

## **EKOREMEDIACIJE ZA DOSEGANJE OKOLJSKIH CILJEV V SLOVENIJI**

### **Ana Vovk Korže**

Dr., profesorica geografije in zgodovine, redna profesorica  
Mednarodni center za ekoremediacije  
Filozofska fakulteta Maribor  
Koroška cesta 160, SI – 2000 Maribor, Slovenija  
e-mail: ana.vovk@uni-mb.si

### **Danijel Vrhovšek**

Dr., diplomirani biolog, izredni profesor  
Limnos, Podjetje za aplikativno ekologijo d.o.o.,  
Podlimbarskega 31 Ljubljana  
e-mail: dani@limnos.si

UDK: 504.06

COBISS: 1.01

### ***Izvleček***

#### **Ekoremediacije za doseganje okoljskih ciljev v Sloveniji**

Okoljski cilji so zapisani v operativnih programih in direktivah ter v drugih strateških dokumentih EU oziroma v mednarodnih pogodbah. Potreba po varovanju voda je zapisana tudi v Okvirni vodni direktivi in v Zakonu o vodah. Najdemo jih tudi v Nacionalnem programu varstva okolja. Usmerjeni so v doseganje dobrega ekološkega stanja in so definirani tako vsebinsko kot časovno. V prispevku želimo pokazati načine s katerimi lahko z ekoremedicijami pomagamo k doseganju okoljskih ciljev. Izhajali smo iz nabora okoljskih ciljev na primeru voda.

#### ***Ključne besede***

ekoremediacije, okoljski cilji, sonaravni razvoj, Slovenija

### ***Abstract***

#### **Ekoremediation for implementation of environmental object**

The environmental aims are published in the operative programmes, directives and other EU strategic documents and international agreements. They could be found in National programme of environmental protection as well. They are directed to achieving well environmental conditions and the due time for each environmental goal is set as well. In the paper we want to show the positive influence of ecoremediation to achieving the environmental aims. As an example we started from the list of environmental goals for waters. The need of water protection is mentioned in the Water framework directive and in the Waters act.

#### ***Key words***

ekoremediation, environmental objects, sustainable development, Slovenia

## 1. Uvod

V Sloveniji so zaradi specifičnih naravnih pogojev (prepletanje klimatskih tipov, hitri prehodi med naravnimi enotami, biotska pestrost in še ohranjeno naravno okolje) ekoremediacije zanesljiva trajnostna metoda za varovanje okolja in narave (Ekoremediacije v Sloveniji 2008). Kot ugotavlja Eurobarometer v Poročilu o stanju okolja v Evropi 2005 (Evropsko okolje 2005) ima Evropa vse možnosti, da prevzame vodilno vlogo z oblikovanjem ustrežnejše, bolj konkurenčne in varnejše evropske družbe. Za okolje bi lahko naredili več, kar velja za vlade in za državljane, da bi gospodarski razvoj uskladili z nosilnimi zmogljivostmi Zemlje. Tovrstni napredek bi spodbudil izboljšave v okoljski učinkovitosti, ki je temelj kakovosti življenja (Evropsko okolje 2005). Slovenija ima izjemno priložnost, da prispeva z ekoremediacijami inovativni pristop k varovanju okolja in s tem okrepi skrb za ohranjanje pokrajine, obvarovanje biotske raznovrstnosti in izboljšanje kakovosti in količine sveže vode, kar omogoča varno in zdravo življenje.

To izhodišče podpira tudi Zakon o vodah v svojem 2. členu (Zakon o vodah 2002), kjer piše, da je cilj upravljanja z vodami ter vodnimi in priobalnimi zemljišči doseganje dobrega stanja voda in drugih, z vodami povezanih ekosistemov, zagotavljanje varstva pred škodljivim delovanjem voda, ohranjanje in uravnavanje vodnih količin in spodbujanje trajnostne rabe voda, ki omogoča različne vrste rabe voda ob upoštevanju dolgoročnega varstva razpoložljivih vodnih virov in njihove kakovosti.

Za varovanje narave in okolja ter reševanje okoljskih problemov je razvitih veliko pristopov. Rešitve, ki vključujejo visoko tehnologijo, so lahko učinkovite, vendar zahtevajo ogromen vložek energije, so dostopne ozkemu krogu ljudi in so odvisne od sprememb tehnologij. Z naraščajočim razvojem in znanjem o naravnih procesih, ekologiji in odnosih v ekosistemih smo odkrili neraziskane potencialne v naravi. Ti so zelo učinkoviti za varovanje in obnovo že degradiranih in ogroženih območij (Ekoremediacije v Sloveniji 2008). Koncept ekoremediacij (ERM) se nanaša na uporabo trajnostnih sistemov in procesov za sanacijo okolja in njegovo zaščito. Ekoremediacijske tehnologije vključujejo principe puferskih sposobnosti narave, fitoremediacije (fitostabilizacijo, fitoekstrakcijo, fitostimulacijo, fitodegradacijo, fitotransformacijo, fitovolatizacijo) in bioremediacijo za sanacijo onesnaženja v okolju. Sonaravni (zeleni) pristopi večajo biodiverzitetu in s tem vračajo ekosistem v ravnotežje. Ekoremediacijske metode imajo potencial za zmanjševanje, preprečevanje in odpravo naravnih katastrof (poplav, suš, plazov), netočkovnih virov onesnaženja (kmetijstvo, transport) in točkovnih virov onesnaženja (komunalne in industrijske odplake). Visoko učinkovitost lahko dosežemo z varovanjem življenjskega prostora, posebej vodnih virov, potokov, rek, jezer, podtalnice in morja. Z ERM odstranjujemo tudi čezmerne vsebnosti hranil in čistimo odpadne vode.

## 2. Stanje okolja v Sloveniji

Podatki o stanju okolja v Sloveniji niso najbolj vzpodbudni. Evidentirane okoljske probleme lahko rešujemo le v sonaravno usklajenem (trajnostnem) razvoju, z novimi dosežki v gospodarstvu in storitvenih dejavnostih ter v regionalnih in lokalnih okvirih, kjer se uresničujejo bistvene naloge. V ta namen so ERM tehnologije idealna priložnost za Slovenijo.

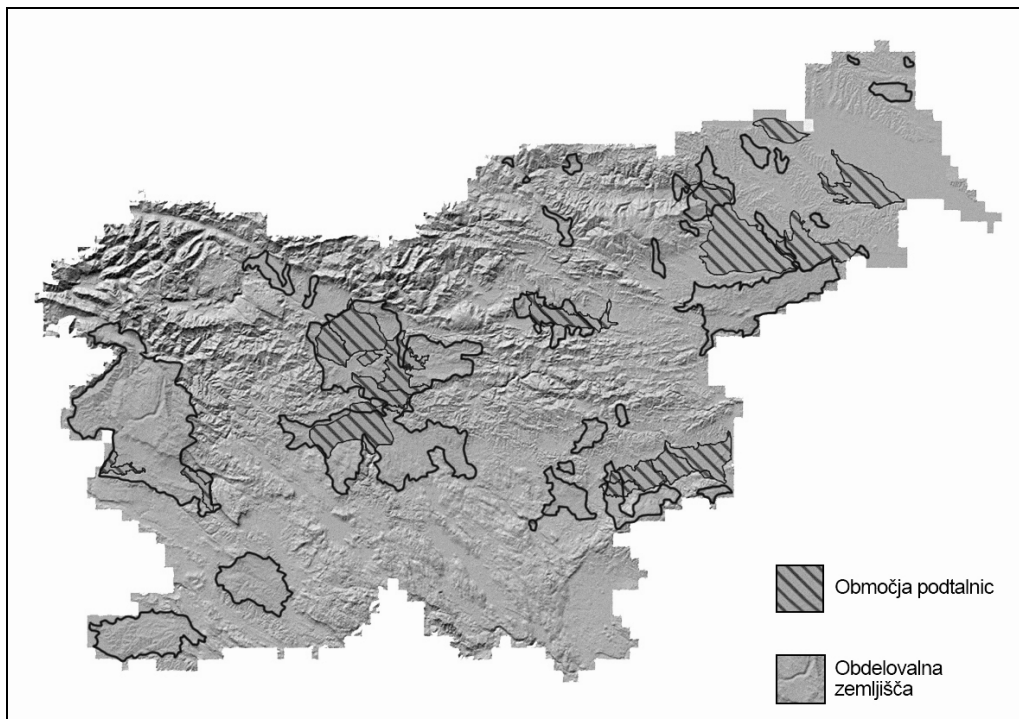
Evropska okoljska komisija opozarja na podnebne spremembe, varovanje naravnih virov, na demografske spremembe in skrb za zdravje ljudi ter med drugim na obvladovanje transporta. V ospredje postavlja štiri cilje: razvojne programe prilagoditi varovanju narave in urejanju prostora, ustaviti slabitev biotske raznovrstnosti do leta 2010, uskladiti razvoj prometa z rastjo BDP ter odpravljati tveganja zaradi nevarnih kemikalij. Te usmeritve so v naših dokumentih, ugotavljamo pa, da je njihovo uresničevanje skromno. Zato lahko z ERM takoj prispevamo k boljši implementaciji okoljskih ciljev.

Skrb za ohranjanje naravnih virov je NPVO s podporo z vseh strani določil kot prednostno razvojno nalogo. Vendar se je izvajanje začelo z zamudo in s podaljševanjem izvedbenih rokov, kar je posledica sektorskih pristopov, ki nujno prinašajo le parcialne in enostranske rešitve. V proračun se stekajo sredstva, ki jih plačujejo zavezanci za plačilo povračil in taks na temelju obračunov porabe in emisij: ta bi morala biti dosledno usmerjena v reševanje teh bremen. Da bi se izognili velikim zamudam, bi morali ERM celovito in medsektorsko vključiti v izvajanje na vseh ravneh. Strategija gospodarskega razvoja utemeljuje blaginjo, katere osnove gradijo ekonomski, socialni in okoljski nosilci. S spremembo demografske politike in politike zaposlovanja lahko ustavimo negativna gibanja in okrepimo ustvarjalne moči družbe, seveda pa le na sonaravno zasnovanih gospodarskih pristopih.

Za usklajevanje reševanja problemov okolja je smotrno podpirati sodelovanje občin v okviru regij, še posebej pri izvajanju Agende 21. Pomembno je povezovanje občin v okviru zveze občin za skupno reševanje problemov, ki pogosto niso omejeni na občinske meje (npr. kakovost podtalne vode).

### 2.1 Pesticidi v podtalnici

Možnost kopičenja v tleh in spiranja v podtalnico imajo predvsem sredstva, ki se počasi razgrajujejo in jih označujemo z izrazom »persistentna sredstva«. Njihova koncentracija v tleh se zmanjšuje zaradi postopne razgradnje s pomočjo talnih mikroorganizmov, z izpiranjem v nižje plasti (podtalnico) in z izhlapevanjem. V vodi se pesticidi večinoma razgrajujejo s hidrolizo, na razgradnjo pa vplivajo temperatura, pH, mikrobna aktivnost ter v površinskih vodah sončna svetloba. Pri razgradnji nastajajo metaboliti, ki so običajno manj toksični kot originalni pripravki, pri nekaterih pesticidih pa nastanejo celo bolj toksični metaboliti. S tem ko pesticidi potujejo stran od površine tal, se odmikajo tudi od dejavnikov, ki povzročajo njihovo razgradnjo, kot so sončna svetloba in bakterije. Ko prehajajo v globlje plasti tal, je njihova razgradnja počasnejša, možnost, da preidejo v podtalnico pa večja. Veliko organoklornih pesticidov je persistentnih in se razgrajujejo počasi, vendar je tudi njihova topnost v vodi slaba, zato se večinoma ne spirajo v podtalnico.

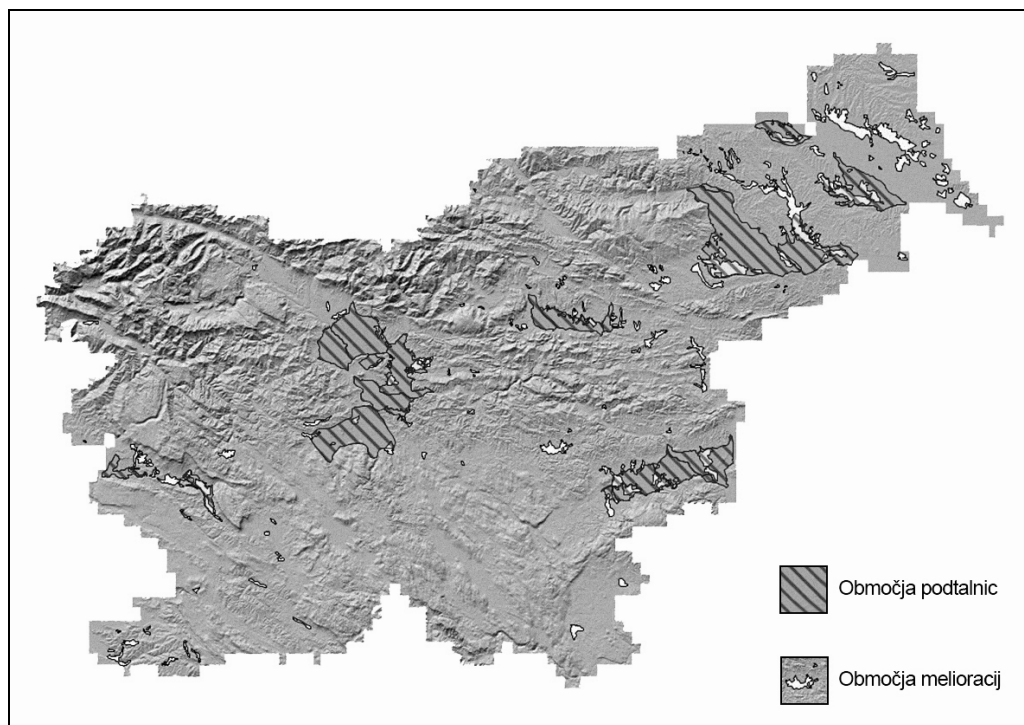


Slika 1: Obdelovalna zemljišča in polja podtalnice.

Vir: [www.geopedia.si](http://www.geopedia.si), narisal Marko Gomboc.

Razporeditev onesnaženja pitne vode s pesticidi kaže na onesnaženje predvsem na SV Slovenije, kjer se izvaja intenzivno kmetijstvo. Potencialno je ogrožena tudi osrednja Slovenija, saj se tudi tu podtalnica nahaja pod obdelovalnimi zemljišči. V letu 2005 se v preseženih mejnih vrednostih pojavljajo nekateri pesticidi, ki se v preteklih letih niso. Razloge za to lahko iščemo v spremembah kmetijske prakse ali izvedbi monitoringa pitne vode. Vsako leto se namreč določi nabor pesticidov, ki se spremljajo. Pri tem se upošteva rezultate drugih monitoringov v Sloveniji (ARSO, strokovni nadzor, Urad RS za kemikalije), evidenca prodaje fitofarmaceutskih sredstev, zahteve Pravilnika o pitni vodi, priporočila avstrijskega pravilnika o pitni vodi, smernice Svetovne zdravstvene organizacije in Agencije za varstvo okolja ZDA (EPA) ter omejenost finančnih sredstev (Program monitoringa pitne vode 2005).

Na onesnaževanje površinskih in podtalnih voda s pesticidi in njihovimi ostanki imajo velik vpliv tudi melioracijski jarki. Slednji predstavljajo neposreden stik med vodo, ki se izceja iz kmetijskih površin ter podtalnico in površinskimi vodami. Območja melioracij v Sloveniji so prikazana na Sliki 2.



Slika 2: Območja melioracij v Sloveniji (bela polja) in območja podtalnic.

Vir: [www.geopedia.si](http://www.geopedia.si), narisal Marko Gomboc.

### 3. Možnosti uporabe ekoremediacij v praksi

Določena tveganja, ki se pojavljajo zaradi uporabe pesticidov lahko zmanjšamo ali omilimo z uporabo ekoremediacij. Predvsem lahko vplivamo na zmanjševanje onesnaževanja površinskih in podtalnih voda: z ustreznimi ERM pristopi lahko omejimo prehajanje onesnaženega iztoka iz kmetijskih površin. Z ERM lahko omejimo tudi širjenje pesticidov po zraku, kar je predvsem pomembno pri zaščiti neciljnih površin (npr. da se ob škropljenju ne kontaminirajo sosedne njivske površine ali neobdelana zemljišča).

Ustrezna ERM ureditev melioracijskih jarkov bi omogočala zmanjšan vnos pesticidov neposredno v podtalnico in površinske vode.

Preglednica 1: ERM tehnologije.

BLAŽILNE CONE	RČN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• protivetrne bariere</li> <li>• protismradne bariere,</li> <li>• protiprašne bariere,</li> <li>• protihrupne bariere,</li> <li>• krajinske bariere,</li> <li>• bariere za vzdrževanje vlažnosti,</li> <li>• mejice,</li> <li>• zelenice,</li> <li>• parki,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• za komunalne odpadne vode: individualne RČN, za manjša naselja, zaselke, turistične objekte, ekološke kmetije, terciarno čiščenje</li> <li>• za kmetijske odpadne vode: iz prehranske in predelovalne industrije, za živinorejo, netočkovne vire onesnaževanja</li> <li>• za izcedne vode: iz komunalnih, industrijskih, rudniških deponij, cestišč, onesnaženih zemljin in sedimentov;</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• umetna močvirja,</li> <li>• vegetacijski pasovi,</li> <li>• vegetacijski pokrovi,</li> <li>• obrežni pasovi,</li> <li>• ustrezen izbor rastlin za preprečevanje plazov,</li> <li>• ERM za obnovitev manjvrednih zemljišč</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• za pitne vode: za kondicioniranje onesnaženih izvirov, predčiščenje, terciarno čiščenje</li> <li>• za industrijske odpadne vode: nizek/visok pH, obarvanost,</li> <li>• za kopalne vode</li> </ul>
<p><b>REVITALIZACIJE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kanaliziranih strug, mrtvic, stranskih rokavov, mlinščic</li> <li>• močvirij, mokrišč,</li> <li>• gramoznic, glinokopov,</li> <li>• kalov</li> <li>• kopenskih degradiranih območij,</li> </ul>	<p><b>LIMNOTOP</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• za čiščenje zemljin (fitoremediacija),</li> <li>• za komunalne deponije,</li> <li>• za industrijske deponije,</li> <li>• za rudniške deponije,</li> <li>• blato iz ČN,</li> <li>• za onesnažene sedimente,</li> </ul>
<p><b>ERM V JARKIH</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ERM v obcestnih jarkih,</li> <li>• ERM melioracijski jarki</li> </ul>	<p><b>ERM NA ZAVAROVANIH OBMOČJIH</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ERM za ohranjanje biotske pestrosti</li> </ul>
<p><b>IZOBRAŽEVANJE Z ERM</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vgraditev ERM vsebin v učne načrte osnovne in srednje šole (prenova učnih načrtov)</li> <li>• Oblikovanje poklicnih kvalifikacij z modulom za ERM</li> <li>• Priprava samostojnih študijskih programov in ERM modulov</li> <li>• Opremljanje učnih poti kot del izobraževanja učiteljev</li> <li>• Seminarji za različne ciljne skupine</li> </ul>	<p><b>DISEMINACIJA, IMPLEMENTACIJA ERM</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• OPVO, CPVO, Operativni programi odvajanja in čiščenja odpadnih voda</li> <li>• Priprava in vodenje projektov,</li> <li>• Izdaja publikacij,</li> <li>• Seminarji, promocijske aktivnosti, organizacija konferenc, organizacija in vodenje terenskih del</li> </ul>

Vir: Projekt Ekoremediacije v Sloveniji, 2008.

### 3.1 Vrste ERM metod za zmanjšanje vpliva pesticidov

**Vegetacijski pas** je pas drevesne in grmovne vegetacije. Vegetacijski pasovi sodijo v širši sklop ekoremediacijskih blažilnih območij (ang. buffer zones) in imajo mnogo funkcij, ki omogočajo izboljšanje kvalitete vode, zaščitijo zrak in tla ter povečajo biološko pestrost, saj izboljšajo prehrabne in nastanitvene lastnosti obvodnega habitata ter omogočajo optimalnejše svetlobne, kisikove in temperaturne razmere za vodne živali in rastline. Ena od pomembnejših iskanih lastnosti je sposobnost čiščenja onesnažene vode in zemljin. Vegetacijski pasovi so namreč sposobni zadržati velike količine hranil – dušika in fosforja, pa tudi drugih snovi kot so npr. pesticidi. Z njimi zato lahko ščitimo površinske vode in zajetja pitne vode pred razpršenimi viri onesnaženja, npr. iz kmetijstva. Primerni pa so tudi za preprečevanje onesnaženja iz točkovnih onesnaževalcev kot so posamezne kmetije, farme, predelovalni obrati za FFS itd. Optimalna sestava vegetacije in najbolj učinkovita širina vegetacijskega pasu variirajo od primera do primera in so odvisne predvsem od tega kaj in v kakšnem obsegu ščitijo (obremenitev, sestava, dinamika ipd.), količine padavin ter pogojev rasti in uspevanja rastlin.

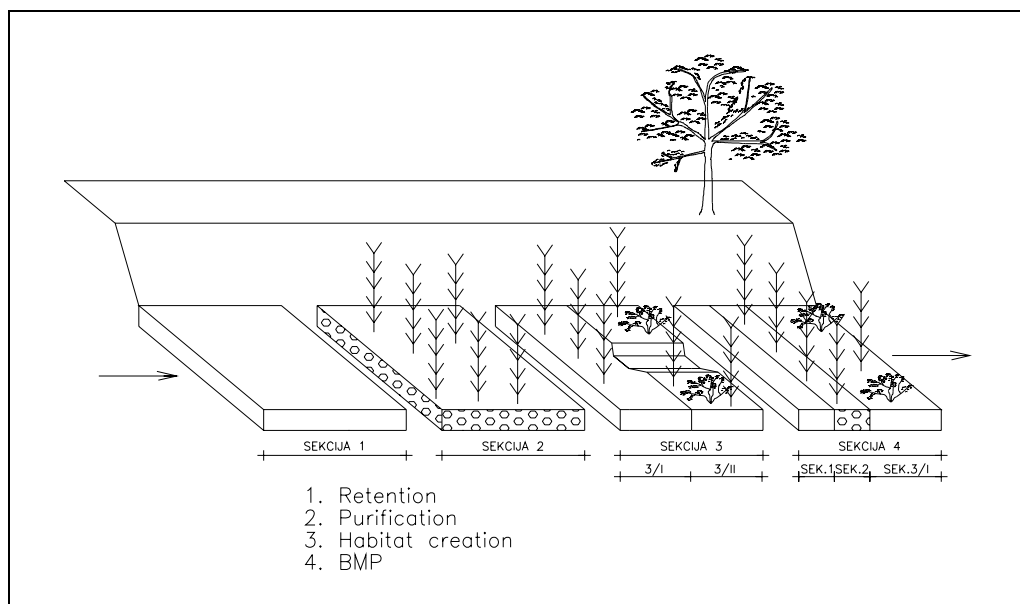
**Melioracijski jarki** za izsuševanje kmetijske zemlje so razširjeni po več sto tisoč hektarjev zemlje zahodne in vzhodne Evrope, v Sloveniji pa predvsem v Prekmurju. Omogočajo osuševanje kmetijske zemlje v predelih, kjer je talna voda visoka. Klasični melioracijski jarki so goli kanali, v katere se steka voda iz kmetijskega zemljišča, običajno onesnažena s pesticidi in gnojili. Taki jarki nimajo sposobnosti zadrževanja in čiščenja vode, prav tako imajo zelo nizko vrstno pestrost. Pesticidi in

ostanki gnojil od tu lahko neposredno prehajajo v vodotoke in podtalnico in povzročajo resne okoljske probleme in vplivajo na zdravje ljudi in živali.

S sonaravno ureditvijo – zasaditvijo melioracijskih jarkov lahko omenjene težave odpravimo ali vsaj omilimo. Obstoječi jarek razdelimo na štiri odseke, kjer ima vsak odsek specifično funkcijo:

- Prvi del je oblikovan tako, da omogoča maksimalno zadrževanje vode.
- Drugi del je iz substrata in zemlje, v njega posadimo rastline, ki s koreninskim sistemom črpajo višek hranil iz zemlje.
- Tretji del je namenjen povečevanju biodiverzitete, zato so tu posajene različne vodne in močvirske rastline, ki predstavljajo življenjski prostor različnim živalim.
- Četrty del pa združuje vse tri funkcije prejšnjih delov in zagotavlja ravnovesje med njimi.

Tako oblikovani melioracijski jarek ščiti podtalnico in vodotoke pred kmetijskim onesnaženjem, zmanjšuje vplive suš, zmanjšuje vplive vetra, vodo, ki se v njem zadržuje, pa lahko uporabimo za namakanje. Zaradi teh funkcij melioracijski jarek posredno vpliva tudi na povečanje kmetijskega pridelka, pripomore k varovanju zdravja in estetskemu izgledu kmetijske pokrajine.

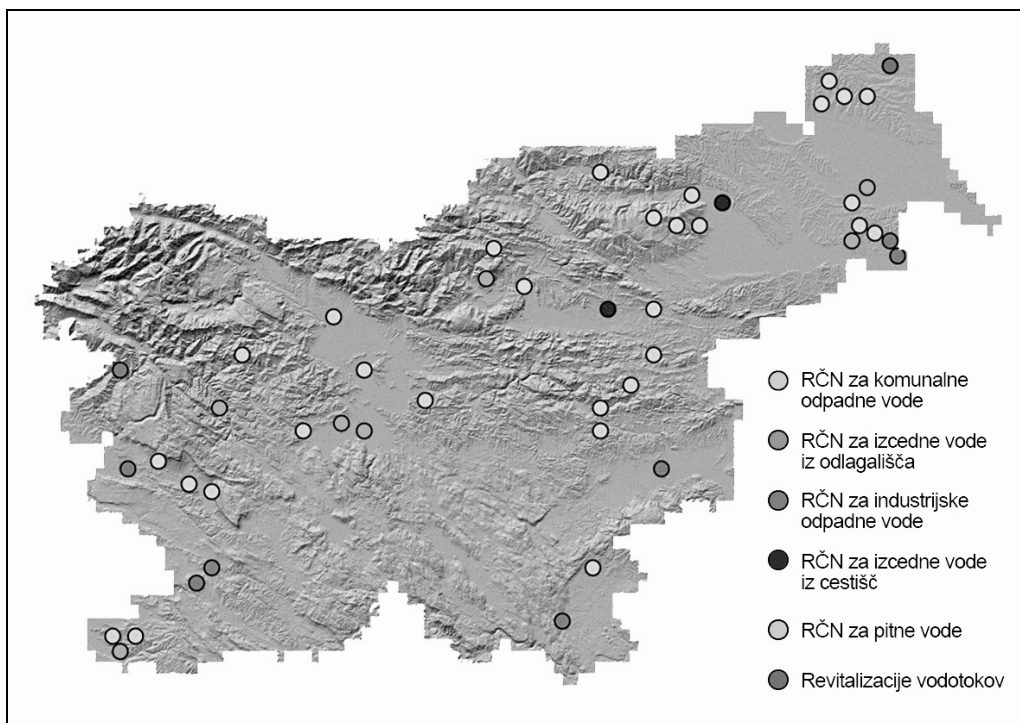


Slika 3: Shema ekoremediacijskega melioracijskega jarka.

Vir: Arhiv Limnos, 2006.

Tveganja zaradi uporabe pesticidov lahko zmanjšamo tudi s postavitvijo **rastlinskih čistilnih naprav** (RČN) na območjih, kjer nastajajo večje količine iztočnih voda iz kmetijskih površin, kjer nastajajo odpadne vode, ki vsebujejo FFS (npr. ob pranju opreme za nanašanje FFS) ipd. Čiščenje odpadnih vod na RČN je učinkovito, enostavno, stroškovno nezahtevno ter okolju prijazno. RČN posnemajo samočistilno sposobnost močvirskih sistemov s fizikalnimi in biokemijskimi procesi kot so aerobna

in anaerobna razgradnja, filtracija, sedimentacija in adsorpcija ter zagotavljajo učinkovito čiščenje organskih, dušikovih, fosforjevih snovi, težkih kovin, pesticidov in drugih strupenih snovi, ki nastajajo v kmetijski dejavnosti. Praviloma delujejo gravitacijsko, brez strojne in električne opreme, tako da se voda pretaka preko dveh zaporednih bazenov izoliranih s folijo, napolnjenih s substratom in zasajenih z različnimi vlagoljubnimi rastlinami. Voda najprej priteče v zadrževalnik, kjer se zadržijo grobi delci, od tu naprej pa v prvo gredo rastlinske čistilne naprave, ki jo imenujemo tudi filtrirna greda. Tu se odstranijo še vsi ostali suspendirani delci. Voda teče naprej v čistilno gredo, kjer poteka največji del čiščenja in se dokončno očisti. Prečiščena voda iz rastlinske čistilne naprave dosega predpisane normative in se jo lahko odvaža v okolje, lahko pa jo zbiramo in uporabimo za zalivanje zelenic, pranje avtomobilov, sanitarno vodo, za gašenje požarov ali jo zbiramo v okrasnem bajerju.

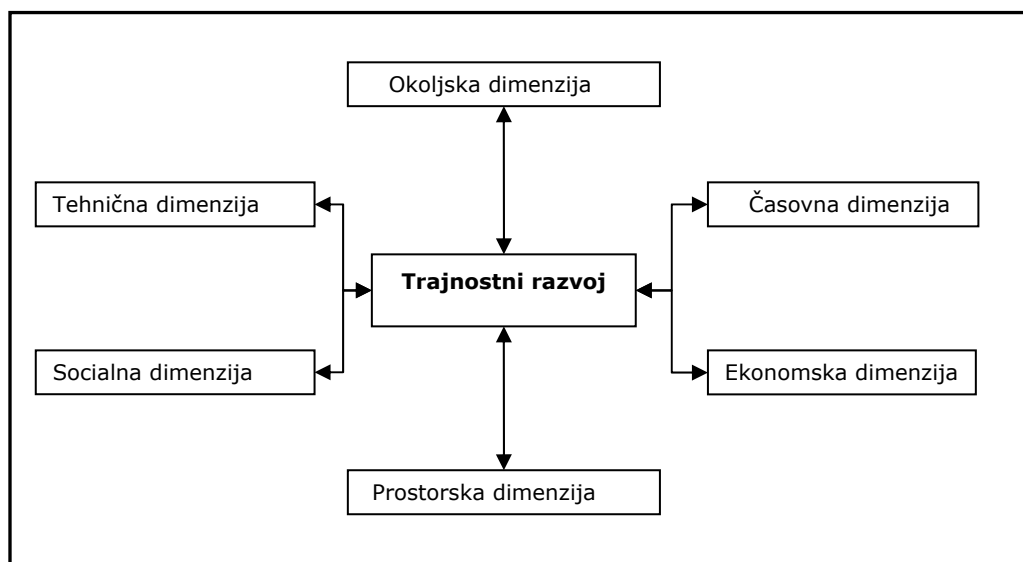


Slika 4: ERM po Sloveniji za čiščenje voda.  
Vir: Arhiv Limnos, 2006.

#### 4. Doseganje okoljskih ciljev z ERM

Okoljski cilji so povzeti po Navodilih ministrstva za pripravo občinskih programov varstva okolja (Navodila ministrstva... 2006). Okoljski cilji so del doktrine trajnostnega razvoja, le ta pa ima več dimenzij, predvsem ekonomsko, socialno, tehnično, prostorsko in časovno.





Slika 5. Dimenzije trajnostnega razvoja.

Vir: Hans-Dietrich Hass, Dieter Matthew Schlesinge, 2007.

Razvili smo naslednje programe ERM za doseganje okoljskih ciljev v Sloveniji:

1. Podprogram: Prilaganje klimatskim spremembam in zmanjševanje njihovega učinka z uporabo ERM.
2. Podprogram: Povečanje oz. ohranjanje biotske raznovrstnosti z ERM ukrepi v urbanem in ruralnem okolju.
3. Podprogram: Ekoremediacije kot sistemi za čiščenje onesnaženih zemljin (blato iz čistilnih naprav, sedimenti in prestrukturiranje rabe tal).
4. Podprogram: Varstvo voda
  - 4.1 Podprogram za zmanjševanje onesnaženosti pred nitrati iz kmetijske proizvodnje
  - 4.2 Podprogram za zmanjševanje tveganj zaradi uporabe pesticidov
  - 4.3 Podprogram za čiščenje komunalnih voda
  - 4.4 Podprogram za zmanjševanje onesnaževanja površinskih voda z nevarnimi snovi (živo srebro, nevarni klorirani ogljikovodiki iz razpršenih virov)
  - 4.5 Varstvo voda na vodovarstvenih območjih
  - 4.6 Varstvo območij kopalnih voda
  - 4.7 Varstvo voda, določenih za zahtevano kakovost voda, da se omogoči življenje rib
  - 4.8 Varovanje vodnih virov lastne vodooskrbe
  - 4.9 Izboljšanje prilagajanja ekstremnim hidrološkim pojavom (suše in poplave) na ogroženih območjih ter plazenja tal in zmanjševanje vetroloma
5. Podprogram: Izboljšanje kakovosti zunanjega zraka z ERM.
6. Podprogram: Zmanjševanje širjenja hrupa z ERM.
7. Podprogram: Izboljšanje kakovosti življenja v urbanih območjih z oživitvami mest (obnova in izpostava ekosistemov).
8. Podprogram: Sanacija odlagališč in starih bremen z ERM.
9. Podprogram: Ravnanje z opuščeni nahajališči surovin in okolju neškodljivim gradbenim odpadom (nahajališča surovin kot so kamnolomi, glinokopi, rudniki itd).

so pogosto vidni kot velike »rane« v naravnem okolju in so potencialna mesta razvoja širših sprememb okolja. Potrebno jih je ali sonaravno konzervirati za bodočo izrabo ali pa jih vrniti v naravno stanje s pomočjo ERM).

10. Podprogram: Dvig deleža obnovljivih virov energije: vzpostavitev ERM sistemov za pridobivanje obnovljivih virov energije - lesne biomase za energetske namene.

11. Podprogram: Turizem - povečati prepoznavnost Slovenije, ohranjati naravna območja, povečati pestrost ponudbe turističnih kmetij.

12. Podprogram: Podpora kmetijstvu z ERM za pridelavo zdrave hrane, zaščito zdravja ljudi in povečanja razvojnih možnosti na podeželju.

13. Podprogram: Promet – zagotavljanje čistega okolja z uporabo ERM.

14. Podprogram: Civilna družba.

14.1 Podprogram: Upravljanje in vzdrževanje ERM sistemov (npr. rastlinskih čistilnih naprav, v območjih Natura 2000, revitalizacije vodotokov, mokrišča).

14.2 Podprogram: Izdelava dolgoročne strategije, ki je razvojni dokument sonaravnega pristopa varovanja okolja in sestavni del upravnih dokumentov kot način ravnanja z okoljem.

14.3 Podprogram: Vključenost okoljskih vsebin v vse izobraževalne programe s poudarkom na celostnem odnosu do okolja, kar pomeni nadgradnjo sedanjim okoljskim programom. Nujno je razviti sonaravni način razmišljanja, ki bo neposredno vplival na socialni in ekonomski razvoj Slovenije.

14.4 Podprogram: Promocija varstva okolja v Sloveniji - ohranjeno in zdravo okolje je izraženo v ekonomski vrednosti, zato se moramo takoj zavedati pomena ohranjanja okoljskih sestavin, kajti le sanacija storjenih škod v okolju ne pomeni razvoja. ERM način razmišljanja je treba vgraditi v vse generacije (tudi z vseživljenjskim učenjem, e-izobraževanjem, mobilnimi sistemi promocije in medijsko podporo). Na ta način bomo povečali zavedanje pomena zdravega okolja, s tem pa prispevali k skupnemu varovanju okolja (pristop od spodaj navzgor).

14.5 Podprogram: Raziskave in razvoj novih ekosistemskih tehnologij - ustanovitev ERM mednarodnega raziskovalnega centra, ki vključuje tudi pedagoško delo.

14.6 Podprogram: Izdelava trajnostnega koncepta razvoja območij na osnovi ekonomskega potenciala ohranjene in obnovljene pokrajine (pilotni projekti za nekatere občine).

## **5. Vrednotenje vseh programov in podprogramov ERM za doseg okoljskih ciljev**

Najmočnejša vloga ERM je pri ohranjanju biotske raznovrstnosti, zato bi morali v zavarovanih območjih Slovenije (različnih tipih zavarovanih območjih, od Nature 2000 do krajinskih parkov) povečati uporabo ERM. Prav tako imajo ERM veliko težo na vodovarstvenih območjih. Zato je potrebno ta področja sistematično urediti, saj imamo precej različnih tovrstnih območjih, kjer pa žal razvoj ni skladen z možnostmi, mnogokje se ne vključijo v razvoj razpoložljive danosti prostora in so tako zelo slabo regulirane aktivnosti na zavarovanih območjih. Ta bi morala biti glede na biotsko pestrost Slovenije zgled Evropi, zato je nujno potrebno na vseh zavarovanih območjih opraviti evidentiranje stanja in uporabiti ERM za varovanje in sanacijo teh območij.

Druga pomembna področja, kjer imajo ERM veliko težo so varstvo voda in sicer predvsem zmanjševanje onesnaženosti z nitrati in čiščenje komunalnih odpadnih voda pod 2000 PE, varstvo stoječih celinskih voda in jezer, varovanje območij kopalniških voda, vodnih virov lastne samooskrbe, pri sušah in poplavah, pri

izboljšanju kakovosti življenja v mestih, sanaciji starih bremen in kot podpora kmetijstvu.

Preglednica 2: Deleži ERM metod (revitalizacij, RČN z Limnotopom, blažilnih con in ostalih ERM metod) pri doseganju okoljskih ciljev glede na učinek ostalih metod.

Programi za doseganje okoljskih ciljev	Učinki ERM metod	Učinki ostalih metod	Učinki skupaj
4.1 Zmanjševanje onesnaženosti z nitrati	90 %	10 %	100 %
4.7 Varovanje stoječih celinskih voda in jezer	90 %	10 %	100 %
4.6 Varstvo območij kopalnih voda	90 %	10 %	100 %
2. Ohranjanje biotske raznovrstnosti	90 %	10 %	100 %
4.5 Varstvo voda na vodovarstvenih in zavarovanih območjih	86 %	14 %	100 %
4. Varstvo voda	80 %	20 %	100 %
4.8 Varovanje vodnih virov lastne vodooskrbe	76 %	24 %	100 %
4.9.1 Suše in poplave	76 %	24 %	100 %
12. Podpora kmetijstvu	72 %	28 %	100 %
7. Izboljšanje kakovosti življenja v urbanih območjih	72 %	28 %	100 %
4.3 Čiščenje komunalnih odpadnih voda pod 2000 PE	72 %	28 %	100 %
4.2 Zmanjševanje tveganj zaradi uporabe pesticidov	72 %	28%	100 %
1. Prilaganje klimatskim spremembam	70 %	30%	100 %
4.4 Zmanjševanje onesnaževanja površinskih voda z nevarnimi snovi	66 %	34%	100 %
3. Čiščenje onesnaženih zemljin	66 %	34%	100 %
8. Sanacijo odlagališč in starih bremen	66 %	34%	100 %
5. Izboljšanje kakovosti zunanjega zraka	52 %	48%	100 %
4.9 Izboljšanje prilagajanja ekstremnim hidrološkim pojavom	50 %	50%	100 %
11. Podpora turizmu	50 %	50%	100 %
9. Ravnanje z opuščeni nahajališči surovin in gradbenim odpadom	50 %	50%	100 %
13. Promet – zagotavljanje čistega okolja	46 %	54%	100 %
10. Dvig deleža obnovljivih virov energije	46 %	56%	100 %
4.9.2 Plazenja tal	44 %	54%	100 %
6. Zmanjševanje širjenja hrupa	40 %	60%	100 %
4.9.3 Zmanjševanje vetroloma	40 %	60%	100 %

Vir: Ekoremediacije v Sloveniji, 2008.

Za področja, kjer je uporabljen ponder nad 3 je vloga ekoremediacij zelo velika. Ta področja so:

1. Prilaganje klimatskim spremembam
2. Ohranjanje biotske raznovrstnosti
3. Čiščenje onesnaženih zemljin
4. Varstvo voda
  - 4.1 Zmanjševanje onesnaženosti z nitrati
  - 4.3 Čiščenje komunalnih odpadnih voda pod 2000 PE
  - 4.5 Varstvo voda na vodovarstvenih in zavarovanih območjih
  - 4.6 Varstvo območij kopalnih voda
  - 4.7 Varovanje stoječih celinskih voda in jezer

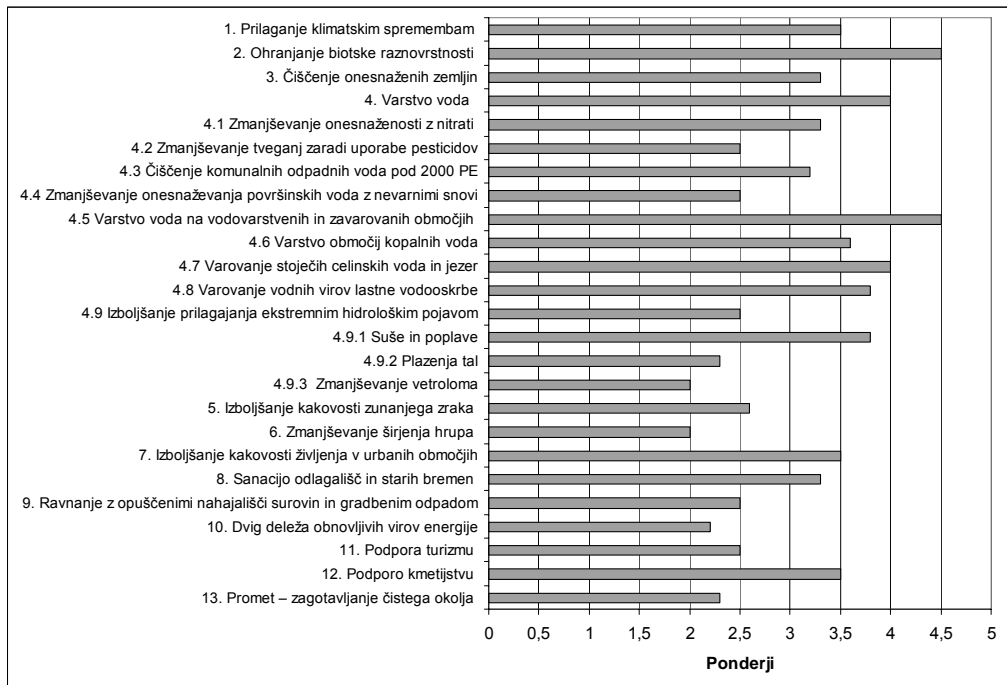
4.8 Varovanje vodnih virov lastne vodooskrbe

4.9.1 Suše in poplave

7. Izboljšanje kakovosti življenja v urbanih območjih

8. Sanacija odlagališč in starih bremen

12. Podpora kmetijstvu

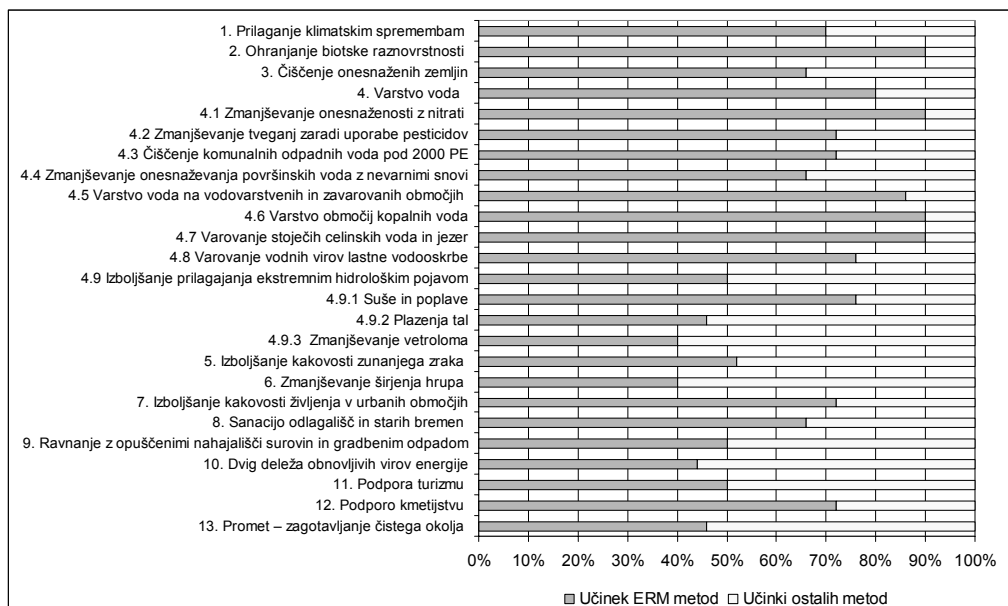


Slika 6: Ponderiranje ERM metod pri doseganju okoljskih ciljev glede na dosedanje izkušnje uporabe ERM v praksi.

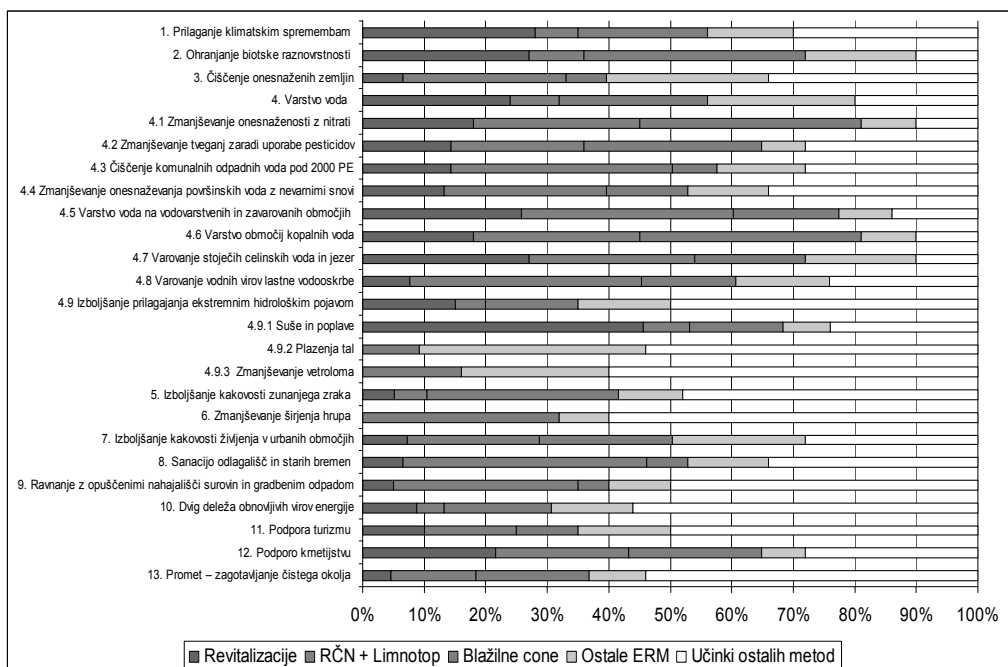
Vir: Ekoremediacije v Sloveniji, 2008.

Ugotovljeno je, da imajo ERM večinski učinek (nad 70 %) pri naslednjih dejavnostih:

- 2. Ohranjanje biotske raznovrstnosti
- 4. Varstvo voda
- 4.1. Zmanjševanje onesnaženosti z nitrati
- 4.2 Zmanjševanje tveganja zaradi uporabe pesticidov
- 4.3 Čiščenje komunalnih odpadnih voda pod 2000 PE
- 4.5 Varstvo voda na vodovarstvenih in zavarovanih območjih
- 4.6. Varstvo območij kopalnih voda
- 4.7. Varovanje stoječih celinskih voda in jezer
- 4.8- Varovanje vodnih virov lastne vodooskrbe
- 4.9. Suše in poplave
- 6. Zmanjševanje širjenja hrupa
- 12. Podpora kmetijstvu



Slika 7: Učinki ERM metod in učinki drugih metod pri doseganju okoljskih ciljev v %.  
Vir: Ekoremediacije v Sloveniji, 2008.



Slika 8: Deleži ERM metod (revitalizacij, RČN z Limnotopom, blažilnih con in ostalih ERM metod) pri doseganju okoljskih ciljev glede na učinek ostalih metod.  
Vir: Ekoremediacije v Sloveniji, 2008.

Ugotovili smo, da imajo ERM tehnologije nadpovprečno vrednost pri doseganju okoljskih ciljev in da so le redka področja, kjer imajo druge metode večji pomen. Če kot kriterij vzamemo 50 % uspešnost drugih, ne ERM metod, potem so to naslednja področja:

- 4.9. Izboljšanje prilagajanja ekstremnim hidrološkim pogojem (ERM so 50 % učinkovite)
- 4.9.2 Plazenje tal (ERM dosega 45 % uspešne)
- 4.9.3 Zmanjševanje vetroloma (ERM so 40 % uspešne)
- 6. Zmanjševanje širjenja hrupa (ERM dosega 40 % učinkovitost)
- 10. Dvig deleža obnovljivih virov energije (ERM dosega 45 % učinkovitost) in
- 13. Promet (ERM dosega 45 % učinkovitost)

Največja učinkovitost ERM tehnologij je pri ohranjanju biotske raznovrstnosti, pri zmanjševanju onesnaženosti z nitrati, varstvu voda na vodovarstvenih in zavarovanih območjih, varstvo območij kopalnih voda, in varovanje stoječih celinskih voda, kjer dosega 80 do 90 % učinkovitost. Na teh področjih bi morale biti ERM edina tehnologija (Ekoremediacije v Sloveniji 2008).

## 6. Zaključek

Za doseganje okoljskih ciljev na primeru voda ugotavljamo, da bi morali organi odločanja bolj spodbujati in podpirati inovativne rešitve, na primer male čistilne naprave. To bi vodilo tudi k učinkovitejši rabi lokalnih in državnih denarnih sredstev ter bi omogočalo vključitev lokalnega prebivalstva v gospodarski razvoj regije. Prav tako bi bilo potrebno razviti učinkovite in inovativni projekte, s katerimi bi odprli nova delovna mesta in spodbudili trajnostni razvoj.

Poleg področja voda predlagamo nujno ukrepanje na področjih kot so promet, energetika, kmetijstvo in biotska raznovrstnost, saj ne dosegamo predvidenih ciljev, zapisanih v strateških dokumentih. Za geografijo so te vsebine pomembne zato, ker lahko tako fizična kot družbena geografija veliko prispevata h doseganju okoljskih ciljev.

Podatki o stanju okolja v Sloveniji niso najbolj vzpodbudni. Evidentirane okoljske probleme lahko rešujemo le v sonaravno usklajenem (trajnostnem) razvoju, z novimi dosežki v gospodarstvu in storitvenih dejavnostih ter v regionalnih in lokalnih okvirih. V ta namen so ERM tehnologije idealna priložnost za okoljski razvoj Slovenije, ki pomeni neposredno tudi ekonomski in socialni napredek.

## Literatura

- Gareth, M., Evans, J., Furlong C. 2003: Environmental Biotechnology, Theory and Application, University of Durham, UK and Taurus Biotech Ltd, England, str. 143 - 168.
- Ekoremediacije v Sloveniji 2008. Zagonski projekt, Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana.
- Evropsko okolje - stanje in možnosti. Poročilo o stanju okolja v Evropi 2005. <http://nfp-si.eionet.europa.eu/News/NEWS1133282280>
- Nacionalni program varstva okolja, Ministrstvo za okolje in prostor, 2006. <http://www.npvo.si/>

- Burja, A. (ur.): Navodila ministrstva za pripravo občinskih programov varstva okolja, Ministrstvo za okolje in prostor, 2006.
- Okvirna vodna direktiva. <http://www.euwfd.com/>
- Shrishti Eco-Research Institute (SERI). <http://www.seriecotech.com/products.html>
- Vrhovšek, D., Vovk Korže, A. 2007: Ekoremediacije. Filozofska fakulteta Maribor, Mednarodni center za ekoremediacije in Limnos d.o.o., Maribor, Ljubljana.
- Zupančič Justin, M., Vrhovšek, D., Griessler Bulc, T. 2002: Razstrupljanje okolja z naravnimi procesi in rastlinske čistilne naprave. Proteus, 65/4.
- Zakon o vodah.  
[http://www2.gov.si/zak/Zak\\_vel.nsf/0/c12563a400338836c1256bf400489676?OpenDocument](http://www2.gov.si/zak/Zak_vel.nsf/0/c12563a400338836c1256bf400489676?OpenDocument)
- Scragg, A. 1999: Environmental Biotechnology, Longman, England, str. 131 – 132.

## **ECOREMEDIATION FOR IMPLEMENTATION OF ENVIRONMENTAL OBJECT**

### **Summary**

With increasing development and knowledge about natural processes, ecology and relations in ecosystems we have discovered some not researched potentials in nature. They are very efficient for protection and renewal of already degraded and threatened areas. The concept of ecoremediations (ERM) refers to usage of lasting systems and processes for sanitation and protection of environment. Ecoremediation technologies include principles of puffer capacities of nature, phytoremediation (phytostabilisation, phytoextraction, phytostimulation, phytodegradation, phytotransformation and phytovolatilization) and bioremediation for sanitation of environment pollution. Conatural (green) approaches increase biodiversity and with that return ecosystem's balance. Ecoremediation methods have the potential for decreasing, preventing and abolishing natural catastrophes (flood, drought, landslides, non points pollution sources (agriculture, transport) and unmarked pollution sources (communal, industrial sewage). High efficiency can be reached by protection of living space, especially water sources, brooks, rivers, lakes, underground water and seas. Basic ecoremediation functions are high puffer capacity, selfcleaning capacity, increasing biotic diversity and retaining water. Using ecoremediations (phytoremediations, puffer areas and constructed wetlands) we can revitalize degraded areas (stone pits, roadsides), eliminate excessive nutrients content and purifying sewage water. Additional ERM value is also bringing revival of degraded areas. With renewed environment its value returns and it can be use for developing other activities. Using ERM we protect habitat important areas against pollution and enable a conatural development. With nature we can also decrease impacts of natural disasters. Ecoremediations are being constantly implemented by nature; therefore it is important to know natural law and systems for their correct usage. Ecoremediations use natural processes in natural and partly artificial water ecosystems to assure better water sources usage, to eliminate harmful pollution impacts and to preserve biological diversity. Ecosystems have a big puffer capacity and can retain, reform or neutralize many organic and anorganic pollutants using natural processes. They are biotechnological methods that use natural and conatural processes and systems (ecosystems) for protection, sanitations of environment, purifying and preservation of water.

