



REPUBLIKA SLOVENIJA  
MINISTRSTVO ZA VISOKO ŠOLSTVO,  
ZNANOST IN TEHNOLOGIJO



# EKOREMEDIACIJE KANALIZIRANIH VODOTOKOV



Prof. dr. Danijel Vrhovšek, prof. dr. Ana Vovk Korže  
Ljubljana, 2008



# **EKOREMEDIACIJE KANALIZIRANIH VODOTOKOV**

**Avtorja: prof. dr. Danijel Vrhovšek, prof. dr. Ana Vovk Korže**  
**Ljubljana, 2008**

Finančna podpora:  
Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo

Monografija:  
EKOREMEDIACIJE KANALIZIRANIH VODOTOKOV

Izdajatelj:  
Limnos d.o.o. in Univerza v Mariboru, Filozofska  
fakulteta, Mednarodni center za ekoremediacije

Recenzent:  
prof. dr. Wolfgang Fischer

Avtorja:  
prof. dr. Danijel Vrhovšek in prof. dr. Ana Vovk Korže

Besedila so prispevali:  
Milan Lovka, Boris Kryštufek, Andrej Sovinc, Marko  
Bertok, Martin Vrhovšek in Marko Kovač

Jezikovni pregled: Vesna Jurač

Oblikovanje: Iztok Topler  
Grafična realizacija: Gral\_dizajn  
Naklada: 500 izvodov

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Univerzitetna knjižnica Maribor

502.3:556.5  
EKOREMEDIACIJE kanaliziranih vodotokov /  
avtorja Danijel Vrhovšek, Ana Vovk Korže ;  
[avtorji Dani Vrhovšek ...[et al.]. - Ljubljana :  
Limnos ; Maribor : Filozofska fakulteta,  
Mednarodni center za ekoremediacije, 2008  
ISBN 978-961-6656-12-2 (Filozofska fakulteta)

1. Vrhovšek, Danijel 2. Vovk Korže, Ana  
COBISS.SI-ID 60751361

ISBN 978-961-6656-12-2



9 789616 656122

## **Zahvala**

*Knjiga Ekoremediacije kanaliziranih vodotokov je rezultat uspešnega sodelovanja z Ministrstvom za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo, ki podpira razvoj novih sonaravnih tehnologij. Pričujoča knjiga je izšla s finančno podporo Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo, Direktorata za tehnologijo s ciljem, da se razširi vedenje o ekoremediacijah, o sonaravnih tehnologijah in možnostih njihove uporabe. Istočasno pa je ta knjiga prispevek Slovenije k zaščiti in obnovi ekosistemov s ciljem, da se bodo ta znanja prenašala predvsem v Srednjo Evropo in v države Zahodnega Balkana.*

*Danijel Vrhovšek in Ana Vouk Korže*

# KAZALO

1	UVOD V EKOREMEDIACIJE KANALIZIRANIH VODOTOKOV .....	8
2	EKOREMEDIACIJE.....	11
2.1	Večnamembnost ekoremediacij je njihova bistvena prednost.....	15
3	VODA NA PLANETU ZEMLJA .....	19
3.1	Značilnosti vodotokov.....	24
3.1.1	Rečni sistem.....	24
3.1.2	Zgornji, srednji in spodnji tok vodotoka .....	26
3.1.3	Povirja vodotokov .....	27
3.2	Hidrogeografske značilnosti Slovenije.....	32
3.2.1	Izbrani vodotoki v Sloveniji.....	33
4	EKOSISTEMSKI POGLED NA VODOTOKE .....	37
4.1	Mehanski dejavniki .....	37
4.1.1	Hidromorfologija .....	37
4.1.2	Tok vode.....	41
4.1.3	Erozija .....	41
4.1.4	Transport in odlaganje sedimenta.....	42
4.2	Fizikalni dejavniki.....	43
4.2.1	Svetloba .....	43
4.2.2	Temperatura.....	45
4.2.3	Reakcija vode .....	46
4.2.4	Raztapljanje plinov .....	47
4.2.4.1	Kisik.....	48
4.2.4.2	Ogljikov dioksid.....	49
4.2.5	Prevodnost in redoks potencial.....	50
4.3	Hranilne snovi .....	51
4.3.1	Fosfor in njegove spojine.....	51
4.3.2	Dušik in njegove spojine.....	52
4.3.3	Silicij .....	53
4.3.4	Ostali ioni in organske snovi.....	54
5	BIODIVERZITETA VODOTOKA.....	56
5.1	Alge.....	59
5.2	Vegetacija .....	62
5.2.1	Obrečna vegetacija.....	63
5.2.2	Vodna vegetacija.....	67
5.3	Nevretenčarji .....	69
5.4	Ribe.....	73
5.4.1	Ekoremediacijski ukrepi za ribe.....	79
5.5	Dvoživke (Amphibia).....	85
5.6	Plazilci (Reptilia).....	87
5.7	Ptice.....	88
5.7.1	Gnezdilci profila trstičnega jarka .....	89
5.7.2	Gnezdilci obrežnega pasu .....	95
5.8	Načrtovanje in izvajanje vzdrževalnih del na kanaliziranih vodotokih .....	91
5.8.1	Priglasitev del .....	91

5.8.2	Načrtovanje in izvajanje čiščenja struge in brežin v okviru redne nege .....	91
5.8.3	Splošne smernice za odstranjevanje vegetacije z dna in brežin ter usedlin iz kanaliziranega vodotoka .....	92
5.8.4	Navodila za redno nego odsekov, zaraslih s trstičjem .....	93
5.9	Sesalci .....	96
5.9.1	Sesalci močvirij in vodnih habitatov .....	96
5.9.1.1	Vodne rovke .....	96
5.9.1.2	Bober .....	98
5.9.1.3	Vidra .....	102
6	OSNOVNE FUNKCIJE EKOSISTEMOV KOT IZHODIŠČE ZA EKOREMEDIACIJE VODOTOKOV IN POREČIJ .....	104
7	OGROŽANJE REČNEGA EKOSISTEMA .....	109
8	EKOLOŠKO SPREJEMLJIV PRETOK (Qes) .....	115
9	RASTLINSKE ČISTILNE NAPRAVE .....	117
9.1	Sistem s površinskim tokom vode .....	117
9.2	Sistemi s prosto plavajočimi makrofiti .....	117
9.3	Sistemi z ukoreninjenimi emergentnimi makrofiti .....	118
9.4	Sistemi z ukoreninjenimi plavajočimi in potopljenimi makrofiti .....	118
9.5	Sistem s podpovršinskim tokom .....	119
9.6	Sistemi s horizontalnim podpovršinskim tokom .....	119
9.7	Sistemi z vertikalnim podpovršinskim tokom .....	119
9.8	Glavni dejavniki čiščenja vode .....	120
9.9	Čistilni proces v RČN .....	122
10	TEHNIKE REVITALIZACIJ VODOTOKOV ZA DOSEGO NJIHOVE VEČNAMEBNOSTI .....	125
10.1	Ekoremediacijski ukrepi v strugi vodotoka .....	127
10.1.1	Prodna brzica .....	127
10.1.2	Groblja .....	128
10.1.3	Tolmun .....	130
10.1.4	Prag .....	131
10.1.5	Večji kosi lesa – padla drevesa .....	133
10.1.6	Odbijači toka .....	135
10.1.7	Prodišča in otoki .....	136
10.1.8	Rastlinske čistilne grede .....	137
10.2	Tehnike na brežini .....	138
10.2.1	Skalomet in kamnomet .....	138
10.2.2	Vrbov poplet .....	139
10.2.3	Zvitek iz geotekstila .....	141
10.2.4	Geotekstil – »sendvič« .....	142
10.2.5	Lesene kašte .....	143
10.2.6	Fašine .....	144
10.2.7	Plotovi .....	146
10.2.8	Zalivi in zajede .....	147
10.2.9	Posebni habitati .....	148

10.3	Tehnike izven struge .....	150
10.3.1	Restavracija meandrov.....	150
10.3.2	Stranski rokav.....	152
10.3.3	Ustvarjena mokrišča .....	153
10.3.4	Mrtvice .....	154
10.3.5	Stranska struga (by-pass) .....	154
10.3.6	Ekoremediacijska ureditev v melioracijskem jarku.....	155
10.3.7	Vegetacijski pasovi in koridorji .....	156
11	PRIPRAVA NAČRTOV REVITALIZACIJE.....	158
11.1	Splošne smernice za odstranjevanje vegetacije z dna in brežin ter usedlin iz kanaliziranega vodotoka .....	158
11.2	Problem in cilji.....	160
11.3	Monitoring.....	161
11.4	Vzdrževanje in upravljanje .....	161
11.5	Dokumentacija in zakonodaja.....	165
11.5.1	Vodna direktiva .....	165
11.5.2	Zakon o vodah .....	166
11.5.3	Vloga za pridobitev naravovarstvenih pogojev .....	168
11.5.4	Vloga za pridobitev vodnega soglasja.....	169
11.5.5	Ostala soglasja in pogoji.....	170
12	PRIMERI EKOREMEDIACIJSKIH UREDITEV VODOTOKOV.....	171
12.1	Kobiljski potok.....	171
12.2	Peskovski potok.....	177
12.3	Mala Krka .....	181
12.4	Lukaj potok v naselju Kuzma .....	182
12.5	Mačkovski potok – ekoremediacija .....	185
12.6	Velika Krka – Šalovci.....	186
12.7	Predlog ekoremediacijske ureditev Bakovskega potoka .....	190
13	TOLERANČNE MEJE MED ČLOVEKOM IN EKOSISTEMOM .....	192
14	EKOREMEDIACIJSKO UREJENA POREČJA KOT IZOBRAŽEVALNI OBJEKTI V OKOLJU .....	195
14.1	Krepitev naravoslovnih kompetenc na terenu .....	195
14.2	Ureditev učne poti ob ekoremediacijskih objektih .....	196
14.2.1	Ekoremediacijska učna pot Mala Krka .....	199
14.3	Ekoremediacijske informativne točke.....	203
14.3.1	Radlje ob Dravi .....	203
14.3.2	Potok Mokoš.....	204
14.3.3	Revitalizacija Makoterjeve mlake pri Selu na Goričkem.....	205
14.4	Vključevanje ekoremediacij v izobraževalne programe.....	206
15	SPECIFIČNOSTI SLOVENIJE KOT POTREBA PO EKOREMEDIACIJSKIH UREDIVAH VODOTOKOV .....	209
15.1	Doseganje okoljskih ciljev z ERM .....	211
16	ZAKLJUČEK.....	213
	LITERATURA.....	215

## *Predgovor*

Mnogo vodotokov je bilo v preteklosti spremenjenih v kanale, v izravnane in obložene struge. Taki kanalizirani vodotoki niso imeli življenja, ne dinamike in razen odtoka vode niso opravljali prav nobene druge funkcije. Da bi obnovili tako porušene vodotoke in jim vrnilo življenje, so se v sredini 20. stoletja začele uveljavljati revitalizacije. Pojem revitalizacije pomeni obnovo vodotoka, ki pa se pogosto razume kot tehnična, enostranska obnova rečne struge, ki ne zagotavlja večnamembnosti in ne upošteva procesov, ki bi jih izkazovala reka v naravnem stanju. Renaturacije, s katerimi se sicer vodotoki vračajo v prvotno stanje, so tehnično in finančno težko izvedljive, zato so ekoremediacije kanaliziranih vodotokov tehnološko najučinkovitejši pristop sonaravnega urejanja vodotokov.

Ekoremediacije kanaliziranih vodotokov so spremenjen način upravljanja z vodotoki, ki vključujejo celotno porečje in ne le strugo vodotoka. Izraz revitalizacija se namreč nanaša na strugo vodotoka in ozek pas ob njem, kar seveda za celovito upravljanje z vodami ni dovolj. Pri ekoremediaciji kanaliziranih vodotokov kjer gre za strukturno in funkcijsko povezanost ekosistemov, s čimer se doseže dobro ekološko stanje voda. Ker gre za obnovo degradiranih vodotokov, je potrebno vzpostaviti strukturo in funkcijo vodnega ekosistema s primernimi posegi, s katerimi se doseže ohranitev zgradbe in funkcija habitatov vodnega in obvodnega biotopa. Mnogi posegi v porečjih so v preteklosti močno zaznamovali vodotoke, zato je danes potrebno izhajati iz porečja, to je vodozbirnega območja. Samo revitalizacije potočnih in rečnih strug niso dovolj, ker se večina procesov dogodi na površini porečja, ki je omejeno z razvodnico. Celota ekosistemskih povezav in procesov, ki poteka v porečju je odsev naravnih sestavin pokrajine (predvsem hidrološkega cikla, prepustnosti kamnin, nagnjenosti površja, pokritosti površja z vegetacijo, oblike rabe tal) in družbenimi značilnostmi (prebivalstvo, gospodarstvo in historično-kulturne posebnosti območja).

*Danijel Vrhoušek in Ana Vouk Korže*





LIMNOS d.o.o. je podjetje specializirano v raziskave, razvoj, uporabo in trženje ekoremediacijskih tehnologij za zaščito in obnovo okolja. Glavne dejavnosti podjetja so usmerjene v rastlinske čistilne naprave, sonaravno sanacijo odlagališč odpadkov, priprave poročil o vplivih na okolje in presoje poročil o vplivih na okolje, okoljske študije in strategije upravljanja okolja, določanje ekološko sprejemljivega pretoka (Qes) in revitalizacije rek in jezer. Podjetje LIMNOS d.o.o. je vključeno v evropske mreže in centre ter povezuje raziskovalno dejavnost z gospodarstvom ter sodeluje in vodi številne mednarodne in nacionalne programe in projekte (EUREKA, LIFE, 6. Okvirni program, INTERREG IIIA, B itd.). LIMNOS d.o.o. je zbral največjo bazo sladkovodnih alg in jezer v Sloveniji.

Kontakt: [dani@limnos.si](mailto:dani@limnos.si)



#### MEDNARODNI CENTER ZA EKOREMEDIACIJE NA FILOZOFSKI FAKULTETI MARIBOR

Mednarodni center za ekoremediacije (MC ERM) izvaja implementacije ekoremediacij. Aktivno sodeluje z ministrstvi, gospodarski partnerji, predstavniki regionalnih in lokalnih oblasti pri načrtovanju okoljskih aktivnosti in njihovem izvajanju. Vodi mednarodne projekte, organizira znanstvene posvete, konference in delavnice. Je koordinator Mednarodne ekoremediacijske mreže.

Mednarodni center za ekoremediacije izvaja znanstveno raziskovalno delo, pripravlja in vodi projekte, opravlja terenske analize za prsti in vode, sodeluje z založbami pri izdaji knjig, priročnikov). V njegovem okviru deluje Pisarna za okoljsko informiranje za posredovanje informacij, zbiranje mnenj javnosti, medijsko delovanje, vključevanje študentov v raziskovalno delo.

Glavna aktivnost Mednarodnega centra za ekoremediacije je implementacija ekoremediacij - Networking povezovanje centrov, podjetij, univerz na področju ERM in vodenje Mednarodne ERM mreže.

Kontakt: [ana.vovk@uni-mb.si](mailto:ana.vovk@uni-mb.si)



Ekoremediacijski tehnološki center - ERTC je zavod, ki se ukvarja z ekologijo, varstvom okolja in narave. Njegovo poslanstvo je širiti znanja o ekoremediacijah ter spodbujanje vključevanja ekoremediacijskih tehnologij v razvojne načrte kot možnosti za sonaravni in trajnostni razvoj regij. Njegovo delovanje sega na štiri področja: gradbeno operativni steber, ki skrbi za implementacijo ekoremediacij na lokalnem, regionalnem in državnem nivoju; raziskovalni steber, ki je namenjen razvojno-raziskovalnemu delu; izobraževalni steber za pedagoške aktivnosti in vključevanje ekoremediacij v srednješolske in študijske programe ter steber za JV Evropo, ki skrbi za prenos znanja o ekoremediacijah v tujino.

Kontakt: [bojana@ertc.si](mailto:bojana@ertc.si)