

DELOVNI ZVEZEK EKOREMEDIACIJE ZA NARAVOVARSTVENE TEHNIKE

Alenka Sedlar Špehar



Ljubljana, maj 2020

Srednje strokovno izobraževanje: NARAVOVARSTVENI TEHNIK

Modul: EKOSISTEMI, IZVAJANJE DEJAVNOSTI V PROSTORU IN EKOREMEDIACIJE

Naslov: Delovni zvezek za ekoremediacije za naravovarstvene tehnike

Avtorica: Alenka Sedlar Špehar

Strokovna recenzentka: dr. Tajana Zajc Železnik

Lektorica: Rozalka Mohorič

Tehnični pregled in ureditev: Mojca Jevnikar - Zajc

Samozaložba

Ljubljana, 2020

Način dostopa (URL): <https://za-naravo.yolasite.com/>

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

[COBISS.SI-ID=26253059](https://nuk.ub.uni-lj.si/COBISS.SI-ID=26253059)

ISBN 978-961-07-0095-1 (pdf)

KAZALO VSEBINE

1	EKSTREMNI EKOSISTEMI.....	7
1.1	Naravni ekstremni ekosistemi.....	8
1.2	Degradirani ekosistemi.....	10
2	NARAVNE REMEDIACIJE.....	14
2.1	Naravna ekoremediacija.....	18
2.2	Grajene ekoremediacije	22
3	REVITALIZACIJA.....	32
4	REMEDIACIJA	40
4.1	Bioremediacija.....	46
4.2	Fitoremediacija tal	51
4.3	Mikoremediacija	54
4.4	Čistilne naprave	55
5	EKOSISTEMSKE STORITVE.....	60
6	VIRI.....	65

KAZALO SLIK

Slika 1: Shematski prikaz delitve ekstremnih ekosistemov	8
Slika 2: Obremenjevanje sistemov s strani človeka	12
Slika 3: Regulacija Drave.....	13
Slika 4: Ekoremediacijski elementi v naravi.....	14
Slika 5: Shematični prikaz delitve slapov.....	21
Slika 6: Urejanje jezov	24
Slika 7: Pregled avtohtonih drevesnih vrst	26
Slika 8: Naravne bariere za čiščenje površinskega toka vode	28
Slika 9: Vpliv vetrnih barier na moč vetra	31
Slika 10, Slika 11 in Slika 12: Vodne ptice	37
Slika 13: Primer revitalizacije reguliranega vodotoka	38
Slika 14: Izvedba remediacije	41
Slika 15: Okrepljena bioremediacija tal ali podzemne vode	43
Slika 16 in Slika 17: Elektrokinetična remediacija tal.....	43
Slika 18: Kemična oksidacija onesnaževal v tleh	44
Slika 19: Metoda spiranja tal.....	44
Slika 20: Metoda odstranjevanja nečistoč	45
Slika 21: Remediacijska metoda vpihovanja zraka	47
Slika 22: Biobariera.....	48
Slika 23: Zaščitno kmetovanje	49
Slika 24: Zaščitno kmetovanje z reguliranimi pogoji.....	49
Slika 25: Bioreaktor.....	50
Slika 26: Bioreaktor.....	50
Slika 28: Mikofiltracija	55
Slika 29: Grajeno močvirje.....	55
Slika 30 in Slika 31: Vertikalna in horizontalna rastlinska čistilna naprava	58
Slika 32: Vpliv na ravnovesje.....	63

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Prikaz razgradnje atrazina	54
--	----

KAZALO TABEL

Tabela 1: Pregled nekaterih degradiranih ekosistemov	10
Tabela 2: Revitalizacijski ukrepi na/v vodotoku	13
Tabela 3: Ukrepi obnove in zaščite ekosistemov	15
Tabela 4: Vpliv spodobnosti narave.....	15
Tabela 5: Delitev ekoremediacije glede na zdroj.....	16

Tabela 6: Klasična delitev ekoremediacij	16
Tabela 7: Okoljska delitev ekoremediacij	17
Tabela 8: Sektorska delitev ekoremediacij	17
Tabela 9: Pregled naravnih oblik ekoremediacij	18
Tabela 10: Tehnike revitalizacije vodotokov	22
Tabela 11: Grajene ekoremediacije	23
Tabela 12: Pregled talnih drč	24
Tabela 13: Pregled ribjih prehodov	25
Tabela 14: Avtohtonost, samoniklost in plodonosnost	27
Tabela 15: Izbrane rastlinske vrste v Sloveniji	27
Tabela 16: Vrste preprek	28
Tabela 17: Blažilni sistemi in njihove značilnosti	29
Tabela 18: Delitev blažilnih barier	30
Tabela 19: Pregled funkcij revitalizacije	32
Tabela 20: Izbor bioloških metod revitalizacije	32
Tabela 21: Grajene ekoremediacije	33
Tabela 22: Različni vidiki pomena mokrišč	38
Tabela 23: Pregled lastnosti tal	40
Tabela 24: Tehnologija remediacije	42
Tabela 25: Mikroorganizmi v bioremediaciji	46
Tabela 26: Prednosti in slabosti mikroorganizmov v bioremediaciji	47
Tabela 27: Remediacija z uporabo talnih mikroorganizmov	48
Tabela 28: Ekoremediacijske rastline	51
Tabela 29: Prednosti in slabosti fitoremediacij	52
Tabela 30: Pojmi iz fitoremediacije	53
Tabela 31: Razlika med organsko in anorgansko odpadno vodo	56
Tabela 32: Čiščenje odpadne vode v čistilni napravi	57
Tabela 33: Faze čiščenja odpadne vode v čistilni napravi	57
Tabela 34: Lastnosti vertikalne in horizontalne rastlinske čistilne naprave	58
Tabela 35: Komponente rastlinske čistilne naprave	58
Tabela 36: Različni sistemi rastlinskih čistilnih naprav	59
Tabela 37: Ekosistemske storitve	61
Tabela 38: Zaščita izbranih vrst ekosistemov	63

Predgovor

V tem poglavju bomo obravnavali problematiko ohranjanja naravnih dobrin in spodbujanje 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 so en ali več okoljskih dejavnikov v minimalni ali maksimalni vrednosti. Posledica tega je pojav **endemitov** in **bioindikatorjev**.

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

_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

2. Naštejte 10 endemitov, ki živijo v Sloveniji.

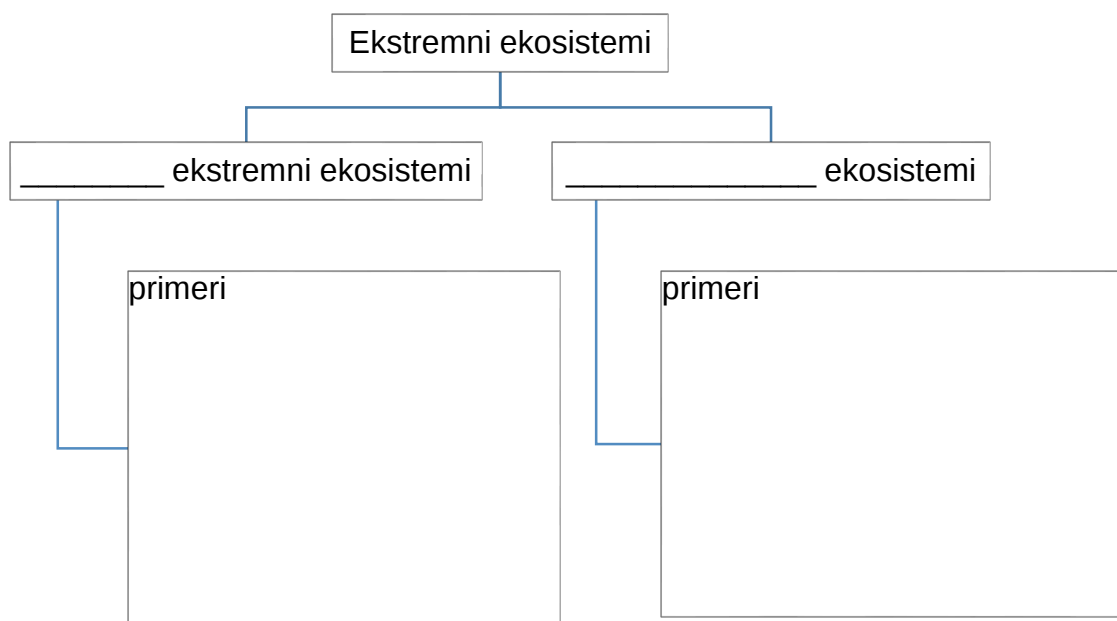
Endemit	Življenjski prostor
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

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

Bioindikator	Informacije o ...
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

4. Ekstremne ekosisteme glede na izvor delimo na:

Slika 1: Shematski prikaz delitve ekstremnih ekosistemov



Vir: lasten

1.1 Naravni ekstremni ekosistemi

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

1. Kakšne prilagoditve imajo organizmi na ekstremne abiotske dejavnike?

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.

Ekosistem	Dejavniki
oligotrofno jezero	
visoko barje	
mrzišča	
termalni vrelci	
jame	
dno globokega jezera	
brakični ekosistem	
kamniti travnik	
večni sneg	
vresava	
globokomorsko dno ob termal. 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 smiselna revitalizacija?

Tabela 1: Pregled nekaterih degradiranih ekosistemov

Biotop peskokop  <i>Vir: lasten</i>	Splošne značilnosti: Ekstremni dejavniki: Revitalizacija:
Biotop gramoznica  <i>Vir: Gorenjska gradbena družba 2011</i>	Splošne značilnosti: Ekstremni dejavniki: Revitalizacija:
Biotop kamnolom  <i>Vir: VGP b. l.</i>	Splošne značilnosti: Ekstremni dejavniki: Revitalizacija:

Biotop glinokop  <i>Vir: Debernardi 2011, 0:15</i>	Splošne značilnosti: Ekstremni dejavniki: Revitalizacija:
Biotop urbane površine  <i>Vir: lasten</i>	Splošne značilnosti: Ekstremni dejavniki: Revitalizacija:
Biotop monokulture  <i>Vir: lasten</i>	Splošne značilnosti: Ekstremni dejavniki: Revitalizacija:
Biotop onesnaženi ekosistemi  <i>Vir: lasten</i>	Splošne značilnosti: Ekstremni dejavniki: Revitalizacija:

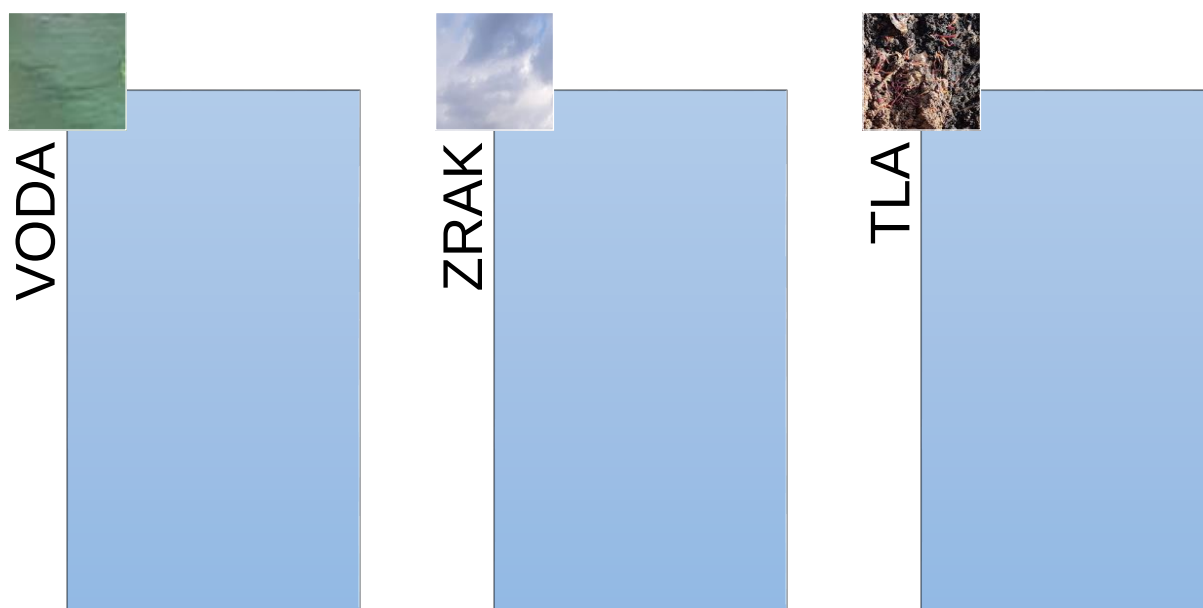
2. Človek s posegom v vodotok pogosto povzroči ogromno škodo pri osnovnih funkcijah vodnih ekosistemov. Dopolnite besedilo.

Pri tem se lahko:

- _____ (zmanjša/poveča) samočistilna sposobnost vodotoka,
- _____ (zmanjša/poveča) se sposobnost zadrževanja vode,
- _____ (zveča/pomanjša) se biodiverziteta,
- _____ (poveča/ zmanjša) se količina vode v strugi,
- _____ (izboljša/poslabša) se kvaliteta vode.

3. Na kakšen način človek obremenjuje naslednje ekosisteme?

Slika 2: Obremenjevanje sistemov s strani človeka



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 pojavlja suša zaradi hitrega odtekanja vode.
- _____ Z nepravilno regulacijo struge večamo ekstremne dogodke.

5. Povežite pojme med seboj.

Remediacija

Sanacija

Revitalizacija

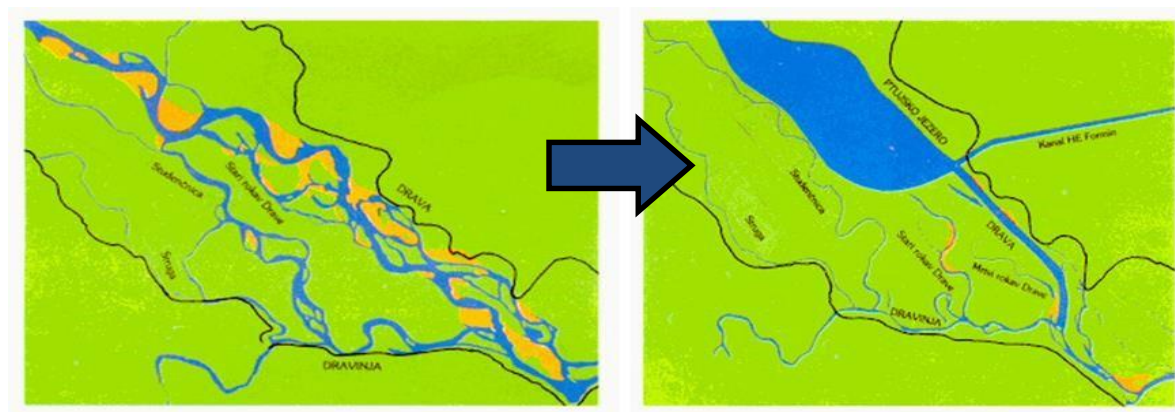
postopek zmanjševanja tveganja za zdravje ljudi

postopek obnove degradiranega ekosistema

postopek, s katerim izboljšamo stanje ekosistema

6. Poglejmo si konkreten primer poseganja človeka v rečno strugo Drave (Sajevic, 2010). Modra barva predstavlja porečje Drave, oranžna barva pa predstavlja poplavno območje, zadrževanje vode in prav poseben habitat.

Slika 3: Regulacija Drave



Vir: Sajevic 2010, 14

- Raziščite, zakaj je prišlo do tako izrazite uravnave rečne struge Drave?
- Kakšne so posledice na rečnem ekosistemu?
- 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. Tovrstni ukrep imenujemo **REVITALIZACIJA**. Gre za vrsto ekoremediacij, ki se uporabljajo za sanacijo nepravilnih posegov v vodotoke ali druge ekosisteme.

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

Tabela 2: Revitalizacijski ukrepi na/v vodotoku

Posegi v strugi	Posegi na brežini	Sprememba poteka trase

2 NARAVNE REMEDIACIJE

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

1. Opredelite pojme.

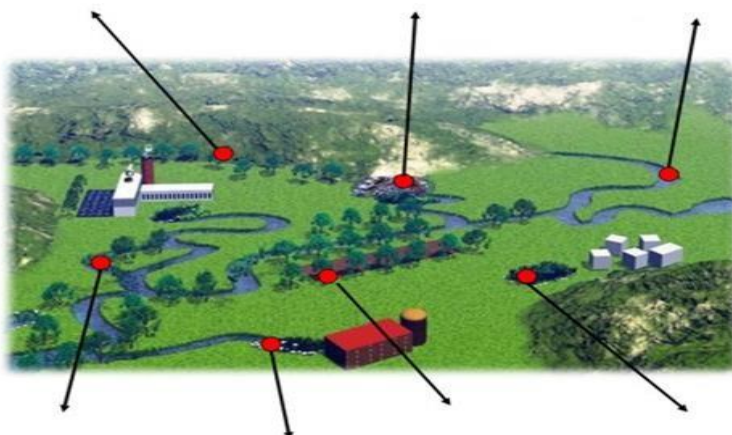
- Ekoremediacija je _____.
- Bioremediacija je _____.
- Fitoremediacija je _____.
- Mikoremediacija je _____.

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

3. Od česa je odvisno, kakšne remediacije bomo uporabili na določeni lokaciji?

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

Slika 4: Ekoremediacijski elementi v naravi



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 in 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 3: Ukrepi obnove in zaščite ekosistemov

Zaščita	Obnova

6. Kaj so poglobitveni cilji remediacije?

7. Ekoremediacija ima različne funkcije. Razmislite malo o njih in obrazložite, kako to narava stori.

Tabela 4: 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			

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

Tabela 5: Delitev ekoremediacije glede na izvor

Naravne oblike ERM	Umetne oblike ERM

9. Dopolnite tabelo s konkretnimi primeri, ki prikazujejo klasično delitev ekoremediacij.

Tabela 6: Klasična delitev ekoremediacij

Stari tipi ERM:	Novi tipi ERM:

10. Narišite hiško ob vodotoku in v njeno okolico smiselno umestite nekaj ekoremediacijskih elementov.

11. Dopolnite tabelo s primeri okoljske delitve ekoremediacij.*Tabela 7: Okoljska delitev ekoremediacij*

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

12. Dopolnite tabelo s konkretnimi primeri za sektorsko delitev ekoremediacij.*Tabela 8: Sektorska delitev ekoremediacij*

Kmetijstvo	Industrija	Turizem	Zdravstvo	Urbanizem

2.1 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 9: Pregled naravnih oblik ekoremediacij

Stranski rokav reke	Funkcije
Mokrišče	Funkcije

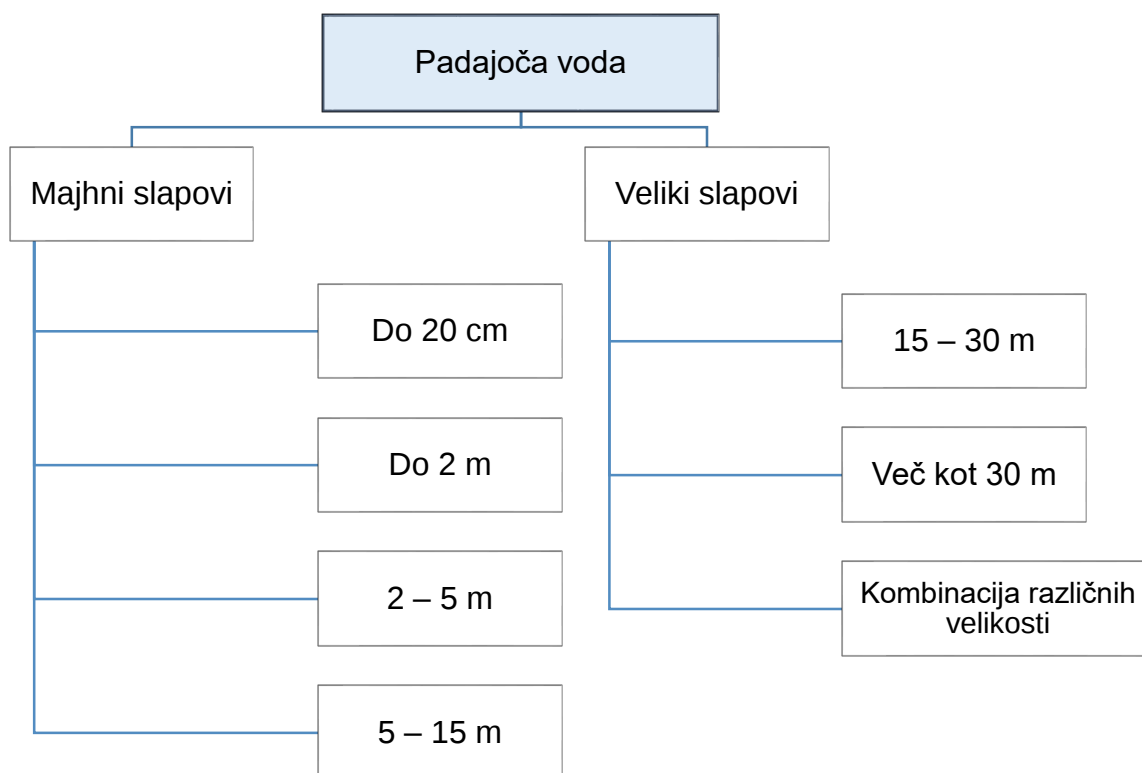
Meander	Funkcije
Prodni nasip	Funkcije
Tolmun	Funkcije

Obrežni pas rastlin	Funkcije
Stoječe vode: - mrtvice - mlake - jezerca - jezera	Funkcije
Navpični bregovi rek	Funkcije

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

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

Slika 5: Shematični prikaz delitve slapov



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

2.2 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, s katerimi boste revitalizirali vodotok.

Tabela 10: Tehnike revitalizacije vodotokov

Posegi v strugi	Posegi na brežini	Posegi 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.

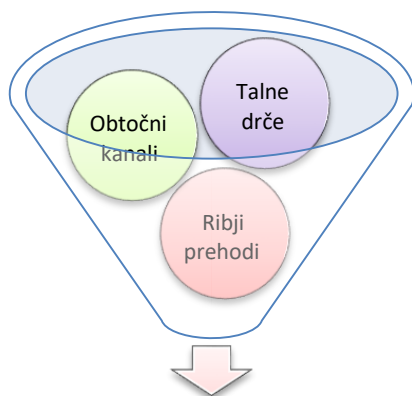
Tabela 11: Grajene ekoremediacije

Protipoplavna zaježitev	Funkcije
Zadrževalniki vode: - kal - puč - lokev - vaško korito	Funkcije
Mejice	Funkcije
Mlinščica	Funkcije
Mlaka	Funkcije

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.

Slika 6: Urejanje jezov



Obtočni kanal:

Talne drče:

Ribji prehodi:

Urejanje jezov

Vir: lasten

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

Tabela 12: Pregled talnih drč

	Ime
	Izgradnja
	Ime
	Izgradnja
	Ime
	Izgradnja

Vir: Jure G. 2014; Kolman 2014, 12

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

Tabela 13: Pregled ribjih prehodov

		Tukaj nalepite svojo fotografijo.

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 le mogoče, saj smo omejeni s prostorom, podnebjem, sestavo tal ...

7. Prepoznajte avtohtona drevesa in jih poimenujte.

Slika 7: Pregled avtohtonih drevesnih vrst





Tu prilepite
svojo fotografijo.

Vrba

Vir: 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 14: Avtohtonost, samoniklost in plodonosnost

Pojem	Pomen	Vpliv
avtohtona vrsta		
samonikla vrsta		
plodonosna vrsta		

9. V naravi poiščite izbrane rastline in njihovo fotografijo prilepite tukaj.

Tabela 15: Izbrane rastlinske vrste v Sloveniji

Črni trn	Navadni glog	Leska
Trdoleska	Brogovita	Kalina
Tu prilepite svojo fotografijo.		
Dren	vaš primer	vaš primer

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.

10. Katere elemente bi uporabili pri postavljanju vegetacijskih pasov?

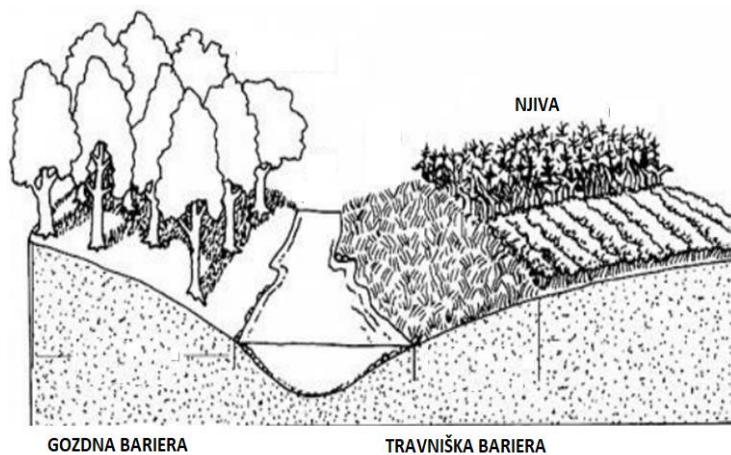
11. Kakšne prepreke poznamo glede na vrsto dejavnika, ki ga želimo omiliti?

Tabela 16: Vrste preprek

hrup	smrad	prah	veter

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

Slika 8: Naravne bariere za čiščenje površinskega toka vode

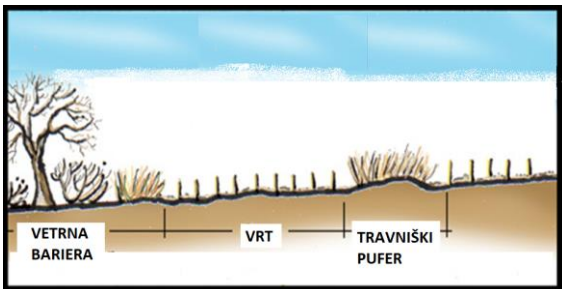
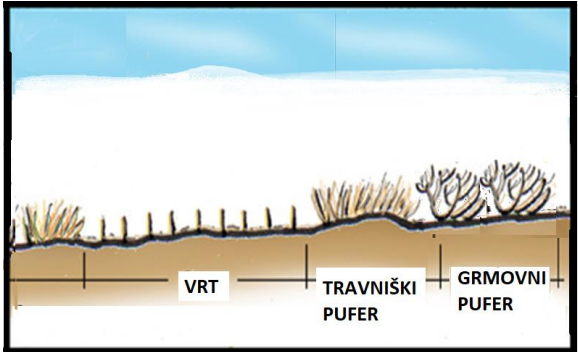
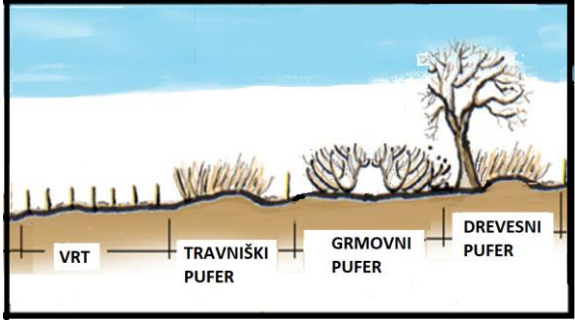


Vir: Sajovic 2010, 64; Waidler idr. 2009, 9

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

14. Kakšne so značilnosti posameznih blažilnih sistemov?

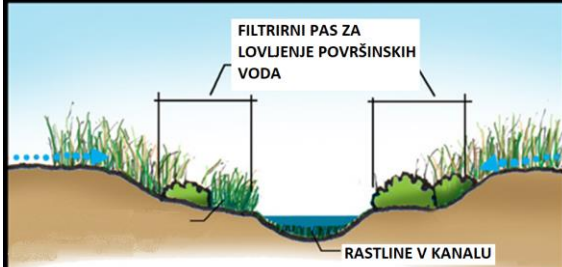
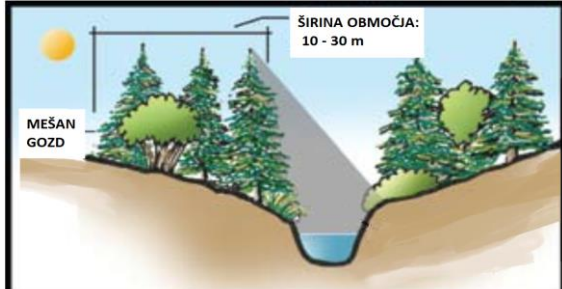
Tabela 17: Blažilni sistemi in njihove značilnosti

Enofazni sistem 	
Dvofazni sistem 	
Trifazni sistem 	

Vir: Bentrup 2008, 63

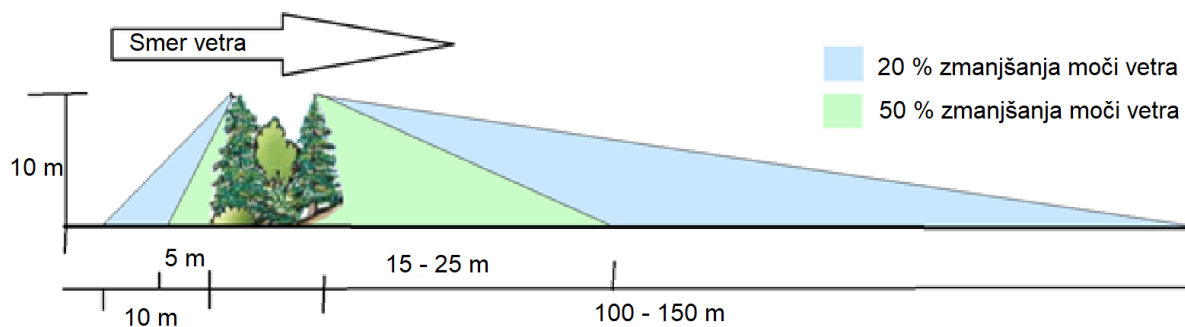
15. Kakšne so značilnosti prikazanih blažilnih barier?

Tabela 18: Delitev blažilnih barier

Zeliščna bariera 	
Travniška bariera 	
Grmovna bariera 	
Drevesna bariera 	
Mešano bariero narišite sami.	

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

Slika 9: Vpliv vetrnih barier na moč vetra



Vir: lasten

17. Kaj so mejice?

18. Kako nastanejo naravne in kako umetne mejice?

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

3 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.

Tabela 19: Pregled funkcij revitalizacije

Geotehniške funkcije so:

Ekološke funkcije so:

Ekonomske funkcije so:

Estetske funkcije so:

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

Tabela 20: Izbor bioloških metod revitalizacije

- od lastnosti vodotoka,

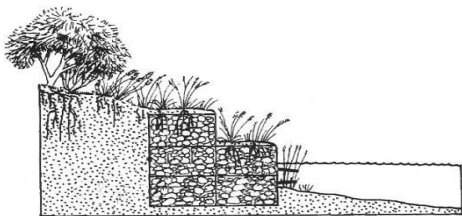
- od lastnosti brežin,

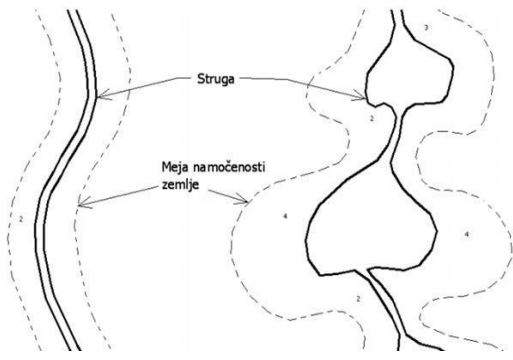
- od denarnih sredstev,

- od značilnosti prostora.

4. Dopolnite tabelo s svojimi fotografijami in opisi izgradnje.

Tabela 21: Grajene ekoremediacije

 Vir: Sajovic 2010, 20	
	Gradnja
Vstavite svojo fotografijo.	Zasaditev z geotekstilom
	Gradnja
Vstavite svojo fotografijo.	Vrbovi popleti
	Gradnja
Vstavite svojo fotografijo.	Postavitev mreže iz kokosa in jute
	Gradnja

Vstavite svojo fotografijo.	Mreža iz plastičnih vlaken
	Gradnja
Vstavite svojo fotografijo.	Mreža iz žičnega prepleta
	Gradnja
 Vir: Sajovic 2010, 21	Umetni zalivi in zajede
	Gradnja
Vstavite svojo fotografijo.	Pragovi
	Gradnja

Vstavite svojo fotografijo.	Umetna mokrišča
	Gradnja
Vstavite svojo fotografijo.	Močvirski travniki
	Gradnja
Vstavite svojo fotografijo.	Plavajoči otoki
	Gradnja
Vstavite svojo fotografijo.	Melioracijski jarki
	Gradnja

Vstavite svojo fotografijo.	Lesene kašte
	Gradnja
Vstavite svojo fotografijo.	Gabioni
	Gradnja
Vstavite svojo fotografijo.	Zaščita s kosmatim lesom
	Gradnja
Vstavite svojo fotografijo.	Žive ščetke
	Gradnja

Vstavite svojo fotografijo.	Utrjevanje brežin s fašinami
	Gradnja
Vstavite svojo fotografijo.	Vodna setev z dodatkom rastne pulpe
	Gradnja
Vstavite svojo fotografijo.	Jezbice
	Gradnja

5. Kakšno ureditev brežin potrebujejo naslednje ptice?

Slika 10, Slika 11 in Slika 12: Vodne ptice



vodomec



vodni kos



breguljka

Vir: Bohdal 2019; Mraz 2019

6. Opredelite pomen mokrišč z naslednjih vidikov:

Tabela 22: Različni vidiki pomena mokrišč

Gospodarski vidik	Družbeni vidik	Ekološki vidik

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

Slika 13: Primer revitalizacije reguliranega vodotoka



Vir: Landscape Diagram b. l.

8. Kako je človek v preteklosti posegal v rečne ekosisteme in s kakšnim namenom?
9. Kateri so poglavitni okoljski problemi pri upravljanju z vodami v Sloveniji?
10. Katere institucije se ukvarjajo z vodami v Sloveniji?

4 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. Kaj pri tem preverjamo:

Tabela 23: Pregled lastnosti tal

- lastnosti onesnaževal,	
- dostopnost onesnaževal,	
- lastnosti tal,	
- razpoložljivost finančnih in tehničnih možnosti.	

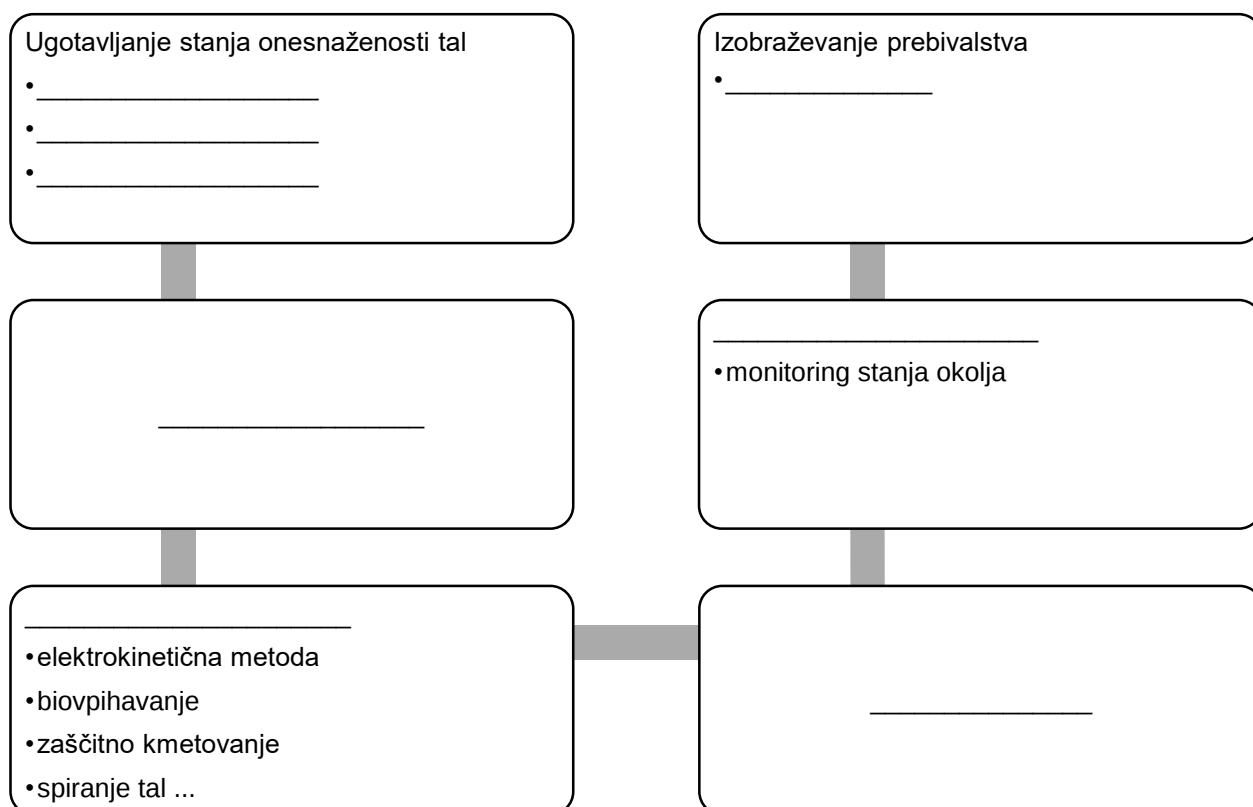
4. Dopolnite besedilo.

Glede na mesto čiščenja zemljine delimo metode na:

- _____ metoda, kjer izvajamo čiščenje na prvotnem kraju in
- _____ metoda, kjer izvajamo čiščenje na drugem kraju.

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

Slika 14: Izvedba remediacije



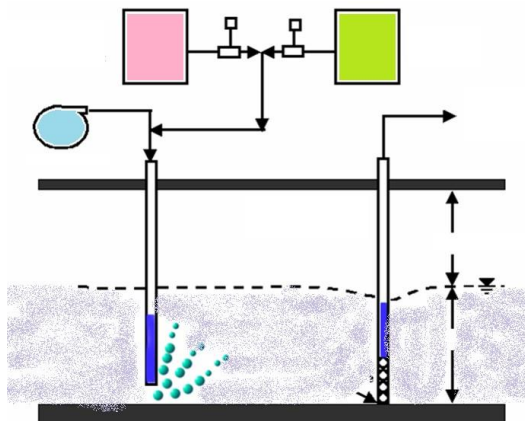
6. Tehnologije remediacije lahko delimo v tri sklope. Navedite primere za vsak sklop.

Tabela 24: Tehnologija remediacije

Biološki postopki		Fizikalno-kemijski postopki		Termični postopki	
in situ	ex situ	in situ	ex situ	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.

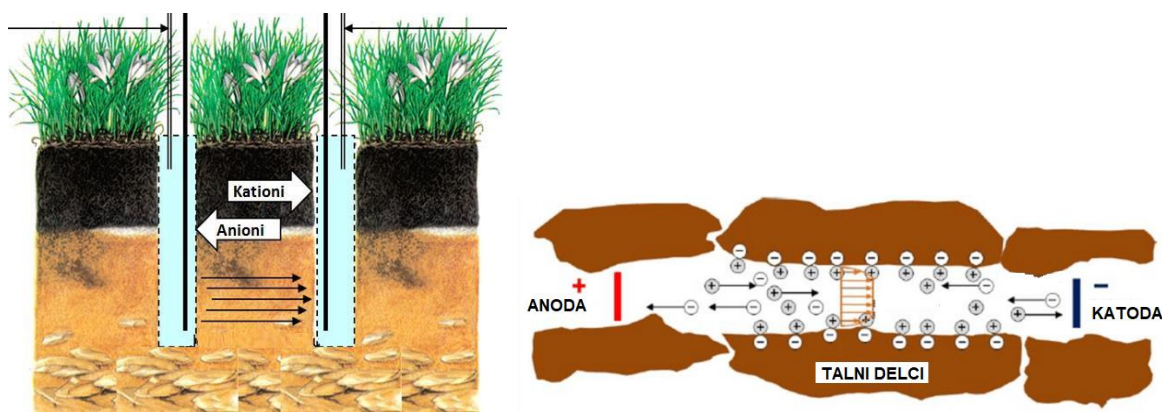
Slika 15: Okrepljena bioremediacija tal ali podzemne vode



Vir: lasten

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

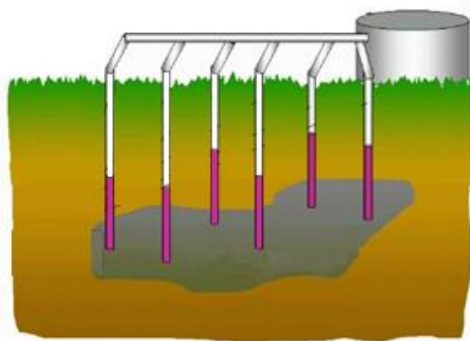
Slika 16 in Slika 17: Elektrokinetična remediacija tal



Vir: Cameselle idr. 2013

9. Kako deluje metoda kemične oksidacije onesnaževal?

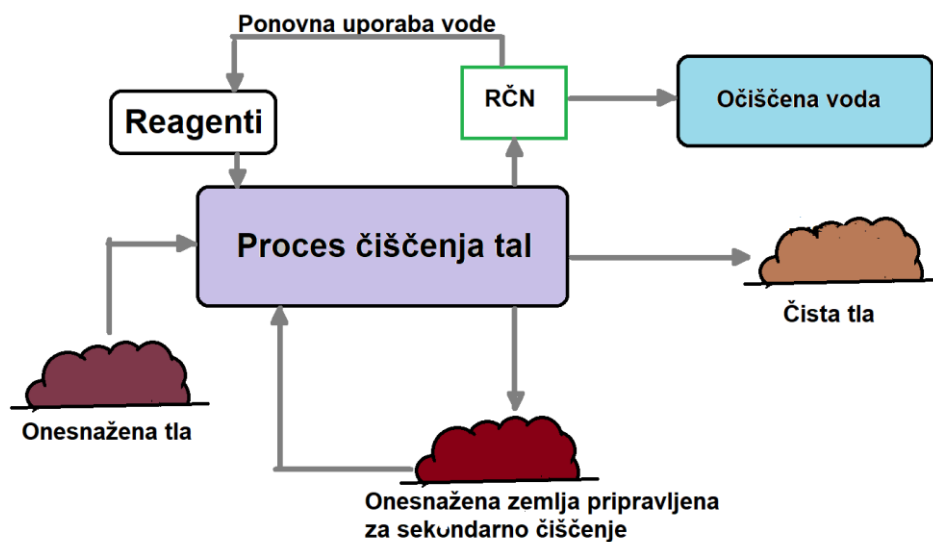
Slika 18: Kemična oksidacija onesnaževal v tleh



Vir: Petroleum Contaminated Soils 2017

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

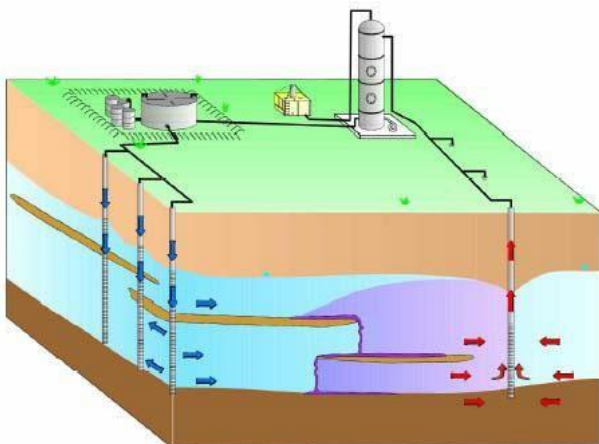
Slika 19: Metoda spiranja tal



Vir: lasten

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

Slika 20: Metoda odstranjevanja nečistoč



Vir: Cummings b. l.; Battelle 2002, 5

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

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

4.1 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 25: Mikroorganizmi v bioremediaciji

<i>Pseudomonas</i>	<i>Metanotrofi</i>
<i>Alcaligenes</i>	<i>Nitrosomonas</i>
<i>Shingomonas</i>	<i>Nitrobakter</i>
<i>Rhodococcus</i>	<i>Paracoccus</i>
<i>Mycobacter</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
 _____ železoreducirajoče bakterije
 _____ sulfatreducirajoče bakterije
 _____ nitrat reducirajoče bakterije
 _____ aerobne bakterije
 _____ manganreducirajoče bakterije

_____ $O_2 \rightarrow H_2O$
 _____ $MnO_2 \rightarrow Mn^{2+}$
 _____ $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$
 _____ $CO_2 \rightarrow CH_4$
 _____ $SO_4 \rightarrow H_2S$
 _____ $NO_3 \rightarrow N_2$

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

Tabela 26: Prednosti in slabosti mikroorganizmov 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

_____ biostimulacija

_____ bioekstracija

_____ kompostiranje

_____ bioavgmentacija

_____ biopiles

_____ in situ degradacija

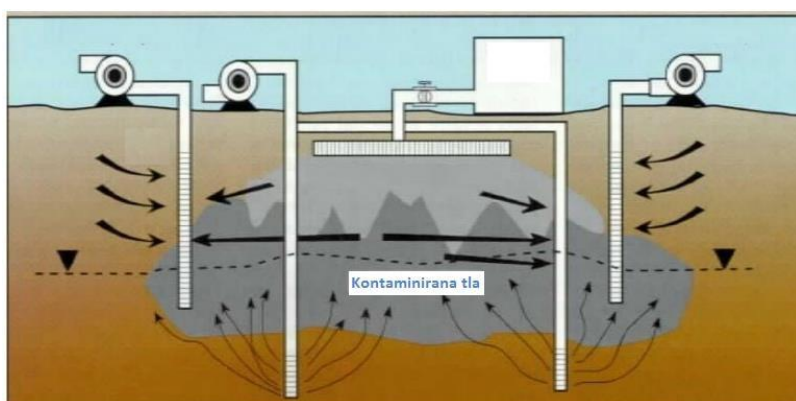
_____ bioreaktor

_____ biovpihovanje

_____ naravno slabljenje

6. Obrazložite metodo vpihovanja zraka (Biosparging).

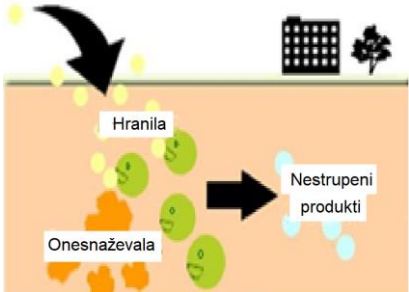
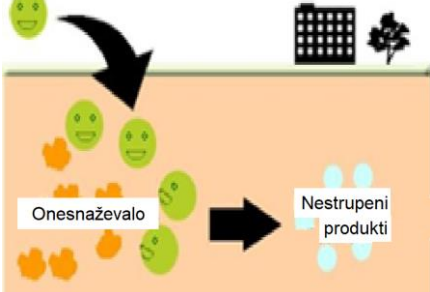
Slika 21: Remediacijska metoda vpihovanja zraka



Vir: Chauhan 2017, prosojnica 9

7. Opredelite razlike med navedenima metodama.

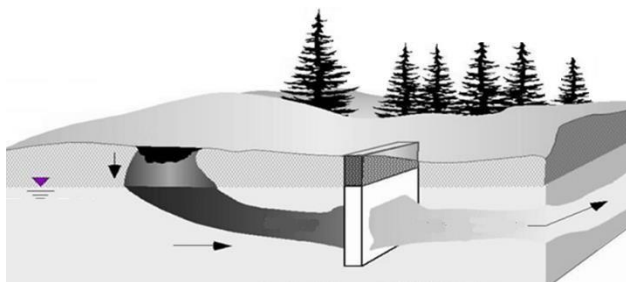
Tabela 27: Remediacija z uporabo talnih mikroorganizmov

Biostimulacija	Biopovečanje
	

Vir: What is bioremediation 2017; Nicholson 2017

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

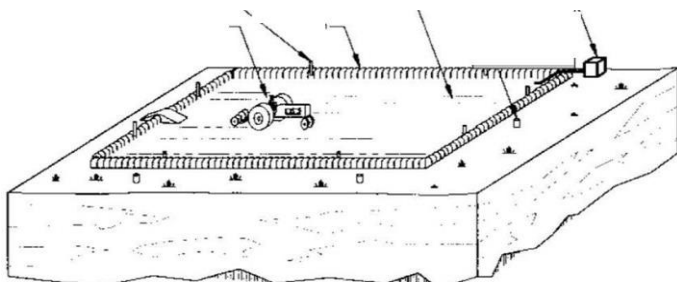
Slika 22: Biobariera



Vir: Sachin 2000

9. Kako poteka zaščitno kmetovanje (Land Farming)?

Slika 23: Zaščitno kmetovanje



Vir: Principles b. I., 3:45; Dubey 2014, 1055

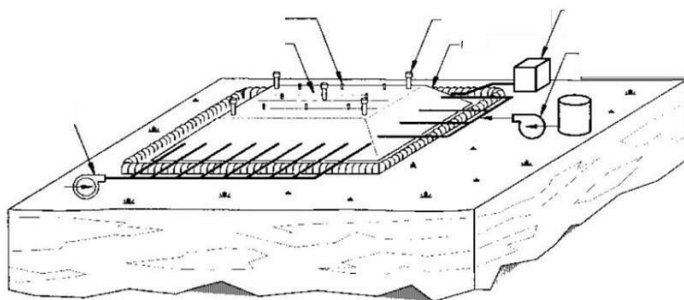
10. Kdaj bi se lotili tovrstnega kmetovanja?

11. Kaj vse lahko kompostiramo?

12. Zakaj kompostiramo?

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

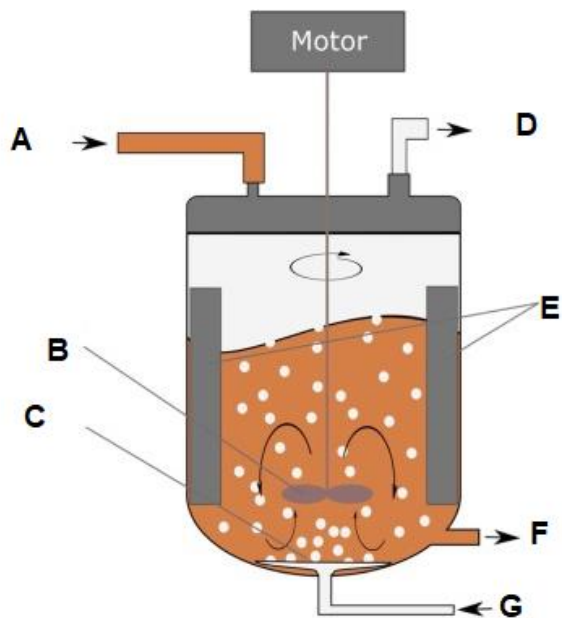
Slika 24: Zaščitno kmetovanje z reguliranimi pogoji



Vir: Principles b. I., 4:30

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

Slika 26: Bioreaktor



Vir: Douglas idr. 2017

4.2 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. Fotografirajte rastline in napišite, za katera onesnaževala so primerne.

Tabela 28: Ekoremediacijske rastline

Mošnjak (<i>Thlaspi</i>)	Grobelnik (<i>Alyssum lesbiacum</i>)	Hallerjev penjušnjek (<i>Cardaminopsis halleri</i>)
Sončnica (<i>Helianthus</i>)	Vrba (<i>Salix caprea</i>)	Topol (<i>Populus</i>)

1. Navedite prednosti in slabosti fitoremediacije.

Tabela 29: Prednosti in slabosti fitoremediacij

Prednosti	Slabosti

2. 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

3. Naštejte faze uporabe metode fitoremediacije.

4. Fitoekstrakcija je metoda, pri kateri uporabljamo hiperakumulacijske rastline. Obkrožite primerne rastline.

Sončnica	Hmelj	Križnice
Regrat	Koprive	Trte

5. Dopolnite tabelo z ustreznimi podatki.

Tabela 30: Pojmi iz fitoremediacije

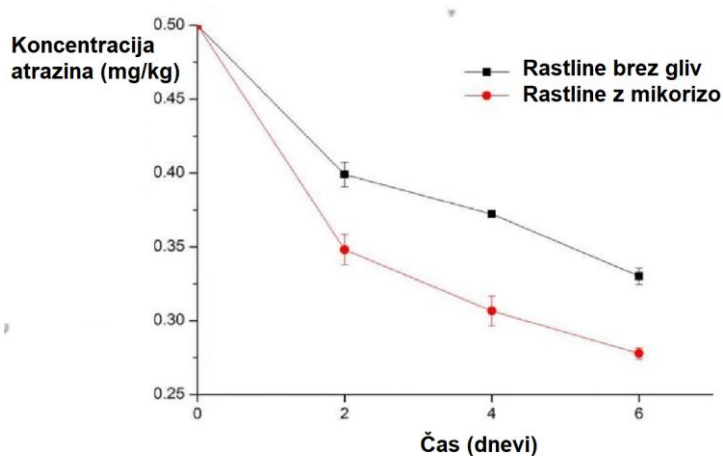
Fitoremediacije/ kriteriji	Kdo	Kam	Kako	Kaj
fitovolatilizacija				
fitoekstrakcija				
fitostabilizacija				
rizodegradacija				
rizofiltracija				
hidravlično zadrževanje vode				

4.3 Mikoremediacija

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

1. Naravovarstveniki so v dva bioreaktorja dali zemljino, okuženo z atrazinom, ter vodo. V en bioreaktor so dodali glive (solzeča medlenka) in rastline, v drug reaktor pa zgolj rastline. Meritve so potekale 30 dni. Spremljali so delež razgrajenega atrazina. Rezultat so podali v grafu. Obrazložite ga.

Grafikon 1: Prikaz razgradnje atrazina



Vir: Sui idr. 2018

2. *Phanerochaete chrysosporium* je lignin razkrajajoča bela gliva. Odlično se izkaže 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 27: Mikofiltracija



Vir: Cotter b. I., prosojnica 12

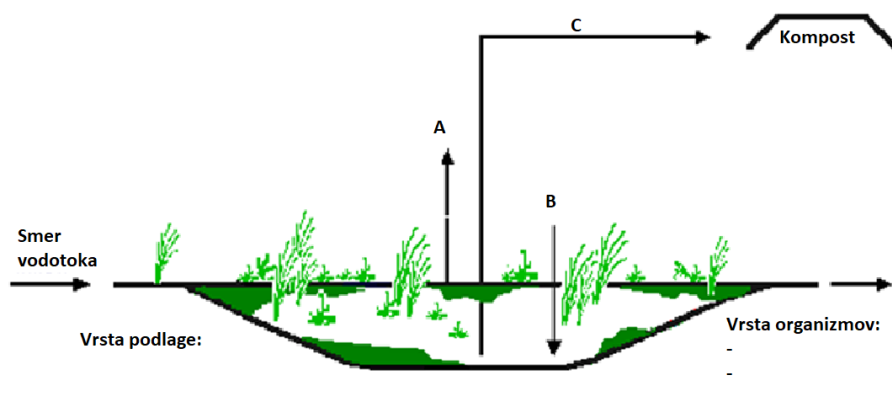
4.4 Čistilne naprave

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 28: 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 31: Razlika med organsko in anorgansko odpadno vodo

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 32: Čiščenje odpadne vode v čistilni napravi

_____ metoda	_____ metoda	_____ metoda

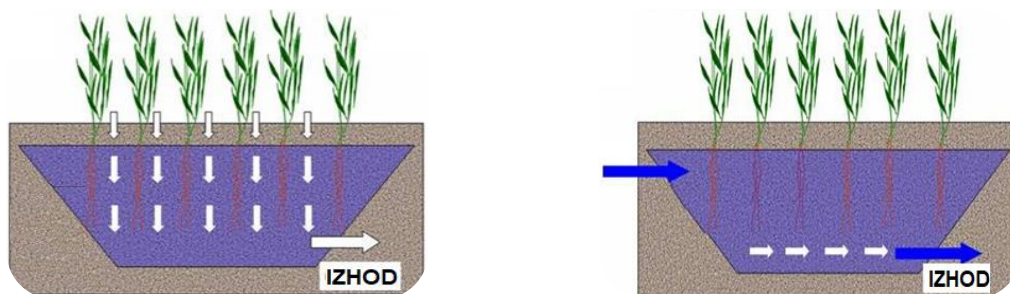
8. Biološko čiščenje delimo na štiri faze. Napišite njihove značilnosti.

Tabela 33: 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:

Slika 29 in Slika 30: Vertikalna in horizontalna rastlinska čistilna naprava



Vir: Prasad b. I.

Tabela 34: 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 35: Komponente rastlinske čistilne naprave

Substrat

•

Močvirske rastline

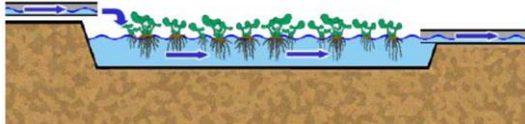
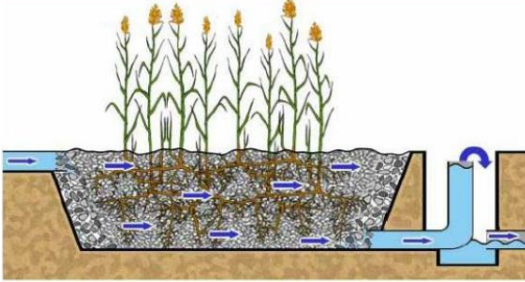
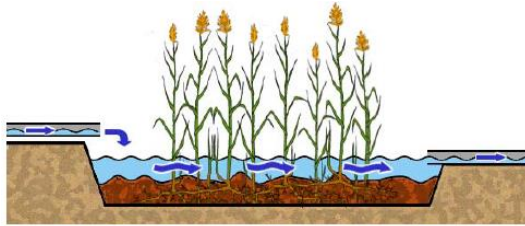
•

Mikroorganizmi

•

11. Rastlinske čistilne naprave delimo na več različnih tipov.

Tabela 36: Različni sistemi rastlinskih čistilnih naprav

Sistem s prosto plavajočimi močvirskimi rastlinami 	Lastnosti
Sistem z ukoreninjenimi močvirskimi rastlinami s horizontalnim tokom vode pod površino 	Lastnosti
Sistem z ukoreninjenimi močvirskimi rastlinami s horizontalnim tokom vode nad površino 	Lastnosti

Vir: Prezelj 2009, prosojnici 6, 7

12. Kako vzdržujemo rastlinsko čistilno napravo?

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

5 EKOSISTEMSKE STORITVE

Šele ko naravo tako uničimo, da je ponovna vzpostavitev naravnega ravnovesja skorajda nemogoča, se zavemo, kakšne storitve nam je ponujala 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 ODVISEN od naravnih ekosistemskih storitev.

1. Katere storitve nam daje morski ekosistem?

2. Katere storitve daje geotermalna voda?

3. Katere storitve nam daje travniški ekosistem?

4. Katere storitve nam daje gozd?

5. Obrazložite, kdaj in zakaj lahko človek izgubi dobrine, ki jih daje 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 37: Ekosistemske storitve

Opis storitve	Naravni procesi, ki podpirajo vse ostale ekosistemske storitve.	Dobrine ali proizvodi, ki jih dobimo iz ekosistema.	Koristi, ki jih imamo od uravnalnih funkcij ekosistema.	Nematerialne koristi ekosistema
Konkretni primeri	primarna produkcija	hrana	uravnavanje klime	turizem
	kroženje hranil	surovine	vezava CO ₂	rekreacija
	kroženje vode	voda	čiščenje vode	estetska vrednost
	habitati	genski vir biokemični vir	blaženje ekstremnih dogodkov	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) _____,
- opraševanje (gibanje opršenih 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 38: Zaščita izbranih vrst ekosistemov

Visokogorski ekosistem	
Pristanišče	
Urbani park	

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

Slika 31: Vpliv na 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, v katerem 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?

6 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, 20374-5065. https://clu-in.org/download/contaminantfocus/dnapl/Treatment_Technologies/SEAR_Design.pdf (13. 9. 2019).

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).

Bohdal, Jiří. 2019. Nature photos and pictures. *Naturephoto*. <https://www.naturephoto-cz.com/photographer-jiri-bohdal.html> (13. 9. 2019).

Cameselle, Claudio, Susana Gouveia, Djamal 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).

Chauhan, Abhimanyu. 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 (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/ (28. 8. 2020).

Debernardi, Boštjan. 2011. Off road – glinokop – Slovenija. *Youtube*, 10. 7. https://www.youtube.com/watch?reload=9&v=6p_uqw8lNGk (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. *Jurnal of Hazardous Materials*, volume 339: 427–449. *ScienceDirect*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030438941730434X?via%3Dihub> (13. 9. 2019).

Dubey, R.C. 2014. *Advancev Biotehnology: For B.Sc. and M.Sc. Students of Biotehnology 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+\(FRTR,+2000\)&source=bl&ots=FPQHCSaCaNr&sig=ACfU3U1QGOH2m7JeLO5-SYYwgB2iROcVYA&hl=sl&sa=X&ved=2ahUKEwjx78fEqL7rAhXSAXAIHaVTDi0Q6AEwEnoECAEQAAQ#v=onepage&q=Landfarming%20\(FRTR%2C%202000\)&f=false](https://books.google.si/books?id=SKgrDAAAQBAJ&pg=PA1054&lpg=PA1054&dq=Landfarming+(FRTR,+2000)&source=bl&ots=FPQHCSaCaNr&sig=ACfU3U1QGOH2m7JeLO5-SYYwgB2iROcVYA&hl=sl&sa=X&ved=2ahUKEwjx78fEqL7rAhXSAXAIHaVTDi0Q6AEwEnoECAEQAAQ#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 (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 (13. 9. 2019).

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).

Landscape Diagram: microbial fuel cell powered by phyto remediation techniques. B. I. V: Anna Katlapa. *Phytoremediation*. *Pintarest*. <https://www.pinterest.com/pin/402438916675094095/> (13. 9. 2019).

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. *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://wgabis.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. El. knjiga, pdf. <http://www.bts.si/index.php/programi/ucna-gradiva/category/24-naravovarstvo?download=244:koremediacije-naravovarstveni-tehnik> (13. 9. 2019).

Sui, Xin, Qi Wu, Wei Chang, Xiaoxu Fan, Fuyiang Song. 2018. Proteomic analysis of the response of Funnelifor mismosseae/Medicago sativa to atrazine stress. BMC Plant Biol 18 (289). <https://bmcpantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12870-018-1492-1#citeas> (15. 8. 2020).

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, št. 3–4: 157–164. Researchgate, objavljavil Sabino De Gisi, 22. 9. 2017. 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).

VGP (Kranj). B. I. Galerija: kamnolom. <http://www.vgp-kranj.si/galerije/kamnolom.html> (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 (25. 8. 2020).