrokinetična remediacija tal.....	47
Slika 39: Kemična oksidacija onesnaževal v tleh .....	48
Slika 40: Metoda spiranja prsti (Soil Washing) .....	48
Slika 41: Metoda odstranjevanja nečistoč (Soil Flushing) .....	49
Slika 42: Remediacijska metoda vpihovanja zraka .....	51
Slika 43: Biobariera.....	52
Slika 44: Zaščitno kmetovanje .....	52
Slika 45: Zaščitno kmetovanje z reguliranimi pogoji.....	53
Slika 46: Bioreaktor.....	53
Slika 47: Grajeno močvirje.....	57
Sliki 48 in 49: Vertikalna in horizontalna rastlinska čistilna naprava .....	59
Slika 50: Mikrofiltracija .....	61
Slika 51: Naravne bariere za čiščenje površinskega toka vode .....	62
Slika 52: Vpliv vetrnih barier na moč vetra .....	65

## Kazalo shem

Shema 1: Delitev ekstremnih ekosistemov.....	10
Shema 2: Delitev slapov .....	30
Shema 3: Postopek izvedbe remediacije .....	45

## Kazalo grafikonov

Grafikon 1: Poskus čiščenja atrazina z raslinami in/ali glivami .....	61
---	----

## Kazalo tabel

Tabela 1: Endemiti in njihov življenjski prostor .....	9
Tabela 2: Bioindikatorji .....	9
Tabela 3: Prilagoditve organizmov .....	10
Tabela 4: Dejavniki ekstremnih pogojev .....	11
Tabela 5: Primeri degradiranih biotopov .....	12
Tabela 6: Obremenjevanje sistemov s strani človeka .....	14
Tabela 7: Revitalizacijski ukrepi na/v vodotoku .....	16
Tabela 8: Ekosistemi in naravni procesi .....	18
Tabela 9: Ekosistemi in dobrine.....	18
Tabela 10: Ekosistemi in koristi uravnavnalnih funkcij .....	19
Tabela 11: Ekosistemi in nematerialne koristi .....	19
Tabela 12: Zaščita ekosistemov pred premočnimi vplivi .....	21
Tabela 13: Ukrepi obnove in zaščite ekosistemov .....	24
Tabela 14: Vpliv spodobnosti narave .....	24
Tabela 15: Delitev ekoremediacij glede na izvor .....	25
Tabela 16: Okoljska delitev ekoremediacij .....	26
Tabela 17: Sektorska delitev ekoremediacij .....	27
Tabela 18: Primeri naravne ekoremediacije v vodnem okolju .....	27
Tabela 19: Tehnike revitalizacije vodotokov .....	31
Tabela 20: Primeri grajenih ekoremediacij v vodenm okolju .....	31
Tabela 21: Urejanje jezov .....	33
Tabela 22: Vrste talnih drč.....	33
Tabela 23: Ribji prehodi pri hidroelektrarnah.....	34
Tabela 24: Avtohtona drevesa.....	35
Tabela 25: Vpliv zasaditve na ekosisteme .....	35
Tabela 26: Avtohtone grmovne vrste.....	36
Tabela 27: Revitalizacijske ukrepe za vodotoke in vodonosnike .....	38
Tabela 28: Metode čiščenja zemljin .....	44
Tabela 29: Tehnologije meridiacije – biološki postopki .....	45
Tabela 30: Tehnologije remediacije – fizikalno-kemijski postopki .....	46
Tabela 31: Tehnologije remediacije – termični postopki .....	46
Tabela 32: Mikroorganizmi glede na uporabo kisika .....	50
Tabela 33: Mikroorganizmi v bioremediaciji: .....	50
Tabela 34: Remediacija z uporabo talnih mikroorganizmov.....	51
Tabela 35: Ekoremediacijske rastline .....	54
Tabela 36: Prednosti in slabosti fitoremediacij .....	55
Tabela 37: Pojmi iz fitoremediacije .....	56
Tabela 38: Organska in anorganska odpadna voda .....	57

Tabela 39: Čiščenje odpadne vode v čistilni napravi .....	58
Tabela 40: Faze čiščenja odpadne vode v čistilni napravi .....	58
Tabela 41: Lastnosti vertikalne in horizontalne rastlinske čistilne naprave .....	59
Tabela 42: Komponente rastlinske čistilne naprave .....	59
Tabela 43: Tipi rastlinskih čistilnih naprav .....	60
Tabela 44: Blažilni sistemi in njihove značilnosti .....	63
Tabela 45: Delitev blažilnih barier .....	64



## **Predgovor**

V tem poglavju bomo obravnavali problematiko ohranjanja naravnih dobrin in kako spodbujati naravne samočistilne sposobnosti okolja, v katerem živimo. Z drugo besedo, ukvarjali se bomo z ekoremediacijo. Z njo prispevamo k zniževanju količin hranil ali onesnaževal v okolju in bogatimo biotsko pestrost.



## 1 EKSTREMNI EKOSISTEMI

Za razumevanje delovanja ekoremediacij moramo vedeti, kako deluje biocenoza v ekstremnih pogojih. Gre za območja, kjer imajo eden ali več okoljskih dejavnikov minimalno ali maksimalno vrednost.

1. Navedite 12 okoljskih dejavnikov, ki vplivajo na biocenozo.


Ko govorimo o endemizmu, mislimo na vrsto, katere geografski obseg je omejen. Endemiti so ranljivi ravno zaradi manjše populacije, zato je njihovo ohranjanje ključno.

2. Naštejte 10 endemitov, ki živijo v Sloveniji.

Tabela 1: Endemiti in njihov življenjski prostor

Endemit	Življenjski prostor

Bioindikatorji so pokazatelji stanja okolja. Z njimi dobimo ključne informacije o obremenjenosti okolja le, če jih znamo dobro interpretirati.

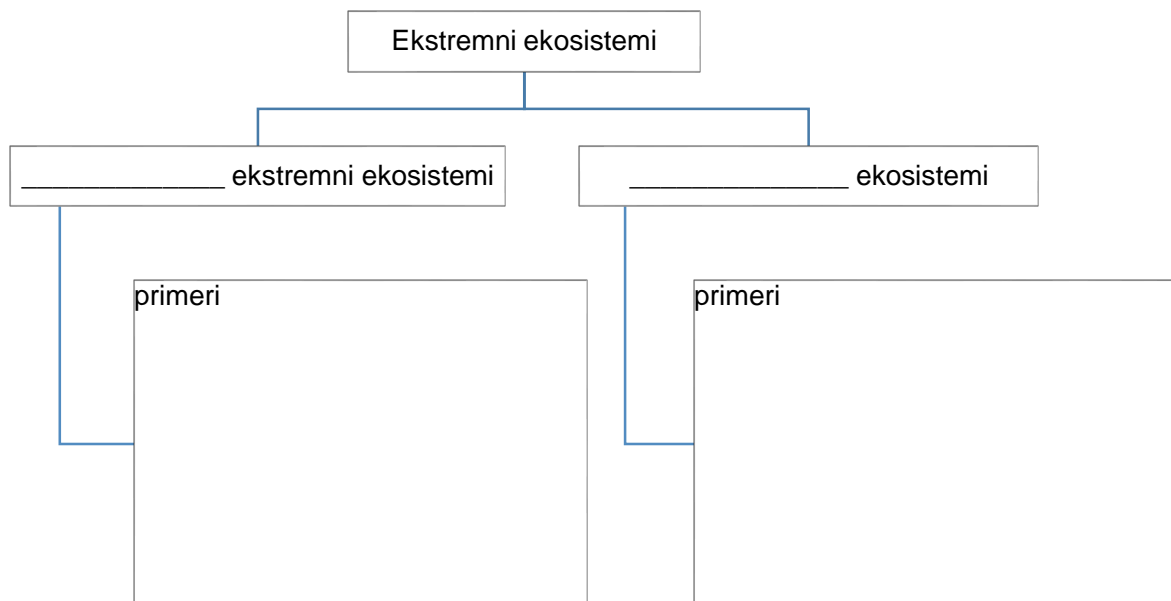
3. Navedite 5 bioindikatorjev in obrazložite, katere informacije nam podajajo.

Tabela 2: Bioindikatorji

Bioindikator	Informacije o ...

#### 4. Ekstremne ekosisteme glede na izvor delimo na:

Shema 1: Delitev ekstremnih ekosistemov



### 1.1 Naravni ekstremni ekosistemi

Raziščimo naravne ekosisteme in poskusimo ugotoviti, kateri dejavniki narekujejo ekstremne pogoje.

#### 1. Kakšne prilagoditve razvijejo organizmi na ekstremne abiotске dejavnike?

Tabela 3: Prilagoditve organizmov

Dejavnik	Prilagoditve
malo padavin	
visoke temperature	
nizke temperature	
saturirana tla	
nič svetlobe	
visok vodni pritisk	

2. Dopišite dejavnike, ki imajo minimalno ali maksimalno vrednost in definirajo ekstremne pogoje.

Tabela 4: Dejavniki ekstremnih pogojev

Ekosistem	Dejavniki
oligotrofno jezero	
visoko barje	
mrazišča	
termalni vrelci	
jame	
dno globokega jezera	
brakični ekosistem	
kamniti travnik	
večni sneg	
vresava	
globokomorsko dno ob termalnem vrelcu	




## 1.2 Degradirani ekosistemi


V Sloveniji poznamo nekaj primerov degradiranih biotopov, za katere velja dobro razmisliti, ali je sanacija smiselna. Revitalizacija okolja ni vedno nujno potrebna.

1. Na podlagi fotografij prepoznajte skupino degradiranih biotopov ter pripišite njihove značilnosti. Ali je v tovrstnih sistemih revitalizacija smiselna?

Tabela 5: Primeri degradiranih biotopov

<p><b>Biotop peskokop</b></p>  <p><i>Slika 1: Peskokop</i> Vir: Lasten</p>	<p>Splošne značilnosti</p> <p>Ekstremni dejavniki</p> <p>Revitalizacija</p>
<p><b>Biotop gramoznica</b></p>  <p><i>Slika 2: Gramoznica</i> Vir: Gorenjska gradbena družba 2011</p>	<p>Splošne značilnosti</p> <p>Ekstremni dejavniki</p> <p>Revitalizacija</p>
<p><b>Biotop kamnolom</b></p>  <p><i>Slika 3: Kamnolom</i> Vir: Carrières Roffat 2021</p>	<p>Splošne značilnosti</p> <p>Ekstremni dejavniki</p> <p>Revitalizacija</p>

<b>Biotop glinokop</b>	<p>Splošne značilnosti</p> <p>Ekstremni dejavniki</p> <p>Revitalizacija</p>
 <p><i>Slika 4: Glinokop</i> Vir: Debernardi 2011, 0:15</p>	<p>Splošne značilnosti</p> <p>Ekstremni dejavniki</p> <p>Revitalizacija</p>
<b>Biotop urbane površine</b>	<p>Splošne značilnosti</p> <p>Ekstremni dejavniki</p> <p>Revitalizacija</p>
 <p><i>Slika 5: Urbane površine</i> Vir: Lasten</p>	<p>Splošne značilnosti</p> <p>Ekstremni dejavniki</p> <p>Revitalizacija</p>
<b>Biotop monokulture</b>	<p>Splošne značilnosti</p> <p>Ekstremni dejavniki</p> <p>Revitalizacija</p>
 <p><i>Slika 6: Monokulture</i> Vir: Lasten</p>	

<p>Biotop <b>onesnaženi ekosistemi</b></p>	<p>Splošne značilnosti</p>
	<p>Ekstremni dejavniki</p> <p>Revitalizacija</p>
<p><i>Slika 7: Onesnaženi ekosistemi</i> Vir: Lasten</p>	

2. Človek s posegom v vodotok pogosto povzroči ogromno škodo pri osnovnih funkcijah vodnih ekosistemov. Dopolnite besedilo.

Pri tem se lahko:

\_\_\_\_\_ (zmanjša/poveča) samočistilna sposobnost vodotoka,

\_\_\_\_\_ (zmanjša/poveča) sposobnost zadrževanja vode,

\_\_\_\_\_ (zveča/pomanjša) biodiverziteteta,

\_\_\_\_\_ (poveča/ zmanjša) količina vode v strugi,

\_\_\_\_\_ (izboljša/poslabša) kvaliteta vode.

3. Na kakšen način človek obremenjuje naslednje ekosisteme?

Tabela 6: Obremenjevanje sistemov s strani človeka

	<p><b>VODA</b></p>
	<p><b>ZRAK</b></p>
	<p><b>TLA</b></p>



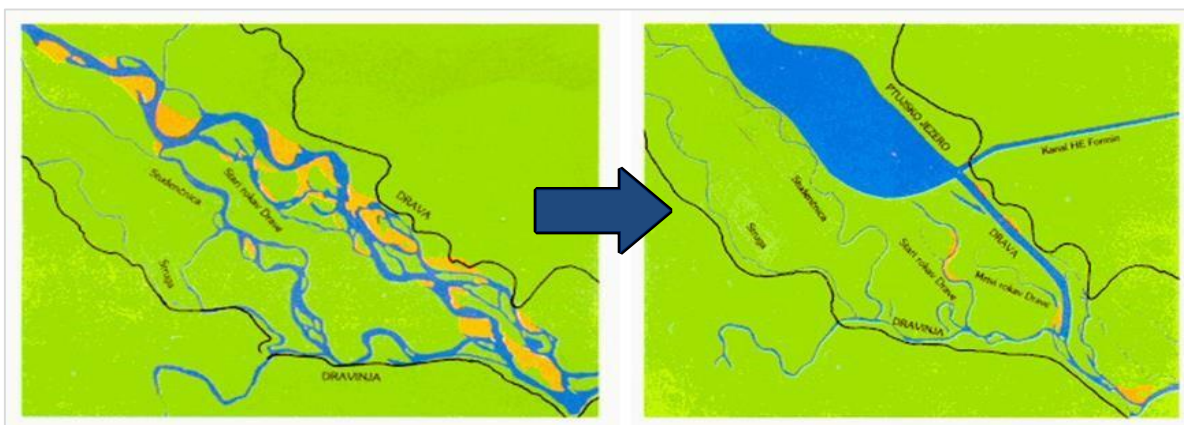
4. Na črto pred trditvijo napišite D, če trditev drži, ali N, če trditev ne drži.

- \_\_\_\_\_ Z betonsko regulacijo struge voda hitreje odteče.
- \_\_\_\_\_ V zgornjem delu struge pred regulacijo se pojavljajo poplave.
- \_\_\_\_\_ V spodnjem delu struge po regulaciji se zaradi hitrega odtekanja vode pojavlja suša.
- \_\_\_\_\_ Z nepravilno regulacijo struge večamo ekstremne dogodke.

5. Povežite pojme med seboj.

<b>remediacija</b>		postopek zmanjševanja tveganja za zdravje ljudi
<b>sanacija</b>		postopek obnove degradiranega ekosistema
<b>revitalizacija</b>		postopek, s katerim izboljšamo stanje ekosistema

6. Poglejmo si konkreten primer poseganja človeka v rečno strugo Drave. Modra barva predstavlja porečje Drave, oranžna barva pa predstavlja poplavno območje, zadrževanje vode in prav poseben habitat.



Slika 8: Potek rečne struge Drave nekoč (levo) in danes (desno)  
Vir: Sajovic 2010, 14

a. Raziščite, zakaj je prišlo do tako izrazite uravnave rečne struge Drave?

b. Kakšne so posledice na rečnem ekosistemu?

c. Kakšne so posledice na kopenskih ekosistemih?

Na močno degradiranih ekosistemih ne bomo mogli nikoli več vzpostaviti prvotnega stanja (pred človeškim vplivom). Lahko pa se potrudimo in se temu naravnemu stanju vsaj približamo. Tvrstni ukrep imenujemo **REVITALIZACIJA**. Gre za vrsto ekoremediacije, ki se uporablja za sanacijo nepravilnih posegov v vodotoke ali druge ekosisteme.

5. Glede na lokacijo izvedene revitalizacije naštejte nekaj smiselnih ukrepov.

Tabela 7: Revitalizacijski ukrepi na/v vodotoku

Posegi v strugi	Posegi na brežini	Sprememba poteka trase

Več o tem bomo obravnavali v sklopu umetnih ERM.

## 2 EKOSISTEMSKE STORITVE

Šele ko naravo uničimo do te meje, da je ponovna vzpostavitev naravnega ravnovesja skorajda nemogoča, se zavemo, kakšne storitve nam je nudila narava in koliko so vredne. Ekosistemske storitve bi lahko opisali kot postopke, s pomočjo katerih naravno okolje ustvarja vire. Zavedati se je potrebno, da je človek ODVIŠEN od naravnih ekosistemskih storitev.

1. Katere storitve nam nudi morski ekosistem?
2. Katere storitve nam nudi geotermalna voda?
3. Katere storitve nam nudi travniški ekosistem?
4. Katere storitve nam nudi gozd?
5. Obrazložite, kdaj in zakaj lahko človek izgubi dobrine, ki jih nudi nek ekosistem?
6. Ali z vplivom na biotsko raznovrstnost vplivamo tudi na ekosistemske storitve? Zakaj ste takega mnenja?

7. Dopolnite tabelo tako, da podate konkretne primere za posamezne sklope.

Tabela 8: Ekosistemi in naravni procesi

Ime storitve	
Opis	Naravni procesi, ki podpirajo vse ostale ekosistemске storitve
<b>Konkretni primeri</b>	primarna produkcija  kroženje hranil  kroženje vode  habitati

Tabela 9: Ekosistemi in dobrine

Ime storitve	
Opis	Dobrine ali proizvodi, ki jih dobimo iz ekosistema
<b>Konkretni primeri</b>	hrana  surovine  voda  genski vir  biokemijski vir

Tabela 10: Ekosistemi in koristi uravnjalnih funkcij

Ime storitve	
Opis	Koristi, ki jih imamo od uravnjalnih funkcij ekosistema
<b>Konkretni primeri</b>	uravnavanje klime  vezava CO <sub>2</sub>  čiščenje vode  blaženje ekstremnih dogodkov

Tabela 11: Ekosistemi in nematerialne koristi

Ime storitve	
Opis	Nematerialne koristi ekosistema
<b>Konkretni primeri</b>	turizem  rekreacija  estetska vrednost  izobraževanje

8. Razvrstite korake ekosistemskega vrednotenja. 1 pomeni prvi korak ter 5 zadnji korak.

- \_\_\_\_\_ opredelitev ekosistemske storitve
- \_\_\_\_\_ zbiranje podatkov o značilnosti obravnavanega ekosistema
- \_\_\_\_\_ opredelitev scenarija vrednotenja
- \_\_\_\_\_ vrednotenje
- \_\_\_\_\_ opredelitev namena vrednotenja

9. Kaj sta cilj in namen ekonomskega vrednotenja ekosistemskih storitev?

10. Če želimo ekonomsko ovrednotiti ekosistemsko storitev, imamo določene omejitve. Katere?

11. Navedite okvirno ekonomsko vrednost posamezne ekosistemske storitve:

- nastajanje prsti (preperevanje in kopičenje organske snovi) \_\_\_\_\_,
- opráševanje (gibanje oprášenih pelodov) \_\_\_\_\_,
- zavetišče (habitat za avtohtone in prehodne populacije) \_\_\_\_\_,
- proizvodnja hrane (produkcija rib, divjadi ...) \_\_\_\_\_,
- rekreacija (omogočanje rekreacijskih dejavnosti, npr. rekreacijski ribolov) \_\_\_\_\_.

Prožnost ekosistema je njegova sposobnost, da se po motnjah vrne v prejšnje stanje. Seveda je to mogoče le, če motnje niso prehude.

12. Navedite nekaj motenj visokogorskega ekosistema.

13. Navedite nekaj motenj v manjšem ribiškem pristanišču.

14. Navedite nekaj motenj v urbanem parku.

15. Kako bi za navedene ekosisteme (v 12., 13. in 14. nalogi) izvedli zaščito pred premočnimi vplivi?

Tabela 12: Zaščita ekosistemov pred premočnimi vplivi

visokogorski ekosistem	
pristanišče	
urbani park	

16. Kaj se zgodi z ekosistemom, če nanj vplivajo prehode motnje?



Slika 9: Ekološko ravnovesje  
Vir: Haiyang 2010

17. V Italiji je izbruhnil vulkan.

- a. Kaj se je zgodilo z vegetacijo in živalskimi vrstami?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- b. V kolikšnem času se bo ekosistem povrnil v prvotno stanje?
  
  
  
  
  
  
  
  
  
  
- c. Kako imenujemo proces, kjer se ekosistem poskuša vrniti v prvotno stanje?

Ekosistemi so neprestano izpostavljeni motnjam, ki rušijo ravnovesje. To ravnovesje lahko delimo na statično (gledano na daljše časovno obdobje – 5 let) in dinamično ravnovesje (gledano na krajše časovno obdobje).

19. Na kakšen način narava ruši dinamično ravnovesje?

20. Na kakšen način človek ruši dinamično ravnovesje?

21. Kako imenujemo ravnotežje, kjer človekova dejavnost omogoča naravi njegovo vzdrževanje?



### 3 NARAVNE REMEDIACIJE

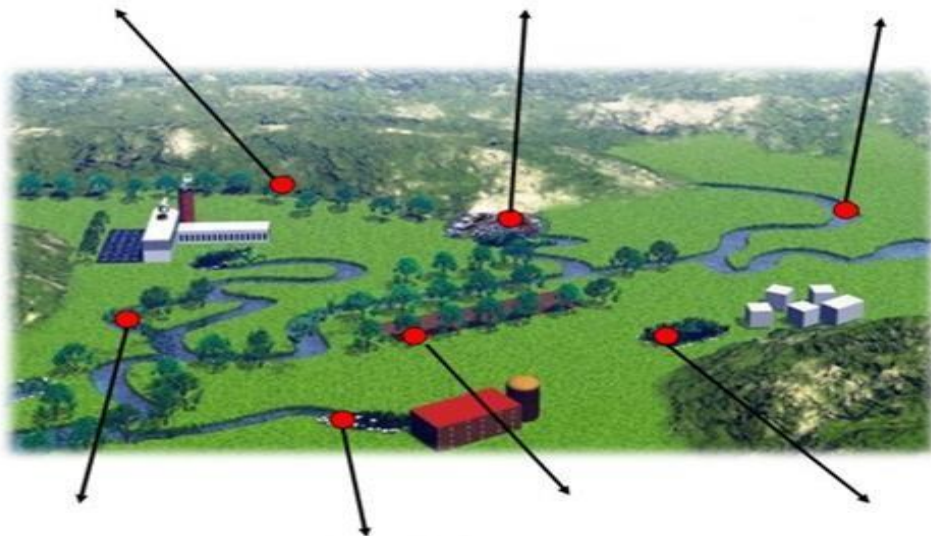
Beseda **remediacija** prihaja iz grške besede, ki pomeni obnova. Iz nje izhajajo mnoge tvorjenke.

1. Opredelite pojme.

- Ekoremediacija je \_\_\_\_\_.
- Bioremediacija je \_\_\_\_\_.
- Fitoremediacija je \_\_\_\_\_.
- Mikoremediacija je \_\_\_\_\_.

2. Navedite vsaj štiri lokacije, kjer bi bilo smiselno umestiti remediacije.

3. Dopolnite skico z napisi tako, da bo razvidno, kaj prikazuje.



Slika 10: Ekoremediacijski elementi v naravi  
Vir: Ekoremediacije 2015

4. Od česa je odvisno, kakšno remediacijo bomo uporabili na določeni lokaciji?

V Sloveniji imamo velike količine odpadnih voda, ki jih moramo prečistiti, preden jih spustimo v okolje. Velik vpliv na okolje predstavlja konvencionalno kmetijstvo, ki uporablja fitofarmacevtska sredstva, umetna gnojila, težko mehanizacijo, ... Tretji pereči problem v Sloveniji so podnebne spremembe, ki krojijo našo usodo s sušo in poplavami.

5. Z remediacijo lahko ekosistem zaščitimo ali obnovimo. Dopolnite tabelo s primeri, ki nam povedo, kako to dosežemo.

Tabela 13: Ukrepi obnove in zaščite ekosistemov

Zaščita	Obnova

6. Ekoremediacija vodnih ekosistemov ima različne funkcije. V levem stolpcu so napisane dejavnosti, ki se izvajajo v naravnih vodnih in obvodnih ekosistemih. Obrazložite dejavnost in zapišite, kako to narava zmore ter kako se to pozna.

Tabela 14: Vpliv spodobnosti narave

Dejavnost v naravi	Kaj je to?	Kako to narava zmore?	Kako se to pozna v ekosistemu?
zadrževanje vode			
krepitev puferskega sistema			
vzpostavitev samoobnovitvenega potenciala			
ohranjanje biotske raznovrstnosti			

7. Kateri so poglobitni cilji remediacij?

8. Dopolnite tabelo s konkretnimi primeri tako, da bo prikazana delitev ekoremediacij glede na izvor. Ekoremediacijo bomo okrajšali z ERM.

Tabela 15: Delitev ekoremediacij glede na izvor

Delitev ERM glede na izvor	
naravne oblike	umetne oblike

9. Narišite hišo ob vodotoku in v njeno okolico smiselno umestite nekaj ekoremediacijskih elementov.

10. Dopolnite tabelo s primeri okoljske delitve ekoremediacij.

Tabela 16: Okoljska delitev ekoremediacij

Okoljska delitev ERM		
za vodne ekosisteme	za kopenske ekosisteme	
za boljši zrak	za preprečitev erozije	za biotsko pestrost

### 11. Dopolnite tabelo s konkretnimi primeri za sektorsko delitev ekoremediacij.

Tabela 17: Sektorska delitev ekoremediacij



### 3.1 Naravna ekoremediacija

Sledijo zanimive naloge o naravnih ekoremediacijah v vodnem okolju. Vaša naloga je, da čim več tovrstnih elementov najdete v okolici svojega doma, jih fotografirate in fotografijo prilepite v spodnjo razpredelnico. Hkrati dodate opis in značilnosti.

Tabela 18: Primeri naravne ekoremediacije v vodnem okolju

Stranski rokav reke	Funkcije

Mokrišče	Funkcije
Meander	Funkcije
Prodni nasip	Funkcije

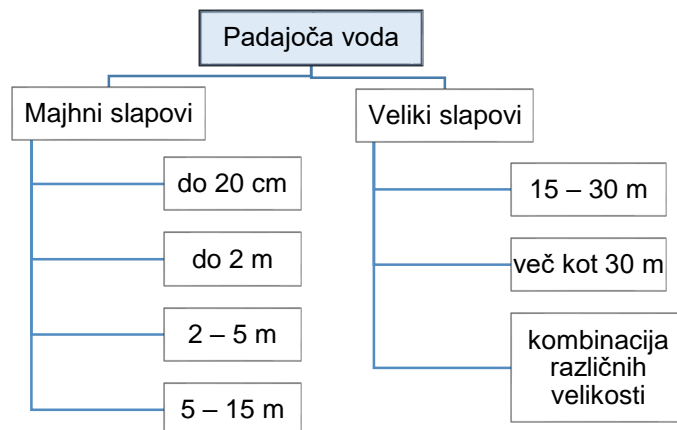
Tolmun	Funkcije
Obrežni pas rastlin	Funkcije
Stoječe vode: <ul style="list-style-type: none"><li>- mrtvice</li><li>- mlake</li><li>- jezerca</li><li>- jezera</li></ul>	Funkcije

Navpični bregovi rek	Funkcije

12. V naravi imamo različne elemente, ki omogočajo lažje raztapljanje kisika v vodi. Navedite jih vsaj 5.

13. Dopolnite tabelo tako, da poimenujete posamezne elemente glede na njihovo velikost.

Shema 2: Delitev slapov



14. Slovenija je bogata z brzicami in slapovi. Navedite pet slapov z različnih koncev Slovenije in dopišite lokacijo.



### 3.2 Grajene ekoremediacije

Človek je že od nekdaj posnemal naravo, saj se je iz nje veliko naučil. Grajena ekoremediacija izhaja ravno iz opazovanja narave. Naučeno znanje je prenos ukrepov na kritična področja, da bi jih izboljšali. Tehnike revitalizacije (obnova degradiranega območja) vodotokov delimo na tri področja.

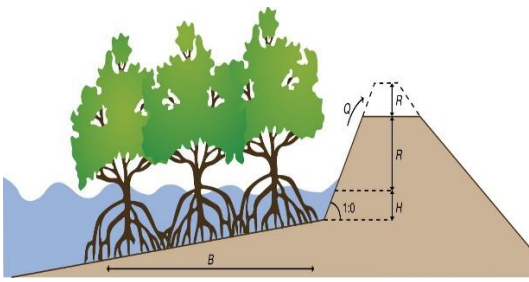
1. Dopolnite tabelo s konkretnimi primeri ukrepov.

Tabela 19: Tehnike revitalizacije vodotokov

Tehnike revitalizacije vodotokov		
v strugi	na brežini	izven struge

2. Sledijo zanimive naloge o grajenih ekoremediacijah v vodnem okolju. Vaša naloga je, da čim več tovrstnih elementov najdete v okolici svojega doma, jih fotografirate in fotografijo prilepite v spodnjo razpredelnico. Hkrati dodate opis in značilnosti.

Tabela 20: Primeri grajenih ekoremediacij v vodnem okolju

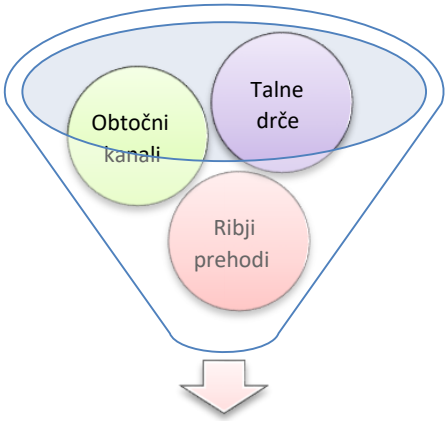
<p><b>Protipoplavna zajezeitev</b></p>  <p><i>Slika 11: Protipoplavna zajezeitev</i> Vir: Jongman 2018</p>	<p><b>Funkcije</b></p>
---	------------------------

<p>Zadrževalniki vode:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- kal</li><li>- puč</li><li>- lokev</li><li>- vaško korito</li></ul>	<p>Funkcije</p>
<p>Mejice</p>  <p><i>Slika 12: Mejice</i> Vir: Lasten</p>	<p>Funkcije</p>
<p>Mlinščica</p>  <p><i>Slika 13: Mlinščica</i> Vir: Mlinščice danes b. l.</p>	<p>Funkcije</p>
<p>Mlaka</p>  <p><i>Slika 14: Mlaka</i> Vir: Zupančič 2019</p>	<p>Funkcije</p>

Posebna skrb je namenjena urejanju jezov, ki morajo zagotavljati minimalni ekološki pretok. To zagotovimo z obtočnimi kanali, talnimi drčami in ribjimi prehodi.


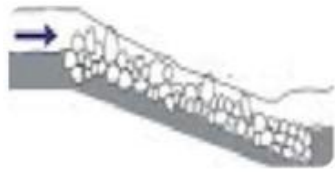

3. Na levi strani napišite razlago za omenjene pojme.

Tabela 21: Urejanje jezov

<p style="text-align: center;"><b>Urejanje jezov</b></p>  <p style="text-align: center;">Slika 15: Urejanje jezov Vir: Lasten</p>	<p>Obtočni kanal</p>  <p>Talne drče</p>  <p>Ribji prehodi</p>
--	---

4. Glede na sliko opredelite, za kakšno talno drčo gre, in zapišite, kako bi konstrukcijo zgradili.

Tabela 22: Vrste talnih drč

	<p>Ime</p> <hr/> <p>Izgradnja</p>
	<p>Ime</p> <hr/> <p>Izgradnja</p>
	<p>Ime</p> <hr/> <p>Izgradnja</p>

Vir: Kolman 2014, 12

5. Ob hidroelektrarnah in jezovih je potrebno poskrbeti za ribje prehode. Glede na sliko poimenujte te prehode.

Tabela 23: Ribji prehodi pri hidroelektrarnah

		<p>Tukaj nalepite svojo fotografijo.</p>






Vir: Kolman 2014, 91–96; lasten (foto)

6. Kdaj in zakaj bi postavili obtočne kanale?

Obrežni pas rastlin ima številne funkcije, ki smo jih našli že pri naravnem ekoremediacijskem elementu. Šele ko je človek odstranil vegetacijo, je spoznal njeno vlogo. Danes ponovno sadijo obrežno vegetacijo, kjer je to mogoče, saj smo omejeni s prostorom, podnebjem, sestavo tal ...

7. Prepoznajte avtohtona drevesa in jih poimenujte.

Tabela 24: Avtohtona drevesa

		
1	2	3
		<p>Tukaj nalepite svojo fotografijo.</p>
4	5	
6 vrba		

Vir (slike): Velikanje 2001







8. Pomembno je, da pri zasaditvi uporabljamo avtohtone, samonikle in plodonosne vrste. Opreделите, kaj to pomeni in kako te lastnosti vplivajo na ekosisteme.

Tabela 25: Vpliv zasaditve na ekosisteme

Pojem	Pomen	Vpliv
avtohtona vrsta		
samonikla vrsta		
plodonosna vrsta		

9. Prepoznajte avtohtone grmovne vrste in jih poimenujte.

Tabela 26: Avtohtone grmovne vrste

		
1 –	2 –	3 –
		
4 –	5 –	6 –
Tu prilepite svojo fotografijo.		
7 – dren	8 – vaš primer	9 – vaš primer

Vir (slike): Shutterstock 2003–2024

## 4 REVITALIZACIJA

Raziskali bomo revitalizacijske ukrepe za vodotoke in vodonosnike. Z njimi preprečujemo erozijo – odnašanje materiala in ustvarimo nov življenjski prostor. Z zasaditvijo ekoremediacijskih rastlin omogočamo samočistilno sposobnost ...

1. Navedite cilje revitalizacije.

2. Navedite funkcije revitalizacij.

Geotehniške funkcije so:

Ekološke funkcije so:

Ekonomske funkcije so:

Estetske funkcije so:

3. Od česa je odvisna izbira bioloških metod revitalizacije območja:

- od lastnosti vodotoka,

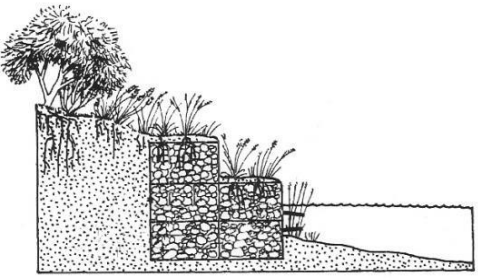
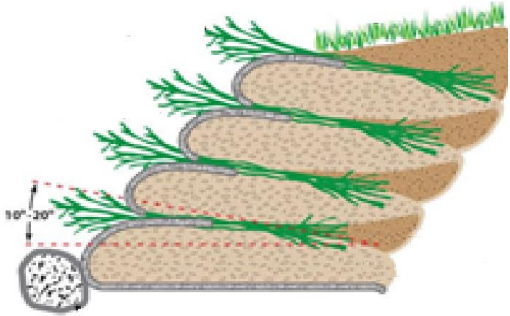


- od lastnosti brežin,

- od denarnih sredstev,


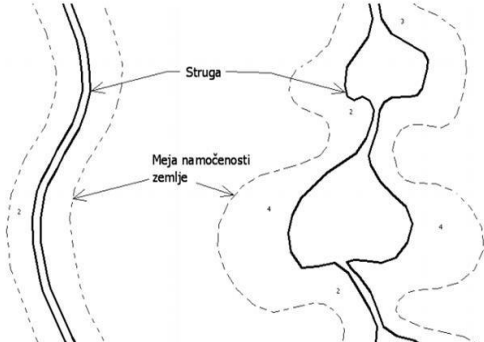

- od značilnosti prostora.



4. Dopolnite tabelo s svojimi fotografijami in opiši izgradnje.



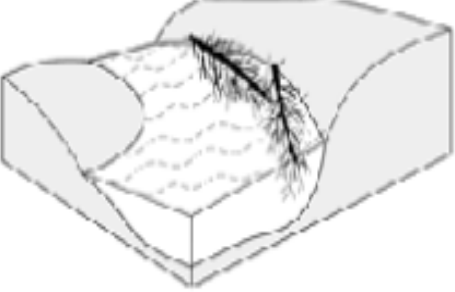

Tabela 27: Revitalizacijske ukrepe za vodotoke in vodonosnike



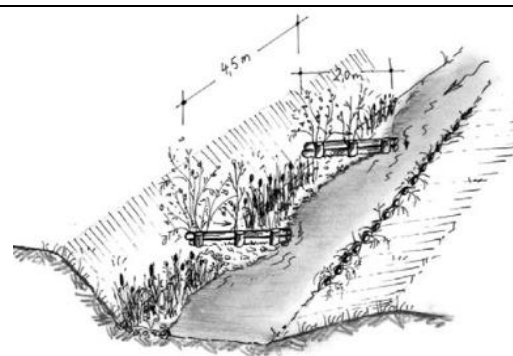
 <p>Slika 16: Zasaditev vegetacije Vir: Sajovic 2010, 20</p>	<p>Zasaditev vegetacije</p> <p>Gradnja</p>
 <p>Slika 17: Zasaditev z geotekstilom Vir: Suresh, Dwivedi 2022, 11</p>	<p>Zasaditev z geotekstilom</p> <p>Gradnja</p>
 <p>Slika 18: Vrbovi popleti Vir: Z naravo 2015</p>	<p>Vrbovi popleti</p> <p>Gradnja</p>
 <p>Slika 19: Mreža iz kokosa in jute Vir: Lasten</p>	<p>Postavitev mreže iz kokosa in jute</p> <p>Gradnja</p>



 <p>Slika 20: Mreža iz plastičnih vlaken Vir: Lasten</p>	<p>Mreža iz plastičnih vlaken</p> <p>Gradnja</p>
<p>Vstavite svojo fotografijo.</p>	<p>Mreža iz žičnega prepleta</p> <p>Gradnja</p>
 <p>Slika 21: Zaježitve na vodotoku Vir: Sajovic 2010, 21</p>	<p>Umetni zalivi in zajede</p> <p>Gradnja</p>
 <p>Slika 22: Prag na potoku Oplotnica Vir: Drava 2017</p>	<p>Pragovi</p> <p>Gradnja</p>

<p>Vstavite svojo fotografijo.</p>	<p>Umetna mokrišča</p>
	<p>Gradnja</p>
<p>Vstavite svojo fotografijo.</p>	<p>Močvirski travniki</p>
	<p>Gradnja</p>
 <p><i>Slika 23: Plavajoči otok</i> Vir: Minga b. l. 2013</p>	<p>Plavajoči otoki</p>
<p>Gradnja</p>	
 <p><i>Slika 24: Melioracijski jarek</i> Vir: Lasten</p>	<p>Melioracijski jarki</p>
<p>Gradnja</p>	

	<b>Lesene kašte</b>
<p>Slika 25: Kašta na Pšati v Zalogu pri Cerkljah Vir: Sklad Si.voda b. l., 3</p>	Gradnja
	<b>Gabioni</b>
<p>Slika 26: Gabion Vir: Lasten</p>	Gradnja
	<b>Zaščita s kosmatim lesom</b>
<p>Slika 27: Zaščita s kosmatim lesom Vir: Zakotnik 2015, prosojnica 8</p>	Gradnja
	<b>Žive ščetke</b>
<p>Slika 28: Žive ščetke Vir: Zakotnik 2015, prosojnica 7</p>	Gradnja

	<p>Utrjevanje brežin s fašinami</p>
<p>Slika 29: Utrjevanje brežin s fašinami Vir: Zakotnik 2015, prosojnica 6; McCullah, Gray 2005</p>	<p>Gradnja</p>
	<p>Vodna setev z dodatkom rastne pulpe</p>
<p>Slika 30: Vodna setev z dodatkom rastne pulpe Vir: Vodna setev 2023</p>	<p>Gradnja</p>
	<p>Jezbice</p>
<p>Slika 31: Shema izgradnje zajede Vir: Sajovic 2010, 21; Vrhovšek idr. 2011, 47</p>	<p>Gradnja</p>

### 5. Kakšno ureditev brežin potrebujejo naslednje ptice?



vodomec



vodni kos



breguljka

Slike 32, 33 in 34: Vodne ptice  
Vir: Bohdal 2019; Mraz 2019

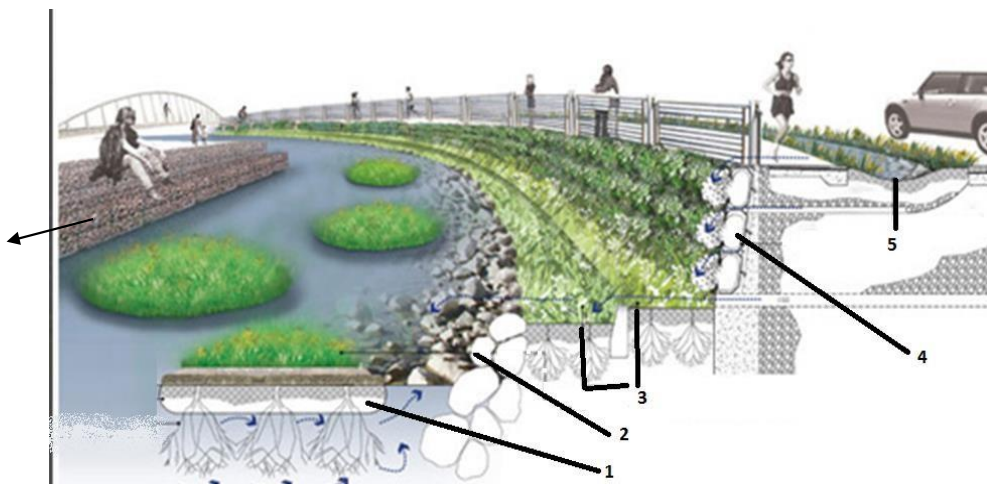
6. Opredelite pomen mokrišč z naslednjih vidikov:

gospodarski vidik,

družbeni vidik,

ekološki vidik.

7. Slika prikazuje revitalizacijo reguliranega vodotoka. Dopišite, katere ukrepe predstavljajo posamezne številke na skici.



Slika 35: Revitalizacija reguliranega vodotoka  
Vir: Blanchfield 2011

8. Kako je človek v preteklosti posegal v rečne ekosisteme in s kakšnim namenom?

9. Kateri so poglobitni okoljski problemi na področju upravljanja z vodami v Sloveniji?

10. Katere institucije se ukvarjajo z vodami v Sloveniji?

## 5 REMEDIACIJA

Remediacija se ukvarja pretežno z zemljinami. Gre za postopek, s katerim sanirano okolje ponovno naredimo varno.

1. Naštejte nekaj problemov, ki se nanašajo na prst (zemljino).

2. Kdaj tla postanejo uradno onesnažena?

3. Pred remediacijo tal je potrebno učinkovitost in doseganje ciljev preveriti z laboratorijskimi in pilotnimi raziskavami. Kako preverimo spodaj navedene lastnosti:

- lastnosti onesnaževal,

- dostopnost onesnaževal,

- lastnosti tal,

- razpoložljivost finančnih in tehničnih možnosti.

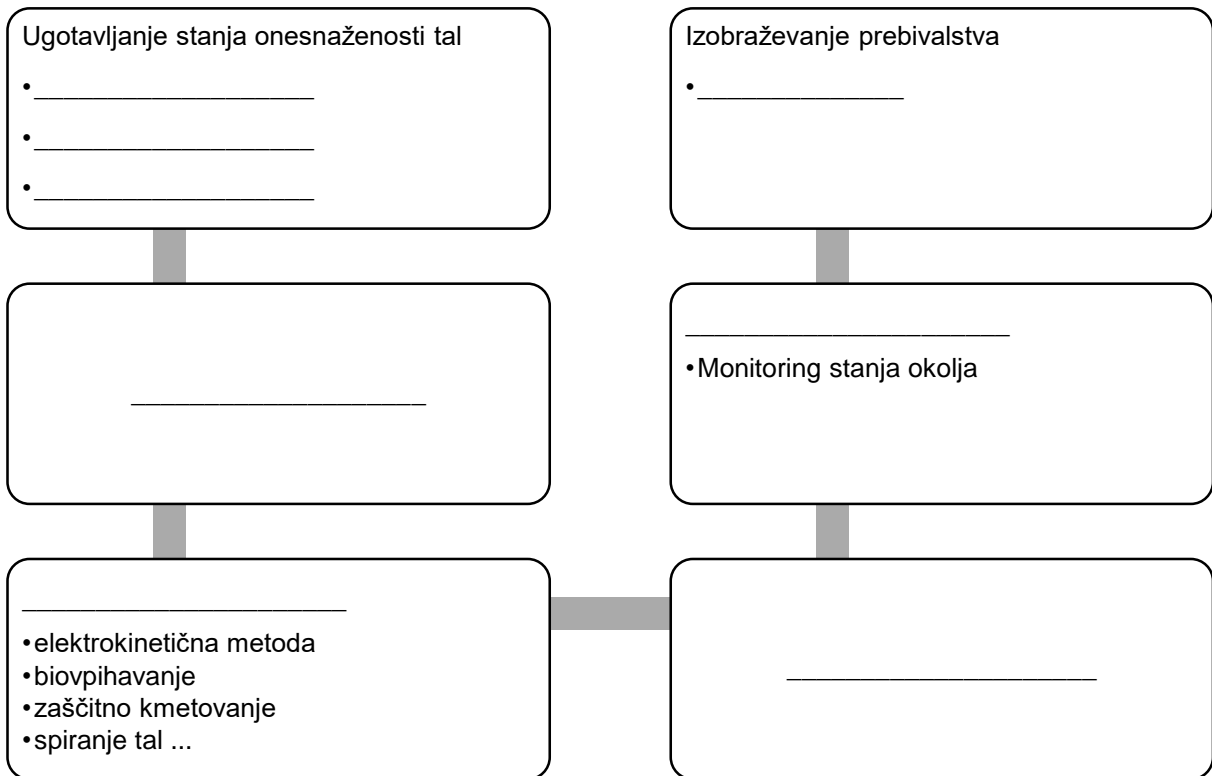
4. Dopolnite tabelo.

Tabela 28: Metode čiščenja zemljin

Glede na mesto čiščenja zemljine delimo metode na:	
prvotnem kraju ali _____ metoda,	drugem mestu ali _____ metoda.

5. Napišite postopek izvedbe remediacije od prepoznavanja onesnaženosti okolja do saniranega stanja.

Shema 3: Postopek izvedbe remediacije



6. Tehnologije remediacije lahko delimo v tri sklope. Navedite primere za vsak sklop.

Tabela 29: Tehnologije remediacije – biološki postopki

Tehnologije remediacije	
biološki postopki	
in situ	ex situ

Tabela 30: Tehnologije remediacije – fizikalno-kemijski postopki

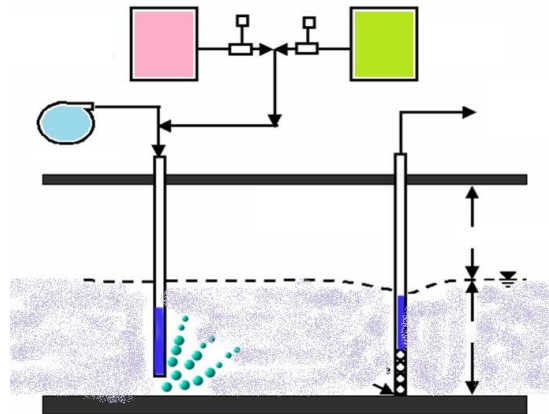
Tehnologije remediacije	
fizikalno-kemijski postopki	
in situ	ex situ

Tabela 31: Tehnologije remediacije – termični postopki

Tehnologije remediacije	
termični postopki	
in situ	ex situ

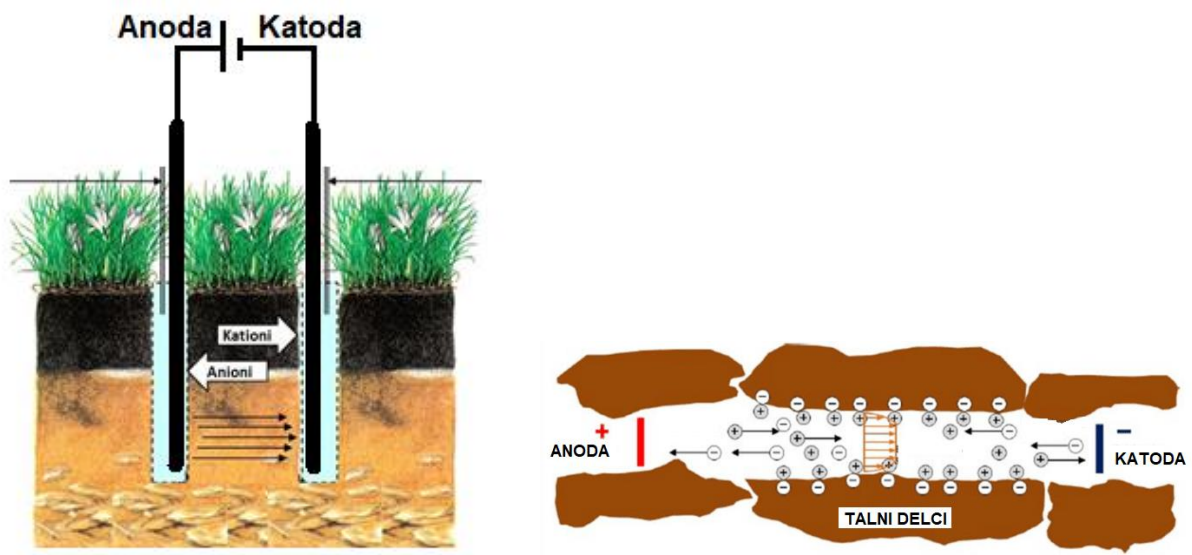


7. Slika prikazuje okrepljeno bioremediacijo. Naravi v boju proti onesnaževalom pomagamo z dodajanjem kisika in hranil. Sliko dopolnite tako, da se ve, kako zadeva deluje.



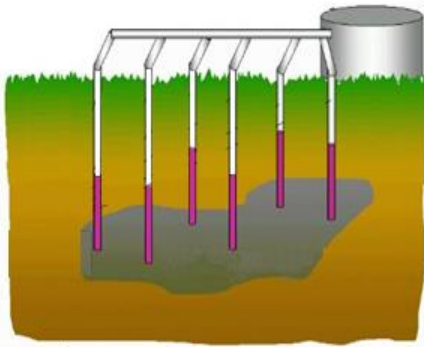
Slika 36: Okrepljena bioremediacija tal ali podzemne vode  
Vir: Lasten

8. Slika prikazuje elektrokinetično sanacijo onesnaževal iz tal. Opišite način delovanja.



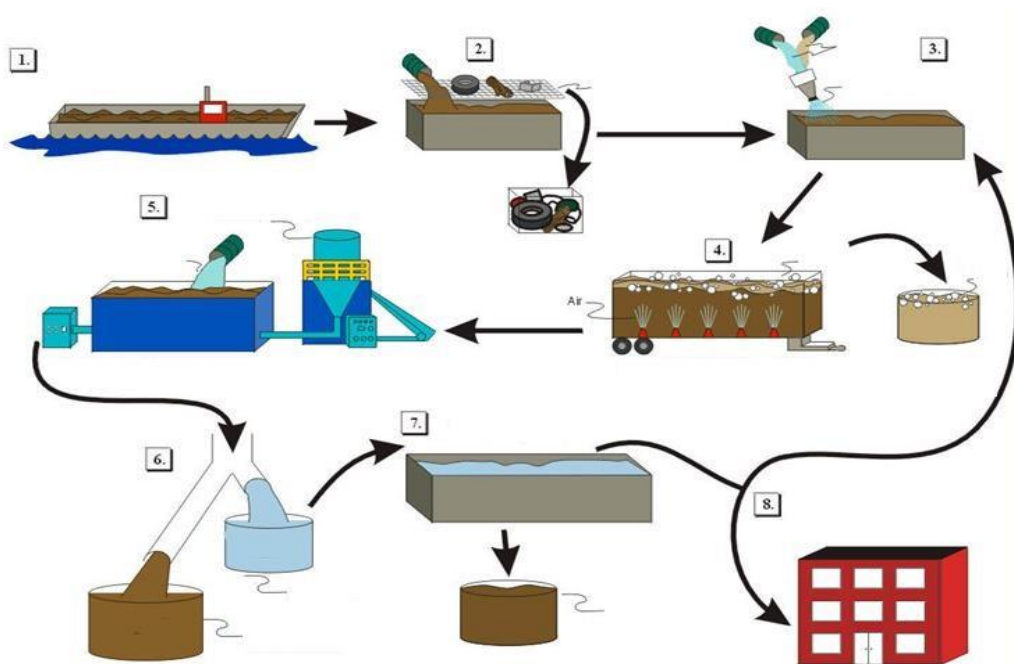
Sliki 37 in 38: Elektrokinetična remediacija tal  
Vir: Cameselle 2013

### 9. Kako deluje metoda kemične oksidacije onesnaževal?



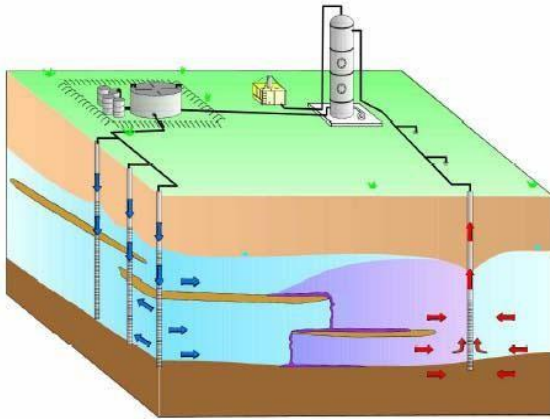
Slika 39: Kemična oksidacija onesnaževal v tleh  
Vir: Petroleum 2017

### 10. Opišite posamezne faze metode spiranja prsti (Soil Washing).



Slika 40: Metoda spiranja prsti (Soil Washing)  
Vir: Todaro, Notarnicola, De Gisi 2016

11. Opredelite delovanje metode za odstranjevanje nečistoč (Soil Flushing).



Slika 41: Metoda odstranjevanja nečistoč (Soil Flushing)  
Vir: Battelle, Duke Engineering and Services 2002, 5; Cummings b. l.

12. Ali so vse remediacijske metode enako učinkovite? Odgovor utemeljite.

13. Ali se pri saniranju peščenih oziroma glinenih tal pojavljajo kakšne razlike?

## 5.2 Bioremediacija

Pri bioremediaciji za čiščenje kontaminirane prsti ali vode uporabljamo žive organizme. Poglejmo si nekaj konkretnih metod.

1. Kakšna je vloga mikroorganizmov pri sanaciji prsti oziroma vode?

2. Pri bioremediaciji uporabljamo mikroorganizme glede na razpoložljiv kisik. Navedite, v katero skupino (aerobno, anaerobno) sodijo mikroorganizmi.

Tabela 32: Mikroorganizmi glede na uporabo kisika

<i>Pseudomonas</i> <i>Alcaligenes</i> <i>Shingomonas</i> <i>Rhodococcus</i> <i>Mycobacter</i>	<i>Metanotrofi</i> <i>Nitrosomonas</i> <i>Nitrobakter</i> <i>Paracoccus</i> <i>Deinococcus</i>
---	--

3. Glede na razpoložljiv acceptor elektronov razvrstite mikroorganizme tako, da si sledijo od tistega, ki pridobi največ energije iz razgradnje, do tistega, ki dobi najmanj. Mikroorganizme povežite s svojimi acceptorji elektronov (na desni strani).

- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| _____ metanogenci                   | _____ $O_2 \rightarrow H_2O$        |
| _____ železoreducirajoče bakterije  | _____ $MnO_2 \rightarrow Mn^{2+}$   |
| _____ sulfatreducirajoče bakterije  | _____ $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$ |
| _____ nitrat reducirajoče bakterije | _____ $CO_2 \rightarrow CH_4$       |
| _____ aerobne bakterije             | _____ $SO_4 \rightarrow H_2S$       |
| _____ manganreducirajoče bakterije  | _____ $NO_3 \rightarrow N_2$        |

4. Navedite prednosti in slabosti posameznih skupin mikroorganizmov, ki jih uporabljamo pri bioremediaciji.

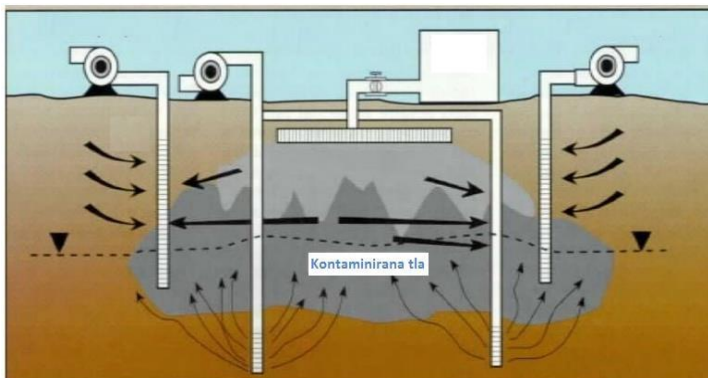
Tabela 33: Mikroorganizmi v bioremediaciji:

Avtohtoni	Aklimatizirani	Gensko spremenjeni

5. Pred bioremediacijsko metodo vnesite I za in situ metodo ali pa E za ex situ metodo.

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| ___ zaščitno kmetovanje | ___ biopiles            |
| ___ biostimulacija      | ___ in situ degradacija |
| ___ bioekstracija       | ___ bioreaktor          |
| ___ kompostiranje       | ___ biovpihavanje       |
| ___ bioavgmentacija     | ___ naravno slabljenje  |

6. Obrazložite metodo vpihavanja zraka (biosparging).



Slika 42: Remediacijska metoda vpihovanja zraka  
Vir: Chauhan 2017, prosojnica 9

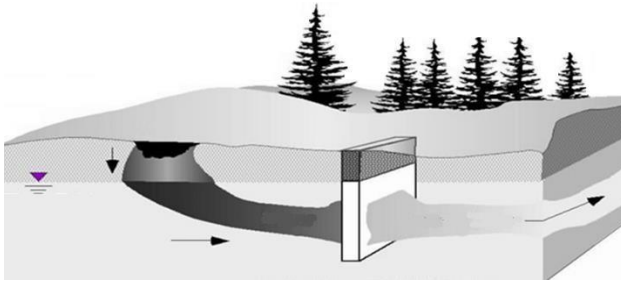
7. Opredelite razlike med navedenima metodama.

Tabela 34: Remediacija z uporabo talnih mikroorganizmov

Biostimulacija	Biopovečanje

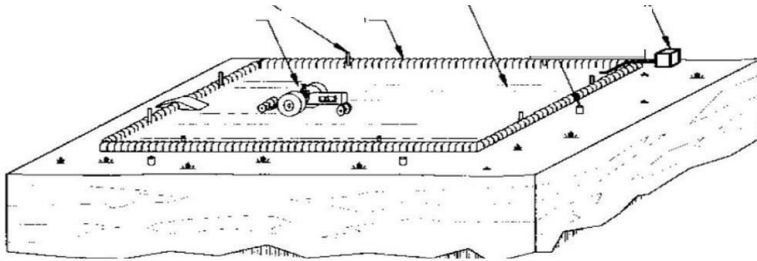
Vir (sliki): Nicholson 2017; What is bioremediation 2017

8. Biobarriere so metode čiščenja visokih podzemnih voda. Kako to izvedemo?



Slika 43: Biobariera  
Vir: Sachin 2000

9. Kako poteka zaščitno kmetovanje (Land Farming)?



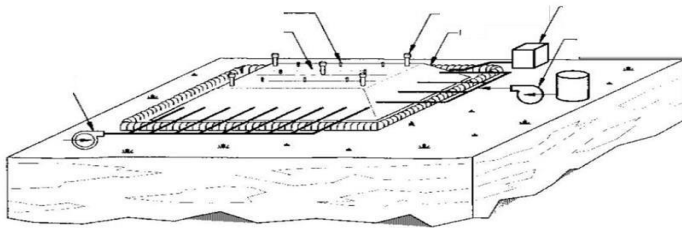
Slika 44: Zaščitno kmetovanje  
Vir: Dubey 2014, 1055; Principles b. I., 3:45

10. Kdaj bi se lotili tovrstnega kmetovanja?

11. Kaj vse lahko kompostiramo?

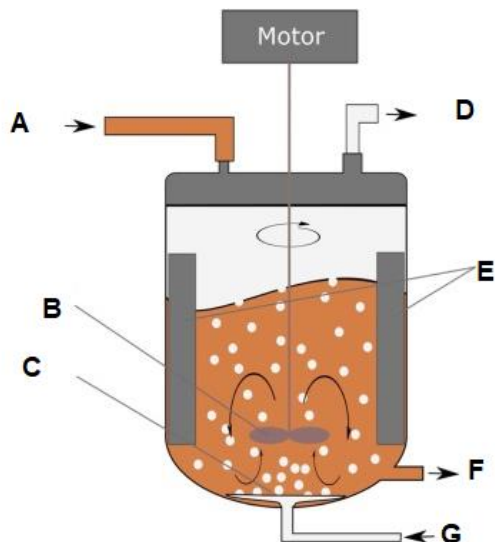
12. Zakaj kompostiramo?

13. Za lažjo kontrolo nad fizikalnimi izgubami onesnaževal uporabljamo "BIOPILES". Za kaj gre?



Slika 45: Zaščitno kmetovanje z reguliranimi pogoji  
Vir: Principles b. I., 4:30

14. Opredelite pomen uporabe bioreaktorjev za čiščenje odpadnih voda in dopišite, kaj prikazujejo črke.



Slika 46: Bioreaktor  
Vir: Douglas idr. 2017

### 5.3 Fitoremediacija tal

S pomočjo rastlin in z njimi povezanimi mikroorganizmi očistimo nečistoče iz zemljine.

1. Kam lahko rastlina shrani onesnaževala?

2. Katere rastline so najbolj primerne za fitoremediacijo?

3. Katere lastnosti morajo vsebovati?

4. Narišite ali prilepite sliko izbranih ekoremediacijskih rastlin.

Tabela 35: Ekoremediacijske rastline

grobeljnik	topol	vodna leča
sončnica	rani mošnjak	lucerna



5. Navedite prednosti in slabosti fitoremediacije.

Tabela 36: Prednosti in slabosti fitoremediacij

Fitoremediacija	
prednosti	slabosti

6. Povežite rastline z onesnaževali, ki jih najpogosteje vežejo iz zemlje.

cianobakterije  
 metuljnice  
 topoli  
 buče  
 sončnice  
 praproti  
 alpska zelišča  
 gorčica

bancin  
 hidrokarbonati  
 DDT  
 kloridne spojine  
 uran  
 cink  
 arzen  
 svinec

7. Naštejte faze uporabe metode fitoremediacije.

8. Fitoekstrakcija je metoda, pri kateri uporabljamo hiperakumulacijske rastline.

Obkrožite primerne rastline.

sončnica	regrat	hmelj
koprive	križnice	trte

## 9. Dopolnite tabelo z ustreznimi podatki.

Tabela 37: Pojmi iz fitoremediacije

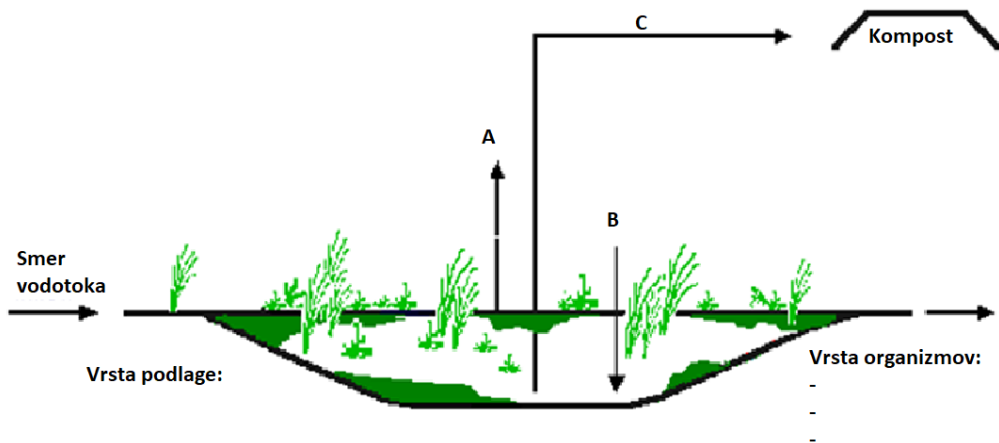
<b>Fitoremediacije/ kriteriji</b>	<b>Kdo</b> – katere vrste rastlin?	<b>Kam</b> potujejo onesnaževala?	<b>Kako</b> se pretvorijo?	<b>Kaj</b> sanira v tleh?
fitovolatilizacija				
fitoekstrakcija				
fitostabilizacija				
rizodegradacija				
rizofiltracija				
hidravlično zadrževanje vode				

## 5.4 Čistilne naprave

1. Kakšni so nameni čistilnih naprav?

2. Dopolnite manjkajoče elemente.

Grajeno močvirje posnema procese v naravnih močvirjih. Pri tem izhajajo plini \_\_\_\_\_, prikazani pod točko A, poteka proces \_\_\_\_\_, prikazan pod točko B, odvečen material pa odlagamo na \_\_\_\_\_, kot prikazuje točka C.



Slika 47: Grajeno močvirje  
Vir: Constructed wetlands 2013

3. Dopolnite. Vedno več rastlinskih čistilnih naprav uporabljamo za čiščenje:

- \_\_\_\_\_ odpadne vode,
- \_\_\_\_\_ odpadne vode,
- \_\_\_\_\_ pitne vode,
- izcedne vode \_\_\_\_\_,
- izcedne vode iz \_\_\_\_\_.

4. Katera onesnaževala se nahajajo v izcednih in odpadnih vodah?

5. Navedite razliko med odpadnimi vodami.

Tabela 38: Organska in anorganska odpadna voda

Anorganske odpadne vode	Organske odpadne vode

6. Problematične odpadne vode so tudi hladilne vode, ki so potrebne za ohlajevanje elektrarn. Zakaj?

7. Katere tri metode se uporabljajo za čiščenje vode v čistilnih napravah? Navedite njihove značilnosti.

Tabela 39: Čiščenje odpadne vode v čistilni napravi

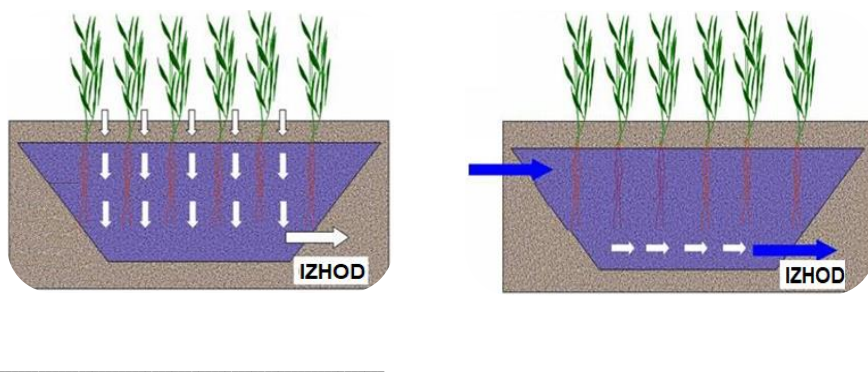
_____ metoda	_____ metoda	_____ metoda

8. Biološko čiščenje delimo na štiri faze. Napišite njihove značilnosti.

Tabela 40: Faze čiščenja odpadne vode v čistilni napravi

Primarno čiščenje	Sekundarno čiščenje	Terciarno čiščenje	Kvartarno čiščenje

9. Rastlinske čistilne naprave delimo glede na smer vodnega toka na:



Sliki 48 in 49: Vertikalna in horizontalna rastlinska čistilna naprava  
Vir: Prasad b. l.

Tabela 41: Lastnosti vertikalne in horizontalne rastlinske čistilne naprave

Pozitivne lastnosti	Pozitivne lastnosti
Negativne lastnosti	Negativne lastnosti

10. Katere komponente uporabljamo pri izgradnji rastlinske čistilne naprave in kakšna je njihova vloga?

Tabela 42: Komponente rastlinske čistilne naprave

Substrat

•

Močvirske rastline

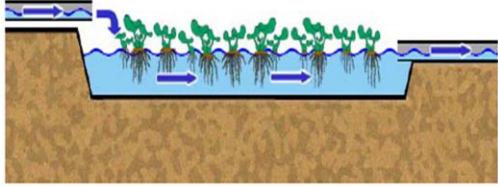
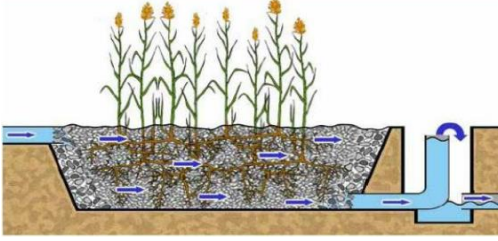
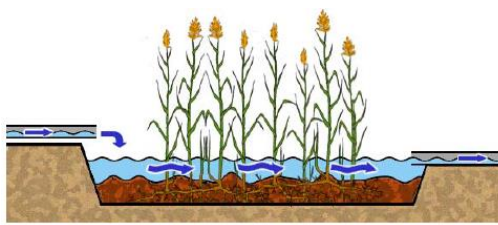
•

Mikroorganizmi

•

## 11. Rastlinske čistilne naprave delimo na več različnih tipov.

Tabela 43: Tipi rastlinskih čistilnih naprav

<p>Sistem s prosto plavajočimi močvirskimi rastlinami</p>	<p>Lastnosti</p>
	
<p>Sistem z ukoreninjenimi močvirskimi rastlinami s horizontalnim tokom vode pod površino</p>	<p>Lastnosti</p>
	
<p>Sistem z ukoreninjenimi močvirskimi rastlinami s horizontalnim tokom vode nad površino</p>	<p>Lastnosti</p>
	

Vir (slike): Prezelj 2009, prosojnici 6, 7

## 12. Kako vzdržujemo rastlinsko čistilno napravo?

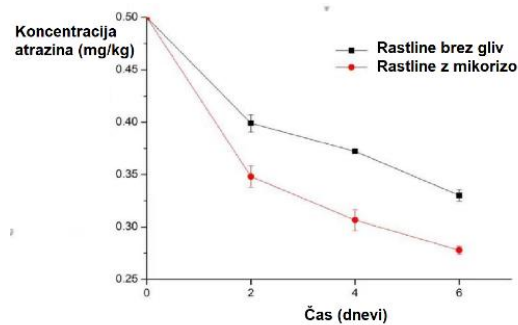
## 13. Navedite 4 procese, ki potekajo v čistilnih napravah.

## 5.5 Mikoremediacija

Glive so dekompozitorji in pripomorejo k razgradnji onesnaževal. Nekatere so tudi hiperakumulatorji.

1. Naravovarstveniki so v dva bioreaktorja dali zemljinu, okuženo z atrazinom, in vodo. V en bioreaktor so dodali glive (solzeča medlenka) in rastline, v drug reaktor pa zgolj rastline. Meritve so potekale 6 dni. Spremljali so upad koncentracije atrazina v reaktorju. Rezultat so podali v grafu. Obrazložite ga.

Grafikon 1: Poskus čiščenja atrazina z rasilinami in/ali glivami



Vir: Sui idr. 2018, 3

2. *Phanerochaete chrysosporium* je lignin razkrajajoča bela gliva. Odlično se obnese pri razgradnji pesticidov, poliaromatičnih ogljikohidratov, PCB, barvil, TNT in cianidov. S konkretnimi primeri zapišite, kje bi lahko izkoristili njene lastnosti.

3. Kako poteka mikofiltracija?



Slika 50: Mikofiltracija  
Vir: Cotter b. l., prosojnica 12

## 6 BLAŽILNE CONE

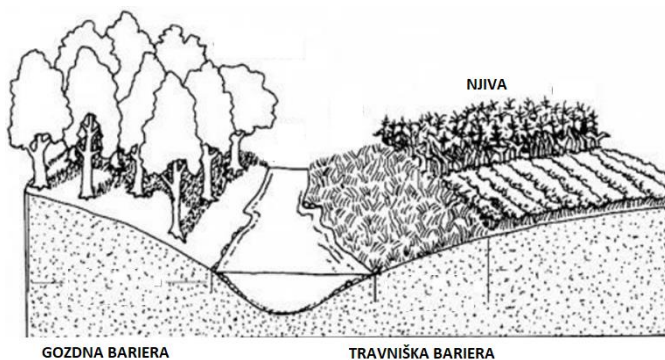
Ekoremediacija zraka, vode ali tal poteka preko barier. Imenujemo jih tudi blažilne cone ali zeleni koridorji. To so zaščitne sanacijske cone, sestavljene iz vegetacijskih pasov in umetnih mokrišč.

1. Katere elemente bi uporabili pri postavljanju vegetacijskih pasov?

2. Kakšne prepreke poznamo glede na vrsto dejavnika, ki ga želimo omiliti?

hrup	smrad	prah	veter

3. Kje je smiselno postaviti blažilne cone in zakaj ste takšnega mnenja?



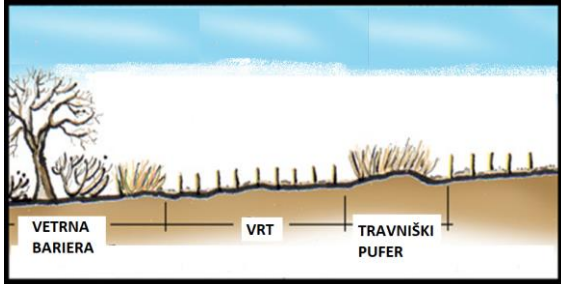
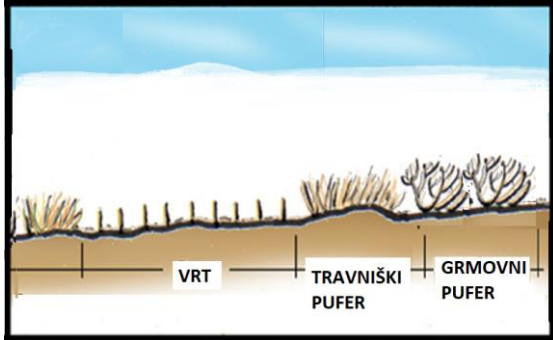
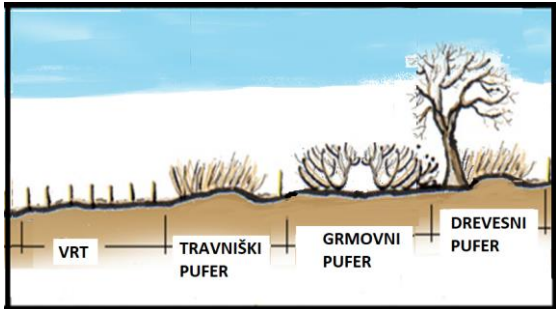
Slika 51: Naravne bariere za čiščenje površinskega toka vode  
Vir: Sajovic 2010, 64; Waidler idr. 2009, 91



4. Ko postavljamo biološke zračne bariere, moramo paziti na:

5. Kakšne so značilnosti posameznih blažilnih sistemov?

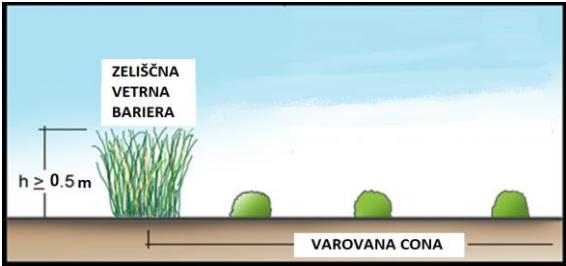
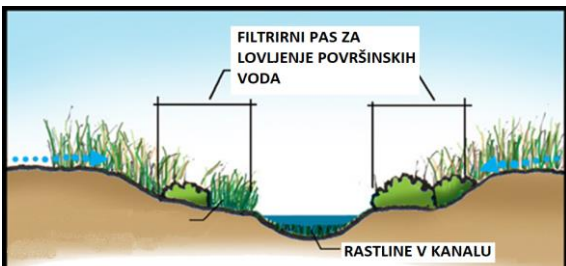
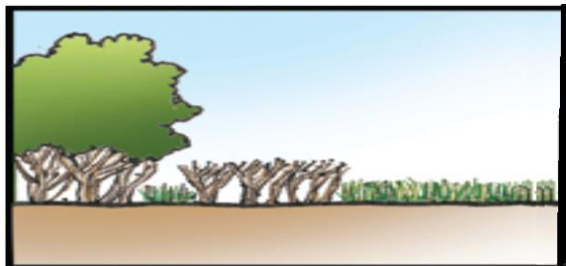
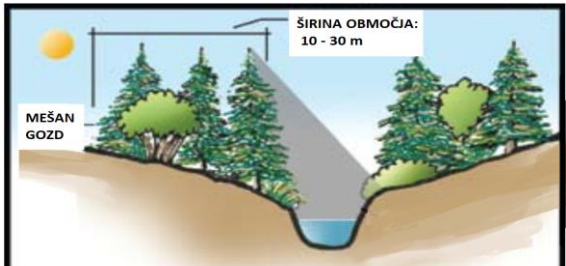
Tabela 44: Blažilni sistemi in njihove značilnosti

<p>Enofazni sistem</p>  <p>The diagram illustrates a single-phase windbreak system. It shows a cross-section of the ground with three distinct zones. On the left, there is a 'VETRNA BARIERA' (wind barrier) represented by a cluster of trees. To its right is a 'VRT' (grass strip) consisting of a row of short grass plants. Further right is a 'TRAVNIŠKI PUFER' (grass buffer) represented by a dense, continuous layer of grass. The ground surface is shown as a flat line above the soil profile.</p>	
<p>Dvofazni sistem</p>  <p>The diagram illustrates a two-phase windbreak system. It shows a cross-section of the ground with three distinct zones. From left to right: a 'VRT' (grass strip) with short grass plants, a 'TRAVNIŠKI PUFER' (grass buffer) with a dense layer of grass, and a 'GRMOVNI PUFER' (shrub buffer) with a row of shrubs. The ground surface is shown as a flat line above the soil profile.</p>	
<p>Trifazni sistem</p>  <p>The diagram illustrates a three-phase windbreak system. It shows a cross-section of the ground with four distinct zones. From left to right: a 'VRT' (grass strip) with short grass plants, a 'TRAVNIŠKI PUFER' (grass buffer) with a dense layer of grass, a 'GRMOVNI PUFER' (shrub buffer) with a row of shrubs, and a 'DREVESNI PUFER' (tree buffer) with a single large tree. The ground surface is shown as a flat line above the soil profile.</p>	

Vir (slike): Bentrup 2008, 63

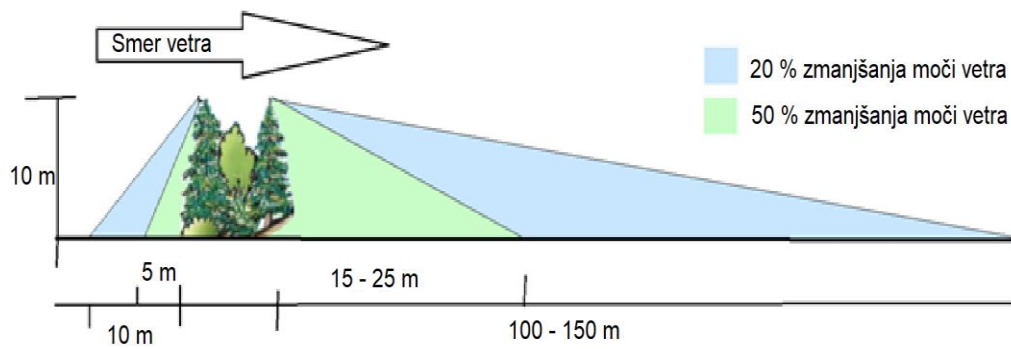
## 6. Kakšne so značilnosti prikazanih blažilnih barier?

Tabela 45: Delitev blažilnih barier

<p>Zeliščna bariera</p>  <p>ZELIŠČNA VETRNA BARIERA</p> <p><math>h \geq 0.5 \text{ m}</math></p> <p>VAROVANA CONA</p>	
<p>Travniška bariera</p>  <p>FILTRIRNI PAS ZA LOVLJENJE POVRŠINSKIH VODA</p> <p>RASTLINE V KANALU</p>	
<p>Grmovna bariera</p> 	
<p>Drevesna bariera</p>  <p>MEŠAN GOZD</p> <p>ŠIRINA OBMOČJA: 10 - 30 m</p>	
<p>Mešano bariero narišite sami.</p>	

Vir (slike): Bentrup 2008, 65, 41, 59

7. Obrazložite, zakaj je vetrne bariere smiselno postaviti v bližino vrtov oziroma njiv.



Slika 52: Vpliv vetrnih barier na moč vetra  
Vir: Lasten

8. Kako nastanejo naravne in kako umetne mejice?

9. V okolici svojega doma poiščite protihrupne in protiprašne bariere ter jih narišite spodaj. Napišite lokacijo, dolžino in material.

## 7 VIRI

- Battelle (Columbus, OH), Duke Engineering and Services (Austin, TX). 2002. NFESC Technical Report TR-2206-ENV: Surfactant-Enhanced Aquifer Remediation (SEAR) Design Manual. Washington, DC: Naval Facilities Engineering Command (NAVFAC), 20374-5065. [https://clu-in.org/download/contaminantfocus/dnapl/Treatment\\_Technologies/SEAR\\_Design.pdf](https://clu-in.org/download/contaminantfocus/dnapl/Treatment_Technologies/SEAR_Design.pdf) (20. 4. 2023).
- Bentrup, Gary. 2008. Conservation Buffers: Design Guidelines for Buffers, Corridors, and Greenways. Asheville, NC: *United States Department of Agriculture, National Agroforestry Center*; Forest Service, Southern Research Station. Pdf. <https://www.fs.usda.gov/nac/buffers/index.html> (13. 9. 2019).
- Blanchfield, Caitlin. 2011. Domestic Laundry-1. *Urban Omnibus*, 23. 8. <https://urbanomnibus.net/2011/08/gowanus-lowline-connections/domesticlaundry-1/> (20. 4. 2023).
- Bohdal, Jiří. 2019. Nature photos and pictures. *Naturephoto*. <https://www.naturephoto.cz.com/photographer-jiri-bohdal.html> (13. 9. 2019).
- Cameselle, Claudio, Susana Gouveia, Djamel Eddine Akretche, Boualem Belhadj. 2013. Advances in Electrokinetic Remediation for the Removal of Organic Contaminants in Soil. *IntechOpen*. <https://www.intechopen.com/books/organic-pollutants-monitoring-risk-and-treatment/advances-in-electrokinetic-remediation-for-the-removal-of-organic-contaminants-in-soils> (13. 9. 2019).
- Carrières Roffat (Mercuriol, Francija). 2021 Tri de pierres à bâtir et petits enrochements granitiques sur la carrière de Lamastre. *Facebook*, 6. 5. [https://www.facebook.com/roffatcarrieres/?locale=de\\_DE](https://www.facebook.com/roffatcarrieres/?locale=de_DE) (20. 4. 2023).
- Chauhan, Abhímanyu. 2017. Introduction to Bioremediation and its type. *Slideshare*, 25. 2. <https://www.slideshare.net/AbhimanyuChauhan12/introduction-to-bioremediation-and-its-type> (13. 9. 2019).
- Constructed wetlands (soil filter). 2013. V: Efficient Management of Wastewater, its Treatment and Reuse in the Mediterranean Countries: Lesson D2, Wastewater reuse technologies. *EMWATER*. [https://cgi.tu-harburg.de/~awwwweb/wbt/emwater/lessons/lesson\\_d2/lm\\_pg\\_1533.html](https://cgi.tu-harburg.de/~awwwweb/wbt/emwater/lessons/lesson_d2/lm_pg_1533.html) (13. 9. 2019).
- Cotter, Tradd. B. I. Mycofiltration: using Fungi to Improve Water Quality. *SlidePlayer*, published by Brett Palmer, 2016. <https://slideplayer.com/slide/8769984/> (13. 9. 2019).
- Cummings, Jim. B. I. In situ Flushing: Overview. *Clean-Up Information* (United States Environmental Protection Agency, Technology Innovation and Field Services Division). [https://clu-in.org/techfocus/default.focus/sec/In\\_Situ\\_Flushing/cat/Overview/](https://clu-in.org/techfocus/default.focus/sec/In_Situ_Flushing/cat/Overview/) (28. 8. 2020).
- Debernardi, Boštjan. 2011. Off road – glinokop – Slovenija. *Youtube*, 10. 7. [https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=6p\\_ugw8INGk](https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=6p_ugw8INGk) (13. 9. 2019).
- Douglas, O. Pino-Herrera, Yoan Pechaud, David Huguenot, Giovanni Esposito, Eric D. van Hullebusch, Mehmet A. Oturan. 2017. Removal mechanisms in aerobic slurry bioreactors for remediation of soils and sediments polluted with hydrophobic organic compounds: An overview. *Journal of Hazardous Materials*, volume 339: 427–449. *ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030438941730434X?via%3Dihub> (13. 9. 2019).
- Drava, Vodnogodpodarsko podjetje (Ptuj). 2017. Prag na potoku Oplotnica. <https://www.vgp-drava.si/reference/prag-na-potoku-oplotnica/> (20. 4. 2023).
- Dubey, R.C. 2014. *Advanced Biotechnology: For B.Sc. and M.Sc. Students of Biotechnology and other Biological Sciences*. Ram Nagar (New Delhi): S. Chand and Company. [https://books.google.si/books?id=SKgrDAAAQBAJ&pg=PA1054&lpg=PA1054&dq=Landfarming+\(FRT+R,+2000\)&source=bl&ots=FPQHCSCaNr&sig=ACfU3U1QGOh2m7JeLO5-](https://books.google.si/books?id=SKgrDAAAQBAJ&pg=PA1054&lpg=PA1054&dq=Landfarming+(FRT+R,+2000)&source=bl&ots=FPQHCSCaNr&sig=ACfU3U1QGOh2m7JeLO5-)

[SYYwqB2iROcVYA&hl=sl&sa=X&ved=2ahUKEwjx78fEqL7rAhXSAXAIHaVTDi0Q6AEwEnoECAEQAQ#v=onepage&q=Landfarming%20\(FRTR%2C%202000\)&f=false](http://www.scribd.com/document/411111111/SYYwqB2iROcVYA&hl=sl&sa=X&ved=2ahUKEwjx78fEqL7rAhXSAXAIHaVTDi0Q6AEwEnoECAEQAQ#v=onepage&q=Landfarming%20(FRTR%2C%202000)&f=false) (13. 9. 2019).

Ekoremediacije. 2015. V: Okolje in trajnostni razvoj: poglavje 7.1. Maribor: Filozofska fakulteta. [http://projects.ff.uni-mb.si/trajnost/7\\_modul/Ekoremediacije\\_3\\_12\\_09/m71b.swf](http://projects.ff.uni-mb.si/trajnost/7_modul/Ekoremediacije_3_12_09/m71b.swf) (13. 9. 2019).

Gorenjska gradbena družba (Kranj). 2011. Gramoznica Bistrica. <http://www.ggd.si/proizvodnja/gramoznica-bistrica-pri-naklem/> (13. 9. 2019).

Haiyang, Jiao. 2010. The ecological balance. *China.org.cn*, 26. 11. [http://www.china.org.cn/opinion/2010-11/26/content\\_21427111.htm](http://www.china.org.cn/opinion/2010-11/26/content_21427111.htm) (13. 9. 2019).

Jongman, Brenden. 2018. Effective adaptation to rising flood risk. *Nature Communications*, letn. 9, št. članka 1986: 1–3. <https://www.nature.com/articles/s41467-018-04396-1> (27. 2. 2023).

Kolman, Gregor. 2014. Ribe in vzdolžna povezanost vodotokov na porečju Sore: magistrsko delo. Ljubljana: Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. <https://docplayer.si/170375880-Jamova-cesta-ljubljana-slovenija-jamova-cesta-2-si-1000-ljubljana-slovenia.html> (13. 9. 2019).

McCullah, John, Donald Gray. 2005. NCHRP Report 544: Environmentally Sensitive Channel- and Bank-Protection Measures. Investigator Salix Applied Earthcare under National Cooperative Highway Research Program Project 24-19; sponsored by the American Association of State Highway and Transport Officials in cooperation with the Federal Highway Administration. Washington, D. C. (USA): Transportation research board of the National Academies. E-knjiga. <https://nap.nationalacademies.org/read/13556/chapter/1> (20. 4. 2023). // **[Fotogradivo glej v spletni izdaji:]** Live brush mattress V: *Environmentally Sensitive Channel- And Bank-Protection Measures (ESCBPMs)* (Technique Guidelines / Bank Armor and Protection / Revetments / Live Brush Mattress). [http://www.extranet.vdot.state.va.us/locdes/hydraulic\\_design/nchrp\\_rpt544/content/html/Live\\_Brush\\_Mattress/Live\\_Brush\\_Mattress.html](http://www.extranet.vdot.state.va.us/locdes/hydraulic_design/nchrp_rpt544/content/html/Live_Brush_Mattress/Live_Brush_Mattress.html) (20. 4. 2023). Opomba: vira se dopolnjujeta.

Minga, Annie. B. I. Phytoremediation od Water and Air. *Environmental Process Engineering & Compliance LLC*. <http://www.environmentalprocessengineering.com/phytoremediation.php> (23. 8. 2022).

Mlinščice danes. B. I. *Kamniška Bistrica – zelena os regije*. [http://www.zelena-os.si/mlinscice\\_danes.html](http://www.zelena-os.si/mlinscice_danes.html) (27. 2. 2023).

Mraz, Luboš. 2019. *Naturephoto*. Nature photos and pictures. *Naturephoto*. <https://www.naturephoto-cz.com/photographer-lubos-mraz.html> (13. 9. 2019).

Nicholson, John. 2017. Discovery of Mechanism behind bacteria's bioremediation prowess. *HazMat* (blog), 4. 3. <https://hazmatmag.com/2017/03/discovery-of-mechanism-behind-bacterias-bioremediation-prowess/> (13. 9. 2019).

Petroleum Contaminated Soils Remediation Technologies. 2017 cop. *Oil and Gas Portal* (Technologies / Environmental Issues). <http://www.oil-gasportal.com/environmental-issues/petroleum-contaminated-soils-remediation-technologies/> (13. 9. 2019).

Prasad, M. N. V. B. I. Emerging phytotechnologies for remediation of heavy metal polluted and contaminated soil and water. V: Theme: 2. Lakes – Conservation, Restoration, Management. <http://wgbis.ces.iisc.ernet.in/biodiversity/lake2006/programme/programme/proceedings/lc2.htm> (13. 9. 2019).

Prezelj, Peter. 2009. Rastlinska čistilna naprava: Turistična ekološka kmetija Pr' Šoštar, Davča. *SlideServe*, objavljeno Joanne Cantu. <https://www.slideserve.com/joanne/rastlinska-istilna-naprava> (13. 9. 2019).

- Principles of Bioremediation. B. I. V: MIC 303 Industrial and Environmental Microbiology: Chapter 11. *SlidePlayer*, published by Clifford Townsend, 2016. <https://slideplayer.com/slide/9387295/> (25. 8. 2020).
- Sachin, V. Apte. 2000. Reactive media for chromium reduction under alkaline conditions for use in permeable reactive barriers. *Semantic Scholar*, Corpus ID: 54203955. <https://www.semanticscholar.org/paper/Reactive-media-for-chromium-reduction-under-for-use-Apte/8566a1f368d848818b76c76f675296728057f3e9> (13. 9. 2019).
- Sajovic, Alenka. 2010. Ekoremediacije: gradivo za 1. letnik. Maribor: Biotehniška šola. E-knjiga. [https://ucilnice.arnes.si/pluginfile.php/1360473/mod\\_resource/content/1/EKOREMEDIACIJE\\_-\\_Alenka\\_Sajovic.pdf](https://ucilnice.arnes.si/pluginfile.php/1360473/mod_resource/content/1/EKOREMEDIACIJE_-_Alenka_Sajovic.pdf) (20. 4. 2023).
- Shutterstock: Explore Royalty-Free Stock Photos & Images. 2003–2024 cop. [Fotografije grmovnic]. 1 – <https://www.shutterstock.com/image-photo/prunus-spinosa-blue-fruits-1854669085>; 2 – <https://www.shutterstock.com/image-photo/midland-hawthorn-crataegus-laevigata-bearing-bright-1527380798>; 3 – <https://www.shutterstock.com/image-photo/naturally-growing-hazelnut-clusters-sunshine-leaves-1443721097>; 4 – <https://www.shutterstock.com/image-photo/beautiful-autumn-background-sprig-spindles-euonymus-1891508038>; 5 – <https://www.shutterstock.com/image-photo/some-ripe-viburnum-on-branch-against-151770980>; 6 – <https://www.shutterstock.com/image-photo/wild-privet-liqustrum-vulgare-2223838633> (20. 4. 2023).
- Sklad Si.voda (Ljubljana). B. I. Sklad Si.voda: gradivo za medije zavod za čiste in zdrave vode. Ljubljana: Sklad Si.voda. <http://office.zejn.si/Si.voda/resources/docs/KranjskaStenaNovinarska.pdf> (20. 4. 2023).
- Sui, Xin, Qi Wu, Wei Chang, Xiaoxu Fan, Fuyiang Song. 2018. Proteomic analysis of the response of *Funnellifor mismosseae/Medicago sativa* to atrazine stress. *BMC Plant Biology*, letn. 18, št. članka 289: 1–17. <https://bmcpplantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12870-018-1492-1#citeas> (15. 5. 2020).
- Suresh, Basava, Vinay Dwivedi. Soil Bioengineering to Deal with Soil Erosion and Landslides in Developing Nations, 1(2): 1–13. <https://technoaretepublication.org/applied-microbiology-and-biotechnology/article/soil-bioengineering.pdf> (20. 4. 2023).
- Todaro, Francesco, Michele Notarnicola, Sabino De Gisi. 2016. Contaminated marine sediments: Waste or resource? An overview of treatment technologies. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*, 3(3–4): 157–164. *Researchgate*, objavil Sabino De Gisi, 22. 9. 2017. [https://www.researchgate.net/figure/BioGenesis-sediment-washing-process-Stern-et-al-2007\\_fig1\\_319980118](https://www.researchgate.net/figure/BioGenesis-sediment-washing-process-Stern-et-al-2007_fig1_319980118) (13. 9. 2019).
- Velikanje, Emil. 2001. Les: osnove nastanka lesa, najpogostejše vrste in nekatere lastnosti lesa. <http://www.educa.fmf.uni-lj.si/izodel/sola/1999/di/velikanje/les/index.htm> (13. 9. 2019).
- Vodna setev. 2023 cop. *Moga*. <https://www.moga.eu/si/vodna-setev> (20. 4. 2023).
- Vrhovšek, Martin, Darja Istenič, Ana Vovk Korže, Andrej Hercog. 2011. Omilitveni ukrepi pri posegih v vodni prostor in vodotoke. *Ribič*, 70(3): 44–48. [http://ribiska-zveza.si/downloads/ribic\\_3\\_2011\\_agaqv.pdf](http://ribiska-zveza.si/downloads/ribic_3_2011_agaqv.pdf) (13. 9. 2019).
- Waidler, David, Mike White, Evelyn Steglich Susan Wang, Jimmy Williams, C. A. Jones, R. Srinivasan. 2009. Conservation Practice Modeling Guide for SWAT and APEX. <https://swat.tamu.edu/media/57882/Conservation-Practice-Modeling-Guide.pdf> (13. 9. 2019).

What is bioremediation. 2017. *EcoCycle Corporation*.

[https://www.ecocycle.co.jp/e\\_bioremediation/e\\_bioremediation.html](https://www.ecocycle.co.jp/e_bioremediation/e_bioremediation.html) (25. 8. 2020).

Z naravo do čistega okolja. 2015. Vrbov poplet po: Avantardens and Robyn Williamson. 2013. Willow piling. *Facebook*, 13. 12. 2015 po: 15. 6. 2013.

<https://m.facebook.com/205866372881229/posts/vrbov-popletwillow-spiling-is-the-most-common-and-best-known-green-solution-for-/739315319536329/> (19. 4. 2022).

Zakotnik, Matic. 2015. Pregled inženirsko bioloških metod v sonaravnem urejanju vodotokov. Organizatorja Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo in Društvo študentov vodarstva; nosilec projekta Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. *Ljubljana povezuje* (Izvajanje projekta). Prosojnice.

[http://ksh.fgg.uni-](http://ksh.fgg.uni-lj.si/ljubljanaconnects/Data/OkroglaMiza2015/predstavitve/Zakotnik_Pregled%20inzenirsko%20bioloških%20metod%20v%20sonaravnem%20urejanju%20vodotokov.pdf)

[lj.si/ljubljanaconnects/Data/OkroglaMiza2015/predstavitve/Zakotnik\\_Pregled%20inzenirsko%20bioloških%20metod%20v%20sonaravnem%20urejanju%20vodotokov.pdf](http://ksh.fgg.uni-lj.si/ljubljanaconnects/Data/OkroglaMiza2015/predstavitve/Zakotnik_Pregled%20inzenirsko%20bioloških%20metod%20v%20sonaravnem%20urejanju%20vodotokov.pdf) (20. 4. 2023). Predstavitev na Okrogli mizi LIFE projekta Ljubljana povezuje za študente, Ljubljana, 10. 11. 2015.

Zupančič, Matjaž. 2019. Naredite sami mlako ali ribnik!. *Odkrito.si*, 7. 4.

<https://odkrito.svet24.si/clanek/zivljenjskislog/baredi-si-sam-mlaka-ali-ribnik-695504> (13. 3. 2020).