

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Sergej VRHOVEC

**MOŽNOSTI UPORABE RASTLINSKIH ČISTILNIH NAPRAV NA
ZAŠČITENIH OBMOČJIH**

DIPLOMSKA NALOGA
Univerzitetni študij

THE USE OF CONSTRUCTED WETLANDS IN PROTECTED AREAS

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2008

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija biologije. Opravljeno je bilo v Podjetju za aplikativno biologijo LIMNOS d.o.o.

Študijska komisija Oddelka za biologijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Danijela Vrhovška.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Mihael J. Toman
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Alenka Gabersčik
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: prof. dr. Danijel Vrhovšek
LIMNOS d.o.o., podjetje za aplikativno biologijo

Datum zagovora: 19. 6. 2008

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Podpisani se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Sergej Vrhovec

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	628.35:628.32:502.4(043.2)=163.6
KG	zaščitena območja/rastlinske čistilne naprave/naravovarstvena zakonodaja/odpadne vode
AV	VRHOVEC, Sergej
SA	VRHOVŠEK, Danijel (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI	2008
IN	MOŽNOSTI UPORABE RASTLINSKIH ČISTILNIH NAPRAV NA ZAŠČITENIH OBMOČJIH
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP	XIII, 90 str., 45 pregl., 22 sl., 1 pril., 77 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Zaščitena območja združujejo najrazličnejša naravovarstvena območja, ki stremijo k skupnemu cilju varovanja in ohranjanja stabilnih ekosistemov ter posledično biotske raznovrstnosti ob hkratnem omogočanju družbenega in ekonomskega razvoja območij. Z raziskavo smo ugotavljali kakšne možnosti nudi uporaba RČN pri uresničevanju omenjenega razvoja zaščitene območij. Z analizo sekundarnih virov smo pripravili pregled varstvenih določil splošnih nacionalnih naravovarstvenih zakonov, specifičnih predpisov podzakonskih aktov in določil načrta o upravljanju na primeru Kozjanskega regijskega parka. Na podlagi obstoječih informacij smo analizirali tudi vire onesnaženja Kozjanskega regijskega parka in ugotovili prisotnost razpršenih virov komunalnih odpadnih voda, odpadnih voda kmetijske dejavnosti, z razvojem pa bo vedno večji onesnaževalec tudi turizem. Zbranim podatkom smo s kritično primerjalno analizo sekundarnih virov določali skladnost z lastnostmi in sposobnostmi RČN, ki smo jih povzeli po številnih že opravljenih raziskavah. Od 130 določil osmih naravovarstvenih dokumentov smo ugotovili, da je z uporabo RČN mogoče v celoti uresničevati 34 % določil, delno 37 % določil, 29 % določil pa je z RČN nepovezanih. Prav tako smo ugotovili, da so RČN, ob primernem načrtovanju, sposobne čiščenja vseh odpadnih voda značilnih za Kozjanski regijski park do predpisanih mejnih vrednosti. Poleg tega uporaba RČN omogoča še dodatne pozitivne vplive na okolje, kot so zadrževanje in postopno sproščanje vode pri padavinskih viških oziroma sušah, nudenje habitatov živim bitjem, sposobnost prilagajanja danemu prostoru, estetska skladnost z naravnim okoljem, ekonomska učinkovitost. RČN so se izkazale za učinkovito večnamensko sonaravno tehnologijo varovanja obnavljanja in ustvarjanja okolja in so kot take še posebej primerne za uporabo na zaščitene območjih. Na podlagi naših ugotovitev smo pripravili tudi predloge za dopolnitev naravovarstvenih dokumentov, ki bi omogočili sistematično uporabo ekoremediacijskih metod pri trajnostnem upravljanju zaščitene območij.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC 628.35:628.32:502.4(043.2)=163.6
CX protected areas/constructed wetlands/environmental protection legislation/
wastewaters
AU VRHOVEC, Sergej
AA VRHOVŠEK, Danijel (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology
PY 2008
TI THE USE OF CONSTRUCTED WETLANDS IN PROTECTED AREAS
DT Graduation Thesis (University studies)
NO XIII, 90 p., 45 tab., 22 fig., 1 ann., 77 ref.
LA sl
AL sl/en

AB Protected areas combine various environmental protection categories which share the common goal to protect and preserve stable existing ecosystems and consequently biotic diversity along with social, cultural and economical development. With our research we wanted to explore possibilities of constructed wetlands to follow the mentioned goal. We conducted analysis of secondary data to gather the environmental protection legislation goals of seven general slovenian documents, specific regulations and management plan for protected area Kozjanski regijski park. Based on available data we also analysed the condition of environment and main sources of pollution in Kozjanski regijski park and determined the existence of domestic, agricultural and mild industrial wastewaters. In the future important contribution to pollution is also expected to be tourism. Next we critically compared the gathered secondary data to determine conformity with characteristics and abilities of the use of constructed wetlands (CW), which we recapitulated after numerous already conducted researches. Out of 130 separate protection goals of eight documents 34 % of goals can be achieved by the use of CW, 37 % of goals can be partly achieved by the use of CW and 29 % of goals does not match with CW. We also determined that CW along with careful planning can be used to treat all kinds of wastewaters typical for Kozjanski regijski park up to legally determined values. The use of CW also allows other positive effects on environment like retention and gradual release of water in case of excessive rainfall or dryness, CW are providing habitats for numerous living beings, ability to fit the landscape, aesthetic compatibility with the nature, economical efficiency; Based on results of research CW proved to be efficient multifunctional natural technology for protection, restoration and creation of environment and are as such especially appropriate to be used in protected areas. Along with our conclusions we prepared suggestions to supplement two environmental protection documents so the systematic use of ecoremediation methods in sustainable management of protected areas could be achieved more successfully.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO SLIK	XI
KAZALO PRILOG	XII
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XIII
1 UVOD	1
1.1 Predstavitev problema	2
2 PREGLED OBJAV	4
2.1 ZAŠČITENA OBMOČJA	4
2.1.1 Zavarovana območja	4
2.1.1.1 Ožja zavarovana območja	4
2.1.1.2 Širša zavarovana območja	5
2.1.2 Posebne varstvene kategorije	6
2.1.2.1 Posebna varstvena območja Natura 2000	6
2.1.2.2 Ekološko pomembna območja	8
2.1.2.3 Vodna direktiva	9
2.1.3 Zavarovano območje Kozjanski regijski park	11
2.1.3.1 Naravne značilnosti	12
2.1.3.2 Družbene značilnosti	14
2.1.3.3 Viri in stanje onesnaženja	15
2.1.3.3.1 Komunalne odpadne vode	15
2.1.3.3.2 Kmetijska dejavnost	18
2.1.3.3.3 Promet	20
2.1.3.3.4 Turizem	21
2.1.3.3.5 Industrija	21
2.1.3.3.6 Ocena stanja reke Sotle	22
2.2 RASTLINSKE ČISTILNE NAPRAVE (RČN)	23
2.2.1 DELITEV RČN	23
2.2.1.1 Sistemi s površinskim tokom vode	23
2.2.1.1.1 Sistemi s prosto plavajočimi makrofiti	23
2.2.1.1.2 Sistemi z ukoreninjenimi plavajočimi in potopljenimi makrofiti	24
2.2.1.1.3 Sistemi z ukoreninjenimi emergentnimi makrofiti	24
2.2.1.2 Sistemi s podpovršinskim tokom	25
2.2.1.2.1 Sistemi s horizontalnim podpovršinskim tokom	25
2.2.1.2.2 Sistemi z vertikalnim podpovršinskim tokom	25
2.2.2 ZGRADBA RČN	27
2.2.3 GLAVNI DEJAVNIKI ČIŠČENJA	27
2.2.3.1 Vegetacija	27
2.2.3.2 Mikroorganizmi	28

2.2.3.3	Substrat	28
2.2.4	ČISTILNI PROCESI V RČN	29
2.2.4.1	Odstranjevanje suspendiranih snovi	29
2.2.4.2	Odstranjevanje organskih snovi	29
2.2.4.3	Odstranjevanje dušikovih spojin	30
2.2.4.4	Odstranjevanje fosforjevih spojin	31
2.2.4.5	Odstranjevanje patogenih bakterij	31
2.2.4.6	Odstranjevanje toksinov	32
2.2.5	ČISTILNE SPOSOBNOSTI RČN	33
2.2.5.1	RČN in čiščenje komunalnih odpadnih voda	33
2.2.5.2	RČN in čiščenje kmetijskih odpadnih voda	35
2.2.5.3	RČN in čiščenje izcednih deponijskih voda	38
2.2.5.4	RČN in čiščenje cestnega padavinskega odtoka	39
2.2.5.5	RČN in terciarno čiščenje na obstoječih čistilnih napravah	39
2.2.6	DRUGOTNI VPLIVI RČN NA OKOLJE	40
2.2.6.1	RČN pri sanaciji degradiranih območij	40
2.2.6.2	RČN ob sušnih in padavinskih obdobjih	40
2.2.6.3	RČN kot možni habitati za živa bitja	40
2.2.7	POGOJI IN ZAHTEVE PRI UPORABI RČN	42
2.2.7.1	Projektiranje RČN	42
2.2.7.2	Pomožne čistilne enote	42
2.2.7.3	Lokacija	43
2.2.7.4	Prostor	44
2.2.7.5	Ekonomski vidik	45
3	MATERIAL IN METODE	48
3.1	MATERIAL	48
3.1.1	Rastlinske čistilne naprave	48
3.1.2	Zavarovano območje Kozjanski regijski park	48
3.1.3	Naravovarstvena zakonodaja v Sloveniji	48
3.2	METODE	48
3.2.1	Pregled in analiza naravovarstvenih zahtev, vsebine načrta upravljanja, virov onesnaženja in stanja okolja Kozjanskega regijskega parka ter tehnologije RČN	48
3.2.2	Ugotavljanje skladnosti splošnih ciljev, specifičnih zahtev in razvojnih smernic naravovarstvene zakonodaje z lastnostmi RČN	49
3.2.3	Ugotavljanje skladnosti določil načrtov o upravljanju in virov onesnaženja zaščitene območij z lastnostmi uporabe RČN na primeru Kozjanskega regijskega parka	49
3.2.4	Dopolnjevanje naravovarstvene zakonodaje	50
4	REZULTATI	51
4.1	Skladnost naravovarstvenih dokumentov z lastnostmi RČN	51
4.1.1	Splošni naravovarstveni dokumenti	51
4.1.2	Osnutek načrta o upravljanju Kozjanskega regijskega parka	64
4.1.3	Specifične naravovarstvene zahteve	71
4.1.4	Razvojne usmeritve zaščitene območij	73
4.2	Skladnost virov onesnaženja Kozjanskega regijskega parka s čistilnimi sposobnostmi RČN	74

5	RAZPRAVA IN SKLEPI	75
5.1	Možnosti uporabe RČN pri doseganju ciljev in razvojnih smernic naravovarstvene zakonodaje	75
5.2	Možnosti uporabe RČN pri varovanju zaščitene naravne elemente Kozjanskega regijskega parka	76
5.3	Možnosti uporabe RČN pri kontroli onesnaženja Kozjanskega parka	78
5.3.1	RČN pri čiščenju komunalnih odpadnih voda v Kozjanskem parku	78
5.3.2	RČN pri čiščenju kmetijskih odpadnih voda v Kozjanskem parku	80
5.3.3	RČN pri čiščenju prometnega onesnaženja v Kozjanskem parku	81
5.4	RČN in pitni vodni viri	81
5.5	Ekonomski vidik uporabe RČN na zaščitene območjih	81
5.6	Sklepi	82
6	POVZETEK	83
7	VIRI	85
ZAHVALE		
PRILOGA		

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Emisija onesnažil v vode: Terme Olimia, Podčetrtek; Izpust v površinske vode, 2003	21
Preglednica 2:	Emisija onesnažil v vode: Pralnica perila Heidi, Podčetrtek; Izpust v površinske vode, 2003	22
Preglednica 3:	Lastnosti substrata v RČN s podpovršinskim tokom	29
Preglednica 4:	Podatki o čiščenju komunalnih odpadnih voda z RČN na Irskem, ZDA, Nemčiji in Belgiji	35
Preglednica 5:	Podatki o influentnih in efluentnih vrednostih za 32 anaerobnih in 3 aerobne predčistilne tanke	43
Preglednica 6:	Stroškovni podatki izgradnje devetih analiziranih RČN	46
Preglednica 7:	Ugotavljanje skladnosti varstvenih ciljev in razvojnih smernic Zakona o varstvu okolja z lastnostmi RČN	51
Preglednica 8:	Obrazložitev skladnosti varstvenih ciljev in usmeritev Zakona o varstvu okolja z lastnostmi RČN	52
Preglednica 9:	Ugotavljanje skladnosti splošnih varstvenih usmeritev Zakona o ohranjanju narave z lastnostmi RČN	52
Preglednica 10:	Obrazložitev skladnosti varstvenih usmeritev Zakona o ohranjanju narave z lastnostmi RČN	53
Preglednica 11:	Ugotavljanje skladnosti varstvenih ciljev Nacionalnega programa varstva okolja z lastnostmi RČN	54
Preglednica 12:	Obrazložitev skladnosti varstvenih ciljev Nacionalnega programa varstva okolja z lastnostmi RČN	55
Preglednica 13:	Ugotavljanje skladnosti glavnih ciljev Strategije ohranjanja biotske raznovrstnosti z lastnostmi RČN	56
Preglednica 14:	Obrazložitev skladnosti glavnih ciljev Strategije ohranjanja biotske raznovrstnosti z lastnostmi RČN	56
Preglednica 15:	Ugotavljanje skladnosti varstvenih ciljev Operativnega programa ohranjanja biotske raznovrstnosti z lastnostmi RČN	56
Preglednica 16:	Obrazložitev skladnosti varstvenih ciljev Operativnega programa ohranjanja biotske raznovrstnosti z lastnostmi RČN	57
Preglednica 17:	Ugotavljanje skladnosti varstvenih ciljev Operativnega programa varstva naravnih vrednot z lastnostmi RČN	57
Preglednica 18:	Obrazložitev skladnosti varstvenih ciljev Operativnega programa varstva naravnih vrednot z lastnostmi RČN	58
Preglednica 19:	Ugotavljanje skladnosti varstvenih ciljev Operativnega programa za varstvo voda pred onesnaženjem z nitrati iz kmetijske proizvodnje z lastnostmi RČN	59
Preglednica 20:	Obrazložitev skladnosti varstvenih ciljev Operativnega programa za varstvo voda pred onesnaženjem z nitrati iz kmetijske proizvodnje z lastnostmi RČN	59
Preglednica 21:	Ugotavljanje skladnosti varstvenih ciljev Programa za zmanjšanje tveganja zaradi uporabe pesticidov z lastnostmi RČN	60

Preglednica 22:	Obrazložitev skladnosti varstvenih ciljev Programa za zmanjšanje tveganja zaradi uporabe pesticidov z lastnostmi RČN	60
Preglednica 23:	Ugotavljanje skladnosti varstvenih ciljev Operativnega programa odvajanja in čiščenja odpadnih voda z lastnostmi RČN	61
Preglednica 24:	Obrazložitev skladnosti varstvenih ciljev Operativnega programa odvajanja in čiščenja odpadnih voda z lastnostmi RČN	62
Preglednica 25:	Ugotavljanje skladnosti varstvenih ciljev in načel upravljanja z vodami Zakona o vodah z lastnostmi RČN	62
Preglednica 26:	Obrazložitev skladnosti varstvenih ciljev Zakona o vodah z lastnostmi RČN	63
Preglednica 27:	Ugotavljanje skladnosti glavnega cilja Vodne direktive z lastnostmi RČN	63
Preglednica 28:	Obrazložitev skladnosti glavnega cilja Vodne direktive z lastnostmi RČN	64
Preglednica 29:	Ugotavljanje skladnosti glavnega cilja Nitratne direktive z lastnostmi RČN	64
Preglednica 30:	Obrazložitev skladnosti glavnega cilja Nitratne direktive z lastnostmi RČN	64
Preglednica 31:	Ugotavljanje skladnosti elementov poslanstva Kozjanskega regijskega parka z lastnostmi RČN	65
Preglednica 32:	Obrazložitev skladnosti poslanstva Kozjanskega regijskega parka z lastnostmi RČN	65
Preglednica 33:	Ugotavljanje skladnosti splošnih varstvenih ciljev, splošnih razvojnih ciljev ter ciljev predstavitve in obiska Kozjanskega regijskega parka z lastnostmi RČN	66
Preglednica 34:	Obrazložitev skladnosti splošnih varstvenih ciljev, splošnih razvojnih ciljev ter ciljev predstavitve in obiska Kozjanskega regijskega parka z lastnostmi RČN	67
Preglednica 35:	Ugotavljanje skladnosti varstvenih in razvojnih ciljev za 1. in 3. upravljavsko območje Kozjanskega parka z lastnostmi RČN	68
Preglednica 36:	Obrazložitev skladnosti varstvenih in razvojnih ciljev za 1. in 3. upravljavsko območje Kozjanskega parka z lastnostmi RČN	69
Preglednica 37:	Skladnost RČN in varstvenih ciljev ter razvojnih smernic osmih naravovarstvenih dokumentov	70
Preglednica 38:	Mejne vrednosti parametrov odpadne vode, ki se odvaja iz komunalne čistilne naprave in sposobnost čiščenja z RČN	71
Preglednica 39:	Obrazložitev skladnosti mejnih vrednosti parametrov odpadne vode, ki se odvaja iz komunalne čistilne naprave s sposobnostmi čiščenja RČN	72
Preglednica 40:	Mejne vrednosti odpadne vode, ki se odvaja iz komunalne čistilne naprave za mikrobiološke parametre in sposobnost čiščenja z RČN	72
Preglednica 41:	Obrazložitev skladnosti mejnih vrednosti mikrobioloških parametrov odpadne vode, ki se odvaja iz komunalne čistilne naprave s sposobnostmi čiščenja RČN	72

Preglednica 42:	Mejne vrednosti parametrov odpadne vode na iztoku male komunalne čistilne naprave	73
Preglednica 43:	Ugotavljanje skladnosti ključnih pogojev trajnostnega razvoja na področju turizma z lastnostmi uporabe RČN	73
Preglednica 44:	Obrazložitev skladnosti ključnih pogojev trajnostnega razvoja turizma z lastnostmi uporabe RČN	73
Preglednica 45:	Opredelitev in obrazložitev skladnosti virov onesnaženja Kozjanskega regijskega parka s čistilnimi sposobnostmi RČN ...	74

KAZALO SLIK

Slika 1:	Zavarovana območja Slovenije	5
Slika 2:	Posebna varstvena območja (območja Natura 2000 – SPA)	7
Slika 3:	Potencialna posebna ohranitvena območja (pSCI)	8
Slika 4:	Ekološko pomembna območja	9
Slika 5:	Lega Kozjanskega regijskega parka v Sloveniji	11
Slika 6:	Območje Kozjanskega regijskega parka z večjimi naselji	12
Slika 7:	Območje Kozjanskega parka s porazdelitvijo po posameznih občinah .	15
Slika 8:	Prikaz razpršene poseljenosti na območju Kozjanskega parka	17
Slika 9:	Večja občinska središča v Kozjanskem parku z načrtovano izgradnjo kanalizacije v prihodnjih nekaj letih	18
Slika 10:	Velika skupna kmetijska obremenjenost na severnem delu območja Kozjanskega parka	20
Slika 11:	RČN s površinskim tokom in prosto plavajočimi makrofiti	24
Slika 12:	RČN s površinskim tokom in ukoreninjenimi emergentnimi makrofiti	24
Slika 13:	RČN s horizontalnim podpovršinskim tokom	25
Slika 14:	RČN z vertikalnim podpovršinskim tokom	26
Slika 15:	Hibridna RČN s horizontalno-vertikalnim podpovršinskim tokom	26
Slika 16:	Prikaz posameznih komponent RČN Limnowet	27
Slika 17:	Zbiranje in čiščenje padavinskega odтока kmetijskih obdelovalnih površin z RČN	38
Slika 18:	Prikaz primerne lokacije RČN za prestrzanje in odstranjevanje površinskega odтока kmetijskih obdelovalnih površin ter komunalnih odpadnih voda stanovanjskega objekta	44
Slika 19:	Razporeditev stroškov postavitve RČN s podpovršinskim tipom	46
Slika 20:	Skladnost RČN in varstvenih ciljev osmih naravovarstvenih dokumentov	71
Slika 21:	Območje naravnega spomenika Gruška jama, ki se nahaja znotraj Kozjanskega regijskega parka	77
Slika 22:	Razporeditev objektov v naselju Sedlarjevo in prikaz bližnjega območja naravnih vrednot	79

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: Dodatki k naravovarstveni zakonodaji

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

- AOX: Aromatski halogenirani ogljikovodiki oz. absorbirajoči/absortivni organohalidi
- BPK₅: (BOD₅) Biološka potreba po kisiku. Pove nam koliko kisika se porabi v petih dneh pri standardnih pogojih za oksidacijo lahko razgradljivih, večinoma organskih spojin, pa tudi za reducirane anorganske snovi kot so sulfidi, Fe²⁺ in reducirane oblike dušika.
- Cr: krom
- EPA: Environmental Protection Agency
- FWS: (Free water surface) sistem s površinskim tokom vode
- KPK: (COD) Kemijska potreba po kisiku. Je mera za ekvivalent kisika za razgradnjo organskih snovi sposobnih oksidacije z močnim kemijskim oksidantom.
- MO: Mikroorganizmi
- N: Dušik
- NH₄⁺: amoniak
- Ni: nikelj
- NO₃⁻: nitrat
- NO₂⁻: nitrit
- NPVO:(ReNPVO) Resolucija / Nacionalni program varstva okolja
- P: fosfor
- PE: populacijski ekvivalent
- RČN: Rastlinska čistilna naprava
- SS: (TSS) total/skupne suspendirane snovi
- SSF: (Subsurface flow) sistem s podpovršinskim tipom vode
- ZVO: Zakon o varstvu okolja
- ZON: Zakon o ohranjanju narave

1 UVOD

Problematika kakovosti in količine voda postaja v 21. stoletju vedno bolj pomemben del okoljevarstvenih politik. Potreba po kakovostni vodooskrbi je že pred nekaj desetletji pomembno vplivala na razvoj pionirskih okoljevarstvenih strategij, programov in tehnologij.

Vzporedno z zagotavljanjem ustreznih pitnih virov se vedno bolj uveljavlja tudi koncept ohranjanja biotske raznovrstnosti. Zavarovanje je ukrep, ki je v svetu znan že več kot stoletje in se v naravovarstveni praksi tudi najpogosteje uporablja. Predvsem parki zaradi svoje tradicionalne vloge v sistemu celovitega varstva narave postajajo vedno bolj pomembni za ohranjanje biotske pestrosti in krajinske raznolikosti. Z ustanovitvijo narodnega parka na območju Triglavskih jezer leta 1924 je bila Slovenija peta država v Evropi, ki je premogla narodni park (Poročilo..., 2004).

Poleg omenjenih naravovarstvenih kategorij je Slovenija s članstvom v Evropski uniji sprejela še mnogo drugih programov varovanja okolja, kot je posebno varstveno območje Natura 2000, Vodna direktiva, Ramsarska konvencija ... S tem se je zavezala, da bo izpolnjevala mednarodne obveznosti in predpise, ki na evropski ravni pomenijo ohranjanje in trajnostni razvoj naravnih dobrin. Vse te najrazličnejše varstvene kategorije bomo v tej nalogi označevali kot zaščitena območja.

Kljub temu da je za Slovenijo značilna velika pestrost rastlinskih in živalskih vrst, ekosistemov in krajin na majhni površini (Pregled ..., 2002) sta hitra in okoljsko neobvladana industrializacija in urbanizacija, predvsem v obdobju prvih desetletij po drugi svetovni vojni, povzročili degradacijo praktično vseh prvin okolja. Sedanje stanje okolja je pomembna ovira na prehodu v državo sodobnega tipa z uravnoveženim odnosom do okolja. Na srečo je v svetu dovolj dokazov, da je varstvo okolja lahko tudi pomemben dejavnik razvoja ter neposrednih sprememb v proizvodnji ter porabi dobrin kot osnovnega vira okoljskih problemov (NPVO, 1999).

Marsikateri obremenjujoči dejavniki, ki delujejo na slovenskem ozemlju na različne načine in v različnem obsegu, spreminjajo ravnotežne razmere v vodnem režimu države. Onesnaženja površinskih in podzemnih voda izvirajo predvsem iz točkovnih virov (izpusti industrijskih in komunalnih odpadnih voda) in spiranja urbaniziranih površin. Industrija nosi največji del odgovornosti za onesnaževanje s težkimi kovinami in organskimi snovmi. Poleg točkovnih imajo v procesih onesnaževanja voda značilen vpliv tudi razpršeni viri, med katerimi poglavitno mesto zasedata intenzivno poljedelstvo in živinoreja. Med pomembnejše onesnaževalce sodita predvsem zaradi uporabe čezmernih količin mineralnih gnojil, neustrezne in nenadzorovane uporabe sredstev za varstvo rastlin, pri tem je intenzivno poljedelstvo odgovorno za pretežen del onesnaženosti podzemnih voda z nitrati, fosfati in pesticidi, živinorejske farme pa so odgovorne zaradi neustreznega ravnanja z nastalimi odpadnimi vodami oz. onesnaževanja z organskimi snovmi in amonijevimi spojinami. Med razpršenimi viri je treba omeniti še promet (onesnažuje tudi s težkimi kovinami), del industrije ter razpršeno poseljenost zaradi neurejenega ravnanja z odpadnimi vodami (Čehić, 2007).

Čeprav Slovenija razpolaga z zadostnimi količinami vode, se bomo v prihodnje verjetno srečali s težavami zaradi prilagajanja najnovejšim vodno-upravljaljskim zahtevam po

dobrem kemijskem, količinskem in ekološkem stanju voda ter ekološko sprejemljivem pretoku, ki izhajajo iz načel evropske Vodne direktive. Preiti bomo morali v obdobje bolj sonaravnega in uravnoveženega razvoja ter posledično bolj nadzorovane in racionalne rabe voda.

Z vpeljevanjem sodobnih naravnih tehnologij varovanja okolja pa lahko Slovenija ne samo zadosti okoljevarstvenim zahtevam, ampak postane prepoznavna v svetu po inovativnih, kakovostnih in učinkovitih mehanizmi varovanja okolja ter posledično po ohranjenih naravnih bogastvih (Pribaković Borštnik, 2004). Ta prepoznavnost, ki jo je potrebno graditi na nivoju države, lokalnih skupnosti in prav tako v podjetjih prek vpeljevanja standardov ravnanja z okoljem, pa je tudi osnova in izhodišče za dolgoročno ekonomsko uspešnost slovenskih zaščitene območij.

1.1 Opredelitev problema

Ob spoznanju, da naravna okolja niso neuničljiva in nespremenljiva ter po uvedbi zaščitene območij z namenom ohranjanja zdravih in stabilnih ekosistemov, so se pojavila določena nesoglasja različnih interesnih skupin, povezanih z zaščitene območji. Glavno besedo pri ustanavljanju in upravljanju zaščitene območij so imeli biologi, okoljevarstveniki, ekonomisti in odvetniki, ki so poskušali zaščititi naravo predvsem pred prebivalci teh področij, rekreativnimi obiskovalci in ostalimi vpletenimi organizacijami (Simonič, 2006).

Podatki kažejo, da se površine zaščitene območij od njihove uvedbe povečujejo in v Sloveniji danes predstavljajo naslednje deleže: območja Nature 2000 zavzemajo 35,5 % slovenskega ozemlja (Globevnik, 2006), zavarovana območja v Sloveniji predstavljajo skoraj 11 % ozemlja (Poročilo..., 2004) in 442.822 hektarov zavzema skupna površina vodovarstvenih območij (Globevnik, 2006). Torej gre za obsežne, velikokrat neurbanizirane površine, na katerih ni veliko prebivalstva ali močnega ekonomskega zaledja, so pa podvržene vedno večjim okoljevarstvenim omejitvam in zahtevam, ki ljudem, povezanim s temi okolji, vzbujajo vedno večje dvome o varni socialno-ekonomski prihodnosti. Predpisi, ki jih prinašajo naravovarstveni programi z namenom zaščite krajinske raznovrstnosti in z njo povezane biotske pestrosti, so s strani prebivalstva in gospodarstva na zaščitene območjih razumljeni kot omejitve pri njihovih vsakdanjih aktivnostih.

Hkrati pa se moramo zavedati, da okoljevarstveni predpisi temeljijo na meritvah kakovosti parametrov stanja okolja in ne določajo načina za njihovo zadostitev. Slednja je v rokah pristojnih organizacij vsake posamezne države, od katerih je odvisno uresničevanje napredne ideje o zaščitene območjih, ki združujejo naravovarstveno politiko in ekonomsko-socialne potrebe ljudi, ki živijo ali delujejo na teh področjih (Zupančič Vičar, 2006).

Z našo raziskavo želimo ugotoviti, kako lahko s pomočjo modernih sonaravnih okoljevarstvenih tehnologij, kot so rastlinske čistilne naprave in z njihovim širokim spektrom uporabe, v upravljanje z zaščitene območji vpletene organizacije in posamezniki zadostijo naravovarstvenim zakonskim predpisom zaščitene območij in hkrati na njih izvajajo tudi aktivnosti, ki zagotavljajo obstoj in razvoj.

Cilji raziskovanja

1. predstavitev različnih zakonsko določenih naravovarstvenih zahtev in ciljev ter smernic razvoja zaščitene območij
2. predstavitev virov onesnaženja, ki ogrožajo zaščitena območja in tam prisotne naravne elemente
3. predstavitev tehnologije RČN, njihovih čistilnih sposobnosti in spremljajočih učinkov uporabe
4. ugotavljanje najrazličnejših možnosti in primernosti uporabe RČN pri varovanju, ohranjanju in razvoju zaščitene območij, in sicer na podlagi medsebojne skladnosti pridobljenih podatkov iz prvih treh točk.

Na primeru Kozjanskega regijskega parka bomo preučili možnosti uporabe RČN za doseganje okoljskih zakonskih predpisov pri tistih dejavnostih, ki so nujne ali koristne za park in ljudi, ki tam delujejo, in so take narave, da s svojim izvajanjem obremenjujejo okolje in posledično krajinsko in biotsko raznovrstnost – bistveni komponenti zaščitene območij. Izpostavili bomo tudi edinstvene lastnosti RČN, ki poleg osnovne funkcije čiščenja odpadnih voda, prinašajo še dodatne prednosti pri uresničevanju ideje trajnostnega razvoja omenjenih okolij.

Predpostavljamo, da se bodo RČN zaradi sonaravne zgradbe in delovanja ter vedno večjega števila opravljenih raziskav izkazale za primeren in večnamenski instrument za doseganje trajnostnega upravljanja in razvoja zaščitene območij.

Če se naša hipoteza potrdi, bomo predlagali tudi vpeljavo ekoremediacijskih metod v naravovarstveno zakonodajo in upravljalvske načrte zaščitene območij z namenom sistemskega vpeljevanja kakovostnih tehnologij varovanja okolja.

2 PREGLED OBJAV

2.1 ZAŠČITENA OBMOČJA

Posebnost Slovenije je velika pestrost vrst na majhni površini, zato je naše naravno okolje izredno pomembno za ohranjanje vrst, ki so ogrožene na evropski ravni. V Sloveniji živi približno 15.000 živalskih in 6.000 rastlinskih vrst ter 5.000 vrst iz sveta gliv. Sodobni način življenja ogroža biotsko raznovrstnost tudi v Sloveniji. Ogroženih je 36 % sesalcev, 49 % vrst ptic, 16 od 22 vrst dvoživk, 48 % vrst domorodnih rib pa tudi 10 % višjih rastlin. Večino vrst ogroža krčenje in izginjanje naravnega življenjskega prostora. Največjo pozornost med habitatmi zahtevajo vlažna travišča, suha travišča, alpinska in subalpinska travišča, barja, stoječe in tekoče vode, morski in obalni habitatni tipi, gozdovi in podzemeljski habitatni tipi (Globevnik, 2006).

Z namenom varovanja in ohranjanja naravnega bogastva, države razglašajo najrazličnejše kategorije posebno pomembnih območij, za katere so predpisani pogoji upravljanja. Taka območja bomo z eno besedo imenovali zaščitena območja.

2.1.1 ZAVAROVANA OBMOČJA

Zavarovana območja so geografska območja, ki so opredeljena z Zakonom o ohranjanju narave (Ur.l. RS št. 96/04 – uradno prečiščeno besedilo), ki preko akta o zavarovanju določa naravne vrednote, ki so lokalnega ali državnega pomena. Zaradi varstva naravnih vrednot ali zaradi ohranitve naravnih procesov ter določitve načina izvajanja varstva naravnih vrednot uresničujejo država in lokalne skupnosti ukrepe, ki so pogodbeno varstvo, zavarovanje, začasno zavarovanje in obnovitev. Akt o zavarovanju določa naravno vrednoto z njenim obsegom in sestavinami, namen zavarovanja, pravila ravnanja oziroma varstveni režim in razvojne usmeritve ter določitev načina opravljanja nalog, potrebnih za zagotovitev namena zavarovanja. Zavarovana območja delimo na ožja in širša zavarovana območja (ZON, 2004).

2.1.1.1 OŽJA ZAVAROVANA OBMOČJA

Naravni spomenik

»Naravni spomenik je območje, ki vsebuje eno ali več naravnih vrednot, ki imajo izjemno obliko, velikost, vsebino ali lego ali so redek primer naravne vrednote« (ZON, 64. člen).

Strogi naravni rezervat

»Strogi naravni rezervat je območje naravno ohranjenih geotopov, življenjskih prostorov ogroženih, redkih ali značilnih rastlinskih ali živalskih vrst ali območje, pomembno za ohranjanje biotske raznovrstnosti, kjer potekajo naravni procesi brez človekovega vpliva« (ZON, 65. člen).

Naravni rezervat

»Naravni rezervat je območje geotopov, življenjskih prostorov ogroženih, redkih ali značilnih rastlinskih ali živalskih vrst ali območje, pomembno za ohranjanje biotske raznovrstnosti, ki se z uravnoteženim delovanjem človeka v naravi tudi vzdržuje« (ZON, 66. člen).

2.1.1.2 ŠIRŠA ZAVAROVANA OBMOČJA

»Širša zavarovana območja so območje narave, kjer je velika abiotska, biotska in krajinska raznovrstnost ter velika gostota in raznolikost naravnih vrednot, ki so lahko tudi kompleksno in funkcionalno med seboj povezane« (ZON, 67. člen).

Narodni park

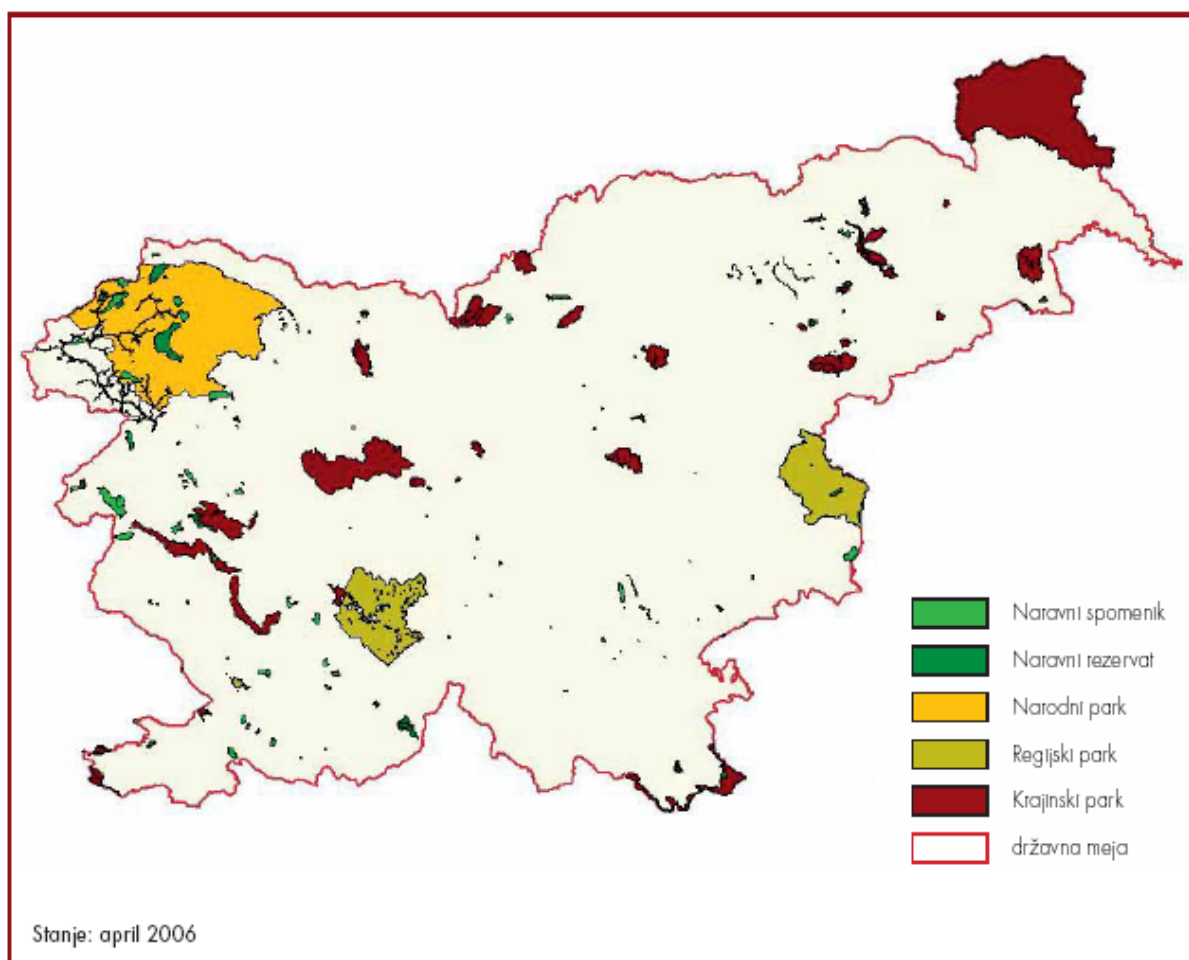
»Narodni park je veliko območje s številnimi naravnimi vrednotami ter z veliko biotsko raznovrstnostjo. V pretežnem delu narodnega parka je prisotna prvobitna narava z ohranjenimi ekosistemi in naravnimi procesi, v manjšem delu narodnega parka so lahko tudi območja večjega človekovega vpliva, ki pa je z naravo skladno povezan« (ZON, 69. člen).

Regijski park

»Regijski park je obsežno območje regijsko značilnih ekosistemov in krajine z večjimi deli prvobitne narave in območji naravnih vrednot, ki se prepletajo z deli narave, kjer je človekov vpliv večji, vendarle pa z naravo uravnotežen« (ZON, 70. člen).

Krajinski park

»Krajinski park je območje s poudarjenim kakovostnim in dolgotrajnim prepletom človeka z naravo, ki ima veliko ekološko, biotsko ali krajinsko vrednost« (ZON, 71. člen).



Slika 1: Zavarovana območja Slovenije (Berginc, 2007)

2.1.2 Posebne varstvene kategorije

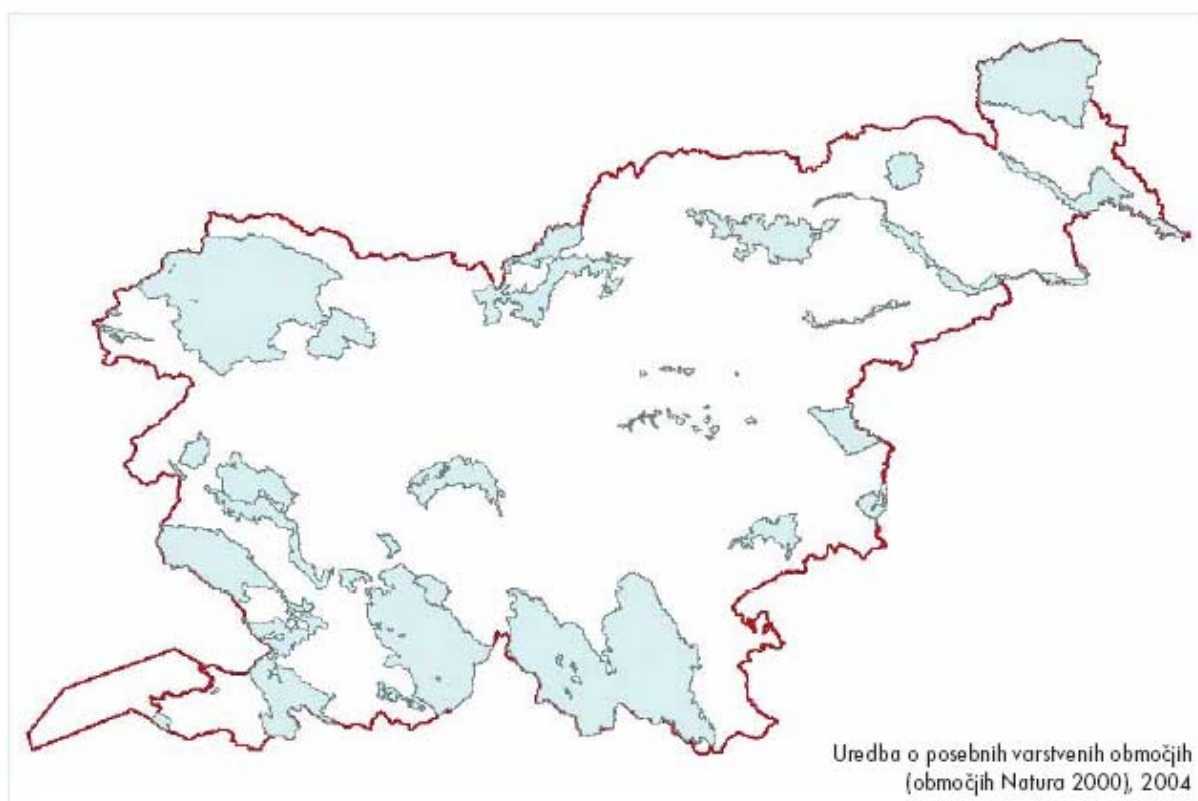
2.1.2.1 POSEBNO VARSTVENO OBMOČJE NATURA 2000

Natura 2000 je evropsko omrežje posebnih varstvenih območij, razglašeni v državah članicah Evropske unije z osnovnim ciljem ohraniti biotsko raznovrstnost. Posebna varstvena območja so namenjena ohranjanju živalskih in rastlinskih vrst ter habitatov, ki so redki ali na evropski ravni ogroženi zaradi dejavnosti človeka. Evropska unija je to omrežje uvedla kot enega od mehanizmov za izvajanje Direktive o prostoživečih pticah (Council Directive 79/409/EEC on the Conservation of Wild Birds – 1979) in Direktive Evropske skupnosti za ohranitev naravnih habitatov ter prostoživeče favne in flore (The Council Directive 92/43/EEC on the Conservation of Natural Habitats and of Wild Fauna and Flora – 1992). Na kratko ju imenujemo Direktiva o pticah in Direktiva o habitatih (Čušin in sod., 2004).

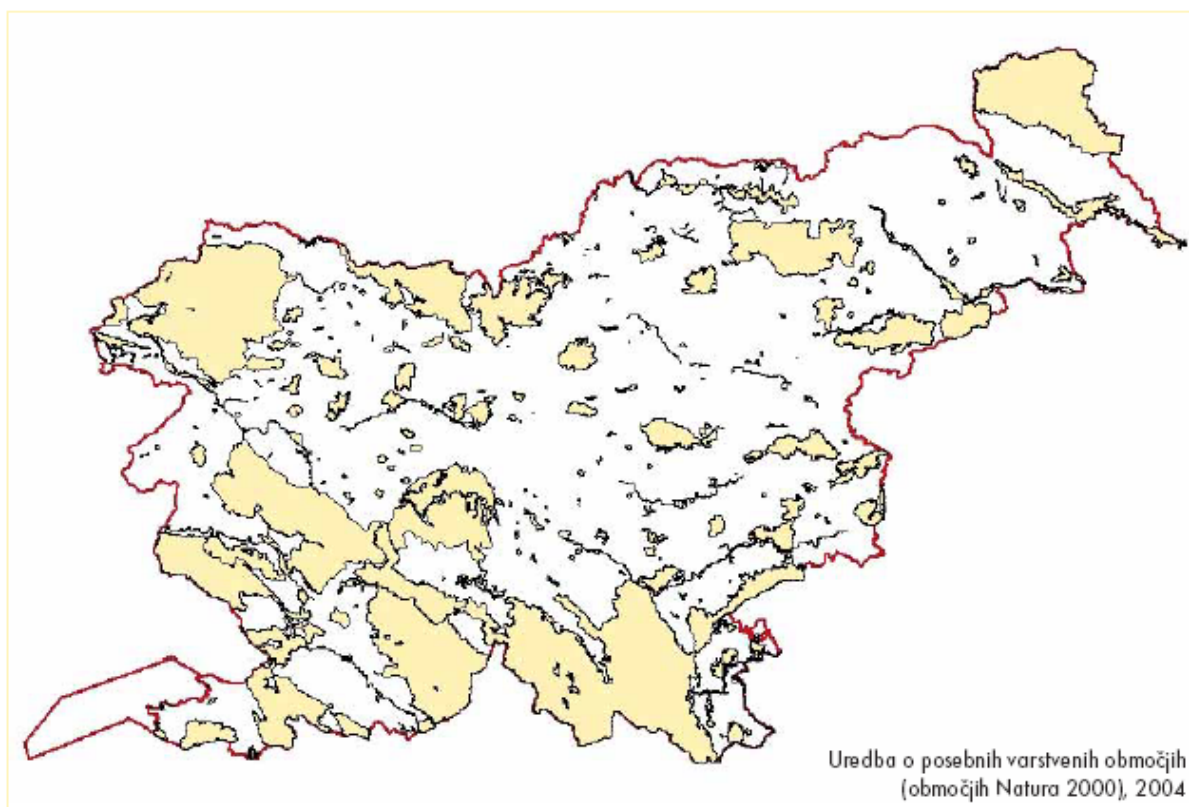
V Naturi 2000 je določenih 26 območij po Direktivi o pticah in 260 območij po Direktivi o habitatih. Prva zavzemajo 22,8 %, druga pa 31,5 % slovenskega ozemlja. Skupaj tako evropsko ekološko omrežje v Sloveniji tvori 35,5 % slovenskega ozemlja. Na teh območjih domuje 111 ogroženih rastlinskih in živalskih vrst in 56 habitatnih tipov, od katerih je veliko vrst in habitatnih tipov prioritetenih, med njimi omenjamo velike zveri. Slovenija kaže tudi izjemno pestrost gozdnih habitatnih tipov in vstopa v Evropsko unijo s prostranimi ohranjenimi ilirsko-bukovimi in drugimi gozdovi, v katerih se je gospodarjenje ohranjalo skozi stoletja s trajnostnim pristopom. (Globevnik, 2006)

Direktiva o ohranjanju ogroženih prostoživečih ptic, sprejeta leta 1979, nalaga državam članicam EU opredelitev Posebnih območij varstva (SPA – Special protected area) z namenom varovanja ogroženih vrst ptic in redno pojavljajočih se migratorskih vrst ptic, če so potrebne varstva. Območja vključujejo tako njihova gnezdišča kot tudi prezimovališča in počivališča.

Direktiva o ohranjanju naravnih habitatov in prostoživečih živalskih in rastlinskih vrst, sprejeta leta 1992, nalaga opredelitev območij namenjenih varovanju ogroženih rastlinskih in živalskih vrst ter habitatnih tipov. Ta direktiva določa državam članicam EU splošno zavezo za monitoring, vrednotenje in poročanje o ohranitvenem stanju za EU pomembnih vrst in habitatov. Predpisuje le pravne in administrativne zahteve spremljanja stanja, ne pa tudi dejanskih praktičnih navodil o sami izvedbi.



Slika 2: Posebna varstvena območja (območja Natura 2000 - SPA), (Berginc, 2007)



Slika 3: Potencialna posebna ohranitvena območja (pSCI), (Berginc, 2007)

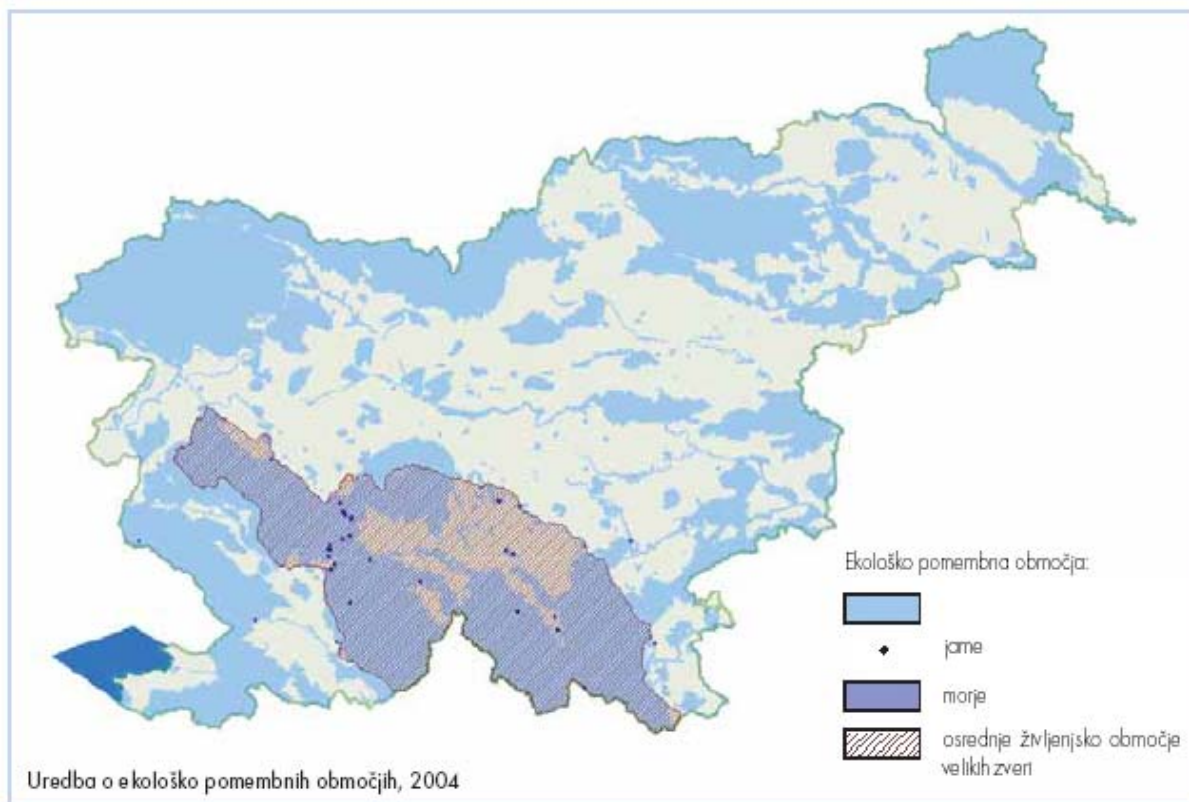
2.1.2.2 Ekološko pomembna območja

Ena od bistvenih nalog varstva slovenske biotske raznovrstnosti je opredeljevanje ekološko pomembnih območij, to je območij, ki so na strokovni ravni prepoznana kot biotsko najvrednejša in najpomembnejša. Z blagim varstvenim režimom, zlasti v obliki usmeritev za načrtovanje rabe prostora in naravnih dobrin ter izvajanjem spodbujevalnih ukrepov na teh območjih, se tako lahko zagotavlja širše ohranjanje biotske raznovrstnosti na obsežnih površinah, povezanost območij Natura 2000 in zagotavljanje tamponskih con okoli njih.

Ekološko pomembna območja se določijo s predpisom vlade na podlagi naslednjih kriterijev:

- habitatni tipi, ki so na ravni države redki ali ogroženi (se prednostno ohranjajo v ugodnem stanju) ali so na dodatku Bernske konvencije in visoko reprezentativni, obsežno razširjeni ali dobro ohranjeni;
- habitati ali deli habitatov rastlinskih ali živalskih vrst, ki so ogrožene, navedene v dodatkih Bernske, Bonnske, Barcelonske konvencije ali v dodatkih sporazumov na podlagi teh konvencij ali so endemiti ali relikti in je populacija vrste velika (glede števila in gostote), habitat vrste ohranjen, ali gre za habitat izolirane populacije;
- raznolika območja, na katerih je na določeni površini nadpovprečno veliko število različnih habitatnih tipov oz. habitatov vrst;
- pomembne selitvene poti živali;
- območja, pomembna za zagotavljanje genske povezanosti populacij;

- območja, ki s svojo uravnoteženo biogeografsko razporejenostjo pomembno prispevajo k celovitosti ekološkega omrežja in s tem k ohranjanju naravnega ravnovesja (Berginc, 2007).



Slika 4: Ekološko pomembna območja (Berginc, 2007)

2.1.2.3 VARSTVENA OBMOČJA PO VODNI DIREKTIVI

Vodna direktiva daje državam članicam pravna in strokovna izhodišča za skupno upravljanje čezmejnih vodotokov, vodonosnikov in morja. Hkrati pa se po istih principih pripravljajo in uresničujejo nacionalni vodnoupvaljaljski dokumenti. Ta dokument je v Vodni direktivi poimenovan »Catchment Management Plan«, v Zakonu o vodah pa »Načrt upravljanja voda«. Po načelih Vodne direktive morajo biti ti načrti v izbranih vsebinah usklajeni s sosednjimi državami in izdelani po območjih, ki pripadajo skupnemu mednarodnemu povodju. Glavni poudarek takega pristopa je, da moramo pri upravljanju voda misliti predvsem na to, da ohranjamo ali izboljšujemo ekološke lastnosti vodotokov, jezer in morja s pripadajočimi vodnimi in obvodnimi površinami (obrežni pas, močvirja, mrtvice, poplavni logi itd.) ter hkrati preprečujemo poslabševanje oziroma izboljšujemo kemijske lastnosti vseh voda. Veliko okoljevarstvenih standardov in smernic podaja že obstoječa nacionalna zakonodaja, standardi za določanje ekološkega stanja voda pa se šele razvijajo. Enako se razvijajo tudi standardi za določanje kemijskega stanja voda.

Na Inštitutu za vode Republike Slovenije so že v letu 2003 začeli pripravljati strokovne osnove za prve načrte upravljanja voda. Spoznali so se s termini »vodno telo«, »ekološko stanje«, »kemijsko stanje«, »tipologija vodnih teles«, »obremenitve in vplivi«, »ocena

tveganja«, »programi ukrepov«. Vsi ti termini imajo jasno opredeljen pomen, ki ga morajo upoštevati vse članice Evropske skupnosti, da lahko na enakih temeljih uresničujejo načela skupnega upravljanja voda. Enako so v tem letu začeli pripravljati strokovne temelje za podzemne vode tudi na Geološkem zavodu Republike Slovenije. (Globevnik, 2006)

Varstvena območja po Vodni direktivi (povzeto po Globevnik, 2006)

Vodovarstvena območja

Vodovarstvena območja so zavarovana z akti Vlade Republike Slovenije z namenom, da se čim bolj prepreči in omeji točkovne in razpršene vire onesnaževanja, ki lahko pomenijo tveganje za onesnaženje virov pitne vode. Zaščitni ukrepi, prepovedi in omejitve se nanašajo tako na gradnjo objektov kot tudi na ravnanje s kmetijskimi in drugimi zemljišči in so na posameznem notranjem vodovarstvenem območju različno strogi. Za celotno območje Republike Slovenije je vzpostavljen Register o vodovarstvenih območjih virov pitne vode, ki ga vodi MOP – Agencija Republike Slovenije za okolje. V navedenem registru se vodi 422 aktov o varstvu virov pitne vode, pri čemer vodovarstvena območja predstavljajo skupno površino 442.822 hektarov. (Globevnik, 2006)

Območja kopalnih voda

V Sloveniji se nekatera jezera in vodotoki ter zlasti obalne vode uporabljajo za kopanje. Določena so območja kopalnih voda, kjer se običajno kopa večje število ljudi in kopanje ni prepovedano, obveznosti izvajanja monitoringa na teh območjih, izvajalci monitoringa ter ukrepi, ko voda ne ustreza predpisanim minimalnim higienskim in drugim zahtevam za kopalne vode.

V Sloveniji je bilo v letu 2004 določenih 20 območij kopalnih voda in evidentiranih 17 naravnih kopališč. Večji del območij kopalnih voda in naravnih kopališč je na vodnem območju Jadranskega morja (12 območij kopalnih voda in 13 naravnih kopališč). Na kopalnih območjih monitoring kakovosti izvaja Agencija Republike Slovenija za okolje, na naravnih kopališčih pa so za izvajanje monitoringa pristojni upravljavci kopališč.

Območja določena za zaščito ekonomsko pomembnih vodnih vrst

V letu 2004 so bili v Sloveniji določeni odseki površinskih voda, ki so pomembni za življenje sladkovodnih vrst rib, ter deli morja, kjer je kakovost vode primerna za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev. Za ta območja so bili sprejeti predpisi o imisijskem monitoringu kakovosti površinske vode za življenje in rast morskih školjk in morskih polžev ter predpisi o imisijskem monitoringu kakovosti površinske vode za življenje sladkovodnih vrst rib. V pripravi so analize ekonomske pomembnosti teh območij. Na njihovi podlagi bodo sprejete odločitve, ali se območja obravnavajo kot ekonomsko pomembna območja za vodne organizme.

Občutljiva in ranljiva območja

Mnogi ekosistemi so občutljivi za vnose hranil. Cilj Nitratne direktive je zlasti omejitev nitratnih obremenitev iz kmetijstva in tako preprečevanje nadaljnjega onesnaževanja. Pomembne so tudi posebne zahteve v zvezi z emisijami snovi pri odvajanju odpadnih voda iz komunalnih čistilnih naprav. Občutljivo območje je vodno telo ali del vodnega telesa, če je zanj mogoče ugotoviti ali pričakovati evtrofikacijo, če je namenjen oskrbi s pitno vodo in presega mejne imisijske vrednosti nitratov ali če je na območju, kjer je zaradi

izpolnjevanja obveznosti iz predpisov s področja varstva okolja in narave potrebno nadaljnje čiščenje. Za občutljivo območje se štejejo tudi ustja rek, ki se izlivajo v obalno morje, in obalno morje.

Celotno ozemlje Slovenije je določeno kot ranljivo območje, kjer dopusten vnos dušika z živalskimi gnojili ne sme presegati 170 kg/ha. Za celotno ozemlje Slovenije velja tudi operativni program za varstvo voda pred onesnaženjem z nitrati iz kmetijske proizvodnje.

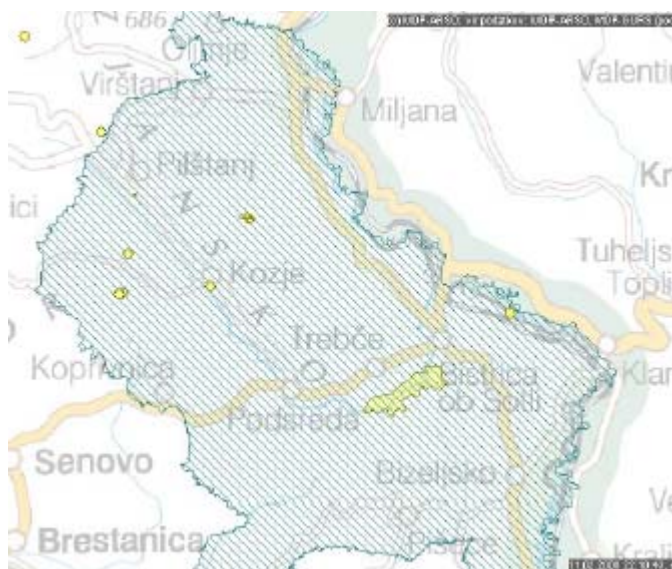
2.1.3 Zavarovano območje Kozjanski regijski park

Vir naslednjih podatkov o parku je Osnutek načrta upravljanja za zavarovano območje Kozjanski park.



Slika 5: Lega Kozjanskega regijskega parka v Sloveniji (Poročilo..., 2004)

Kozjanski park je bil ustanovljen leta 1981 kot Spominski park Trebče. Iz strokovnih, sistemskih in promocijskih razlogov se je območje vse bolj uveljavljalo kot zavarovano območje narave - Kozjanski park. Uradni naziv Kozjanski park in status širšega zavarovanega območja – regijski park dobi leta 1999 z Zakonom o ohranjanju narave (Ur.l. RS št. 56/99), ki regijski park definira kot »obsežno območje regijsko značilnih ekosistemov in krajine z večjimi deli prvobitne narave, kjer je človekov vpliv večji, vendarle pa z naravo uravnotežen«.



Slika 6: Območje Kozjanskega regijskega parka z večjimi naselji (MOP-ARSO, 2008)

Park obsega 206 km² veliko območje na severu omejeno z reko Rudnico, na vzhodu z reko Sotlo, na jugu pa preko Vetrnika in Orlice prehaja v Senovsko in Bizeljsko gričevje. Za področje je značilna prehodnost iz predalpskih hribovitih in pretežno z gozdovi poraščenih predelov v ravnino ob Sotli. Med ravninskim Obsoteljem in hribi vzhodnega Posavskega hribovja je vinogradniško terciarno gričevje.

Kozjanski park leži na stiku treh enot, tako kar se tiče reliefa, rastlinstva in živalstva. Posledica tega stika in upočasnjene gospodarskega razvoja je izjemna biotska in krajinska pestrost, ki se izkazuje z večjimi deli ohranjene narave in ohranjeno značilno mozaično kulturno krajino z veliko gostoto naravnih vrednot.

2.1.3.1 Naravne značilnosti

Kozjanski park je območje večjih delov ohranjene naravne krajine s pestro rabo tal ter območje številnih naravnih vrednot državnega pomena, ekološko pomembnih območij, posebnih varstvenih območij. Značilnost narave se izkazuje kot posledica prehodnosti iz predalpskega v subpanonski svet. V razgiban svet gozdnatih predalpskih hribov in terciarnih vinorodnih gričev sta svoji dolini utrla vodotoka Bistrica in Sotla z mnogimi pritoki, ki so še dodatno razgibali že tako razgibano pokrajino.

Na relativno majhnem območju je veliko habitatnih tipov. Ravninski del parka obsegajo fluvialne ravnice, ki predstavljajo majhen, vendar izredno pester del parka. Hriboviti del je v pretežni meri pokrit z bukovimi gozdovi, naravovarstveno so pomembni predvsem stari gozdovi in suha travnišča na karbonatni podlagi. Posebno velika strukturiranost habitatnih tipov je v gričevju, kjer se izmenjujejo manjše površine njiv, travnikov, vinogradov, mejic, gozdičev in vasi ter domačij s sadovnjaki. Naravovarstveno so pomembni predvsem ekstenzivni senožetni sadovnjaki.

Zaščiteni elementi Kozjanskega parka

Območje Kozjanskega parka se v veliki meri prekriva z območji Natura 2000. 70 % območja Kozjanskega parka spada znotraj območja Natura 2000 (Uredba o posebnih varstvenih območjih, Ur.l. RS, št. 49/04), ki zajema štiri pSCI območja: Bohor, Orlica, Pustišekova polšna, Dobrava – Jovsi in eno SPA območje: Kozjansko – Dobrava – Jovsi. Poleg območij Natura 2000 so tu tudi ekološko pomembna območja (Uredba o ekološko pomembnih območjih, Ur.l. RS št. 48/04): Bohor – Vettnik; Tisovec – Orlica – Kunšperška gora, Kozjansko – Sotla, Sotla, Jovsi. Kozjanski park vsebuje 88 naravnih vrednot (Pravilnik o določitvi in varstvu naravnih vrednot, Ur.l. RS, št. 111/04).

EVROPSKO POMEMBNI HABITATI

- 1 Vodotoki v nižinskem in montanskem pasu z vodno vegetacijo zvez *Ranunculon fluitantis* in *Callitricho-Batrachion*
 - 2 Sestoji navadnega brina (*Juniperus communis*) na suhih traviščih na karbonatih
 - 3 Polnaravna suha travišča in grmiščne faze na karbonatnih tleh (*Festuco Brometalia*) *
 - 4 Nižinski ekstenzivno gojeni travniki
 - 5 Gorski ekstenzivno gojeni travniki
 - 6 Lehnjakotvorni izviri (*Cratoneurion*) *
 - 7 Jame, ki niso odprte za javnost
 - 8 Obrečna vrbovja, jelševja in jesenovja (mehkolesna loka) *
 - 9 Ilirski bukovi gozdovi
 - 10 Ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi
- (* pomembna rastišča kukavičevk)

RASTLINSTVO

Nekatere družine ali skupine rastlin v parku so še posebej značilne za posamezne habitatne tipe in zaradi redkosti ter ogroženosti naravovarstveno zelo pomembne. Med te sodijo predvsem orhideje, v isto skupino pa bi lahko prišteli še nekatere zvončnice, svišce in predstavnice kamnokrečevk. Med gozdnimi vrstami velja omeniti Blagayev volčin (*Daphne blagayana*) ter bodečo (*Ruscus aculeatus* L.) in širokolistno lobodiko (*Ruscus hypoglossum*). Za zavarovano območje so vse tri velikega pomena. Zaenkrat je na območju parka edino potrjeno nahajališče za abrašico (*Artemisia abrotanum* L.), kranjsko šopasto zvončico in bavarsko popkoreso (*Moehringia bavarica*) v Sloveniji. Bleščeča smiljica, poljski šipek, dlakava materina dušica, hladnikov grintavec in srednja sladka koreninica imajo najvzhodnejša nahajališča v Sloveniji, kretska lepnica in dlakavi netreskovec najjužnejše, mehkodlakavi pljučnik (*Pulmonaria mollissima* Kerner) najzahodnejše, kraška meteljka pa s svojim imenom nakazuje, da so tu tudi »krasoljubne«.

Ta majhen izrez iz obširnega seznama 950 vrst višjih rastlin, ki so do sedaj določene na tem območju, jasno nakazuje veliko variabilnost ekoloških pogojev, ki omogočajo, da se tu srečajo vrste, ki so vezane na kraške pogoje, skale, mokrišča, stalno senco in vlago, celinske podnebne razmere, višje nadmorske višine in mnoge druge ekološke dejavnike. Kar 18 vrst od 100, kolikor jih je v svoj izbor najznamenitejših rastlin na Slovenskem uvrstil botanik Tone Wraber, lahko najdemo v Kozjanskem parku, kar priča, da je ta prostor za slovensko floro resnično pomemben.

ŽIVALSTVO

Živalskih vrst, ki bi bile vredne posebne obravnave zaradi svoje redkosti in ogroženosti je na območju parka veliko, vendarle pa gre omeniti vsaj naslednje: sokol selec (*Falco peregrinus*), močvirska sklednica (*Emys orbicularis*), vidra (*Lutra lutra*), gams (*Rupicapra rupicapra*), vijeglavka (*Jynx torquilla*), alpski kozliček (*Rosalia alpina*), rogač (*Lucanus cervus*), petelinček (*Zerynthia polyxena*), južni podkovnjak (*Rhinolophus euryale*) in kosec (*Crex crex*). Omenjene vrste so si po ekologiji zelo različne in zasedajo raznovrstne habitatne tipe. Na območju je bil narejen obsežen popis ptic, kjer je bilo ugotovljenih kar 120 vrst.

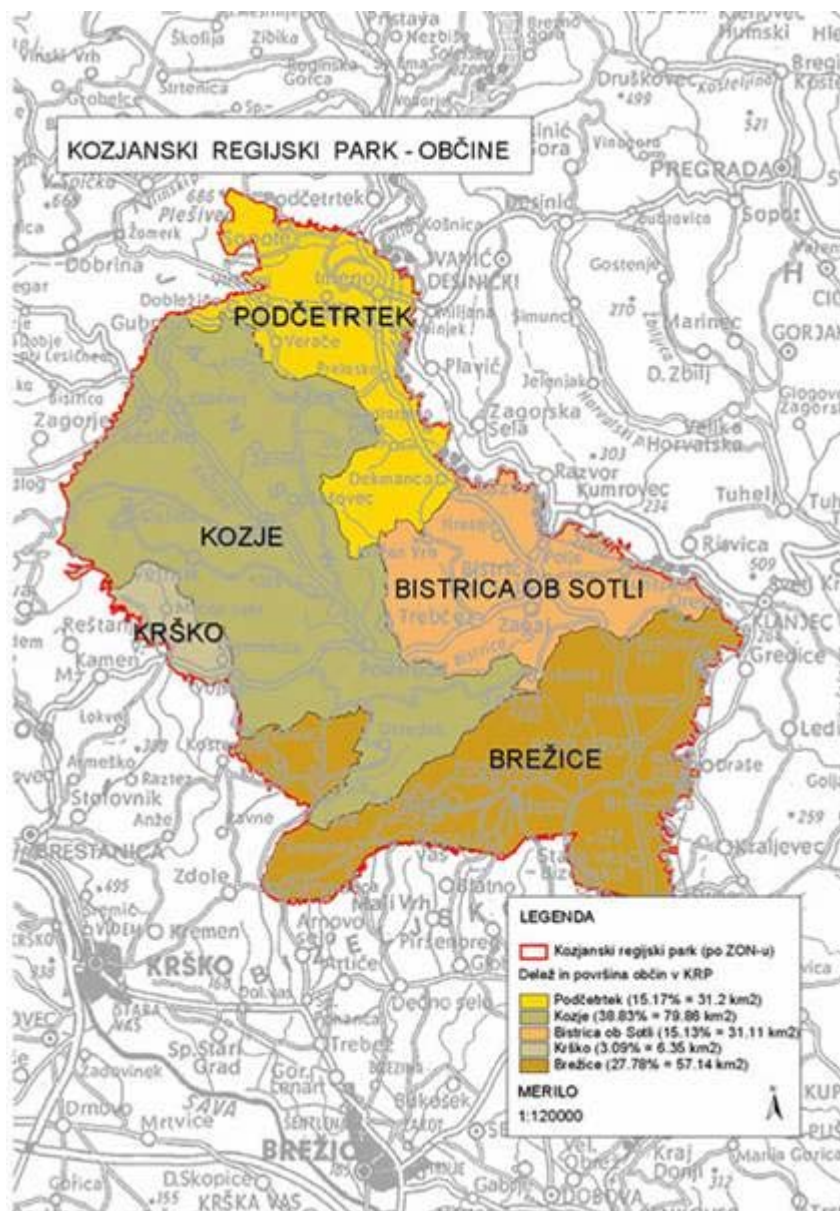
VODOTOKI

Po območju parka tečeta dve pomembnejši reki Sotla in Bistrica, ki zaznamujeta prostor tako v naravnem kot družbenem smislu. Dolžina površinskih rečnih tokov znaša 310,8 km, od tega je 13 % naravnih vodotokov, 56 % delno naravnih vodotokov, 14 % z opaznimi sonaravnimi ureditvami in 14 % vodotokov z vidnimi ureditvami.

2.1.3.2 Družbene značilnosti

Na območju 206 km² živi 10.700 prebivalcev v 78 naseljih, od katerih je največje Kozje z 738 prebivalcev in najmanjše Ortnice z 25 prebivalci. Gostota prebivalstva je 51 prebivalcev/km².

Kozjanski park se razprostira na območjih petih občin in sedemnajstih krajevnih skupnosti. Zastopane občine so Bistrica ob Sotli (delež v Parku: 100 %), Brežice (delež v Parku: 21 %), Kozje (delež v Parku: 89 %), Krško (delež v Parku: 2 %) in Podčetrtek (delež v Parku: 51 %). Na regionalni ravni pripada večji del Savinjski (69 %), manjši del pa Posavski (31 %) statistični regiji.



Slika 7: Območje Kozjanskega parka s porazdelitvijo po posameznih občinah (Javni zavod Kozjanski park)

2.1.3.3 Viri in stanje onesnaženja

2.1.3.3.1 KOMUNALNE ODPADNE VODE

»Komunalna odpadna voda je voda, ki nastaja v bivalnem okolju gospodinjstev zaradi rabe vode v sanitarnih prostorih, pri kuhanju, pranju in drugih gospodinskih opravilih. Komunalna odpadna voda je tudi voda, ki nastaja v objektih v javni rabi, v proizvodnih in storitvenih dejavnostih, če je po nastanku in sestavi podobna vodi po uporabi v gospodinjstvih. Komunalna odpadna voda je tudi tehnološka odpadna voda, katere povprečni dnevni pretok ne presega 15 m³/dan in letna količina ne presega 4000 m³, hkrati pa letno obremenjevanje zaradi odvajanja te vode ne presega 50 PE in letna količina

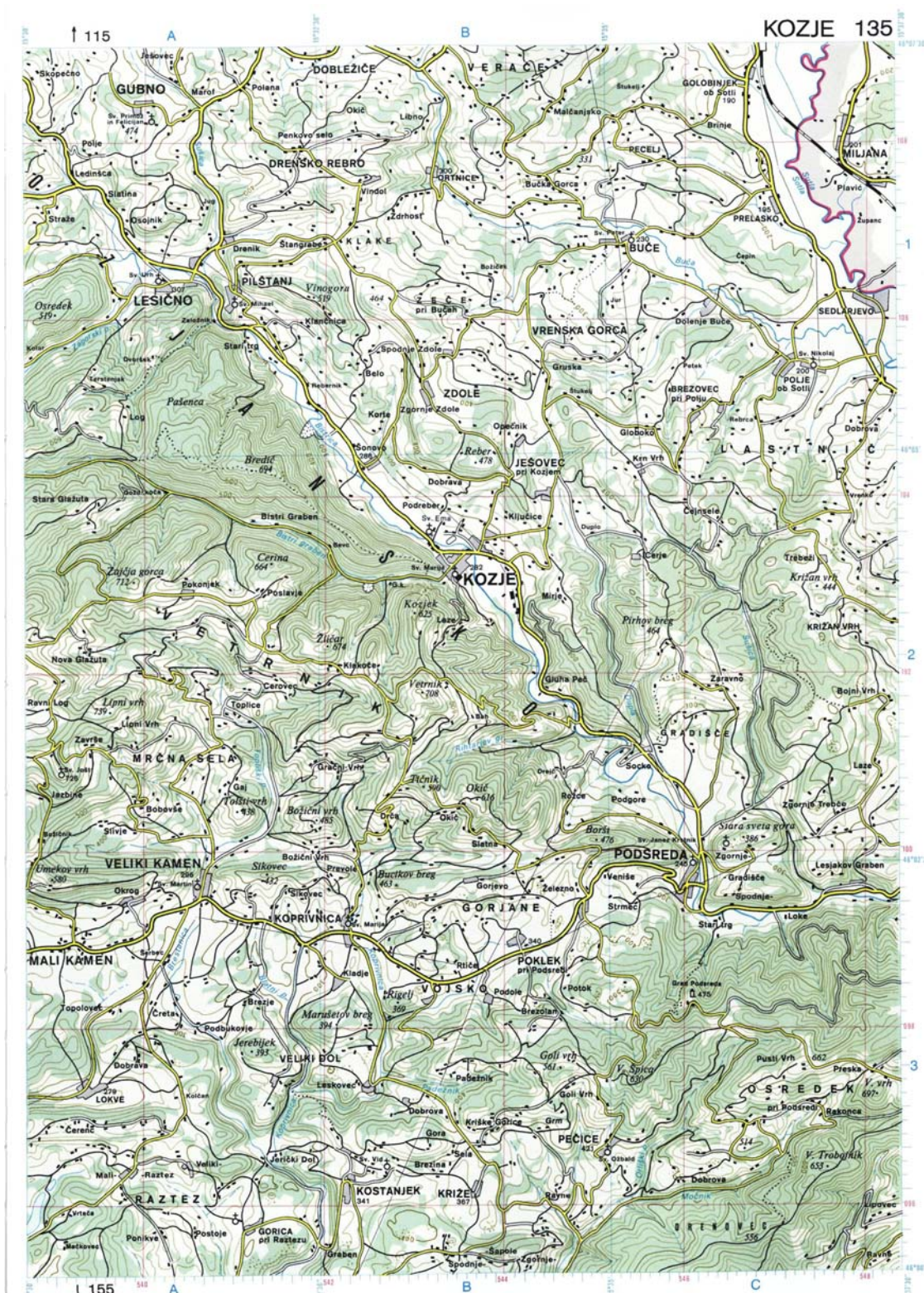
nobene od nevarnih snovi ne presega količine za nevarne snovi, določene v Uredbi o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda iz virov onesnaževanja» (UL RS, št. 105/02).

Regijski park Kozjansko je četrti po vrsti med slovenskimi parki po površini in na drugem mestu po številu prebivalcev. Na 206 km² parka živi nekaj manj kot 11.000 ljudi. Osnovna značilnost poselitve Kozjanskega parka je razpršena poselitev, ki se je razvijala z delitvijo samotnih kmetij in zaselkov ter s čedalje večjim drobljenjem zemlje. V gričevnatih vinogradniških območjih se razpršena poselitev razrašča z razpršeno gradnjo. Večino današnjih centralnih in strnjenih naselij predstavljajo srednjeveški trgi in vasi, ki so večinoma nastali na značilnih lokacijah križišč prometnih poti ali pod gradovi (Načrt o upravljanju KP). Taka porazdelitev je izredno nevhvaležna pri vzpostavljanju kanalizacijske mreže za priključitev posameznih objektov na čistilne naprave. Problem predstavljajo velike razdalje med posameznimi manjšimi viri komunalnih odpadnih voda, ki povečujejo stroške izgradnje in hkrati tudi posege v varovano okolje.

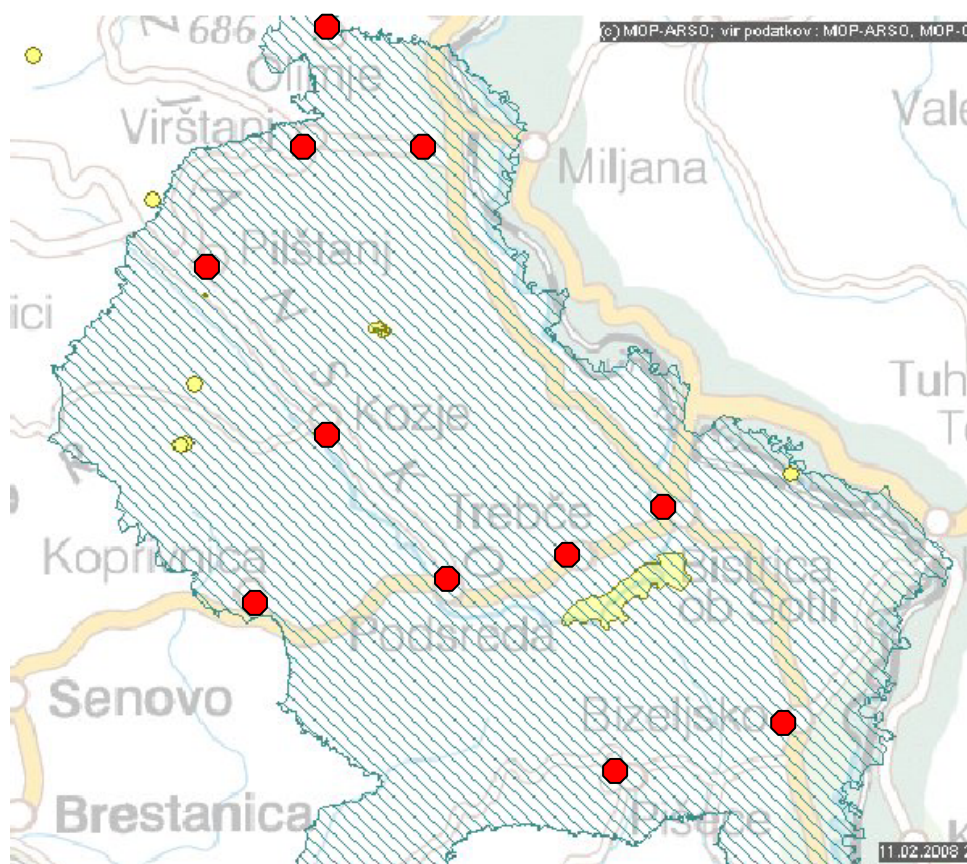
Čehić (2007) navaja, da je bilo v letu 2006 v Sloveniji 70 % izpuščenih odpadnih voda iz kanalizacijskih sistemov prečiščenih v čistilnih napravah, medtem ko jih je 30 % ostalo neprečiščenih. V letu 2002 opravljeni popis prebivalstva je pokazal, da je bila polovica prebivalstva priključena na kanalizacijsko omrežje, 35 % prebivalstva je imelo pretočne greznice in 13 % nepretočne. Preostala skupina 2 % prebivalcev je imela glede izpustov neurejene razmere. Takih je bilo največ v pomurski in podravski regiji ter v spodnjeposavski, ki hkrati predstavlja tudi eno tretjino območja Kozjanskega parka.

Po podatkih OKP Javnega podjetja za komunalne storitve Rogaška slatina d.o.o., ki je pristojno za občine Podčetrtek, Kozje in Bistrica ob Sotli, ki predstavljajo dve tretjini Kozjanskega parka, na omenjenem področju zaenkrat še ne deluje nobena čistilna naprava. Naselje Podčetrtek, ki leži malo nad severno mejo Kozjanskega parka ima edino urejeno kanalizacijo in pripadajočo čistilno napravo tipa bio disk za primarno in sekundarno čiščenje. Preostali dve občini imata kanalizacijo urejeno ali v izgradnji le v občinskih središčih, brez pripadajoče čistilne naprave. V Kozjem poteka intenzivna gradnja kanalizacije, čistilna naprava je načrtovana za leto 2009. V Bistrici ob Sotli je večji del mesta kanaliziran, odpadne vode pa se stekajo v reko Sotlo. Gradnja čistilne naprave je načrtovana, ni pa še izbran tip naprave (Večerič, 2008). Če za občinska središča vseh občin Kozjanskega parka upoštevamo 11 večjih naselij, prikazanih na sliki št. 14 (Olimje, Imeno, Virštanj, Pilštanj, Kozje, Podsreda, Trebče, Bistrica ob Sotli, Bizeljsko, Pišece, Koprivnica), ki skupaj štejejo 3438 prebivalcev (SURS, 2002), lahko glede na obstoječe načrte predvidevamo, da bosta kanalizacija in pripadajoče čiščenje v prihodnjih nekaj letih urejena za približno 32 % prebivalcev Kozjanskega parka. To pa pomeni, da še vedno ostane 67 prostorsko razpršenih majhnih naselij in posameznih hiš, z več kot 7000 prebivalcev, za katere bo potrebno urediti primerno odstranjevanje komunalnih odpadnih voda.

Z razvojem območja se bo v Kozjanskem parku še povečalo število prebivalcev in obiskovalcev ter posledično tudi količina komunalnih odpadnih voda. V tem primeru bodo komunalne odpadne vode predstavljale še pomembnejšo obremenitev zaščitene območja.



Slika 8: Prikaz razpršene poseljenosti na območju Kozjanskega parka (Atlas Slovenije, 1996)



Slika 9: Večja občinska središča v Kozjanskem parku z načrtovano izgradnjo kanalizacije v prihodnjih nekaj letih (MOP-ARSO, 2008; Večerič, 2008)

2.1.3.3.2 KMETIJSKA DEJAVNOST

Osnovna gospodarska dejavnost na območju Kozjanskega parka je kmetijstvo, ki poleg gozdarstva obvladuje največji delež odprtega prostora. Prevladuje drobno posestniška struktura, saj so parcele razdrobljene, in sicer ekstenzivne, mešane kmetije, ki vključujejo kombinacijo živinoreje, poljedelstva, pa tudi sadjarstva in vinogradništva in kmetije, ki ustvarjajo prihodek izključno v nekmetijstvu. Na vinogradniških območjih so tudi intenzivne specializirane kmetije v vinogradništvu in vinarstvu. Na ravninah so zemljišča, ki so bila mokrotna, meliorirali, izvedli komasacijo in jih pripravili za intenzivno kmetijsko proizvodnjo. V ravninskem območju so se kmetje specializirali v poljedelstvo in živinorejo (Načrt o upravljanju KP).

Podatki o številu družinskih kmetij in številu GVŽ v občinah Kozjanskega parka, glede na delež ozemlja posamezne občine v parku, kažejo, da je v Kozjanskem parku 1266 družinskih kmetij in 6207 GVŽ, in sicer govedi, prašičev in krav molznic (SURs, 2000).

V obdobju od 1997 do 2000 je bilo v Sloveniji najbolj kritično onesnaženje podzemne vode s pesticidi, predvsem atrazinom in nitrati. Poraba sredstev za varstvo rastlin od leta 1997 narašča. Slovenija se je s porabo 3,6 kg/ha obdelovalnih zemljišč v letu 2000 uvrščala

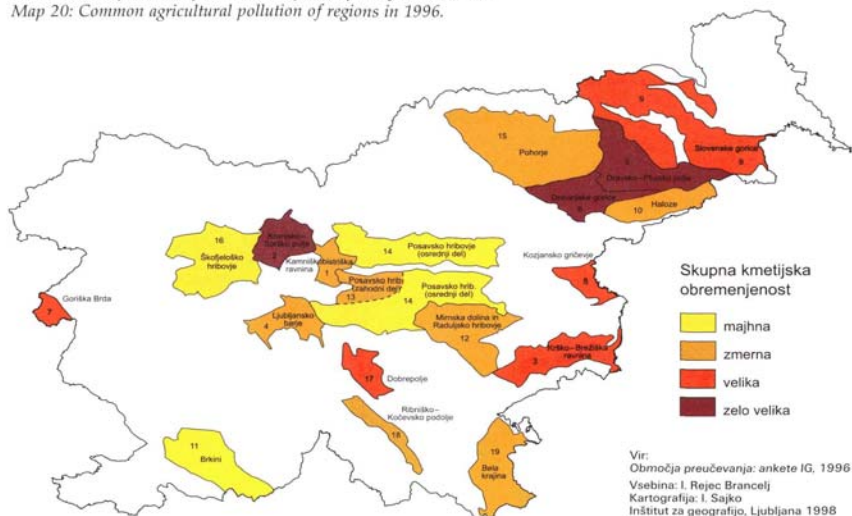
med večje porabnike v Evropi. Skupna prodaja fitofarmacevtskih sredstev v letu 2004 v maloprodajnih trgovinah v občini Podčetrtek je znašala več kot 7000 kg (Ribarič Lasnik in sod., 2005). Ob predpostavki, da so bila omenjena sredstva uporabljena na področju občine, bi to pomenilo več kot 100 kg/km². Občina Podčetrtek meri 61 km², od tega 51 % površine spada v zavarovano območje Kozjanski park.

Pri nitratih se je naraščanje preteklih let sicer ustavilo, vendar so mejne vrednosti še vedno marsikje presežene. Poraba mineralnih gnojil se polagoma zmanjšuje, vendar je onesnaženje predvsem podzemnih voda, s presežki hranil iz kmetijstva, še vedno problem. Za leto 2002 podatki kažejo porabo mineralnih gnojil okoli 400 kg/ha, od tega 70 kg/ha dušika. Povprečni vnos dušika z živinskimi gnojili znaša 154 kg/ha in povprečni presežek dušika 64 kg/ha (Operativni program ..., 2004). Kmetje preveč intenzivno gnojijo v večjem delu Slovenije, predvsem pa v ravninskem svetu, kjer je možna največja intenzivnost proizvodnje. Neustrezne in predvsem nezadostne so skladiščne kapacitete, zbiralniki kot so lagune, gnojišča ali gnojnične jame, ki morajo biti vodotesni in ne smejo imeti odtoka v površinske ali podzemne vode (Operativni program ..., 2004).

Rejec Brancelj (2001) v raziskavi Kmetijsko obremenjevanje okolja v Sloveniji uvršča Kozjansko gričevje, ki je del Kozjanskega parka in Krško-Brežiško ravnino, ki meji na Kozjanski park, med pokrajine z velikim skupnim kmetijskim obremenjevanjem. Razpršena kmetijska dejavnost se je izkazala kot pomemben vir obremenjevanja okolja, pri tem so v ospredju ravnine in gričevnate pokrajine. Najintenzivnejša kmetijska pridelava poteka na njivah, v vinogradih in sadovnjakih. Podatki kažejo, da sta dve tretjini obravnavanih pokrajin, in sicer vse ravninske in kraške, občutljive za izpiranje nitratov, saj je na hektar njihove površine več kot 100 kg dušika. Na obravnavanih kmetijah je bila povprečna porabljena količina gnojevke 6 m³/ha, v ravninskih in kraških pokrajinah preko 10 m³/ha. Ob tem je bil vnos dušika z živinskimi gnojili 125 kg/ha. Povprečna poraba mineralnih gnojil je znašala 311 kg, največ na ravninah in v gričevju 439 in 435 kg/ha. Razmerje med dušikom živinskega izvora in iz mineralnih gnojil je bilo v tem primeru dve tretjini proti eni. Konkretno za Kozjansko gričevje je bila ugotovljena količina skupnega vnosa dušika 194 kg/ha.

Dodaten problem predstavlja sovpadanje kmetijskih zemljišč prve kategorije z pomembnimi vodooskrbnimi območji podtalnice. Ribarič-Lasnik in sod. (2005) za občino Kozje navaja neustreznost zaledja vodnega vira Poklek-Vojsko in ogrožene vodne vire Lesično, Sonovo in Kozje.

Karta 20: Skupna kmetijska obremenjenost pokrajin leta 1996.
Map 20: Common agricultural pollution of regions in 1996.



Slika 10: Velika skupna kmetijska obremenjenost na severnem delu območja Kozjanskega parka (Rejec-Brancelj, 2001)

2.1.3.3.3 PROMET

Cestni promet v Sloveniji je v zadnjem desetletju skokovito naraščal. Povečal se je notranji promet, zaradi geografske lege Slovenije in političnih sprememb pa tudi tranzitni promet. Promet vpliva na obdelovalna tla in vodne vire, na biotsko pestrost in na naselja in življenje ljudi (Lah, 2002).

Večina polutantov na cestišču izvira iz cestnega površinskega materiala, produktov izgorevanja goriva, izgub maziv motornih sistemov, razpada avtomobilskih gum, snovi za čiščenje in odmrzovanje cestišča, barv in korozijskih produktov.

Iz prometnic se onesnaženje širi v atmosfero, tla, površinsko in podtalno vodo. V vode se onesnaženje širi preko padavin, ki padejo na površino cestišča in izperejo polutante v okolje. To imenujemo padavinski odtok iz cestišča.

Območje Kozjanskega parka je bilo v preteklosti podvrženo gospodarski in populacijski stagnaciji. Večino prebivalcev se zato na delo vozi v okoliške kraje, v parku se nahaja tudi mednarodni mejni prehod Bistrica ob Sotli, ki bo ob uvedbi Schengenske meje dobil še večji pomen. Problematična je tudi cesta, ki povezuje Savinjsko in Posavsko regijo in jo kot bližnjico izrabljajo tovorna prevozna sredstva. Uresničevanje potenciala turistične dejavnosti parka Kozjansko bo povečalo število dnevnih obiskov turistov, zaposlenih in stanujočih v regiji. Onesnaženje okolja zaradi prometa se bo v prihodnosti samo še stopnjevalo.

2.1.3.3.4 TURIZEM

Glavno gonilo razvoja vseh zaščitene območij v prihodnosti bosta turizem in rekreacija. Ohraneno naravno okolje postaja vedno bolj zaželeno s strani obiskovalcev, vendar pa sorazmerno z obiskom raste tudi stopnja ogroženosti okolja. V parkih se nahajajo različni gostinski objekti, turistične kmetije, planinske koče, kampi, ki ob turističnih sezonah z odpadnimi vodami ogrožajo stabilnost bližnjih ekosistemov ter kakovost naravnih vodotokov in podtalnice. Z učinkovito obdelavo odpadkov lahko zadostimo potrebam turistične dejavnosti in hkrati obvarujemo okolje pred vnosom ekološko nevarnih snovi. V Kozjanskem regijskem parku se nahaja 10 turističnih kmetij, 5 izletniških kmetij, 17 gostišč in 10 vinskih kleti (Javni zavod Kozjanski park). Velik turistični potencial pa predstavljajo številne terme, ki se nahajajo neposredno severno od parka.

2.1.3.3.5 INDUSTRIJA

Za območje Kozjanskega parka je že od sredine 19. stoletja značilna gospodarska in populacijska stagnacija oziroma upadanje. Na severu, jugu in zahodu ga obkrožajo razvitejši kraji Savinjske in Posavske regije, kamor zaposleni prebivalci dnevno migrirajo na delo (Osnutek načrta...). Močnejša industrija tako ni prisotna in ne predstavlja glavne nevarnosti za okolje, pa vendar obstajajo podatki tudi o tovrstnem onesnaževanju.

Preglednica 1: Emisija onesnažil v vode: Terme Olimia, Podčetrtek; Izpust v površinske vode; 2003 (Ribarič Lasnik, 2005)

Parameter	Letna količina (kg/leto)	Mejne vrednosti (kg/leto)
AOX*	0,07	0,5
AOX*	0,29	0,5
AOX*	10,59	0,5
AOX*	18,84	0,5
AOX*-vsota	29,5	0,5
Cink*	0,61	2
KPK	3345,93	
Železo	0,73	

Parameter z oznako je z Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (UL št 47/2005) določen kot nevarna snov.*

Preglednica 2: Emisija onesnažil v vode: Pralnica perila Heidi, Podčetrtek; Izpust v površinske vode, 2003 (Ribarič Lasnik, 2005)

Parameter	Letna količina (kg/leto)	Mejne vrednosti (kg/leto)
Amonijev dušik	27	
AOX*	0,2	0,5
BPK5	630	
Celotni fosfor	39,38	
Celotni ogljikovodiki*	38,02	10
Celotni vezani dušik	47,25	
KPK	1687,5	
Tenzidi-anionski	17,55	
Tenzidi-neionski	0,56	
Tenzidi-vsota	18	

Parameter z oznako je z Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (UL št 47/2005) določen kot nevarna snov.*

2.1.3.3.6 OCENA STANJA REKE SOTLE

Reka Sotla, ki teče vzdolž celotne vzhodne meje Kozjanskega parka, sodi med bolj onesnažene vodotoke v Sloveniji. Vodotok je obremenjen s splošnimi onesnaževalci, prisotni so pesticidi, atrazin, adsorbiljivi halogenirani ogljikovodiki (AOX) in svinec. Pojavljajo se tudi cink, krom in živo srebro. Na merilnem mestu Rogaška Slatina, nekaj kilometrov nad severno mejo Kozjanskega parka, kažejo na onesnaženje vode povišane vrednosti BPK in KPK, prisotnost amonija, nitritov, fosfatov, mineralnih olj, detergentov in fenolnih snovi. Značilni polutant je svinec, ki v letu 2005 prvič ne preseže mejne vrednosti, ravno obratno pa velja za fenolne snovi, ki so po nekaj letih povišanih vrednostih v letu 2005 presegle mejno vrednost. Zato je kemijsko stanje reke ocenjeno kot slabo (Čuješ, 2007).

2.2 RASTLINSKE ČISTILNE NAPRAVE

V naravi se voda že od nekdaj čisti v močvirskih ekosistemih. S posnemanjem samočistilnih sposobnosti naravnih močvirij se v svetu vedno bolj uveljavljajo različni sistemi za čiščenje odpadnih vod, tako imenovane rastlinske čistilne naprave (RČN). Gre za umetno vzpostavljene sisteme, ki so načrtovani in postavljeni tako, da omogočajo kontrolirane in intenzivne interakcije med rastlinami, mikroorganizmi ter substratom s primarno funkcijo čiščenja odpadnih voda. Prve znanstvene študije so začeli izvajati v šestdesetih letih v Nemčiji na Inštitutu Max Planck, kjer je Kathe Seidel raziskovala sposobnost različnih vrst močvirskih rastlin za absorpcijo kemičnih polutantov. Od takrat naprej so predvsem evropski in severnoameriški raziskovalci izvedli številne eksperimente čiščenja različnih odpadnih voda z različnimi tipi RČN in tako pomembno prispevali k uspešnosti uporabe (Vymazal, 2005a).

2.2.1 DELITEV RČN

V literaturi in praksi sta se uveljavila dva osnovna tipa RČN, in sicer glede na vodni režim obstajajo RČN s površinskim (FWS – free water surface) in podpovršinskim (SSF – subsurface flow) tokom vode. Prve nudijo večje habitatne možnosti za razvoj živih bitij, imajo večji estetski potencial a potrebujejo večjo površino za enako učinkovitost čiščenja kot podpovršinski sistemi, ki imajo večje čistilne sposobnosti in so sposobni delovati pri nižjih temperaturah (Reed, 1993; EPA, 1999). Kombinirano uporabo različnih tipov RČN v okviru enega sistema pa imenujemo hibridna RČN, ki zaradi izkoriščanja prednosti posameznih tipov dosegajo večje čistilne učinke (Vymazal, 2005b).

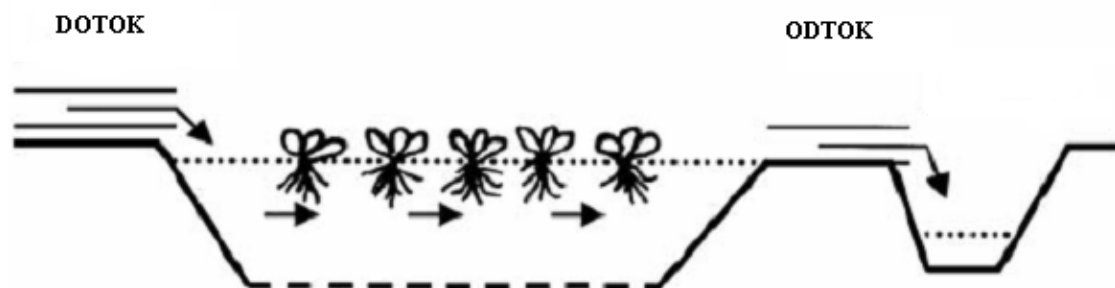
2.2.1.1 Sistem s površinskim tokom vode (FWS)

RČN s površinskim tokom vode so po izgledu zelo podobne naravnim močvirjem. Vodna površina je v stiku z atmosfero, grede na dnu vsebujejo substrat, nad katerim se horizontalno pretaka voda, ki obliva različne vodne rastline. Za sisteme s površinskim tokom je značilna oksidna plast pod vodno površino, ki jo naseljujejo alge ali makrofiti, v nižjih plasteh, kamor svetloba ne seže, pa se oblikuje anoksično okolje s pripadajočimi mikrobnimi procesi (EPA, 1999). Glede na prevladajočo obliko vegetacije ločimo več različic RČN s površinskim tokom: z emergentnimi makrofiti, s prostoplavajočimi makrofiti, z ukoreninjenimi plavajočimi ali potopljenimi makrofiti. Velikokrat se pojavljajo kombinacije vseh omenjenih rastlin, vključujoč tudi področja proste vodne površine.

2.2.1.1.1 Sistemi s prosto plavajočimi makrofiti

Uporabljajo se rastline, kot sta vodna hijacinta (*Eichornia crassipes*), vodna leča (*Lemna sp.*), rod *Spirodela*, ki prosto plavajo na površini. Njihovi koreninski sistemi so potopljeni v vodo in nudijo površino za pritrjanje mikroorganizmov ter privzemajo raztopljene snovi. V preprečitev potapljanja rastlin se lahko uporabljajo plavajoče mreže, ki hkrati omilijo vpliv vetra, manjšajo turbulenco in tako omogočajo hitrejšo ter enakomernjšo porazdelitev suspendiranih snovi. Prav tako manjša odprta vodna površina znižuje količino svetlobe v

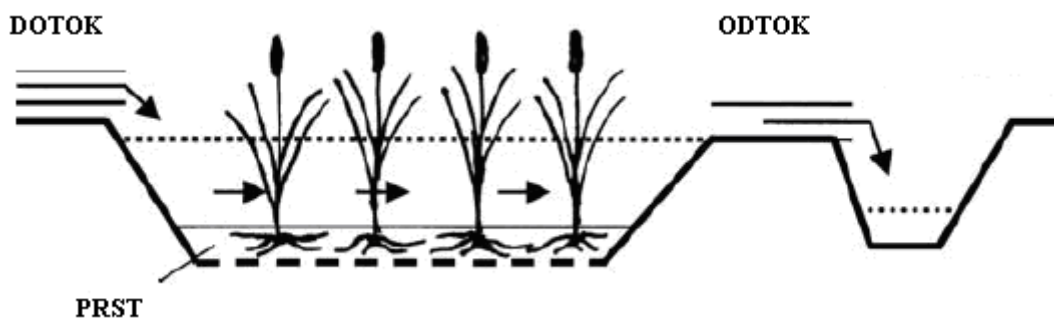
nižjih plasteh in posledično razvoja alg. Pri teh sistemih je potrebno redno odstranjevanje rastlin (Tousignant, 1999; EPA, 2000).



Slika 11: RČN s površinskim tokom in prosto plavajočimi makrofiti (Vymazal, 2007)

2.2.1.1.2 Sistemi z ukoreninjenimi emergentnimi makrofiti

Grede na dnu vsebujejo plast substrata, kjer so ukoreninjene vodne rastline, katerih vrhnji deli izraščajo nad vodno površino. Mimo njih se pretaka voda z odpadnimi snovmi, ki se usedajo na dno grede. Tu poteka razgradnja in odstranjevanje polutantov s pomočjo mikroorganizmov, pritrjenih na korenine in substrat. Potreben kisik preko korenin izločajo rastline. Najpogosteje uporabljeni makrofiti so *Phragmites australis*, *Typha latifolia* in *Scirpus lacustris*. Te rastline igrajo pomembno vlogo tudi pri flokuaciji in sedimentaciji, z zastiranjem svetlobe zmanjšujejo rast alg, v zimskih razmerah pa ščitijo pred zamrzovanjem vode (Tousignant, 1999; EPA, 2000).



Slika 12: RČN s površinskim tokom in ukoreninjenimi emergentnimi makrofiti (Vymazal, 2007)

2.2.1.1.3 Sistemi z ukoreninjenimi plavajočimi in potopljenimi makrofiti

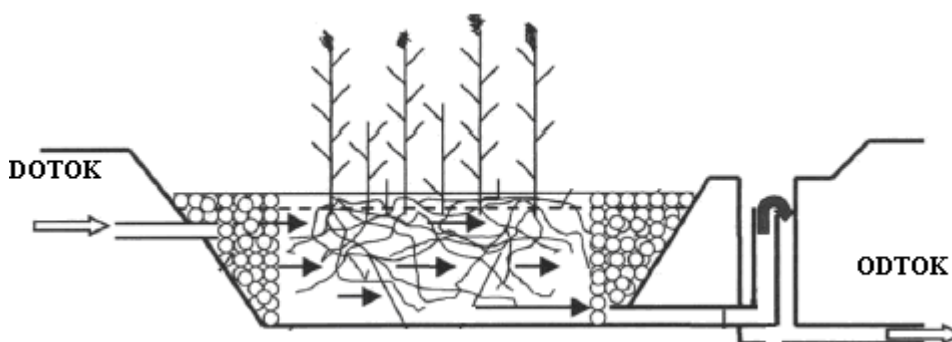
Predstavniki rodov *Potamogeton* in *Elodea* so primer ukoreninjenih potopljenih makrofitov, ki se uporabljajo v RČN, in sicer največkrat z namenom dodatne površine za pritrjevanje mikroorganizmov in oddajanja kisika v vodnem stolpcu. *Nymphaea* in *Hydrocotyle* pa pripadata ukoreninjenim plavajočim makrofitom, ki imajo liste tako na vodni površini kot pod njo (EPA, 2000).

2.2.1.2 Sistem s podpovršinskim tokom (SSF)

RČN s podpovršinskim tokom vode sestavljajo grede v celoti napolnjene s substratom, v katerem so ukoreninjeni makrofiti. Voda, ki se pretaka skozi substrat, ne prihaja v stik z atmosfero in zato ne oddaja smrada ter težje zamrzne. Čistilni procesi, ki se odvijajo v RČN, so podobni kot pri sistemih s površinskim tokom, vendar pa substrat, v primerjavi z vodo, nudi veliko večjo površino za razvoj mikrobnega biofilma, kar omogoča večje čistilne učinke. Rastline v uporabi so ukoreninjeni emergentni makrofiti kot *Phragmites australis*, *Typha latifolia*, *Scirpus lacustris*. (Reed, 1993; EPA 2000). Tovrstne RČN se delijo glede na tok vode skozi grede.

2.2.1.2.1 Sistemi s horizontalnim podpovršinskim tokom

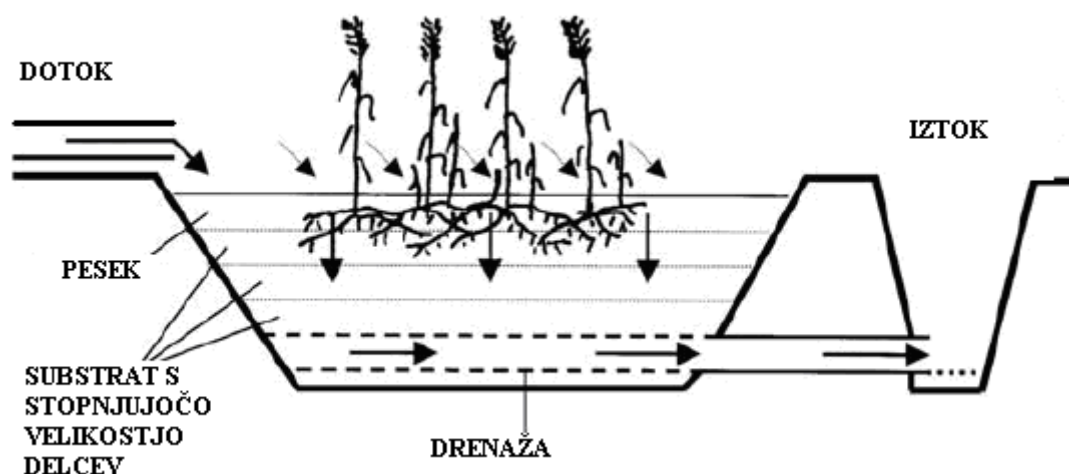
RČN s horizontalnim podpovršinskim tokom je uvedla Käthe Seidel v začetku 60. let in jih kasneje, pod imenom metoda koreninske cone, izpopolnil Reinhold Kickuth. Praviloma so sestavljene iz več zaporednih, s poroznim substratom napolnjenih gred, preko katerih teče neprekinjen horizontalen tok odpadne vode. Izkazale so se izredno učinkovite pri odstranjevanju organskih in suspendiranih snovi, nekaj težav pa je so povzročala hranila in mašenje substrata. Z razvojem so se oblikovali sistemi z bolj uravnoteženim razmerjem med hidravlično permeabilnostjo in sorpcijsko sposobnostjo substrata, a je odstranjevanje dušika zaradi anaerobnih razmer v gredah, ki onemogočajo nitrifikacijo amoniaka, še vedno lahko omejeno (Vymazal, 2005b). Rešitev se je ponudila s kombinirano uporabo različnih tipov RČN.



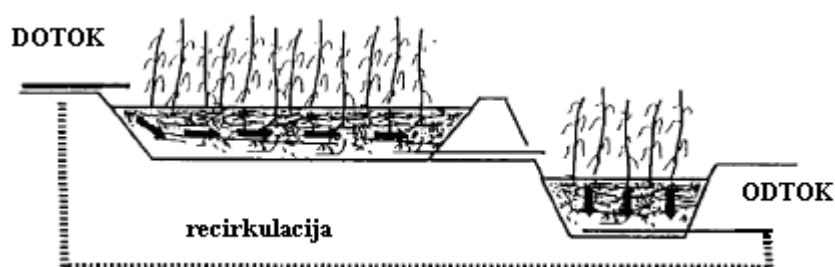
Slika 13: RČN s horizontalnim podpovršinskim tokom (Vymazal, 2005b)

2.2.1.2.2 Sistemi z vertikalnim podpovršinskim tokom

Glavna značilnost je intervalen pretok odpadne vode, ki poteka vertikalno od površine proti dnu grede. Posledično grede niso vedno poplavljene, kar omogoča lažjo difuzijo in dostopnost atmosferskega kisika v substratu in intenzivnejše nitrifikacijske procese. Obenem pa je zaradi istih razmer omejena denitrifikacija. To pa je razlog za sočasno uporabo obeh sistemov s podpovršinskim tokom, ki v kombinirani rabi dosegata predvsem nižje iztočne vrednosti skupnega dušika (Vymazal, 2005b; Reed, 1993).

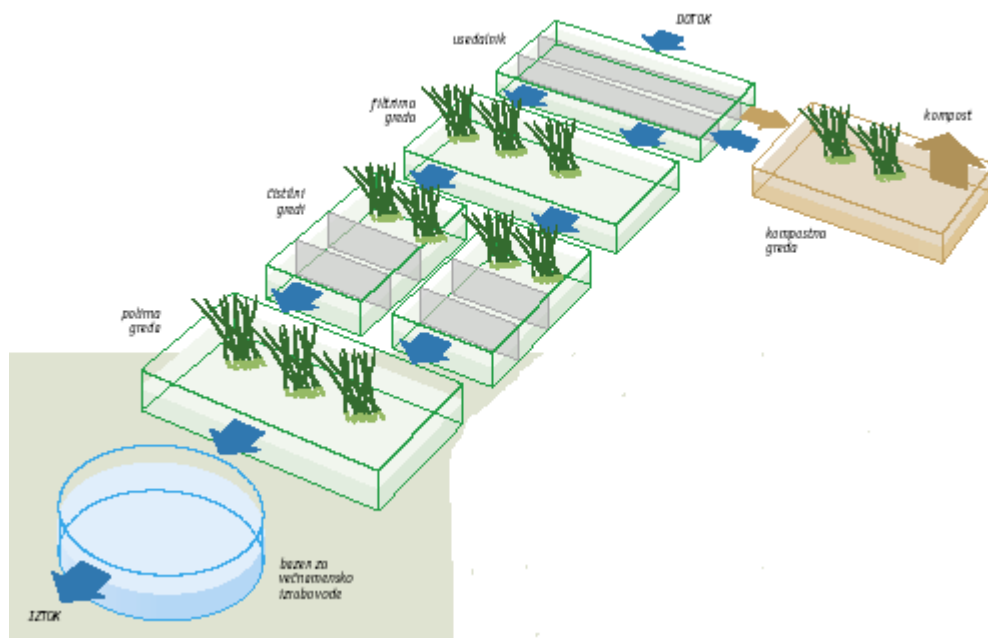


Slika 14: RČN z vertikalnim podpovršinskim tokom (Vymazal, 2007)



Slika 15: Hibridna RČN s horizontalno-vertikalnim podpovršinskim tokom (Vymazal, 2005b)

2.2.2 ZGRADBA RČN



Slika 16: Prikaz posameznih komponent RČN Limnowet (Limnos d.o.o.)

2.2.3 GLAVNI DEJAVNIKI ČIŠČENJA

2.2.3.1 Vegetacija

Rastline v RČN nudijo površino za pritrdjanje mikroorganizmov in odmrle organske snovi, potrebne za rast mikroorganizmov. Prav tako rastline preko korenin izločajo enostavne sladkorje, aminokisline, encime in aromatske snovi, ki dodatno spodbujajo rast mikrobnih združb (Bulc & Vrhovšek, 2007).

Koreninski sistemi stabilizirajo substrat, upočasnjujejo tok vode, večajo prevodnost in izločajo kisik. Za makrofite v RČN so primerne vodne rastline, zmožne tolerance do visoko in različno obremenjenih odpadnih voda. Najpogostejše uporabljeni rodovi so *Phragmites*, *Typha*, *Juncus*, *Scirpus*, *Carex*. Korenine in rizomi teh rastlin so votli in vsebujejo z zrakom napolnjene kanalčke, ki so povezani z atmosfero. Tako rastlina zagotavlja kisik za procese v poplavljenih delih, hkrati pa nekaj kisika oddaja v svojo okolico (Vymazal, 2005b).

Pomembno je, da se ob izbiri upošteva primernost za čiščenje ciljnih odpadnih voda in doseganje ostalih zelenih učinkov. Različne rastline imajo različne prednosti in slabosti. Nekatere poselijo večje deleže RČN v začetnem obdobju, druge so invazivnejše po vzpostavitvi sistema in se razrastejo kasneje. Globina vode, tolerančno pH območje, hrana za živali, estetska vrednost so dejavniki, ki pogojujejo primernost uporabe določenega makrofita.

Primerjave odstranjevanja dušika in fosforja v vegetacijskih in nevegetacijskih gredah so potrdile velik pomen rastlin pri tovrstnih čistilnih procesih. Na uspešnost vpliva tudi

fiziologija rastlin, in sicer višina, oblikovanost listov, razraščanost koreninskega sistema. Odstranjevanje nutrientov lahko spremljamo preko prirastka biomase rastlin ali glede na prirastek na površino. Najboljše rezultate dosegajo makrofiti, ki so uspešni pri obeh karakteristikah, tak primer je *Zizania latifolia* (Won Yi in sod., 2006).

Pomembno vlogo imajo rastline tudi v hladnejših okoljih nudijo tudi toplotno izolacijo sistema in tako omogočajo delovanje pri nizkih temperaturah.

2.2.3.2 Mikroorganizmi

Mikroorganizmi pomembno sodelujejo pri transformacijah ogljika, dušika, železa in žvepla. Na mikrobne procese vplivajo koncentracije reaktantov, redoks potencial in pH. So pomembni tudi zaradi vplivov na kemizem substrata (Bulc & Vrhovšek, 2007).

Li in sodelavci (2007) so ugotovili, da imata substrat in vegetacija pomemben vpliv na strukturo bakterijskih populacij in da Shannon–Wienerjev indeks mikrobne diverzitete linearno narašča ob nižanju koncentracije raztopljenih organskih snovi vzdolž RČN.

2.2.3.3 Substrat

Substrat omogoča filtracijo, sedimentacijo in sorbcijo raztopljenih in suspendiranih snovi, patogenih organizmov, dušika, fosforja in kovin. Prav tako omogoča precipitacijo fosforja in kovin. Fizično omogoča ukoreninjenje rastlin in površino za naselitev mikroorganizmov. Pomembne lastnosti substrata so tako kapaciteta kationske izmenjave, pH, električna prevodnost, redoks potencial, površina substratnih delcev in pripadajoči naboj.

Uporaba kohezivnih prsti, ki jo je sprva predlagal Kickuth, se je, zaradi hitrega mašenja sistema in posledično nizke hidravlične permeabilnosti, izkazala za neprimerno. V poznih 1980ih so se pričeli uveljavljati bolj porozni substratni materiali, in sicer pesek, prodniki ter kamenje najrazličnejših dimenzij. Večja kot je velikost delcev, večji sta poroznost in hidravlična prevodnost substrata, hkrati pa manjši delci ob isti prostornini nudijo več površine za razvoj biofilma, laminarnejši tok vode in enakomernejšo razrast koreninskih sistemov. Poleg velikosti delcev je pomembna lastnost substrata njegova sorpcijska sposobnost (Wymazal, 2005a; Reed, 1995).

Velikost in kemična sestava substratnih delcev ne kaže posebnega vpliva na zmanjševanje BPK vrednosti, kar pa ne drži za odstranjevanje hranil. Manjši delci substrata preko sedimentacije in adsorbcije bolje odstranjujejo dušik kot večji, medtem ko je pri fosforju pomembnejša sestava. Z aluminijem in železom bogati substrati so zaradi adsorbcije in precipitacije uspešnejši od karbonatnih (Akratos in Tsihrintzis, 2007).

Preglednica 3: Lastnosti substrata v RČN s podpovršinskim tokom (Reed, 1993)

Tip substrata	Premmer (mm)	Poroznost (%)	Hidravlična prevodnost ($\text{m}^3/\text{m}^2/\text{d}$)
Drobno zrnat pesek	2	32	1,0
Grobo zrnat pesek	8	35	5,0
Droben prod	16	38	7,5
Srednji prod	32	40	10,0
Grobo kamenje	128	45	100,0

2.2.4 ČISTILNI PROCESI V RČN

Ko voda vstopi v RČN, se pričnejo odvijati različni fizikalni, kemični in biološki procesi. Substrat, rastline in področja mikrobne aktivnosti v obliki biofilmov skupaj tvorijo povezan sistem obdelave onesnažene vode. Mehanizmi čiščenja so številni, med seboj povezani in vključujejo (Tousignant, 1999) :

- usedanje suspendiranih netopnih delcev
- filtracijo in kemično precipitacijo preko kontakta vode s substratom in rastlinami
- kemične transformacije
- adsorpcije in ionske izmenjave preko površine rastlin, substrata, sedimenta in rastlinskega odpada
- razpad in transformacija polutantov in nutrientov preko mikroorganizmov in rastlin
- predacija in naravno odmiranje patogenov.

Pomembne biološke reakcije, ki potekajo v okolju RČN so fotosinteza, respiracija, fermentacija, nitrifikacija, denitrifikacija in mikrobiološko odstranjevanje fosforja.

2.2.4.1 Odstranjevanje suspendiranih snovi

Podatki o delovanju najrazličnejših sistemov RČN kažejo na uspešnost pri zmanjševanju suspendiranih snovi. Večina se jih odstrani s sedimentacijo in filtracijo preko substrata in rastlinske površine. Značilna je tudi notranja produkcija suspendiranih snovi, in sicer zaradi odmiranja makrofítov, alg in mikroorganizmov. Lahko se uporabi posebne sedimentacijske grede, nameščene pred vegetacijskimi, ki odstranijo večje delce in zmanjšajo možnost zamašitve sistema. Sedimentirane snovi so nato podvržene nadaljnjim procesom razgradnje (Reed, 1995; EPA 2000).

2.2.4.2 Odstranjevanje organskih snovi

Organske snovi se v odpadni vodi nahajajo raztopljene ali v suspendirani obliki. Najpogosteje se merijo s parametroma BPK₅ in KPK. Biokemijska poraba kisika je mera za količino biokemijsko razgradljivih organskih snovi in je enaka količini kisika,

potrebnega za njihovo pretvorbo v stabilne anorganske spojine. KPK vrednost pa pove količino kisika potrebno za kemično oksidacijo organskih snovi.

Biokemične pretvorbe so pomembni mehanizmi spreminjanja koncentracije in sestave biološko razgradljivih organskih snovi v RČN. Energija je pomemben element biokemičnih sistemov in glede na njen vir ločimo kemotrofne in fototrofne reakcije. Če je končni prejemnik prenosa elektronov kisik, potem gre za aerobne reakcije, ki učinkovito pretvarjajo organske snovi v končne produkte mineralizacije, pline in biomaso. Manj učinkovite so anaerobne reakcije, ki namesto kisika uporabljajo nitrate, karbonate ali sulfate kot končne prejemnike v elektronski verigi. Primeri takšnih reakcij so metanogeneza, sulfatna redukcija, denitrifikacija. Aerobne razmere so torej zaželenje za uspešno odstranjevanje organskih snovi v RČN in so odvisne od raztopljenega kisika, ki v sistem prihaja z difuzijo, fotosinteze in rastlinskega prenosa kisika. Kompleksne organske snovi s hidrolizo razpadajo v topne snovi, ki so nato podvržene sorbnciji na površino biofilma, prisotnega na substratu in rastlinskih koreninah (EPA, 2000).

Različni tipi RČN dosegajo visoko učinkovitost pri odstranjevanju organskih snovi. Pri tem tip substrata, vrste makrofitov in nizke temperature ne igrajo pomembnejše vloge (Akratos in Tsihrintzis, 2007).

2.2.4.3 Odstranjevanje dušikovih spojin

Dušik lahko obstaja kot organski dušik v amino skupinah in heterocikličnih dušikovih spojinah ali kot anorganski v obliki NH_4 , NO_3 , NO_2 , NH_2OH , NO , N_2O . Glavni biološki procesi, ki vključujejo dušik so: biološka fiksacija dušika, asimilacija dušika, mineralizacija, nitrifikacija in denitrifikacija. Reakcije dušikovih spojin v RČN predstavljajo tako trajno odstranjevanje kot zgolj pretvorbe iz ene v drugo obliko. V okviru hidravličnega zadrževalnega časa RČN, prihaja predvsem do zadržanja dušikovih spojin v gredah, čemur sledi njihovo kasnejše odstranjevanje preko različnih poti (Kadlec in sod., 2005).

Mineralizacija je nastanek anorganskih oblik dušika iz organskih. Običajno je glavni produkt mineralizacije amonij, proces pa se imenuje amonifikacija. Nastajajo lahko tudi oblike s spremenjenim redoks stanjem kot sta nitrat in nitrit. Hitrost mineralizacije je odvisna od vlage, aeracije, pH, temperature, anorganskih hranil in mikrobnih koloidov. Amonij, ki se sprosti z amonifikacijo se lahko kemijsko fiksira v substrat, asimilira z mikrobi in rastlinami ali mikrobnno oksidira do nitrata. Stopnja mineralizacije je odvisna tudi od C/N razmerja. Če je razmerje ozko, poteka mineralizacija, pri širokem C/N razmerju pa obraten proces, to je biološka vezava dušika.

Nitrifikacija je biološka oksidacija amonijske oblike dušika do nitrata. Proces poteka v dveh stopnjah. Najprej se amonijski ion oksidira do nitrta, pri čemer sodelujejo bakterije iz rodov *Nitrosomonas*, *Nitrosolobus* in *Nitrospira*. Nato pa bakterije iz rodov *Nitrobacter*, *Nitrococcus* oksidirajo nitrit do nitrata. Vse omenjene bakterije so aerobne, zato odsotnost kisika procese ustavi. Regulatorni dejavniki nitrifikacije so gostota nitrifikatorjev, kisik, pH, substrat, vsebnost vode in temperatura.

Pomembne so anammox reakcije anaerobne oksidacije amonija, ki jih opravljajo Anammox bakterije v anaerobnih pogojih ob prisotnosti nitrta in vodijo v nastanek N_2 in vode. Ob spodbujanju razmer za rast Anammox bakterij v RČN se dodatno poveča učinkovitost odstranjevanja skupnega dušika (Dong in Sung, 2007).

Rastline in mikrobi lahko asimilirajo nitrat, tako da ga reducirajo do amonija in ga vgradijo v celični material. V anaerobnih razmerah poteka redukcija NO_3 v procesu denitrifikacije. Ta poteka pod vplivom nekaterih heterotrofnih mikroorganizmov, ki uporabljajo NO_3 kot vir kisika pri anaerobnem dihanju. Pomembnejši rodovi so *Agrobacterium*, *Bacillus*, *Pseudomonas*. Stopnje pretvorbe NO_3 do plinastega stanja so naslednje: $\text{NO}_3 - \text{NO}_2 - \text{NO} - \text{N}_2\text{O} - \text{N}_2$. Glavne poti trajnega odstranjevanja dušika v horizontalni RČN so denitrifikacija, rastlinski privzem in sedimentacija (Mayo in Bigambo, 2005).

Enogredne RČN niso sposobne visokega odstranjevanja dušika, in sicer zaradi nezmožnosti hkratnega zagotavljanja aerobnih in anaerobnih procesov. RČN z vertikalnim tokom uspešno odstranjujejo amonij, a imajo omejeno denitrifikacijo, medtem ko sistemi s horizontalnim tokom omogočajo predvsem slednjo. Uporaba kombiniranih večgrednih RČN oziroma hibridnih sistemov se je izkazala za najučinkovitejši način odstranjevanja dušika (Wymazal, 2007).

Odstranjevanje skupnega dušika in amonija je odvisno tudi od temperature, tipa substrata in makrofitov. Pri razmerah nad $15\text{ }^\circ\text{C}$, ki omogoča aktivno rast rastlin ter delovanje mikrobov, prihaja do večjega odstranjevanja dušika kot pri temperaturah pod $15\text{ }^\circ\text{C}$. Prav tako različni makrofiti dosegajo različne prirastke biomase in posledično tudi količine odstranjenega dušika (Akratos in Tsihrintzis, 2007).

2.2.4.4 Odstranjevanje fosforjevih spojin

Mehanizmi odstranjevanja fosforja se precej razlikujejo od dušikovih. Transformacije fosfornih spojin pri čiščenju odpadnih voda v RČN vključujejo adsorpcijo, desorpcijo, precipitacijo, raztapljanje, rastlinski in mikrobní privzem, fragmentacijo, mineralizacijo, sedimentacijo. Pri RČN s podpovršinskim tokom igra najpomembnejšo vlogo sorbcija fosforja na substrat, zato je pomembna izbira substrata z visokim sorpcijskim potencialom, ki se ohranja skozi daljše časovno obdobje. Pomembna karakteristika substrata pri adsorpciji fosfata je vsebnost kalcija. Visoka vsebnost kalcija veča možnost precipitacije fosforja v kalcijev fosfat, še posebej v rahlo alkalnih razmerah značilnih za komunalne odpadne vode. Pri bolj kislih odpadnih vodah je za precipitacijske reakcije pomembnejša vsebnost železa in aluminija v substratu (Wymazal, 2007; Arias in sod., 2001).

Influenti z visoko vsebnostjo fosforja vplivajo na strukturo mikrobnih populacij v gredah RČN, in sicer povzročajo manjšanje mikrobne diverzitete (Ahn in sod., 2007).

Na odstranjevanje fosforja, poleg tipa in dimenzij substrata, vpliva tudi vrsta makrofita in temperatura. *Typha latifolia* je uspešnejša od vrste *Phragmites australis*, pri razmerah pod $15\text{ }^\circ\text{C}$ pa učinkovitost pada skladno s temperaturo (Akratos in Tsihrintzis, 2007).

2.2.4.5 Odstranjevanje patogenih bakterij

Odstranjevanje patogenov v RČN poteka preko sedimentacije, filtracije, predacije z mikroorganizmi, UV degradacije in naravnega odmiranja. Patogeni prisotni v odpadnih vodah so različni paraziti, virusi in bakterije. Ker je nepraktično meriti vse prisotne patogene v efluentu, se pri ocenjevanju učinkovitosti odstranjevanja uporablja indikatorske organizme, kot so fekalni koliformi (*E. coli*), fekalni streptokoki in kolifagi MS-2. Zaradi prisotnosti mikrobnih populacij v sami RČN je nekaj patogenov v efluentu praviloma prisotno, vendar pa je ugotovljena 80-90 % odstranitvev (Tousignant, 1999). Mnogi primeri meritev efluenta RČN so pokazali skoraj popolno, 99 % zmanjšanje.

Primerjava mikrobnega odstranjevanja vegetiranih in nevegetiranih gred RČN je pokazala, da prisotnost makrofitov omogoča boljše čistilne rezultate (Hench in sod., 2003).

2.2.4.6 Odstranjevanje toksinov

S pomočjo rastlin lahko iz okolja odstranjujemo tudi težke kovine in celo radionuklide. Pri tem so zlasti pomembne rastlinske vrste, ki s koreninami iz vode ali tal absorbirajo velike količine strupenih snovi in jih akumulirajo v listih in drugih nadzemnih delih. S pravilno izbiro rastlinskih vrst, z njihovim pravilnim gojenjem in rednim odstranjevanjem prirastka biomase lahko tako kontrolirano odstranjujemo polutante in s tem čistimo vodo in tla (Ribarič-Lasnik in sod., 2005).

Nekatere kovine so v sledovih potrebne za rast organizmov, vendar lahko v višjih koncentracijah delujejo toksično. Take kovine so barij, berilij, bor, krom, kobalt, baker, jod, železo, magnezij, mangan, nikelj, selenij, cink in ostale, medtem ko so nekatere kot arzen, kadmij, svinec, srebro toksične že pri zelo nizkih koncentracijah. Kovine vstopajo v RČN v netopni suspendirani obliki in so odstranjene s podobnimi mehanizmi kot ostale suspendirane snovi, spremenjene pH razmere in redoks potencial pa lahko vrnejo kovine v topno obliko. Mehanizmi odstranjevanja kovin v RČN so kationske izmenjave in helacije s substratom, precipitacije, rastlinski in bakterijski privzemi. Kovine se v biomaso RČN vgrajujejo preko procesov primarne produkcije (EPA, 2000).

Maine in sod. (2007) so raziskovali uspešnost RČN s površinskim tokom pri čiščenju odpadnih voda z vsebovanima kovinama Cr in Ni. V začetnem letu je postal dominanten makrofit *Eichhornia crassipes*, kasneje pa jo je izpodrinila *Typha domingensis*. V času dominantnosti prve je RČN dosegala 62 % in 48 % odstranitve Cr in Ni, medtem ko so vrednosti za drugo obdobje za isti kovini znašale 58 % in 48 %. V prvem letu ni bilo zaslediti večje koncentracije kovin v sedimentu, kar nakazuje odstranjevanje z rastlinskim privzemom. Kasneje je vsebnost kovin v sedimentu naraščala, hkrati pa se je zmanjševala diverziteta makrofitov do končne prevlade *Typha domingensis*. Vzroki kot so visok pH in prevodnost, koncentracije kovin in prisotnost sulfidov, so pogojevali razvoj makrofitov in privedli do odmiranja manj odpornih vrst.

Raziskava uspešnosti RČN pri odstranjevanju osmih prioritetnih polutantov, določenih z Vodno direktivo, podaja naslednje ugotovitve. Polutante, ki pripadajo različnim kemičnim skupinam, je glede na učinkovitost odstranjevanja v RČN mogoče razdeliti v štiri skupine. Prva vključuje nad 90 % odstranjene polutante, in sicer lindan, pentaklorofenol, ondosulfat in pentaklorobenzen. Učinkovitost med 80 % in 90 % so dosegli alaklor in klorpirifos, 20 % pa herbicid mecoprop in simazin. Odporna na odstranjevanje sta se izkazala klorofenolna kislina in diuron. Glede na nizko, 20 % akumulacijo polutantov v substratu, se predvideva biodegradacijo in rastlinski privzem kot pomembna načina odstranjevanja le-teh (Matamoros in sod., 2007).

2.2.5 Čistilne sposobnosti RČN

2.2.5.1 RČN in čiščenje komunalnih odpadnih voda

Mnoge RČN so se izkazale za primerne pri čiščenju komunalnih odpadnih voda iz najrazličnejših virov. Uporabljajo se za čiščenje odpadnih voda posameznih stanovanjskih hiš, šolskih objektov in najrazličnejših sezonskih turističnih enot kot so kampi. Dobre čistilne učinke kažejo predvsem hibridni tipi podpovršinskih RČN, ki so sestavljeni iz gred z vertikalnim in horizontalnim tokom vode. Prednost teh sistemov je hkratno potekanje tako nitrifikacijskih kot denitrifikacijskih procesov. Druga prednost uporabe podpovršinskega tipa je omejen dostop do odpadne vode, kar pomeni večjo varnost za ljudi, zmanjšuje možnost neprijetnih vonjav in razvoja mrčesa.

Brix in Arias (2005) sta pripravila priporočila za oblikovanje vertikalne RČN za čiščenje komunalnih odpadnih vod do 30 PE, ki bi dosegala 95 % zmanjšanje BPK vrednosti, 90 % nitrifikacijo in 90 % odstranitev fosforja, ob efluentnih koncentracijah pod 10 mg/l za BPK, pod 5 mg/l za amonijak in pod 1,5 mg/l za celotni P. Pred nanosom odpadne vode na RČN je potrebno predčiščenje s pomočjo sedimentacijskega bazena, velikega 2 m³ za čiščenje 5 PE. Predlagana površina za filtrirne grede je 3,2 m²/PE pri globini 1,0 m. Substrat predstavlja filtrirni pesek z d_{10} med 0,25 in 1,2 mm, d_{60} med 1 mm in 4 mm in z uniformnim koeficientom ($U = d_{60}/d_{10}$) manj kot 3,5. Odpadna voda se iz sedimentacijskega bazena periodično nanaša na površino filtrirnih gred. Dodatno prezračevanje substrata se doseže s cevjo, ki povezuje drenažni sistem na dnu grede z atmosfero nad njo. Priporoča se recirkulacija polovice efluenta in dodatno odstranjevanje fosforja v sedimentacijskem bazenu prek kemične precipitacije z aluminijevim polikloridom.

RČN postajajo vedno pogostejši način varovanja okolja na Irskem. Večinoma so v uporabi horizontalni in vertikalni podpovršinski tipi RČN, ki vsebujejo substratne materiale lokalnega izvora in so poraščeni z makrofitom *Phragmites australis*. Analiza učinkovitosti čiščenja 13 irskih RČN je podala naslednje rezultate. Povprečno zmanjšanje BPK je znašalo od 76,8 % do 99,8 %, KPK od 76,3 % do 99,7 %, amonijaka od 67 % do 99,9 %, SS od 72,2 % do 99 % in fosforja od 26 % do 99,9 % za posamezne sisteme. Najvišje influentne vrednosti za BPK, KPK, SS, N-NH₄ in P so bile 7058 mg/l, 9261 mg/l, 3730 mg/l, 275 mg/l in 86 mg/l, medtem ko je razpon efluentnih koncentracij znašal od 12,3 mg/l do 38 mg/l za BPK, od 28 mg/l do 90 mg/l za KPK, od 9 mg/l do 51 mg/l za SS, od 0,1 mg/l do 15 mg/l za amonijak in od 0,1 mg/l do 11 mg/l za fosfor (Babatunde in sod., 2007).

Steer in sod. (2002) so osem let spremljali delovanje 21 RČN pri čiščenju komunalnih odpadnih voda enodružinskih stanovanjskih objektov v ameriški državi Ohio. Sistemi so trodelni in vsebujejo septični tank z dvema podpovršinskima vegetiranimi gredama. Efluentne koncentracije pod 30 mg/l za BPK in SS je doseglo 89 % in 79 % meritev, 1 mg/l za P 50 % in 1,5 mg/l amonijaka 16 % meritev. Podatki so pokazali povprečno zmanjšanje BPK za 70,3 %, SS za 55,8 %, NH₃ za 56,5 %, P za 80,5 % in fekalnih koliformov za 87,9 %.

Primerjava učinkovitosti čiščenja odpadnih voda s horizontalnim in vertikalnim tipom RČN je pokazala, da sta oba sistema, ob uporabi predčistilne enote in površine nad 50m²/m³/dan, zmožna več kot 90 % zmanjšanje organskih snovi, skupnega dušika in fosforja. Podatki o delovanju štirih nemških RČN kažejo efluentne vrednosti 8.5, 8.1, 24 in 3.4 mg/l za BPK, 15.2, 25.9, 65.7 in 6.2 mg/l celotnega N in 0.5, 0.7, 6.1 ter 4.2 mg/l celotnega P. Pripadajoči povprečni deleži zmanjšanja za BPK, celotni N in P so 95 %, 72 % in 80 % (Luederitz in sod., 2001).

V Flandriji (Belgija) število RČN v zadnjem desetletju občutno narašča. V uporabi so vsi tipi RČN, kot samostojne enote ali del konvencionalnega sistema, v velikostnem razredu med 1 PE in 2000 PE, ki večinoma čistijo komunalne in mlečno-pridelovalne kmetijske odpadne vode. Na podlagi podatkov 107 sistemov so najnižje povprečno odstranjevanje dosegale površinske RČN, in sicer KPK 61 %, SS 75 %, skupni N 31 % in skupni P 26 %. Najučinkovitejše so bile vertikalne podpovršinske RČN, ki so dosegale 94 %, 98 %, 52 % in 70 % zmanjšanje KPK, SS, skupnega N in P. Najboljše rezultate odstranjevanja skupnega N pa so dosegle hibridne podpovršinske RČN z 65 % (Rousseau in sod., 2004).

Primer uporabe 432 m² velike hibridne podpovršinske RČN v mestu Paistu v Estoniji za čiščenje odpadnih voda osnovne šole, kaže na uspešnost tovrstnih sistemov. Povprečna učinkovitost čiščenja v 2-letnem meritvenem obdobju je znašala za BPK 91 %, SS 78 %, skupni N 63 %, NH₄-N 77 % in skupni P 89 %. Pri tem so bile povprečne efluentne vrednosti omenjenih parametrov 5,5 mg/l, 7,0 mg/l, 19,2 mg/l, 9,1 mg/l in 0,4 mg/l. Rezultati so pokazali tudi stabilno delovanje sistema v hladnejšem obdobju od novembra do aprila in ob spremenljivih hidravličnih obremenitvah (Öövel in sod., 2006).

Preglednica 4: Podatki o čiščenju komunalnih odpadnih voda z RČN na Irskem, ZDA, Nemčiji in Belgiji (Babatunde in sod., 2007; Steer in sod., 2002; Luederitz in sod., 2001; Rousseau in sod., 2004)

Parameter (g/ml)	1 / Irska (n = 13)	2 / ZDA (n = 21)	3 / Nemčija (n = 4)	4 / Flandrija (n = 107) P-RČN / V-RČN / Hib-RČN
BPK / inf	1194	106	367	
/ ef	20	16	11	
/ (%)	92,7	82,4	95,5	
KPK / inf	2217		537	
/ ef	49		26	
/ (%)	92,2		94,4	61 94 91
SS / inf	633	52		
/ ef	20	22		
/ (%)	89,8	60		75 98 94
NH ₄ -N / inf	67	42,5	65,8	
/ ef	1,6	16,1	11,8	
/ (%)	95,9	58,6	83,8	
Cel-N / inf			95,4	
/ ef			28,2	
/ (%)			72,3	31 52 65
Cel-P / inf	24,7	9	14,1	
/ ef	1,2	2,7	1,9	
/ (%)	91,7	74,6	80,1	26 70 52
Fekalni / inf		35208		
kolifor. / ef		2330		
/ (%)		91,6		

(n – število obravnavanih sistemov)

2.2.5.2 RČN in čiščenje kmetijskih odpadnih voda

RČN se uporabljajo pri čiščenju odpadnih voda, ki nastajajo pri različnih kmetijskih dejavnostih. Odpadki vzreje domačih živali (od iztrebkov, ostankov krme do odpadnih voda pri molzenju in čiščenju živali) skupaj z netočkovnim spiranjem prekomerno gnojnih, velikokrat z gnojevko napojenih površin so vir odpadnih voda, ki jih je mogoče čistiti z RČN. Pri tem je potrebno upoštevati naravo kmetijskih odpadnih voda za katere so lahko značilne velike vsebnosti suspendiranih snovi, dušika, fosforja in BPK vrednosti tudi več tisoč mg/l, medtem ko so RČN zmožne čistiti nižje vrednosti. To narekuje uporabo dodatnih predčistilnih postopkov, ki vključujejo usedalnike, aerobne in anaerobne lagune, septične tanke in sedimentacijske bazene. Poleg čistilnih procesov je za uspešno preprečevanje kmetijskega onesnaženja treba zagotoviti tudi celovit sistem zbiranja, zadrževanja in usmerjanja odpadkov.

Primer obdelave odpadkov mlečno-pridelovalne farme izven mesta Embrum v Kanadi nakazuje možnosti za učinkovito, preprosto in okoljevarstveno naravnano ravnanje z okolje nevarnimi odpadki kmetijskih dejavnosti na mestu samem. Farma, ki šteje 190 živali, od tega 100 odraslih krav molznic, ima tri glavne vire onesnaženja. Odtok kupa hlevskega gnoja, padavinsko spiranje 0.75 ha velike rekreacijske površine in z molženjem nastala odpadna voda, ki vsebuje ostanke mleka in detergentov, potrebnih za vzdrževanje sanitarnih pogojev. Za skupno čiščenje omenjenih odpadnih voda je bil vzpostavljen hibridni sistem RČN skupaj z dodatnimi čistilnimi in zbiralnimi strukturami. Čistilni sistem RČN sprejme približno 1500 m³ v 150 dneh v spomladansko-poletnem obdobju, medtem ko se jeseni in pozimi odpadne vode zbirajo in le primarno čistijo. Odtok iz odpadnega hlevskega gnoja skupaj z odpadno vodo moljenja se zbira v anaerobni laguni in se v času delovanja RČN prečrpava v fakultativni bazen. Ta prejema tudi površinski odtok rekreacijske površine, ki ga prestreza in usmerja vegetacijski filtrirni pas, kjer prihaja tudi do prvega čiščenja. Fakultativni bazen, ki poskrbi za znižanje BPK vrednosti pod 400 mg/l, napaja sistem RČN s homogenim efluentom med 10 m³/dan in 30 m³/dan. Sistem RČN je sestavljen iz štirih delov, iz dveh vegetacijskih bazenov s površinskim tokom med katerima je bazen s prosto vodno površino in iz zaključnega filtrirnega vegetacijskega pasu.

Povprečne influentne vrednosti vsebine anaerobne lagune v treh letih delovanja sistema za BPK, skupni N in P so bile 1860 mg/l, 652 mg/l in 78,5 mg/l, ob tem je bila učinkovitost zmanjšanja po iztoku iz sistema RČN za omenjene parametre 97 %, 96 % in 90 % in efluentne vrednosti 3,1 mg/l, 2,8 mg/l in 0,07 mg/l. Učinkovitost čiščenja samo v fakultativnem bazenu je dosegla 89 % BPK, 86 % N in 75 % P. Povprečni zadrževalni časi so bili 177 dni v fakultativnem bazenu, 11 dni v prvem delu RČN, 19 dni v drugem in 88 dni v vmesnem delu s prosto vodno površino (Weil, 1999).

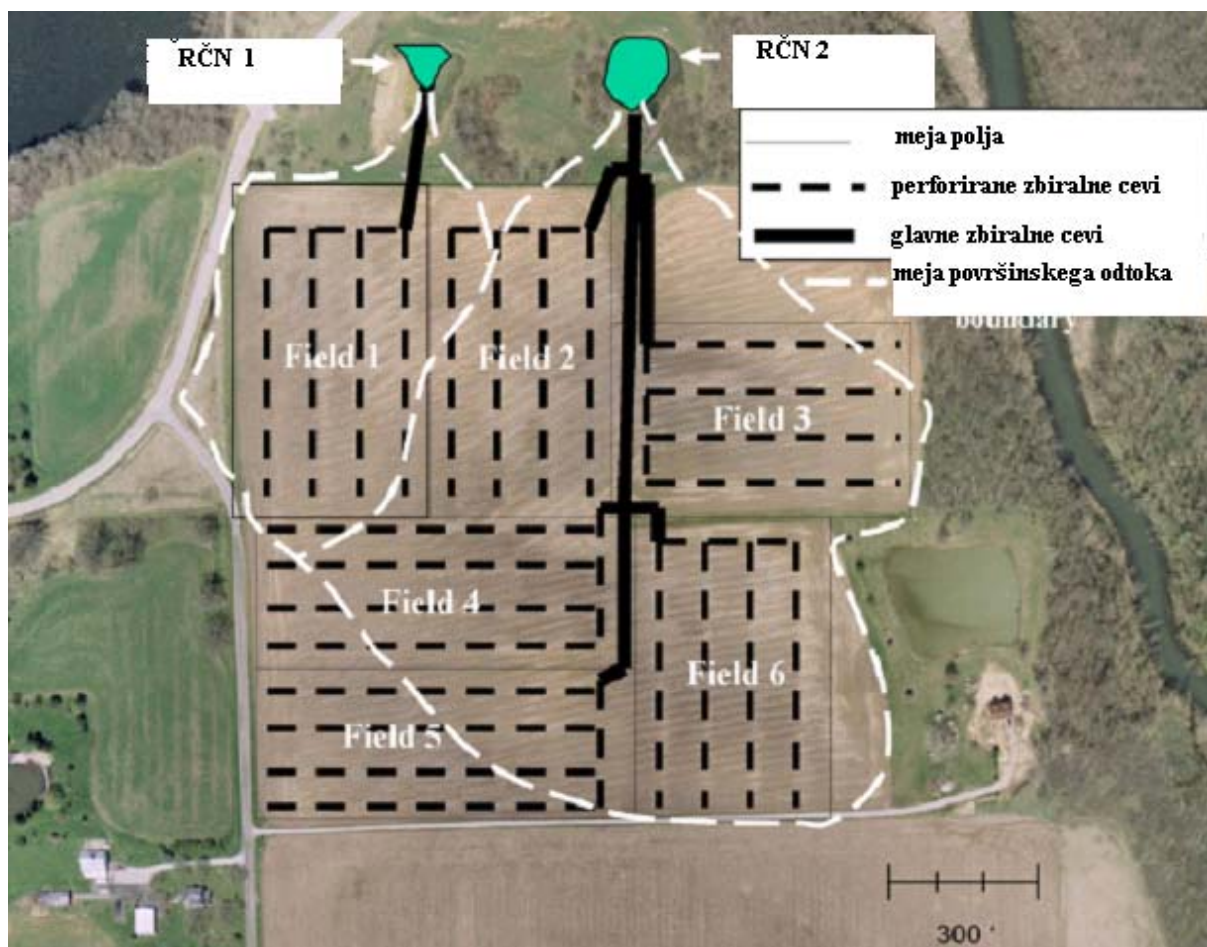
Tanner in sod. (1994a, 1994b) je ugotavljal vpliv zadrževalnega časa na zmanjšanje suspendiranih snovi, potrebe po kisiku, fekalnih koliformov, dušika in fosforja pri čiščenju odpadnih voda dnevnega moljenja z RČN s horizontalnim podpovršinskim tokom. V 20-mesečnem obdobju se je zadrževalni čas povečal iz dveh na sedem dni, influentne vrednosti organskih snovi iz 20 g/m³ na 300 g/m³, suspendiranih snovi iz 60 g/m³ na 250 g/m³, fekalnih koliformov iz 1.000/100 ml na 1.000.000/100 ml, celokupnega N iz 10 g/m³ na 110 g/m³, amonija iz 5 g/m³ na 70 g/m³ in celokupnega P iz 8 g/m³ na 18 g/m³. Efluentne vrednosti organskih snovi, suspendiranih snovi in fekalnih koliformov so sledile povečanim influentnim, učinkovitost zmanjšanja BPK se je povečala iz 50 % na 80 % in fekalnih koliformov iz 95 % na >99 % pri podaljšanju zadrževalnega časa od dveh do sedmih dni. Podobno velja za odstranjevanje celokupnega N in P, ki se je povečalo iz 48 % na 75 % in iz 37 % na 74 %. Učinkovitost odstranjevanja suspendiranih snovi je bila, ne glede na zadrževalni čas, med 75 % in 85 %.

Mantovi in sod. (2002) je raziskoval delovanje dveh 75 m² velikih, s sladkornim trstom zasajenih RČN s horizontalnim podpovršinskim tokom pri čiščenju odpadkov mlečno pridelovalne dejavnosti in komunalnih odpadnih voda v gorski ruralni naselbini. Influentne vode so vsebovale 0.70 g/l suspendiranih snovi, vrednosti 1200 mg/l in 450 mg/l O₂ za KPK in BPK. Za suspendirane in organske snovi je bila ugotovljeno zmanjšanje nad 90 %, medtem ko so vrednosti za dušik in fosfor gibale okrog 50 % in 60 %. Število koliformnih bakterij in *Escherichia coli* je padlo za več kot 99 % in število fekalnih streptokokov za več kot 98 %. Nitrati, kloridi, sulfati, težke kovine, ki so sicer bili prisotni v nizkih

koncentracijah, so bili zaznani tudi v tkivu sladkornega trsta. Povprečen dotok vode na RČN je znašal 6,3 m³/dan, od tega 4,4 m³/dan od molže in čiščenja in 1,9 m³/dan komunalnih odpadnih voda. Za eno kravo molznico je bila ugotovljena poraba vode 55 l/dan. Sistem ni zadostno odstranil dušikovih in fosforjevih spojin, kar bi, predvsem pri odstranjevanju celokupnega dušika in amonija, popravila dodatna uporaba vertikalne grede z večjo dostopnostjo kisika.

Stone in sod. (2000) so analizirali uporabo RČN za čiščenje odpadnih voda vzreje prašičev. Sistem je vseboval štiri 120 m² velike, podpovršinsko/površinske grede, zasajene z različnimi makrofiti in mešalni tank, za redčenje efluenta iz anaerobne lagune, kjer se zbirajo odpadne vode iz vzrejnih prostorov. V začetni fazi delovanja, ko se je vegetacija vzpostavljala, so vstopne vrednosti za dušik znašale 3 kg/ha/dan, kasneje pa so se povešale na 8 kg/ha/dan do 25 kg/ha/dan. Ob vstopnih koncentracijah celokupnega dušika od začetnih 35 mg/l do najvišjih 250 mg/l, so bile zabeležene pripadajoče izhodne vrednosti od 2 mg/l do 74 mg/l, kar pomeni povprečno učinkovitost nad 90 % pri nižjih obremenitvah in 70 % pri visokih. Večino celokupnega dušika v influentu je predstavljal amonij, z vstopnimi koncentracijami od 30 mg/l do 220 mg/l in povprečno učinkovitostjo odstranjevanja 81 % v osemletnem obdobju delovanja. Pri odstranjevanju fosforja so bili zabeleženi slabši rezultati. Pri vstopnih vrednostih med 1 kg/ha/dan in 11 kg/ha/dan ter koncentracijah med 7 mg/l in 57 mg/l, so izstopne vrednosti znašale med 1 in 44 mg/l. Učinkovitost odstranjevanja je bila najprej visoka vendar je sčasoma in pri višjih obremenitvah dosegala od 6 % do 35 %. Za dobro odstranjevanje fosforja je pomembna primerna kvaliteta substrata.

Kovacic in sod. (2006) so ugotavljali možnosti uporabe RČN pri zmanjšanju netočkovnega kmetijskega onesnaženja v obliki padavinskega spiranja obdelovalnih površin, ki zaradi vsebovanih hranil ogroža vire pitne vode in pospešuje evtrofikacijske procese. Dve enoti RČN velikosti 0,16 ha in 0,4 ha sta bili postavljeni med jezero Bloomington (ZDA) in višje ležeče kmetijske obdelovalne površine z namenom prestrezanja površinskega odtoka (slika št. 16). Vzpostavljen je bil mešan površinski in podpovršinski drenažni sistem, ki je iz skupne površine 16 ha napajal dve enoti RČN. V 21 mesecih delovanja je RČN prejela 893 kg skupnega N in 15,8 kg skupnega P ter odstranila 37 % prvega in 53 % drugega. Pri tem je 95 % skupnega dušika predstavljal nitrat z 850 kg.



Slika 17: Zbiranje in čiščenje padavinskega odtoka kmetijskih obdelovalnih površin z RČN (Kovacic in sod., 2006)

RČN se lahko uporabijo tudi za čiščenje odpadnih voda lesno-predelovalne dejavnosti, ki nastajajo ob padavinskem izpiranju lesnega materiala, kot so skladovnice hlodov (Masbough in sod., 2005).

2.2.5.3 RČN in čiščenje izcednih deponijskih voda

RČN so v uporabi pri čiščenju izcednih voda iz različnih odlagališč odpadkov (Bulc, 2006) in so tudi sestavni člen ekoremediacijskih sanacijskih pristopov. V Kozjanskem parku in v zaščenih območjih nasploh praviloma ni večjih odlagališč, v primeru daljnosežnih vplivov ali enkratnih nevarnih izlivov, pa je z RČN mogoče varovati in obnoviti ogrožena področja.

2.2.5.4 RČN in čiščenje cestnega padavinskega odtoka

Lee in Scholz (2006) sta spremljala čiščenje cestnega padavinskega odtoka z intervalno poplavljenjo RČN z vertikalnim podpovršinskim tokom. Povprečne influentne vrednosti odpadne vode so bile za nikelj 1,04 mg/l, za baker 1,02 mg/l, za nitrat in amoniak 1,41 mg/l in 1,55 mg/l, za BPK 75 mg/l in za suspendirane snovi 595 mg/l. V dveh letih delovanja je bila dosežena povprečna učinkovitost čiščenja, in sicer 88 % in 96 % za nikelj in baker, 87 % in 94 % za amonij in nitrat ter v drugem letu delovanja 96 % za BPK.

Uporaba rastlinskega biofiltra za čiščenje padavinskega odtoka iz avtoceste je pokazala zmanjšanje BPK vrednosti, svinca, niklja in cinka. Pokazala se je sposobnost kompenzacije nihanja hidravličnih in polucijskih obremenitev ter onemogočeno spiranje sedimenta in pronicanje vode v podtalje (Bohinec, 2003).

2.2.5.5 RČN in terciarno čiščenje na obstoječih čistilnih napravah

»Terciarno čiščenje je čiščenje komunalne odpadne vode po postopku, s katerim se dosega odstranjevanje dušika in fosforja tako, da se dosegajo zahteve mejnih vrednosti parametrov iz 6. člena Uredbe o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav. Uporablja se povsod, kjer so iztočne vode po sekundarnem čiščenju neprimerne za izpust v okolje, predvsem zaradi prevelikih vsebnosti dušika in fosforja ali kateregakoli drugega parametra« (UL RS, št. 45/2007).

RČN so vsekakor uporabna tehnologija za doseganje standardov za izpust vode iz že obstoječih čistilnih naprav, prav tako pa predstavljajo zaključni polirni korak, ki omogoči ponovno uporabo očiščene vode za ustvarjanje novih habitatov, obnavljanje degradiranih območij, blaženje poplav ali suš in namakanje obdelovalnih površin. Pomembno prispevajo pri minimalizaciji vsebnosti vseh parametrov kakovosti vode (Ghermandi in sod., 2007).

Raziskava tretje stopnje čiščenja komunalnih odpadnih voda mesta Sežane z modelom RČN, prilagojenim za horizontalno in vertikalno pretakanje odpadne vode, je pokazala na primernost RČN. Učinkovito zmanjšanje BPK₅, celokupnega fosforja, neraztopljenih snovi in organskega dušika je bilo doseženo že pri velikih hidravličnih obremenitvah in krajšem zadrževalnem času (1,6 dni), medtem ko je odstranjevanje celokupnega dušika zahtevalo od 4,8 do 9,6 dni (Kukanja, 1999).

V Kozjanskem parku bi RČN, kot rešitev terciarnega čiščenja, prišle v poštev v primeru gradnje klasičnih bioloških čistilnih naprav, ki bi dosegle nezadostno odstranjevanje predvsem dušikovih in fosforjevih spojin. Pri tem bi bila verjetno smotnejša odločitev za uporabo RČN že pri sekundarnem čiščenju.

2.2.6 Drugotni vplivi RČN na okolje

2.2.6.1 RČN pri sanaciji degradiranih območij

V preteklosti je bilo mnogo okolij podvrženih dejavnostim, ki so poleg neposrednega onesnaževanja z odpadki, vplivale tudi na fizično strukturo pokrajine. Taki primeri so izsuševanje mokriščnih območij, umetne regulacije vodotokov, izsekavanje gozdnih površin, krčenje prvotnega okolja za intenzivno kmetijsko dejavnost, gradnje urbaniziranih površin in cest, zapuščena odlagališča odpadkov, zapuščeni odprti kopi in kamnolomi ...

V povezavi s komplementarnimi ekoremediacijskimi metodami se RČN zaradi posnemanja naravnih mokriščnih ekosistemov, uspešno uporabljajo pri povračanju degradiranih območij v prvotno stanje in tako večajo diverziteto okolja. Pomembna sestavina RČN je vodno okolje, ki predstavlja enega od osnovnih pogojev za življenje. S pomočjo RČN je mogoče zadržati vodo, izboljšati njeno kvaliteto in jo uporabiti za sanacijske procese. Pilotni projekt trajnostnega upravljanja voda za integralno zaščito reke Dragonje vključuje RČN kot moderno ekoremediacijsko metodo, ki skupaj z drugimi procesi vzpostavljanja prvotnega rečnega območja, omogoča udejanjenje glavnih funkcij vodnih ekosistemov – preprečevanje poplav ob padavinskih viških, visoke samočistilne sposobnosti ter ustvarjanje habitatov za raznolike rastlinske in živalske vrste (Vrhovšek, 2003).

Mitsch in Day (2004) sta ugotovila, da je za popolno in stabilno vzpostavitev ekosistema s pomočjo principov RČN potrebno večletno obdobje.

2.2.6.2 RČN ob sušnih in padavinskih obdobjih

Mokrišča so izjemno pomembna za zagotavljanje številnih dobrin in njihovo uničevanje je pripeljalo do vidnih in usodnih posledic. Najnovejše raziskave še vedno opozarjajo, da so zaradi človekovega delovanja mokrišča v svetu in na lokalni ravni ogrožena (Beltram, 2005). Uporaba RČN zaradi posnemanja mokriščnih ekosistemov tako poleg čiščenja onesnažene vode omogoča tudi druge pozitivne učinke na okolje. RČN služijo kot naravni zadrževalniki vode, ki jo ob padavinskih viških zadržijo nato pa s postopnim oddajanjem v okolico blažijo sušo. Pri visokih temperaturah z izhlapevanjem hladijo ozračje. Izток iz RČN lahko napaja bližnji vodotok, se uporabi za namakanje kmetijskih pridelovalnih površin ali pa se ga zadrži z namenom oblikovanja habitatnega bazena, ki omogoča razvoj rastlin in živali ter ima estetsko vrednost.

2.2.6.3 RČN kot možni habitati za živa bitja

RČN s posnemanjem naravnih mokriščnih ekosistemov z namenom čiščenja odpadnih voda obenem nudijo tudi življenjski prostor najrazličnejšim živim bitjem. Že po definiciji RČN vsebujejo rastlinske, živalske in mikrobne populacije vodnega okolja, ki so vpletene v procese čiščenja. Na njihovi osnovi se v okolje RČN lahko vključujejo tudi drugi organizmi, ki nimajo neposredne vloge pri čistilnih procesih. RČN nudijo hrano, vodo, zavetišče ali prebivališče najrazličnejšim vrstam.

Večje habitatne možnosti nudijo sistemi s površinskim tokom, ker so večji po površini in premorejo večjo diverziteto prostora. Vsebujejo tako vegetacijska področja z različnimi vrstami makrofitov (emergentni, plavajoči, potopljeni) kot področja proste vodne površine s področji globinskega mešanja vode. EPA (1999) navaja pomembnost razmerja med vegetacijskimi območji in odprtimi vodnimi površinami pri doseganju zelenega čiščenja in

hkratnem zagotavljanju čim boljših habitatnih pogojev. Dodatne možnosti nudijo majhni otočki s priporočenim nizkim naklonom, med 1 : 4 in 1 : 10, ki omogoča formacijo nizkoglobinskih makrofitov in lahek dostop živalim, ki jim otočki služijo za počitek, prehranjevanje ali gnezdenje. Na onesnaženo vodo prilagojene vrste organizmov se pojavljajo že v čistilnih bazenih, medtem ko bi zadržanje očiščene vode po iztoku naprave omogočilo ugodnejše življenjske razmere tudi pri podpovršinskih tipih RČN in za vse v okolju prisotne organizme.

Prisotnost nevretenčarskih vrst v RČN je pomembna za razvoj višjih organizmov. Dejavniki, ki zavirajo raznovrstnost nevretenčarjev so majhna površina sistema, nizek pH, visoke koncentracije toksinov in odsotnost raznolikih habitatov. Ugodnejše razmere se v sistemih RČN tako oblikujejo v gredah bližje iztoku in v področjih odprte in globoke vode (Batty in sod., 2005).

EPA (2000) v povezavi z RČN omenja prisotnost naslednjih živali: praživali, žuželke, pajki, raki, na onesnaženo vodo in nizke globine prilagojene ribe, mehkužci, dvoživke, plazilci, ptiči in sesalci, npr. miši, zajci, bobri. Večja prisotnost živali lahko zahteva več pregledovanja, vzdrževanja RČN in lahko tudi vpliva na učinkovitost čiščenja.

V primeru, ko je primarna funkcija RČN omogočanje habitatnega potenciala ob hkratnem čiščenju manj obremenjenih voda, je mogoče temu primerno tudi projektirati RČN. Poleg uporabe že omenjenih različnih globin in otočkov pomembno pripomore prisotnost tistih rastlin, ki tvorijo užitne plodove ali tkiva in nudijo prostor za naselitev ali počitek živali. Različne vrste makrofitov kažejo različno invazivnost in tako posledično vplivajo na raznovrstnost v RČN.

Večletno spremljanje razvoja dveh, po 1 ha velikih, RČN, in sicer ene z začetno nasaditvijo trinajstih močvirskih makrofitov in druge nevegetirane, je nakazalo določene značilnosti. Po dveh letih je število makrofitov v prvi gredi konvergiralo in prišlo je do dominance vrste iz rodu *Scirpus*, ki se je razrasla tudi v nevegetirani gredi. Po šestih letih je bila zabeležena divergenca: v prvi gredi enakovredna vzpostavitev večjega števila makrofitov, v drugi pa je prišlo do nastanka monokulture makrofita *Typha sp.* Potrdila se je teza, ki večji produktivnosti sistema pripisuje manjšo raznovrstnost. V prvi gredi je bila po šestih letih zabeležena skoraj 50% nižja primarna produkcija nadzemnih delov rastlin kot v drugi monokulturni gredi. Posledica je prehajanje svetlobe globlje v vodni stolpec kar poveča število alg in količino raztopljenega kisika v vodi. Take razmere so ugodnejše za razvoj rib (*Lepomis sp.*), medtem ko je bila v monokulturni gredi z večjo biomaso makrofitov zabeležena večja prisotnost dvoživk (*Rana sp.*) in kač (*Nerodia sp.*). S tem je bil ugotovljen vpliv začetne nasaditve rastlin na razmere in vrstno strukturo v RČN tako rastlin kot živali (Mitsch in Day, 2004).

Boers in sod. (2007) so potrdili vpliv RČN pri večanju raznovrstnosti rastlinskih vrst v urbaniziranih območjih. Vendar pa je za čim večji učinek treba zagotoviti določene pogoje, kot sta primeren hidrološki režim in kontrola invazivnih makrofitov.

2.2.7 Pogoji in zahteve pri uporabi RČN

2.2.7.1 Projektiranje RČN

Projektiranje je zelo pomemben del procesa izgradnje učinkovito in primerno delujoče RČN. Na podlagi najrazličnejših podatkov o namenu uporabe, vrstah odpadnih voda, lege v prostoru... je potrebno skrbno načrtovanje primerne tipa RČN, ki bo upravičil svojo uporabo. Pomembni parametri delovanja RČN so vrste substrata in makrofitov, oblikovanost, število, velikost in vrste posameznih gred sistema (odvisno od količine in koncentracije polutantov ter oblikovanosti prostora), zadrževalni hidravlični čas, hidravlična obremenitev, vrste pomožnih nanašalnih elementov in predčistilnih postopkov. Pogoj za doseganje zastavljenih ciljev z uporabo RČN je torej celostno obravnavanje vsakega primera posebej.

2.2.7.2 Pomožne čistilne enote

RČN so najprimernejše za sekundarno in terciarno čiščenje odpadnih voda. Prevelike količine in koncentracije suspendiranih snovi, organskih snovi in hranil lahko povzročajo mašenje sistema, odmiranje rastlin in manjšanje mikrobne diverzitete in posledično nezadostno učinkovitost čiščenja. Zato se uporablja dodatne čistilne enote kot so anaerobne ali aerobne lagune, usedalniki, sedimentacijski bazeni, septični tanki, ki služijo zbiranju, shranjevanju in primarnemu zmanjšanju polutantov.

Pri čiščenju komunalnih odpadnih voda z vertikalnim tipom RČN se za predčiščenje priporoča uporaba septičnih oziroma sedimentacijskih tankov, ki preprečujejo zamašitev nanašalnih cevi in substrata. Za enodružinske objekte do 5 PE je potreben volumen 2 m³, medtem ko je pri večjih količinah volumen temu primerno večji. Pri dvodelnih tankih naj bi volumen prvega dela znašal 70-90 % skupnega volumna in pri trodelnih 50-70 % ob enakem razmerju preostalih dveh delov. Priporoča se enkrat mesečno praznjenje usedline septičnega tanka (Brix in Arias, 2005).

Fakultativni sedimentacijski bazeni so primerni za kmetijske odpadne vode, služijo združitvi in zbiranju različnih virov onesnaženja neke dejavnosti, njihovi homogenizaciji v stabilno odpadno vodo z znižanimi suspendiranimi snovmi, organskimi snovmi, hranili in bakterijami. Temeljijo na aerobni razgradnji v površinskih plasteh, kjer potekata fotosinteza alg in površinska aeracija, in na anaerobnih reakcijah v spodnjih plasteh, ki sproščajo CO₂, potreben za rast alg. Pomembna lastnost je tudi zagotavljanje konstantnih koncentracij in količin influenta na RČN (Weil, 1999).

Iz podatkov preglednice št. 5 je razviden pomen in učinkovitost predčistilnih struktur. Prihaja do velikega zmanjšanja večine parametrov onesnaženja vendar pa kvaliteta efluenta nikakor ne zadošča pogojem za izpust v okolje in potrebuje dodatno čiščenje.

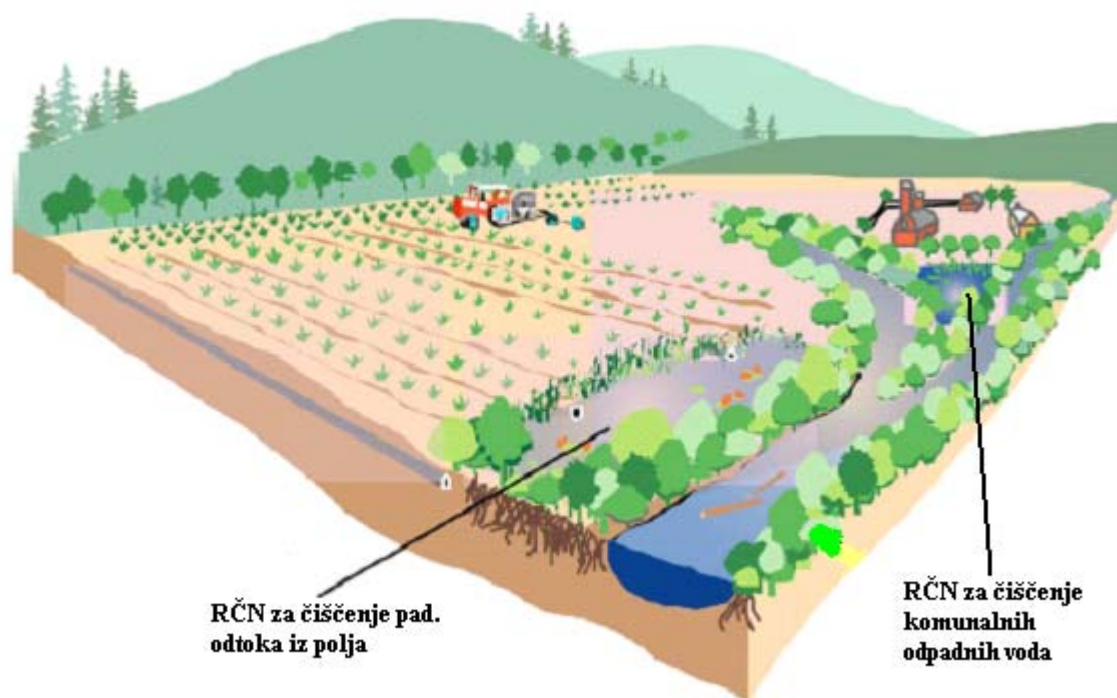
Preglednica 5: Podatki o influentnih in efluentnih vrednostih za 32 anaerobnih in 3 aerobne predčistilne tanke (Luederitz in sod., 2001)

		Anaerobni tanki		Aerobni tanki	
	Influent (mg/l)	Efluent (mg/l)	Učink. (%)	Efluent (mg/l)	Učink. (%)
KPK	890	440,5	51,5	280,9	68,4
BPK	585	197,5	66,2	142,5	75,6
NH ₄ -N	57	80,4		53,5	
Cel-N	103	94,5	8,2	72,5	22,6
Cel-P	22	18,5	15,9	14,3	35,9

2.2.7.3 Lokacija

Primerna lokacija je pomemben dejavnik uspešne uporabe RČN. Prvi pogoj je lega RČN nižje od vira onesnaženja, kar omogoča izkoriščanje gravitacije pri pretakanju ter zato lažje prestrežanje in nanašanje odpadne vode. Nemogoče ali zelo neekonomično bi bilo prečrpavanje odpadne vode na višje ležečo napravo. Pri čiščenju odtokov iz kmetijskih ali cestnih površin je treba umestiti RČN med vir onesnaženja in območje, ki ga želimo zaščititi (sl. 18).

Na drugi strani pa je možno, ob upoštevanju navedenih pogojev, RČN postaviti na katerokoli lokacijo. Ni potrebna prisotnost kanalizacijskega sistema ali vira elektrike, to pa omogoča čiščenje na mestu samem in tako najmanjšo možnost ogrožanja okolja. Izognemo se tudi stroškom, povezanim z morebitnim shranjevanjem in prevozom odpadkov.



Slika 18: Prikaz primerne lokacije RČN za prestrezanje in odstranjevanje površinskega odtoka kmetijskih obdelovalnih površin ter komunalnih odpadnih voda stanovanjskega objekta (Mitsch in Day, 2004)

2.2.7.4 Prostor

Prostor je eden glavnih omejujočih dejavnikov uporabe RČN. Za učinkovito delovanje potrebujejo, v primerjavi z ostalimi tehnologijami čiščenja, veliko prostora. Brix in Arias (2005) za čiščenje komunalnih odpadnih voda predlagata površino $3,2 \text{ m}^2/\text{PE}$ pri globini 1 m. Obsežnejše površine zahteva čiščenje odpadnih voda kmetijskih in prehranjevalno-predelovalnih dejavnosti, kjer nastajajo visoke koncentracije in količine polutantov. Območja, kjer je prostor drag ali ga primanjkuje, torej niso najprimernejša za uporabo RČN.

2.2.7.5 Ekonomski vidik

Velikokrat se v povezavi z RČN omenja ekonomičnost uporabe v smislu nizkih stroškov tako postavitve kot obratovanja in vzdrževanja naprave, seveda ob ustreznem čiščenju. To je seveda presplošna trditev, ki potrebuje natančnejšo obravnavo.

Po odločitvi za uporabo RČN pri čiščenju konkretnega onesnaženja je najprej potrebna analiza polutantov skupaj s projektiranjem oziroma s strokovno določitvijo parametrov sistema, kar je ključno za uspešno delovanje in doseganje zelenih rezultatov.

Sledi konstrukcija oziroma postavitev RČN in po potrebi dodatnih predčistilnih enot, lovilcev, usmerjevalcev ter zbiralnikov odpadne vode, ki so včasih nujen del čistilne verige. Glavne stroškovne postavke pri postavitvi RČN so tako zemljišče, priprava gred (analiza prostora, očiščenje, izkop in oblikovanje gred), neprepustna podlaga, različni substrati, rastline, vhodne, izhodne, nanašalne cevi in po potrebi črpalne naprave.

Obratovalni stroški so povezani z vsakdanjim delovanjem in predstavljajo porabo električne energije sistemov s črpalkami za ustrezno pretakanje odpadne vode. Ko naprava deluje je treba na različna časovna obdobja izvajati tudi vzdrževalna dela, od regulacije vodnih nivojev, razmnoževanja in odstranjevanja rastlinja do monitoringa iztoka iz RČN. Po večletnem obratovanju naprave in ugotovljeni zmanjšani učinkovitosti čiščenja je včasih treba zamenjati tudi substrat.

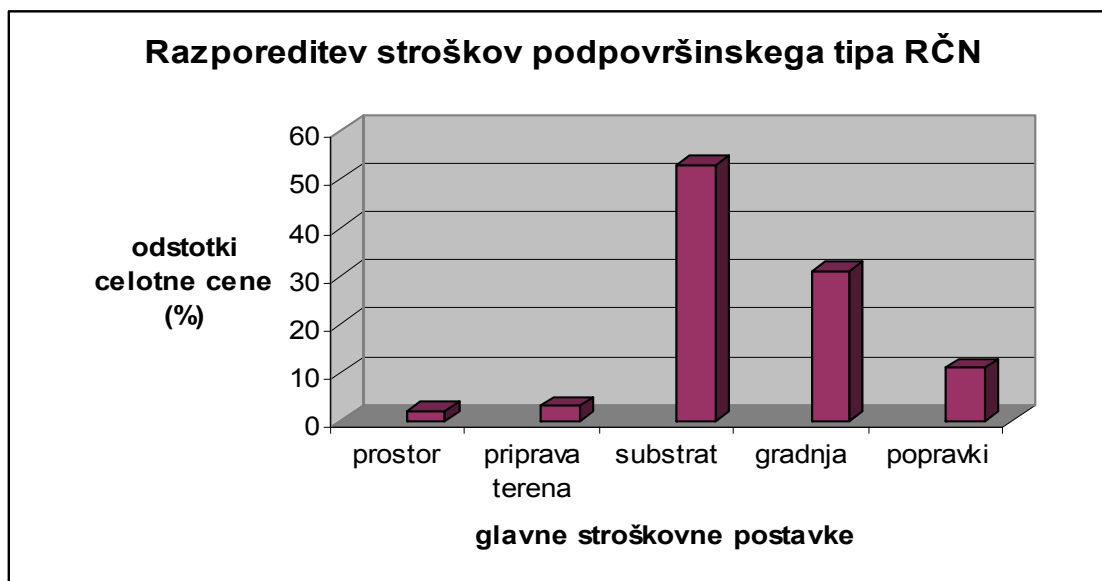
Rousseau in sod. (2004) navajajo podatke o povprečnih investicijskih stroških različnih tipov RČN v belgijski Flandriji, in sicer za površinski tip RČN 392 €/PE, za vertikalne podpovršinske tipe 507 €/PE, za horizontalne podpovršinske tipe 1258 €/PE, za hibridne podpovršinske tipe 919 €/PE in za terciarno uporabo RČN 1645 €/PE.

Ameriška okoljevarstvena agencija (EPA, 2000) je raziskovala stroške vzpostavitve devetih različnih sistemov RČN in podala približne ocene finančnih vložkov. Primerjava cene postavitve 4645 m² velikih RČN, s površinskim in podpovršinskim tokom, je pokazala, da je za prvo potrebnih približno \$70.000 in za drugo približno \$120.000. Pri tem cena zemljišča ni vključena. Reed (1993) podaja povprečno oceno stroškov izgradnje RČN, in sicer za površinski tip \$50.000/ha ter za podpovršinski tip \$200.000/ha. Kljub temu pa je ugotovljena cena čiščenja odpadne vode za podpovršinski tip \$163/m³ in za površinski tip \$206/m³, kar je posledica večje sposobnosti nižanja BPK₅ vrednosti odpadne vode podpovršinskih tipov. Avtor ugotavlja, da je potrebna za 70 % večja površina površinskih tipov za doseganje istega znižanja BPK₅ vrednosti, kot pri podpovršinskih tipih RČN.

Glavna razlika v ceni obeh tipov RČN gre na račun substrata, ki je predstavljal 40 % celotne cene RČN s podpovršinskim tokom. Napravljena je bila tudi analiza štirih sistemov s površinskim in petih s podpovršinskim tokom, ki je prav tako pokazala cenovno prednost površinskih sistemov in nižanje cene/m² z večanjem skupne površine sistema (EPA, 2000). Reed (1993) navaja primera, kjer potreben substrat za RČN s podpovršinskim tipom predstavlja 53 % in 40 % celotnih stroškov gradnje naprave.

Preglednica 6: Stroškovni podatki izgradnje devetih analiziranih RČN (EPA, 2000)

Lokacija	Površina (ha)	Stroški postavitve (\$)	Stroški (\$/m ²)
Površinski tip RČN			
Arcata, CA (1986)	3,0	225.000	7,43
Gustine, CA (1987)	9,8	882.000	9,04
Ouray, CO (1993)	0,9	108.500	12,16
W.J.C., MS (1997)	20,2	700.000	3,44
podpovršinski tip RČN			
Carville, LA (1986)	0,3	100.000	38,64
Mandeville, LA (1990)	2,3	590.000	26,05
Mesquite, NV (1991)	1,9	515.000	27,13
Sorrento, LA (1991)	0,07	75.000	103,44
Ten stones, VT (1997)	0,04	40.000	84,66



Slika 19: Razporeditev stroškov postavitve RČN s podpovršinskim tipom (Reed, 1993)

Blais in Weil (1999) sta primerjala stroške uporabe hibridne RČN skupaj s predčistilnimi enotami z alternativnim škropljenjem razredčenih odpadnih voda po pokrajini pri odstranjevanju celotnih odpadkov mlečno-pridelovalne dejavnosti. Stroški postavitve 8700 m² velikega čistilnega sistema, podani za leto 1997 v kanadskih dolarjih, so znašali \$54.090, brez cene prostora, ki je že bil v lasti naročnika. Znesek vključuje stroške projektiranja sistema, nadzora postavitve in začetnega spremljanja delovanja, kar je predstavljalo 25 % skupne cene postavitve, ter stroške uporabljenih materialov in dela

izgradnje, skupaj s potrebnimi popravki po začetku obratovanja. Naslednji korak je predstavljal določitev letnega stroška v tridesetletnem obdobju, kolikor je bila predpostavljena življenjska doba RČN. Tu so bile upoštevane najrazličnejše postavke, od stroškov financiranja, izgradnje, obratovanja, vzdrževanja in kompenzacije za nezmožnost uporabe zemljišča za drugo dejavnost. Ugotovljena cena je bila \$5.220/leto.

Alternativa sistemu RČN je tradicionalno površinsko škropljenje odpadnih voda, v tem primeru je ocenjena količina znašala 3500 m³/leto. Analiza stroškov, ki je vsebovala shranjevalne enote in izvajanje škropljenja s pooblaščenim izvajalcem, je podala ceno \$7.506/leto.

Rezultati torej kažejo, da je cenovno ugodnejša uporaba RČN, in sicer za \$2.286/leto. Stroški uporabe škropljenja bi se že po sedmih letih izenačili z začetnimi investicijskimi stroški RČN.

Podatki o kakovosti čiščenja omenjene RČN dosegajo zahtevano učinkovitost in so predstavljeni v poglavju RČN in čiščenje kmetijskih odpadnih voda na 39. strani.

Celoten strošek, povezan z uporabo RČN za čiščenje odpadnih voda, je odvisen od mnogih dejavnikov in zato zelo variabilen. Potrebna je individualna obravnava vsakega primera posebej, ki pokaže prednosti in pomanjkljivosti. Če je naročnik RČN lastnik zemljišča, kjer bo naprava postavljena ali ima na svojem prostoru vir substrata, potem omenjena stroška odpadeta. Če je zemljišče obsežno in neizrabljeno, substrat pa nedosegljiv ali drag, je racionalnejša uporaba površinskega tipa RČN. Prav tako oblikovanost prostora, kjer bo postavljena RČN, pogojuje uporabo črpalnih naprav in posledično porabo električne energije.

Ocena skupne porabe materiala in energije treh načinov obdelave odpadnih voda treh naselij je pokazala prednost pol-centraliziranih RČN v primerjavi s centralnimi mehničnim biološkim čistilnim sistemom in odstranjevanjem odpadkov preko kanalizacije do 20 km oddaljene večje centralne naprave. Pri delovanju RČN je bila ugotovljena 83 % manjša poraba energije kot pri centralnih tehničnih sistemih in 76 % manjša kot pri odvajanju odpadkov na 20 km oddaljeno napravo. Pri vnosu potrebnih materialov sta pripadajoči vrednosti 76 % in 63 % v prid RČN. Obenem pa so stroški postavitve treh sistemov približno enaki, pri tem je sama izgradnja centralne naprave cenejša od izgradnje RČN vendar prva potrebuje tudi kanalizacijsko omrežje (Luederitz in sod., 2001).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL

3.1.1. Rastlinske čistilne naprave

RČN so ena izmed ekoremediacijskih tehnologij varovanja, ohranjanja in obnavljanja okolja, ki primarno služi čiščenju širokega spektra odpadnih voda, hkrati pa na različne načine blagodejno vpliva na okoliški prostor. V poglavju Pregled objav so zbrani podatki o lastnostih in uspešnosti uporabe RČN predstavljali osnovo za primerjavo z naravovarstvenimi določili in obstoječimi viri onesnaženja.

3.1.2. Zavarovano območje Kozjanski regijski park

Kozjanski park nam je služil kot primer celovitega zaščenega območja s pripadajočimi zakonskimi zahtevami zavarovanega območja, območij Natura 2000 in ekološko pomembnih območij. Za pregleden vir slednjih smo izbrali Osnutek načrta o upravljanju za zavarovano območje Kozjanski regijski park. Omenjeno območje smo izbrali tudi za analizo obstoječega stanja in virov onesnaževanja, na podlagi katerega lahko sklepamo tudi o stanju podobnih zaščenih območij.

3.1.3 Naravovarstvena zakonodaja v Sloveniji

Naravovarstvena zakonodaja v zadnjih letih vedno bolj pridobiva na obsegu in pomenu, kar se kaže v številu najrazličnejših varstvenih kategorij, zakonov, predpisov in smernic varovanja naravnega okolja. Za namen ugotavljanja možnosti uporabe RČN pri uresničevanju omenjenih zahtev smo uporabili pregled varstvenih ciljev in razvojnih smernic sedmih krovnih naravovarstvenih zakonov, in sicer Zakona o varstvu okolja, Zakona o ohranjanju narave, Nacionalnega programa varstva okolja (NPVO), Resolucije NPVO, Zakona o vodah, Vodne in Nitratne direktive.

Prav tako smo uporabili nekatere specifične zahteve, in sicer o mejnih vrednostih parametrov odpadne vode, ki se odvaja iz komunalne čistilne naprave in mejnih vrednostih parametrov odpadne vode na iztoku male komunalne čistilne naprave.

3.2 METODE DELA

3.2.1 Pregled in analiza nacionalnih naravovarstvenih zahtev, vsebine načrta upravljanja, virov onesnaženja in stanja okolja Kozjanskega regijskega parka in tehnologije RČN

Na podlagi obstoječih nacionalnih naravovarstvenih dokumentov, vsebine načrta upravljanja, podatkov o stanju okolja in virih onesnaženja Kozjanskega regijskega parka ter uspešnosti in lastnosti uporabe RČN smo s konceptualno analizo sekundarnih virov, ki so obsegali razpoložljive knjige, članke, poročila raziskovanj, besedila zakonov, podzakonskih aktov in drugih uradnih dokumentov, predstavili omenjene sklope. Zbrane informacije so nam služile kot osnova za opredelitev raziskovalnega problema, hipotez, ciljev ter izhodišče raziskave in vrednotenje spoznanj raziskovanja.

3.2.2 Ugotavljanje skladnosti splošnih ciljev, specifičnih zahtev in razvojnih usmeritev naravovarstvene zakonodaje z lastnostmi uporabe RČN

V okviru kvalitativno primerjalnega raziskovanja smo z deskriptivno metodo opravili kritično primerjavo sekundarnih virov, na podlagi katere smo nato podali oceno skladnosti. Zbrane zahteve sedmih krovnih naravovarstvenih dokumentov, in sicer Zakona o varstvu okolja, Zakona o ohranjanju narave, Nacionalnega programa varstva okolja (NPVO), Resolucije NPVO, Zakona o vodah, Vodne in Nitratne direktive predstavljene v dveh kategorijah varstveni cilji in razvojne usmeritve smo primerjali z lastnostmi RČN, opisanimi v prejšnjih poglavjih raziskave. Za vsak varstveni cilj smo podali oceno skladnosti z RČN, in sicer na podlagi kriterija ali uporaba RČN vpliva na celotno oziroma delno uresničitev posameznega cilja ali pa na uresničitev cilja nima vpliva. Oceno skladnih in delno skladnih ciljev smo tudi obrazložili, pri tem pa upoštevali, da uresničevanje ciljev ne pomeni, da je možno samo z uporabo RČN zadostiti cilju, ampak ali uporaba RČN prispeva k uresničevanju celotne vsebine posameznega cilja, delne vsebine posameznega cilja oziroma z vsebino cilja ni povezana. Za lažjo identifikacijo možnosti uporabe RČN smo omenjene varstvene cilje in njihovo skladnost z RČN prikazali tako v sklopu posameznega naravovarstvenega dokumenta kot po vsebinskih sklopih varstvenih ciljev. Na podlagi nekaterih specifičnih naravovarstvenih zahtev in ugotovljenih čistilnih sposobnosti RČN, smo preverjali uspešnost čistilnih zmoglosti RČN tudi pri doseganju predpisanih mejnih vrednosti za izpust iz čistilnih naprav.

3.2.3 Ugotavljanje skladnosti določil načrtov o upravljanju in virov onesnaženja zaščitene območij z lastnostmi uporabe RČN na primeru Kozjanskega regijskega parka

Z raziskovalno tehniko študija primera smo za Kozjanski regijski park ugotavljali skladnost posameznih določil Osnutka načrta o upravljanju za zavarovano območje Kozjanski regijski park z lastnostmi uporabe RČN. Pri tem smo upoštevali poslanstvo parka, varstvene in razvojne cilje ter cilje predstavitve in obiska. Za vsako določilo smo ugotavljali skladnost z lastnostmi uporabe RČN, in sicer ali obstaja popolna oziroma delna skladnost ali pa ne obstaja. Stopnjo skladnosti smo določili na podlagi ugotovitve ali je z uporabo RČN možno uresničiti celotno ali delno vsebino posameznega določila oziroma je vsebina določila nepovezana z uporabo RČN.

Z uporabo deskriptivno primerjalne metode kritične analize sekundarnih virov smo na podlagi obstoječih statistik in podatkov analizirali tudi glavne vire onesnaženja Kozjanskega parka, jih primerjali s podatki o čistilnih sposobnostih RČN in ugotavljali, ali so slednje učinkovita tehnologija odstranjevanja ugotovljenega onesnaženja. Učinkovitost RČN smo izrazili s tremi oznakami: da, delno in ne, pri čemer da pomeni sposobnost čiščenja, ne pomeni nesposobnost čiščenja in oznaka delno pomeni, da sposobnost čiščenja obstaja, vendar je lahko nezadostna.

3.2.4 Dopolnjevanje naravovarstvene zakonodaje

Ob potrditvi RČN kot primerne tehnologije pri uresničevanju splošnih naravovarstvenih zahtev in upravljanju zaščitene območij smo predlagali opisne, iz raziskave izhajajoče dopolnitve k naravovarstvenim dokumentom.

S ciljem vpeljevanja modernih in večnamenskih pristopov reševanja problema varovanja okolja smo na določenih mestih vsebinsko dopolnili dva naravovarstvena dokumenta, in sicer Uredbo o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000) in Program upravljanja območij Natura 2000 – Operativni program 2007–2013. Dopolnitve smo predlagali z namenom sistematizacije uporabe, ki omogoča doseganje čim večjih učinkov RČN in drugih ekoremediacijskih tehnologij, in jih predstavili v prilogi raziskovalne naloge.

4 REZULTATI

4.1 SKLADNOST NARAVOVARSTVENIH DOKUMENTOV Z LASTNOSTMI RČN

4.1.1 SPLOŠNI NARAVOVARSTVENI DOKUMENTI

ZAKON O VARSTVU OKOLJA (Uradni list RS, št. 39/2006)

Leta 1993 je bil sprejet Zakon o varstvu okolja, ki predstavlja krovni naravovarstveni dokument. Krovnost tega sistema se odraža v tem, da zakon ureja poleg varstva človekovega okolja pred onesnaževanjem vseh vrst tudi trajnostno rabo in varstvo naravnih dobrin, kamor sodijo tudi naravne vrednote in biotska raznovrstnost. S tem je bil načrtan tudi okvir za sistemsko ureditev področja varstva narave, ki je bil postavljen z Zakonom o ohranjanju narave (1999) in s podzakonskimi akti, ki so izdani na njegovi podlagi oziroma temeljijo na njem.

Preglednica 7: Ugotavljanje skladnosti varstvenih ciljev in razvojnih smernic Zakona o varstvu okolja z lastnostmi RČN

ZAKON O VARSTVU OKOLJA	Skladnost z RČN		
	Da	Delno	Ne
Varstveni cilji (2. člen, ZVO)			
1 - preprečitev in zmanjšanje obremenjevanja okolja	X		
2 - ohranjanje in izboljševanje kakovosti okolja	X		
3 - trajnostna raba naravnih virov		X	
4 - zmanjšanje rabe energije in večja uporaba obnovljivih virov energije		X	
5 - odpravljanje posledic obremenjevanja okolja, izboljšanje porušenega naravnega ravnovesja in ponovno vzpostavljanje njegovih regeneracijskih sposobnosti	X		
6 - povečevanje snovne učinkovitosti proizvodnje in potrošnje		X	
7 - opuščanje in nadomeščanje uporabe nevarnih snovi			X
Razvojne usmeritve (2. člen, ZVO)			
8 - spodbuja se proizvodnjo in potrošnjo, ki prispeva k zmanjšanju obremenjevanja okolja			X
9 - spodbuja se razvoj in uporabo tehnologij, ki preprečujejo, odpravljajo ali zmanjšujejo obremenjevanje okolja	X		
10 - plačuje se onesnaževanje in raba naravnih virov		X	

Preglednica 8: Obrazložitev skladnosti varstvenih ciljev in usmeritev Zakona o varstvu okolja z lastnostmi RČN

Varstveni cilji ZVO	Obrazložitev skladnosti z RČN
1 – DA	RČN so uspešne pri čiščenju različnih odpadnih voda
2 – DA	RČN z odstranjevanjem polutantov ohranjajo prvotno stanje okolja, z zadrževanjem vode in nudenjem habitatov pa izboljšujejo kakovost okolja
3 – DELNO	RČN neposredno omogočajo trajnostno rabo nekaterih naravnih virov – predvsem vodnih, preko ohranjanja in obnavljanja okolja pa tudi trajnostno rabo narave kot celote
4 – DELNO	RČN za delovanje potrebujejo malo ali nič električne energije, prirasla rastlinska biomasa predstavlja energetski potencial
5 – DA	Zaradi posnemanja naravne zgradbe in procesov pri delovanju, RČN omogočajo pogoje za vzpostavitev naravnih ravnovesij in regeneracijskih sposobnosti okolja
6 – DELNO	RČN nimajo vpliva na proizvodnjo, z zadrževanjem vode pa omogočajo učinkovitejšo potrošnjo slednje
Razvojne usmeritve ZVO	
9 – DA	RČN so sonaravna tehnologija, ki preprečuje, odpravlja in zmanjšuje obremenjevanje okolja
10 – DELNO	RČN pod določenimi pogoji lahko onesnaževalcem nudijo cenovno ugodnejšo rešitev od plačevanja za obremenjevanje in rabo naravnih virov

ZAKON O OHRANJANJU NARAVE (Uradni list RS, št. 96/2004)

Preglednica 9: Ugotavljanje skladnosti splošnih varstvenih usmeritev Zakona o ohranjanju narave z lastnostmi RČN

ZAKON O OHRANJANJU NARAVE	Skladnost z RČN		
Splošne varstvene usmeritve	Da	Delno	Ne
1 - Zakon določa ukrepe ohranjanja biotske raznovrstnosti in sistem varstva naravnih vrednot z namenom prispevati k ohranjanju narave. Ukrepi ohranjanja biotske raznovrstnosti so ukrepi, s katerimi se ureja varstvo prosto živečih rastlinskih in živalskih vrst vključno z njihovim genskim materialom in habitatih ter ekosistemi, in omogoča trajnostno rabo sestavin biotske raznovrstnosti ter zagotavlja ohranjanje naravnega ravnovesja (1. člen)	X		
2 - Biotska raznovrstnost se v naravi ohranja z ohranjanjem naravnega ravnovesja (2. člen)	X		
3 – S sistemom varstva naravnih vrednot se zagotavljajo pogoji za ohranitev lastnosti naravnih vrednot oziroma naravnih procesov, ki te lastnosti vzpostavljajo oziroma ohranjajo, ter pogoji za ponovno vzpostavitev naravnih vrednot (4. člen)	X		

Preglednica 10: Obrazložitev skladnosti varstvenih usmeritev Zakona o ohranjanju narave z lastnostmi RČN

Varstvene usmeritve ZON	Obrazložitev skladnosti z RČN
1 – DA	RČN z odstranjevanjem onesnaženja neposredno ščitijo obstoječe ekosisteme in biotsko raznolikost, posredno pa s svojo sonaravno zgradbo ustvarjajo dodatne habitate za različne organizme
2 – DA	RČN s čistilnimi zmoglostmi preprečujejo vnos polutantov v okolje in tako ohranjajo naravno ravnovesje
3 – DA	RČN so s čistilnimi sposobnostmi in sonaravno zgradbo eden od načinov zagotavljanja pogojev za ohranitev lastnosti naravnih vrednot oziroma naravnih procesov ter pogojev za ponovno vzpostavitev naravnih vrednot

NACIONALNI PROGRAM VARSTVA OKOLJA / NPVO

Na podlagi 47. člena Zakona o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 32/93 in 1/96) ter na podlagi 168. člena poslovnika Državnega zbora (Uradni list RS, št. 40/93, 80/94, 28/96 in 26/97) je Državni zbor leta 1999 sprejel Nacionalni program varstva okolja (v nadaljnjem besedilu: NPVO). Gre za osnovni strateški dokument na področju varstva okolja, katerega cilj je splošno izboljšanje okolja in kakovosti življenja ter varstvo naravnih virov. V ta namen program določa cilje na posameznih področjih za določena časovna obdobja in prednostne naloge ter ukrepe za doseg teh ciljev. NPVO je pripravljen na podlagi Zakona o varstvu okolja in je skladen z okoljskim programom Evropske skupnosti, ki obravnava ključne okoljske cilje in prednostne naloge, ki zahtevajo vodenje s strani skupnosti. NPVO tako izpolnjevanje obveznosti prenosa pravnega reda EU v slovenski pravni red, po drugi strani pa operacionalizacijo ciljev in ukrepov določenih v skupnih dokumentih Evropske skupnosti (Resolucija..., 2005).

Preglednica 11: Ugotavljanje skladnosti varstvenih ciljev Nacionalnega programa varstva okolja z lastnostmi RČN

NACIONALNI PROGRAM VARSTVA OKOLJA		Skladnost z RČN		
Varstveni cilji		Da	Delno	Ne
VODNO OKOLJE				
1 - Zmanjšanje emisij iz točkovnih virov – odpadne vode iz industrije, živinorejskih farm in komunalne odpadne vode	X			
2 - Zmanjšanje emisij iz razpršenih virov – intenzivno kmetijstvo, razpršena poselitev brez urejenega čiščenja odpadnih voda, promet	X			
3 - Sanacija starih bremen, ki ogrožajo vodno okolje			X	
4 - Sanacija in preprečitev neustreznih posegov v vodno okolje			X	
RAVNANJE Z ODPADKI				
5 - Zmanjšanje nastajanja in nevarnostnega potenciala odpadkov pri izvoru	X			
6 - Povečanje snovne in energetske izrabe odpadkov ter zmanjševanje emisij toplogrednih plinov			X	
7 - Vzpostavitev učinkovitega sistema ravnanja z odpadki			X	
8 - Postopna odprava starih bremen			X	
BIOTSKA RAZNOVRSTNOST IN GENSKI VIRI				
9 - Preprečevanje zmanjševanja biotske raznovrstnosti na ravni ekosistemov (in habitatnih tipov), vrst (in habitatov) ter genomov (in genov)	X			
10 - Preprečevanje nadaljnjega ogrožanja naravnega ravnovesja zaradi neustreznega izkoriščanja rastlinskih in živalskih vrst				X
TLA IN GOZD				
11 - Omejevanje kemičnega onesnaževanja tal in izvedba nujnih sanacij			X	
12 - Omejevanje fizikalne degradacije tal (zbitost, erozijo...)			X	
13 - Omejevanje nadaljnje degradacije gozdnih tal			X	
ZRAK				
14 - Zmanjševanje onesnaževanja zraka iz industrijskih virov				X
15 - Zmanjšanje emisij iz termoelektrarn				X
16 - Obvladovanje onesnaževanja zraka zaradi prometa				X
17 - Zmanjševanje emisij iz individualnih in skupinskih (kotlovnice) kurišč v naseljih				X
18 - Zmanjševanje vzrokov za pojav fotokemijskega smoga in troposferskega ozona				X
19 - Odprava uporabe CFC				X
20 - Zmanjšanje emisij toplogrednih plinov (Kioto)				X
21 - Obvladovanje problemov onesnaževanja zraka na velike razdalje				X

22 - Zmanjšanje hrupa zaradi cestnega prometa			X
---	--	--	---

Preglednica 12: Obrazložitev skladnosti varstvenih ciljev Nacionalnega programa varstva okolja z lastnostmi RČN

Varstveni NPVO	cilji	Obrazložitev skladnosti z RČN
1 – DA		RČN so ob primernem načrtovanju sposobne čiščenja komunalnih, kmetijskih in industrijskih odpadnih voda
2 – DA		RČN so zaradi prostorske prilagodljivosti in možnosti čiščenja na mestu nastanka onesnaženja primerne za odstranjevanje tako netočkovnih virov kot virov onesnaženja razpršene poselitve
3 – DELNO		RČN skupaj z drugimi ekoremediacijskimi metodami omogočajo sanacijo starih bremen npr. odlagališč odpadkov
4 – DELNO		Z uporabo RČN je mogoče povrniti neustrezne posege v vodna okolja npr. večanje zadrževalnih sposobnosti vode pri kanaliziranih vodotokih
5- DA		Zaradi prilagajanja prostoru in delovanja brez električne energije je RČN možno uporabiti na mestu nastanka odpadkov
6 – DELNO		RČN preko ponovne uporabe očiščene vode in ob tem nastale rastlinske biomase za energijo ali hrano organizmom, omogočajo snovno in energetsko izrabo odpadkov
7 – DELNO		RČN so s čistilnimi sposobnostmi in sonaravnimi lastnostmi eden izmed osnovnih elementov sistemov za doseganje učinkovitega ravnanja z odpadki
8 – DELNO		RČN skupaj z drugimi ekoremediacijskimi metodami uspešno odstranjujejo onesnaževanje starih bremen (odlagališča odpadkov)
9 – DA		RČN z možnostjo čiščenja najrazličnejših odpadnih voda na mestu nastanka lahko neposredno ščitijo biotsko raznovrstnost, tako ekosistemov kot posameznih vrst
11 – DELNO		Z RČN je mogoče čistiti in sanirati nekatera kemična obremenjevanja
12 – DELNO		Prek primerne umestitve v prostor RČN zadržujejo vodo in onemogočajo erozijske procese
13 – DELNO		RČN s prestrezanjem in odstranjevanjem polutantov ter nudenjem habitatov in zadrževanjem vode ščitijo gozdne površine pred degradacijo

RESOLUCIJA NPVO 2005–2012

Resolucija NPVO vsebuje številne programe iz celotnega spektra kvalitete okolja, mi pa smo izbrali tri sklope: biotsko raznovrstnost, varstvo naravnih vrednot in upravljanje z vodami.

I. OHRANJANJE BIOTSKE RAZNOVRSTNOSTI

Strategija ohranjanja biotske raznovrstnosti

S sklepom dne 20.12.2001 jo je sprejela Vlada RS in za obdobje 2002-2012 določa sklop specifičnih ciljev in usmeritev za usklajeno izvajanje ukrepov, ki prispevajo k doseganju treh glavnih ciljev Konvencije o biološki raznovrstnosti.

Preglednica 13: Ugotavljanje skladnosti glavnih ciljev Strategije ohranjanja biotske raznovrstnosti z lastnostmi RČN

Strategija ohranjanja biotske raznovrstnosti	Skladnost z RČN		
	Da	Delno	Ne
1 - ohranjanje biotske raznovrstnosti	X		
2 - trajnostna raba njenih sestavin			X
3 - poštena in pravična delitev koristi genskih virov			X

Preglednica 14: Obrazložitev skladnosti glavnih ciljev Strategije ohranjanja biotske raznovrstnosti z lastnostmi RČN

Cilji Strategije ohranjanja biotske raznovrstnosti	Obrazložitev skladnosti z RČN
1 – DA	RČN z odstranjevanjem različnih polutantov, nudenjem življenjskega prostora, hrane in vode ohranjajo biotsko raznovrstnost

Operativni program ohranjanja biotske raznovrstnosti

Program predvideva varstvene cilje za ohranjanje visoke stopnje biotske raznovrstnosti in zaustavitev upadanja biotske raznovrstnosti do leta 2010.

Preglednica 15: Ugotavljanje skladnosti varstvenih ciljev Operativnega programa ohranjanja biotske raznovrstnosti z lastnostmi RČN

Operativni program ohranjanja biotske raznovrstnosti	Skladnost z RČN		
	Da	Delno	Ne
Varstveni cilji			
4 - ohranitev oziroma doseganje ugodnega stanja ogroženih vrst in habitatnih tipov	X		
5 - ohranitev oziroma doseganje ugodnega stanja (obsega in kvalitete) habitatov vrst in habitatnih tipov, za katere so opredeljena območja, pomembna za ohranitev biotske raznovrstnosti (ekološko pomembnih območij, območij Natura 2000, Ramsarskih lokalitet)	X		
6 - učinkovito in usklajeno ohranjanje narave v zavarovanih območjih z upravljalskimi načrti in drugimi ukrepi		X	
7 - dvig standarda vseh ravnanj z živalmi prostoživečih vrst		X	
8 - zagotovitev trajnostne rabe sestavin biotske raznovrstnosti ter sonaravno poseganje v naravo		X	

Preglednica 16: Obrazložitev skladnosti varstvenih ciljev Operativnega programa ohranjanja biotske raznovrstnosti z lastnostmi RČN

Varstveni cilji Operativnega programa ohranjanja biotske raznovrstnosti	Obrazložitev skladnosti z RČN
4 – DA	RČN z odstranjevanjem različnih polutantov, nudenjem življenjskega prostora, hrane in vode prispevajo k ohranjanju in doseganju ugodnega stanja ogroženih vrst in habitatnih tipov
5 – DA	RČN z odstranjevanjem različnih polutantov, nudenjem življenjskega prostora, hrane in vode prispevajo k ohranjanju in doseganju ugodnega stanja ogroženih vrst in habitatnih tipov
6 – DELNO	Uporaba RČN je zaradi sonaravnosti in večnamenskih ter celostnih učinkov uporabe učinkovit ukrep ohranjanja narave zavarovanih območij
7 – DELNO	RČN z odstranjevanjem polutantov neposredno varujejo nekatere prostoživeče živali in jim nudijo habitate
8 – DELNO	Postavitev in delovanje RČN predstavlja sonaravno poseganje v naravo

II. VARSTVO NARAVNIH VREDNOT

Operativni program varstva naravnih vrednot

Preglednica 17: Ugotavljanje skladnosti varstvenih ciljev Operativnega programa varstva naravnih vrednot z lastnostmi RČN

Operativni program varstva naravnih vrednot	Skladnost z RČN		
Varstveni cilji	Da	Delno	Ne
9 - Ohranitev lastnosti, zaradi katerih so deli narave opredeljeni za naravno vrednoto določene zvrsti ter v največji možni meri tudi vseh drugih lastnosti	X		
10 - Obnovitev poškodovanih oziroma uničenih naravnih vrednot		X	
11 - Zagotovitev rabe naravnih vrednot na način, ki jih ne ogroža		X	
12 - Zagotovitev ex-situ varstva naravnih vrednot, katerih ohranjanje v naravi, na mestu nahajališča ni možno			X

Preglednica 18: Obrazložitev skladnosti varstvenih ciljev Operativnega programa varstva naravnih vrednot z lastnostmi RČN

Varstveni cilji Operativnega programa varstva naravnih vrednot	Obrazložitev skladnosti z RČN
9 - DA	RČN s čistilnimi sposobnostmi varujejo naravne vrednote
10- DELNO	RČN z ostalimi ekoremediacijskimi metodami omogočajo obnovitev naravnih vrednot
11- DELNO	Z uporabo RČN lahko varujemo naravne vrednote pred nekaterimi vplivi npr. turističnih ogledov, obdelovanja bližnjih kmetijskih površin...

III. NACIONALNI PROGRAM UPRAVLJANJA Z VODAMI

Nacionalni program upravljanja z vodami je dokument, ki določa politiko upravljanja z vodami in pri tem zlasti cilje, usmeritve in prioritete. Upravljanje z vodami je v slovenskem pravnem redu urejeno s predpisi na področju voda in okolja na evropsko primerljiv način in celovito obravnava področja varstva, rabe in urejanja voda.

Operativni program za varstvo voda pred onesnaženjem z nitrati iz kmetijske proizvodnje (2004–2008)

Varstveni cilji predvidevajo doseganje izboljšanja stanja kakovosti podzemnih voda (doseganje padajočih trendov vsebnosti nitratov v podzemnih vodah na vseh vodonosnikih in znižanje deleža merilnih mest, kjer je mejna vrednost presežena pogosto (25–50 %) ali zelo pogosto (več kot 50 %) in doseganje mejnih vrednosti za nitrati v pitni vodi v skladu s pravilnikom o pitni vodi).

Preglednica 19: Ugotavljanje skladnosti varstvenih ciljev Operativnega programa za varstvo voda pred onesnaženjem z nitrati iz kmetijske proizvodnje z lastnostmi RČN

Operativni program za varstvo voda pred onesnaženjem z nitrati iz kmetijske proizvodnje (2004–2008)	Skladnost z RČN		
Varstveni cilji	Da	Delno	Ne
13 - ukrepi za strokovno utemeljeno gnojenje po načelih dobre kmetijske prakse in ob upoštevanju mejnih vrednosti letnih vnosov			X
14 - izgradnja skladiščnih kapacitet živinskih gnojil		X	
15 - obveznost priprave gnojilnih načrtov na podlagi analize tal			X
16 - vključevanje v finančne sheme Programa za razvoj podeželja 2008		X	
17 - prilagajanje živinorejskih obratov okoljskim standardom – uvajanje najboljših poznanih in preizkušenih tehnologij (BAT) na podlagi referenčnih dokumentov (BREF)		X	
18 - izdelava programov prilagoditev oziroma sanacijskih programov in pridobitev okoljevarstvenega dovoljenja 2007 izjeme 2010		X	

Preglednica 20: Obrazložitev skladnosti varstvenih ciljev Operativnega programa za varstvo voda pred onesnaženjem z nitrati iz kmetijske proizvodnje z lastnostmi RČN

Varstveni cilji Operativnega programa za varstvo voda pred onesnaženjem z nitrati iz kmetijske proizvodnje	Obrazložitev skladnosti z RČN
14 – DELNO	Za učinkovito uporabo RČN potrebujejo tudi zbiralne strukture in tako ob čiščenju hkrati zadostimo omenjenemu cilju
16 – DELNO	RČN so ekonomično učinkovite in kot take primerne za vključevanje v finančne sheme razvoja podeželja
17 – DELNO	RČN so eden od načinov prilagajanja živinorejskih obratov okoljskim standardom
18 – DELNO	RČN lahko prispevajo pri izvajanju sanacijskih programov in omogočajo okoljevarstveno skladno kmetovanje

Program za zmanjšanje tveganja zaradi uporabe pesticidov

Preglednica 21: Ugotavljanje skladnosti varstvenih ciljev Programa za zmanjšanje tveganja zaradi uporabe pesticidov z lastnostmi RČN

Program za zmanjšanje tveganja zaradi uporabe pesticidov	Skladnost z RČN		
	Da	Delno	Ne
Varstveni cilji			
19 - doseganje izboljšanja stanja podzemnih voda in doseganje mejnih vrednosti za pesticide v pitni vodi ter virih pitne vode, skladno s Pravilnikom o pitni vodi	X		
20 - zmanjšati nevarnost in tveganje uporabe pesticidov na okolje in vodno okolje	X		
21 - izboljšati kontrolo uporabe pesticidov			X
22 - zamenjava nevarnih aktivnih sestavin pesticidov z manj nevarnimi			X
23 - promocija kmetovanja ob zmanjšani uporabi pesticidov ali brez njihove uporabe			X
24 - transparenten sistem monitoringa in poročanja o uspehih doseganja ciljev in razvoj ustreznih kazalcev			X

Preglednica 22: Obrazložitev skladnosti varstvenih ciljev Programa za zmanjšanje tveganja zaradi uporabe pesticidov z lastnostmi RČN

Varstveni cilji Programa za zmanjšanje tveganja zaradi uporabe pesticidov	Obrazložitev skladnosti z RČN
19 – DA	RČN s sposobnostjo odstranjevanja pesticidov omogočajo doseganje predpisanih mejnih vrednosti za vodna telesa
20 – DA	RČN s sposobnostjo odstranjevanja pesticidov zmanjšujejo vpliv slednjih na okolje

Operativni program odvajanja in čiščenja odpadnih voda (2004–2015)

Preglednica 23: Ugotavljanje skladnosti varstvenih ciljev Operativnega programa odvajanja in čiščenja odpadnih voda z lastnostmi RČN

Operativni program odvajanja in čiščenja odpadnih voda (2004–2015)	Skladnost z RČN		
	Da	Delno	Ne
Varstveni cilji			
25 - Zagotavljanje ustreznega zbiranja, odvajanja in čiščenja komunalnih odpadnih voda: / Obveznosti izgradnje čistilnih naprav s pripadajočim kanalizacijskim omrežjem za območja poselitve > 100.000 PE 2005 / Obveznosti izgradnje čistilnih naprav s pripadajočim kanalizacijskim omrežjem za območja poselitve 15.000 – 100.000 PE 2010 / Obveznosti izgradnje čistilnih naprav s pripadajočim kanalizacijskim omrežjem za območja poselitve 2.000 – 15.000 PE 2015 / Obveznosti izgradnje čistilnih naprav s pripadajočim kanalizacijskim omrežjem za območja poselitve > 10.000 PE na občutljivih območjih 2008		X	
26 - izpolnjevanje zahtev v zvezi z doseganjem dobrega kemijskega stanja površinskih in podzemnih vodah do leta 2013	X		
27 - izpolnjevanje zahtev glede predpisanih standardov kakovosti površinskih in podzemnih voda, če so namenjene oskrbi prebivalstva s pitno vodo	X		
28 - preprečevanje pojava eutrofikacije površinskih voda na občutljivih območjih	X		
29 - izpolnjevanje zahtev glede okoljskih standardov kakovosti za površinske vode, ki veljajo za kopalne vode	X		

Preglednica 24: Obrazložitev skladnosti varstvenih ciljev Operativnega programa odvajanja in čiščenja odpadnih voda z lastnostmi RČN

Varstveni cilji Operativnega programa odvajanja in čiščenja odpadnih voda	Obrazložitev skladnosti z RČN
25 – DELNO	RČN omogočajo ustrezno čiščenje komunalnih odpadnih voda
26 – DA	RČN s širokim spektrom čistilnih sposobnostmi omogočajo doseganje dobrega kemijskega stanja voda
27 – DA	RČN s čistilnimi sposobnostmi omogočajo varovanje in čiščenje vodnih virov
28 – DA	RČN ob primernem načrtovanju lahko učinkovito odstranjujejo snovi, ki povzročajo evtrofikacijo
29 – DA	RČN s čistilnimi sposobnostmi omogočajo doseganje standardov kakovosti kopalnih voda

ZAKON O VODAH (Uradni list RS, št. 67/2002)

Preglednica 25: Ugotavljanje skladnosti varstvenih ciljev in načel upravljanja z vodami Zakona o vodah z lastnostmi RČN

ZAKON O VODAH	Skladnost z RČN		
Varstveni cilji (2. člen)	Da	Delno	Ne
1 - Cilj upravljanja z vodami ter vodnimi in priobalnimi zemljišči je 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	X		
Načela upravljanja z vodami (3. člen)			
2 - načelo celovitosti, ki upošteva naravne procese in dinamiko voda ter medsebojno povezanost in soodvisnost vodnih in obvodnih ekosistemov na območju povodja		X	
3 - načelo dolgoročnega varstva kakovosti in smotrne rabe razpoložljivih vodnih virov	X		
4 - načelo zagotavljanja varnosti pred škodljivim delovanjem voda, ki izhaja iz potreb po varnosti prebivalstva in njihovega premoženja, ob upoštevanju delovanja naravnih procesov		X	
5 - načelo ekonomskega vrednotenja voda, ki vključuje stroške obremenjevanja, varstva in urejanja voda		X	
6 - načelo sodelovanja javnosti, ki omogoča sodelovanje javnosti pri sprejemanju načrtov upravljanja z vodami			X
7 - načelo upoštevanja najboljših razpoložljivih tehnik in novih dognanj znanosti o naravnih zakonitosti	X		

Preglednica 26: Obrazložitev skladnosti varstvenih ciljev Zakona o vodah z lastnostmi RČN

Varstveni cilji Zakona o vodah	Obrazložitev skladnosti z RČN
1 – DA	RČN s čiščenjem odpadnih voda omogočajo doseganje dobre kakovosti voda, z zadrževanjem omogočajo doseganje dobre količine voda v okolju in z možnostjo ponovne uporabe vode njeno trajnostno rabo
Načela upravljanja z vodami	
2 – DELNO	RČN s sonaravno zgradbo in procesi prispevajo k načelu celovitosti
3 – DA	RČN s sposobnostjo čiščenja in zadrževanja vode omogočajo načelo dolgoročnega varstva kakovosti in smotrne rabe vodnih virov
4 – DELNO	RČN z zadrževanjem in postopnim sproščanjem vode prispevajo pri varstvu pred poplavami in sušami
5 – DELNO	RČN z ekonomičnostjo uporabe znižujejo stroške obremenjevanja, varstva in urejanja voda
7 – DA	RČN spadajo med novejšje sonaravne tehnologije čiščenja odpadnih voda, ki obenem na različne načine dodatno blagodejno vplivajo na okolje

VODNA DIREKTIVA

Preglednica 27: Ugotavljanje skladnosti glavnega cilja Vodne direktive z lastnostmi RČN (Globevnik, 2006)

VODNA DIREKTIVA	Skladnost z RČN		
	Da	Delno	Ne
Cilj Vodne direktive je, da vsa vodna telesa površinskih voda dosežejo dobro ekološko in dobro kemijsko stanje, vodna telesa podzemnih voda pa dobro količinsko ter dobro kemijsko stanje do leta 2015. Odločilni kriteriji za doseg teh ciljev so biološka in kemijska kakovost voda ter ustrezna morfologija in hidrologija vodnega telesa (Globevnik, 2006)	X		

Preglednica 28: Obrazložitev skladnosti glavnega cilja Vodne direktive z lastnostmi RČN

Cilj Vodne direktive	Obrazložitev skladnosti z RČN
1 – DA	RČN s čistilnimi sposobnostmi omogočajo doseganje dobrega ekološkega in kemijskega stanja vodnih teles, z sonaravno zgradbo in zadrževanjem vode v okolju pa prispevajo k ustrezni morfologiji in hidrologiji vodnih teles

NITRATNA DIREKTIVA

Preglednica 29: Ugotavljanje skladnosti glavnega cilja Nitratne direktive z lastnostmi RČN (Globevnik, 2006)

NITRATNA DIREKTIVA	Skladnost z RČN		
	Da	Delno	Ne
Cilj nitratne direktive je zlasti omejitev nitratnih obremenitev iz kmetijstva in tako preprečevanje nadaljnjega onesnaževanja (Globevnik, 2006)	X		

Preglednica 30: Obrazložitev skladnosti glavnega cilja Nitratne direktive z lastnostmi RČN

Cilj Nitratne direktive	Obrazložitev skladnosti z RČN
1 – DA	RČN so na podlagi čistilne učinkovitosti in prostorskega umeščanja sposobne odstranjevati tako točkovne kot netočkovne nitratne obremenitve kmetijstva

4.1.2 NARAVOVARSTVENI DOKUMENT ZAŠČITENEGA OBMOČJA

Osnutek načrta upravljanja za zavarovano območje Kozjanski regijski park

Osnutek načrta upravljanja za zavarovano območje Kozjanski regijski park je delo Javnega zavoda Kozjanski park in je vir sledečih podatkov o poslanstvu in ciljih parka.

Preglednica 31: Ugotavljanje skladnosti elementov poslanstva Kozjanskega regijskega parka z lastnostmi RČN

Poslanstvo Kozjanskega regijskega parka	Skladnost z RČN		
	Da	Delno	Ne
1 - Ohranjati habitate, predvsem evropsko pomembnih vrst, značilno krajino in kulturno dediščino		X	
2 - Obiskovalcem omogočiti ogled zanimivosti in jim s pestro ponudbo programov omogočiti aktivno preživljanje prostega časa, polno zanimivih doživetij		X	
3 - Povezovati lokalne skupnosti in druge akterje v prostoru, ustvarjati razvojne priložnosti zase in za lokalno prebivalstvo ter postati glavni dejavnik trajnostnega razvoja v območju		X	
4 - Dvigniti kakovost bivanja za prebivalce ter ugled in prepoznavnost širše regije doma in v Evropi	X		
5 - Krepiti mednarodne povezave in razpoznavnost parka ter dvigati raven ozaveščenosti		X	

Preglednica 32: Obrazložitev skladnosti poslanstva Kozjanskega regijskega parka z lastnostmi RČN

Poslanstvo Kozjanskega regijskega parka	Obrazložitev skladnosti z RČN
1 – DELNO	RČN z možnostjo odstranjevanja onesnaženja na mestu nastanka ohranjajo pomembne habitate, z sonaravno podobo pa tudi značilno krajino
2 – DELNO	RČN z odstranjevanjem s turizmom povezanega onesnaženja posredno omogočajo razvoj trajnostne turistične ponudbe
3 – DELNO	RČN z odstranjevanjem s turizmom in kmetijsko dejavnostjo povezanega onesnaženja posredno omogočajo razvoj trajnostnega razvoja območja
4 – DA	RČN s čiščenjem onesnaženja dvigujejo kakovost bivalnega okolja tako za prebivalce kot obiskovalce, na podlagi uporabe naravnih principov pri upravljanju zaščitene območij pa je mogoče graditi tudi ugled in prepoznavnost
5 – DELNO	Prisotnost RČN je mogoče vključiti v turistično ponudbo in hkrati uporabiti pri izobraževanju ljudi o pomenu ohranjene narave

Preglednica 33: Ugotavljanje skladnosti splošnih varstvenih ciljev, splošnih razvojnih ciljev ter ciljev predstavitve in obiska Kozjanskega regijskega parka z lastnostmi RČN

Osnutek načrta o upravljanju Kozjanskega regijskega parka	Skladnost z RČN		
	Da	Delno	Ne
Splošni varstveni cilji			
1 - ohranjanje naravovarstveno pomembnih habitatov in vrst v ugodnem stanju	X		
2 - ohranjanje in krepitev stanja biodiverzitete	X		
3 - povečanje deleža ekološko pomembnih habitatov		X	
4 - ohranjanje naravnih vrednot		X	
5 - ohranjanje kulturne dediščine			X
6 - ohranjanje kulturne krajine		X	
7 - izboljšanje kakovosti površinskih in podzemnih voda	X		
8 - sanacija ekološko degradiranih območij		X	
9 - dvig stopnje poznavanja in raziskanosti prostora		X	
Splošni razvojni cilji			
10 - trajnostni razvoj, ki temelji na domačih naravnih in človeških virih		X	
11 - razvoj proizvodnih dejavnosti, ki temeljijo na trajnostni rabi naravnih dobrin			X
12 - dvig stopnje osveščenosti, izobrazbe in projektne usposobljenosti prebivalstva		X	
13 - krepitev identitete s tradicijo, kulturnimi in naravnimi vrednotami območja			X
14 - podpora in sodelovanje pri vzpostavljanju novih delovnih mest in podjetniških priložnosti		X	
15 - učinkovitejša trajnostna izraba energije iz lokalnih obnovljivih virov		X	
16 - opredeljena območja širjenja naselij in infrastrukture			X
17 - ekstenzivno kmetovanje in kmetovanje v skladu s SKOP-om s prednostno podporo ekološkemu kmetovanju		X	
18 - oživetje in ohranjanje tradicionalnih obrti in proizvodov			X
19 - razvoj okolju prijaznega in raziskovalnega turizma		X	
20 - formiranje produktov in storitev Kozjanskega parka kot celovitega produkta v sodelovanju z nosilci turističnih ponudb			X
21 - promocija zavarovanega območja		X	
22 - inovativni projekti trajnostnega razvoja	X		
Cilji predstavitve in obiska			
23 - doživetje narave	X		
24 - doživetje kulture			X
25 - doživetje tradicionalnega podeželja			X
26 - možnost izobraževanja	X		
27 - možnost raziskovanja	X		
28 - možnost nakupa lokalnih proizvodov			X
29 - storitve okolju prijaznega turizma	X		

Preglednica 34: Obrazložitev skladnosti splošnih varstvenih ciljev, splošnih razvojnih ciljev ter ciljev predstavitve in obiska Kozjanskega regijskega parka z lastnostmi RČN

Splošni varstveni cilji Kozjanskega parka	Obrazložitev skladnosti z RČN
1 – DA	RČN z odstranjevanjem onesnaženja in prostorskim prilagajanjem danim okoljskim razmeram neposredno preprečujejo nevarne vplive na zaščitene habitate in vrste
2 – DA	RČN s sposobnostjo odstranjevanja polutantov, nudenjem habitatov, zadrževanjem in postopnim sproščanjem vode v okolje omogočajo ohranjanje in krepitev biotske raznolikosti
3 – DELNO	RČN s sonaravno zgradbo in v povezavi z ostalimi ekoremediacijskimi metodami ustvarjajo nove ekosisteme
4 – DELNO	RČN z odstranjevanjem onesnaženja omogočajo ohranjanje naravnih vrednot
6 – DELNO	RČN zaradi sonaravne podobe sovpadajo z obstoječo krajino
7 – DA	RČN s sposobnostjo čiščenja širokega spektra odpadnih voda omogočajo izboljšanje kvalitete vodnih teles
8 – DELNO	RČN zaradi sonaravne zgradbe v povezavi z ostalimi ekoremediacijskimi metodami omogočajo sanacijo ekološko degradiranih območij
9 – DELNO	Za namen načrtovanja in kasnejšega spremljanja delovanja RČN je potrebno opravljati različne raziskave okolja
Splošni razvojni cilji	
10 – DELNO	RČN s čiščenjem, zadrževanjem in ponovno uporabo vode omogočajo trajnostno ravnanje z vodnimi viri in naravnimi vrednotami, pri vzdrževanju lahko sodelujejo tamkajšnji prebivalci
12 – DELNO	RČN s svojo prisotnostjo in prek vzdrževanja ter turističnih predstavitev omogočajo dvigovanje osveščenosti in usposobljenosti prebivalstva o pomenu ohranjanja naravnih okolij
14 – DELNO	Vzpostavljane in vzdrževanje RČN omogoča delovna mesta, odpravljanje negativnih vplivov na okolje pa spodbuja podjetniške možnosti
15 – DELNO	Delovanje RČN brez električne energije in energetski potencial prirasle rastlinske biomase omogoča trajnostno izrabo nekaterih virov
17 – DELNO	RČN pomagajo pri odstranjevanju negativnih vplivov kmetijske dejavnosti na okolje
19 – DELNO	RČN so sposobne čistiti turistično onesnaženje (komunalne odpadne vode, promet)
21 – DELNO	RČN lahko, kot relativno nepoznana in inovativna, na naravnih procesih osnovana tehnologija čiščenja, prispevajo k promociji zaščitene območij

22 – DA	RČN z večnamenskimi učinki uporabe in sonaravnim značajem še posebej sovpadajo s trajnostnim razvojem zaščiteneh območij
Cilji predstavitev in obiska	
23 – DA	RČN s sposobnostjo čiščenja turističnih, kmetijskih, prometnih odpadnih voda in z nudenjem habitatov živim bitjem varujejo in ustvarjajo okolje ter tako posredno kot neposredno omogočajo doživetje narave
26 – DA	RČN zaradi posnemanja naravnih procesov pri čiščenju odpadnih voda človekovih dejavnosti omogočajo izobraževanje o pomenu čistega in stabilnega okolja za dolgoročno preživetje in kvalitetno življenje naše družbe
27 – DA	Prisotnost RČN nudi okolje za raziskovanje mokriščnih ekosistemov, procesov naravnega čiščenja različnih onesnaženj, vplive na okolje, živa bitja...
29 – DA	RČN z odstranjevanjem turističnega onesnaženja omogočajo večjo in okolju prijazno turistično ponudbo

Preglednica 35: Ugotavljanje skladnosti varstvenih in razvojnih ciljev za 1. in 3. upravljavsko območje Kozjanskega parka z lastnostmi RČN

Osutek načrta o upravljanju Kozjanskega regijskega parka	Skladnost z RČN		
Varstveni cilji za 1. upravljavsko območje	Da	Delno	Ne
30 – Ohranjanje vrst	X		
31 – Ohranjanje rastišč in habitatov	X		
32 – Ohranjanje naravnih procesov	X		
33 – Ohranjanje biotske raznovrstnosti	X		
34 – Ustrezna mreža in obseg strogo zavarovanih območij			X
35 – Ohranjanje kulturne dediščine			X
36 – Ohranjanje vodnih režimov in povečano zadrževanje voda		X	
Razvojni cilji za 1. upravljavsko območje			
37 – Privlačnost območja kot območja ohranjene narave	X		
38 – Privlačnost kulturne dediščine			X
39 – Visoka kakovost kulturne in druge ponudbe			X
40 – Zmanjšana poplavna ogroženost	X		
41 – Trajnostno zagotavljanje kakovostne vode za zavarovano in sosednja območja	X		
42 – Raziskave narave in zgodovine		X	
Varstveni cilji za 3. upravljavsko območje			
43 ohranjanje poselitve		X	
44 – ohranjanje in varovanje kulturne dediščine			X
45 – ohranjanje naravnih vrednot, biodiverzitete/vrst v naseljih	X		
46 – stalno zmanjševanje obremenitev okolja (vode, tla, zrak)		X	

Razvojni cilji za 3. upravljavsko območje			
47 – možnost razvoja in širitve centralnih naselij		X	
48 - razvoj trajnostnih dejavnosti v industrijsko-obrtnih conah			X
49 – povečanje deleža visokih tehnologij	X		
50 – povečanje podjetniških priložnosti		X	
51 – povečanje obsega trajnostnih storitvenih dejavnosti		X	
52 – krepitev mreže informacijskih točk			X

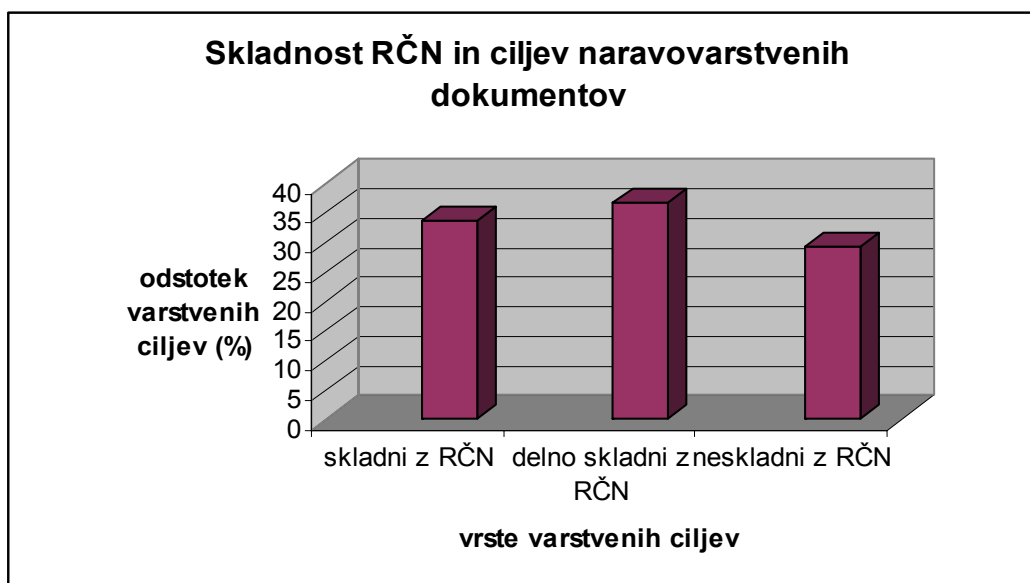
Preglednica 36: Obrazložitev skladnosti varstvenih in razvojnih ciljev za 1. in 3. upravljavsko območje Kozjanskega parka z lastnostmi RČN

Varstveni cilji za 1. upravljavsko območje	Obrazložitev skladnosti z RČN
30 – DA	RČN s sposobnostjo odstranjevanja onesnaženja in nudenja življenjskega okolja ohranjajo vrste
31 – DA	RČN s sposobnostjo odstranjevanja onesnaženja in sonaravno zgradbo ohranjajo in ustvarjajo rastišča ter habitate
32 – DA	RČN s sposobnostjo odstranjevanja onesnaženja in sonaravno zgradbo ohranjajo in ustvarjajo naravne procese
33 – DA	RČN s sposobnostjo odstranjevanja onesnaženja in nudenja življenjskega okolja ohranjajo biotsko raznovrstnost
36 – DELNO	RČN zaradi zgradbe in načina delovanja, predvsem pa z uporabo zaključnih bazenov omogočajo zadrževanje vode
Razvojni cilji za 1. upravljavsko območje	
37 – DA	RČN so zaradi sonaravne podobe skladne z ohranjeno naravo in prispevajo k privlačnosti območja
40 – DA	RČN zaradi potenciala zadrževanja vode zmanjšujejo poplavno ogroženost
41 – DA	RČN so sposobne varovanja in čiščenja pitne vode
42 – DELNO	Prisotnost RČN nudi okolje za raziskovanje mokriščnih ekosistemov, procesov naravnega čiščenja različnih onesnaženj, vplive na okolje, živa bitja...
Varstveni cilji za 3. upravljavsko območje	
43 – DELNO	RČN s čiščenjem komunalnih odpadnih voda omogočajo iz vidika onesnaževanja nenevaren obstoj stanovanjskih in gospodarskih objektov ter posledično obstoj poselitve
45 – DA	Uporaba RČN v naseljih prek sposobnosti odstranjevanja onesnaženja in nudenja življenjskega okolja zaradi odsotnosti neokrnjene narave še posebej pomembno prispeva pri ohranjanju naravnih vrednot in biotske raznovrstnosti
46 – DELNO	Uporaba RČN s čiščenjem odpadnih voda neposredno zmanjšuje obremenjevanje voda in posredno tal

Razvojni cilji za 3. upravljavsko območje	
47 – DELNO	RČN s čiščenjem odpadnih voda zaradi varovanja okolja posredno omogočajo razvoj in širitev naselij
49 – DA	RČN predstavljajo tehnologijo varovanja in ustvarjanja naravnega okolja
50 – DELNO	RČN s čiščenjem odpadnih voda omogočajo izvajanje nekaterih dejavnosti, ki negativno vplivajo na okolje
51 – DELNO	RČN zaradi čiščenja odpadnih voda, varovanja in ustvarjanja naravnega okolja prispevajo k trajnostnemu ravnanju z vodami, biotsko raznovrstnostjo

Preglednica 37: Skladnost RČN in varstvenih ciljev ter razvojnih smernic osmih naravovarstvenih dokumentov

Naravovarstveni dokument	Št. varstvenih ciljev	Skladnost z RČN		
		Da	Delno	Ne
Zakon o varstvu okolja	10	4	4	2
Zakon o ohranjanju narave	3	3		
Nacionalni program varstva okolja (NPVO)	22	4	8	10
Resolucija NPVO	29	10	10	9
Zakon o vodah	7	3	3	1
Vodna direktiva	1	1		
Nitratna direktiva	1	1		
Osnutek načrta upravljanja Kozjanskega regijskega parka	57	18	23	16
SKUPAJ	130 100 %	44 33,8 %	48 36,9 %	38 29,2 %



Slika 20: Skladnost RČN in varstvenih ciljev osmih naravovarstvenih dokumentov

4.1.3 SPECIFIČNE NARAVOVARSTVENE ZAHTEVE

Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz komunalnih čistilnih naprav
(Uradni list RS št. 45/2007)

Preglednica 38: Mejne vrednosti parametrov odpadne vode, ki se odvaja iz komunalne čistilne naprave (Uradni list RS št. 45/2007) in sposobnost čiščenja z RČN

Parameter	Enota	Zmogljivost čistilne naprave, izražena v PE	Sposobnost čiščenja z RČN		
		$\geq 2\ 000$ $< 10\ 000$	Da	Delno	Ne
Neraztop. snovi	mg/l	60	X		
KPK	mg/l O ₂	125	X		
BPK	mg/l O ₂	25	X		
Amonijev dušik	mg/l N	10		X	
Celotni dušik	mg/l N	15		X	
Učink. čišč. celotnega N	%	70		X	
Celotni fosfor	mg/l P	2		X	
Učink. čišč. celotnega P	%	80		X	

Preglednica 39: Obrazložitev skladnosti mejnih vrednosti parametrov odpadne vode, ki se odvaja iz komunalne čistilne naprave s sposobnostmi čiščenja RČN

Parameter	Obrazložitev skladnosti RČN
Neraztop. snovi - DA	RČN so izredno zanesljive pri odstranjevanju neraztopljenih snovi, velikokrat precej pod mejno vrednostjo
KPK – DA	RČN so zanesljive tudi pri zmanjševanju KPK vendar se lahko precej približajo mejni vrednosti
BPK – DA	RČN večinoma zadostno zmanjšajo BPK vrednosti a v nekaterih primerih tudi presegajo mejno vrednost
Amonijev N – DELNO	RČN pri odstranjevanju amonijevega dušika nihajo, precej primerov dosega mejne vrednosti a nekateri izkazujejo premajhno učinkovitost
Celotni N – DELNO	RČN imajo največ težav z doseganjem zadostnega odstranjevanja celotnega dušika, nekateri primeri so uspešni nekateri pa premalo učinkovitih
Celotni P – DELNO	V primerjavi z odstranjevanjem dušika je uspešnost pri fosforju večja a vseeno večkrat premajhna

Preglednica 40: Mejne vrednosti odpadne vode, ki se odvaja iz komunalne čistilne naprave za mikrobiološke parametre (Uradni list RS št. 45/2007) in sposobnost čiščenja z RČN

Parameter	enota	Majna vrednost emisije		Sposobnost čiščenja z RČN		
		Vodotoki	morje	Da	Delno	Ne
Skupne koliformne bakterije	št. v100ml	10 000	2 000		X	
Fekalne koliformne bakterije	št. v100ml	2 000	500		X	
Fekalni streptokoki	št. v100ml	400	200		X	

Preglednica 41: Obrazložitev skladnosti mejnih vrednosti mikrobioloških parametrov odpadne vode, ki se odvaja iz komunalne čistilne naprave s sposobnostmi čiščenja RČN

Parameter	Obrazložitev skladnosti
Skupne in fekalne koliformne bakterije, fekalni streptokoki	RČN so pri odstranjevanju mikroorganizmov zelo učinkovite, določeni sistemi pa tudi ne

Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz malih komunalnih čistilnih naprav (Uradni list RS, št. 98/07)

Preglednica 42: Mejne vrednosti parametrov odpadne vode na iztoku male komunalne čistilne naprave (Uradni list RS, št. 98/07)

Parameter	Enota	Majna vrednost emisije	Sposobnost čiščenja z RČN		
			Da	Delno	Ne
KPK	mg/l O ₂	150	X		
BPK(5)	mg/l O ₂	30	X		

Za obrazložitev skladnosti mejnih vrednosti parametrov z RČN glej preglednico št. 33.

4.1.4 RAZVOJNE USMERITVE ZAŠČITENIH OBMOČIJ

Preglednica 43: Ugotavljanje skladnosti ključnih pogojev trajnostnega razvoja na področju turizma (Tomin Vučkovič, 2007) z lastnostmi uporabe RČN

Ključni pogoji trajnostnega razvoja turizma	Skladnost z RČN		
	da	delno	Ne
1 - Varovanje naravnega okolja in trajnostna raba razpoložljivih virov	X		
2 - Celostno ohranjanje in trajnostna raba kulturne dediščine			X
3 - Upoštevanje družbe in spoštovanje njenih kulturnih vrednot (identitete) ter onemogočanje negativnih učinkov masovnega turizma		X	
4 - Uspešnost turističnih proizvodov in podjetij, ne samo na kratek rok, temveč tudi na srednji in dolgi rok.		X	

Preglednica 44: Obrazložitev skladnosti ključnih pogojev trajnostnega razvoja turizma z lastnostmi uporabe RČN

Ključni pogoji trajnostnega razvoja turizma	Obrazložitev skladnosti z RČN
1 – DA	RČN s čiščenjem najrazličnejših s turizmom povezanih odpadnih voda omogočajo varovanje naravnega okolja in posledično trajnostno rabo naravnih virov, ki bi bili ob negativnih vplivih turizma ogroženi
3 – DELNO	RČN s čiščenjem komunalnih odpadnih voda in cestnega površinskega spiranja omogočajo odstranjevanje nekaterih negativnih učinkov masovnega turizma
4 – DELNO	Sistematična uporaba RČN zaradi čiščenja odpadnih voda in mnogih pozitivnih vplivov na okolje omogoča dolgoročno uporabo ohranjene narave v turistične namene

4.2 SKLADNOST VIROV ONESNAŽENJA KOZJANSKEGA REGIJSKEGA PARKA Z LASTNOSTMI IN ČISTILNIMI SPOSOBNOSTMI RČN

Preglednica 45: Opredelitev in obrazložitev skladnosti virov onesnaženja Kozjanskega regijskega parka s čistilnimi sposobnostmi RČN

Viri onesnaženja Kozjanskega parka	Opredelitev in obrazložitev skladnosti z RČN
Komunalne odpadne vode	DA – RČN so sposobne zadostnega čiščenja komunalnih odpadnih voda, še posebno iz razpršenih virov saj ne potrebujejo kanalizacijskega omrežja, ker gre za male čistilne naprave, ki omogočajo čiščenje na mestu nastanka onesnaženja
Kmetijske odpadne vode	DA – RČN so se izkazale za uspešne pri čiščenju najrazličnejših odpadnih voda kmetijske dejavnosti, tako točkovnih virov kot tudi površinskih spiranj, slednjih predvsem zaradi prostorske prilagodljivosti in od električne energije neodvisnega delovanja, ki omogoča uporabo v odročnih predelih
Industrijske odpadne vode	DA – RČN so sposobne uspešnega čiščenja blagih industrijskih odpadnih voda kakršne so značilne za industrijsko nerazvita območja kot je Kozjanski park
Cestni padavinski odtok	DA – RČN uspešno odstranjujejo snovi značilne za odpadne vode površinskega spiranja cest

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 Možnosti uporabe RČN pri doseganju ciljev naravovarstvene zakonodaje in razvojnih usmeritev zaščitene območij

Ugotavljanje skladnosti RČN s 130 varstvenimi in razvojnimi določili osmih naravovarstvenih dokumentov je pokazalo visoko stopnjo medsebojnega ujemanja. Značilnosti uporabe RČN omogočajo celotno uresničevanje približno 34 % določil, 37 % določil je z RČN možno uresničiti delno, preostalih 29 % določil pa je z RČN nepovezanih. Pri tem je pomembno poudariti, da uresničevanje ciljev ne pomeni, da je možno samo z uporabo RČN zadostiti cilju, ampak da uporaba RČN prispeva k uresnitvi celotne ali delne vsebine posameznega cilja oziroma z vsebino ni povezana..

Vsebinsko se cilji, ki so v celoti uresničljivi z RČN, večinoma nanašajo na čistilne in sanacijske sposobnosti RČN, ki posledično prispevajo k ohranjanju in obnavljanju naravnih ravnovesij, habitatov, pripadajočih vrst, biološke raznovrstnosti ter kakovosti in količine vodnih virov. Doseganje preostalih, celotno ali delno uresničljivih ciljev, pa je povezano z načinom delovanja in zgradbo RČN, ki temeljita na naravnih procesih, to pa je dodaten razlog za sovpadanje RČN prav z naravovarstvenimi določili. Poleg čiščenja onesnaženih voda, se v praksi namreč kažejo številni dodatni učinki uporabe, od zadrževanja in ponovne uporabe vode, nudenja habitatov in hrane živim bitjem do manjše porabe energije ter izobraževalnega in raziskovalnega potenciala.

Razlogi za takšno povezanost čistilne naprave in naravovarstvenih ciljev so tudi v povezavi z vodo samo, ki je v naravi vezni člen med različnimi okolji in s svojo prisotnostjo in kvaliteto vpliva na stanje ekosistemov in njihovo stabilnost. Nujno pa je potrebna tudi za neposredni obstoj živih bitij.

Naravovarstvena določila, ki z RČN nimajo skupnih točk se vsebinsko večinoma nanašajo na samo zmanjševanje ali opuščanje nastanka onesnaženja in izkoriščanja naravnih dobrin.

Razvojne usmeritve zaščitene območij obravnavajo ohranjeno naravo kot ekonomsko kategorijo s pomočjo katere je mogoče uresničiti razvoj zaščitene območij in obenem izpolniti načrtovane naravovarstvene cilje. Trajnostni turizem je eden glavnih načinov aktivnega upravljanja omenjenih območij in uporaba RČN lahko izpolnjuje nekatere ključne pogoje tovrstnega turizma. RČN s širokim spektrom vplivov omogočajo varovanje naravnega okolja, trajnostno rabo razpoložljivih virov in onemogočanje učinkov masovnega turizma. Z RČN lahko čistimo za turizem značilne sezone komunalne odpadne vode, in sicer na viru samem, ne glede na mesto nastanka. Prav tako je z RČN mogoče čistiti tudi onesnaženje, povezano s povečanim prometom, ki je pogojen z večjim obiskom zaščitene območij. RČN nudijo izobraževalne možnosti o naravnih načinih ravnanja z odpadki in mokriščnih sistemih na splošno in jih je možno vključiti v turistično ponudbo. Potencialne ciljne skupine so tako izkušenejši obiskovalci, ki si želijo pestre izbire zanimivosti kot otroci, ki so na ta način deležni vzgoje in informacij o pomenu ohranjanja naravnega in čistega okolja.

5.2 Možnosti uporabe RČN pri varovanju zaščitene naravnih elementov Kozjanskega parka

Za ohranjanje pomembnih habitatov in od njih odvisnih živih bitij je potrebno zagotavljati njihovo stabilnost. Prekomeren vnos najrazličnejših snovi povzroča spremembe v obstoječih ekosistemskih ravnovesjih, ki posledično spremenijo okolje, na katerega so bile prilagojene tam živeče vrste, katerih obstoj je tako ogrožen.

Naravovarstvena zakonodaja sistemsko obravnava problem onesnaževanja in predvideva ukrepe za dolgoročno doseganje trajnostnega odnosa do narave. Medtem pa so specifična področja, kjer se nahajajo pomembni habitat, izpostavljena neposrednemu lokalnemu vnosu nevarnih snovi kmetijske dejavnosti, komunalnih odpadkov prebivalstva, prometa, turizma. Pri tem je potrebno poudariti, da zakonsko dopustne vrednosti parametrov onesnaženja niso vedno nenevarne za posamezne vrste živih bitij, ki imajo svoje tolerančne meje. Za celostno in učinkovito ohranjanje zaščitene naravnih elementov je potrebno v prvi vrsti vedeti, kakšne ekosistemske razmere želimo, kaj in v kolikšni meri jih ogroža in nenazadnje, kako preprečiti spremembe teh razmer.

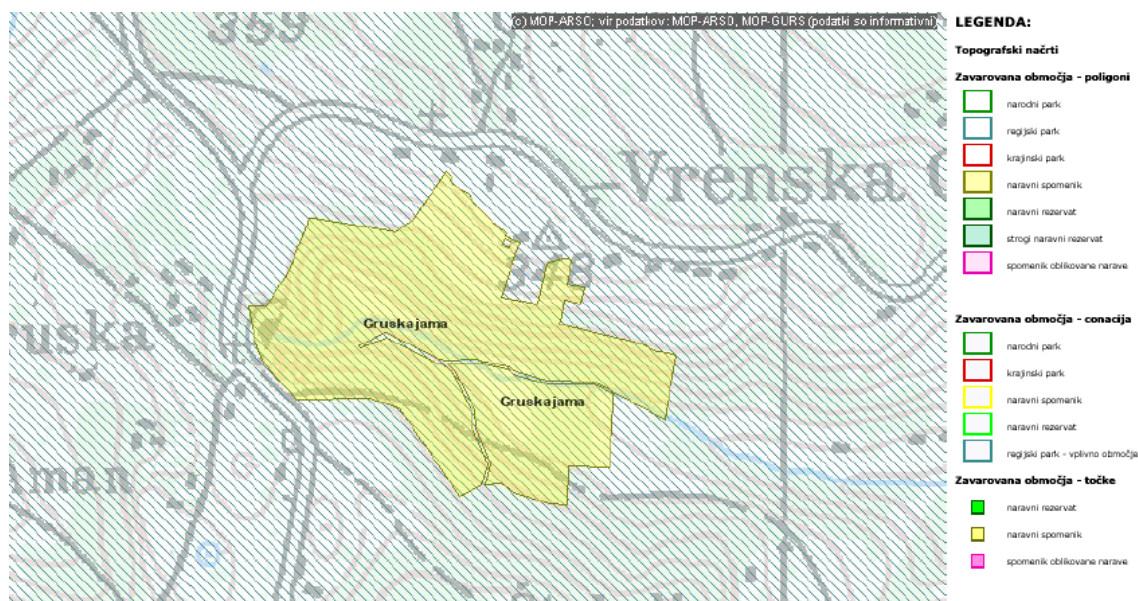
Z uporabo RČN je mogoče neposredno varovati in ohranяти določeno področje pred negativnimi vplivi. Kjer lega virov onesnaženja zaradi direktnega ali padavinskega odtoka ogroža bližnje zaščitene lokacije, je s pomočjo ustrezne drenaže območja in primerne prostorske umestitve RČN mogoče uspešno prestrezati in odstranjevati onesnaženje. Možnost prilagajanja oblikovanosti in števila gred danim lastnostim prostora, obratovanje brez električne energije, naravne sestavne komponente in zunanji videz, so poleg učinkovitega čiščenja dodatni razlogi, ki potrjujejo RČN kot primerne za varovanje in ohranjanje zaščitene naravnih elementov. RČN s pomočjo zaključnih zadrževalnih bazenov, ki služijo zbiranju očiščene vode, omogočajo tudi okolje za obstoj in razvoj živih bitij, blaženje posledic sušnih obdobj ali pa kakršnokoli drugo obliko ponovne uporabe očiščene vode.

Zelo pomembna lastnost čiščenja z uporabo RČN je sposobnost odstranjevanja širokega spektra polutantov, od težkih kovin, pesticidov, herbicidov do dušikovih in fosforjevih spojin, ki predstavljajo najpomembnejšo grožnjo stabilnosti zaščitene ekosistemov.

Veliko rastlin, med njimi za Kozjanski park značilne orhideje, je občutljivih na količino prisotnih dušikovih spojin, ki v prekomernih koncentracijah ogrožajo njihov obstoj. Z RČN lahko neposredno preprečujemo vnose dušikovih spojin v rastišča občutljivih rastlin. V Kozjanskem parku so pomembna različna mokriščna in stalno vlažna območja ter vodotoki v nižinskem in montanskem pasu z vodno vegetacijo zvez *Ranunculus fluitantis* in *Callitriche-Batrachion*, lehnjakotvorni izviri, jame, ki niso odprte za javnost, obrečna vrbovja, jelševja in jesenovja, ki spadajo med evropsko pomembne od vode odvisne habitate. Uporaba RČN pri čiščenju tako točkovnega kot netočkovnega onesnaženja, ki neposredno ogroža omenjena ekološko pomembna območja, omogoča varovanje, ohranjanje in obnavljanje slednjih. Redke in ogrožene živalske vrste Kozjanskega parka, ki bi lahko našle zavetje in hrano v sklopu RČN, so močvirska sklednica, mali pupek, vidra ter mnoge vrste ptic in žuželk. RČN pa nudijo tudi vir pitne vode in hrane za vse ostale, manj ogrožene vrste.

Glede na to, da je uresničitev zahtev ustreznega ravnanja z odpadki obsežen in tudi finančno zahteven proces, bi bilo smiselno najprej prepoznati najbolj ogrožene naravne

vrednote in zagotoviti njihovo varovanje, nato pa po prioritetenem principu in v skladu z zmožnostmi nadaljevati z ostalimi. Naravni spomenik Gruška jama, ki znotraj Kozjanskega parka predstavlja eno od še posebej pomembnih točk, lahko štejemo med tiste primere, za katere bi bila smiselna hitra vpeljava varovalnih mehanizmov. Iz slike št. 21 je namreč razvidno, da je omenjeno območje neposredno obdano tako s stanovanjskimi objekti kot s cesto, prevladujoča gospodarska dejavnost področja pa je kmetijstvo. Po natančni analizi primera in določitvi glavnih virov onesnaženja bi bilo mogoče s primerno izbiro in umestitvijo RČN čistiti točkovne komunalne odpadne vode in tudi padavinska spiranja kmetijskih in cestnih površin ter tako varovati zaščiteno območje pred vnosom nevarnih snovi.



Slika 21: Območje naravnega spomenika Gruška jama, ki se nahaja znotraj Kozjanskega regijskega parka (ARSO, 2008)

Primer, iz katerega je mogoče prepoznati potencialne možnosti uporabe RČN pri ohranjanju in ustvarjanju naravnega okolja, je ribnik ob kraju Trebče v občini Bistrica ob Sotli. V letih 1971–1972 so urejali novo cesto med Podsredo in Bistrico ob Sotli ter takrat so tok reke Bistrice premestili bolj južno, neposredno pod vznožje Orlice. Opuščeni rokav reke Bistrice so uredili v ribnik. V ribnik priteka potok Periše, na vzhodnem delu ribnika je urejen umeten odtok v Bistrico. Ribnik ni globok, pretok je močan, zato voda ni temperaturno razslojena in tako se na dnu razrašča rastlinski svet. Ribnik na Trebčah je v spomladanskih dnevih daleč naokoli najpomembnejše mrestišče za številne dvoživke. Tukaj so strokovnjaki našli sekuljo, navadno krastačo, rosnico, planinskega pupka, zeleno rego, navadnega močerada, planinskega urha. Od kač pa prav gotovo lahko naletite na goža. V času mrestitve je cesta Podsreda-Bistrica ob Sotli črna točka za dvoživke. Že nekaj let zapored Kozjanski park ob cesti postavi nizke pregrade, ki preprečujejo dvoživkam prehod čez cesto. Ob pregradi so nato v jarku razmeščena vedra, v katera se naberejo dvoživke. Vedra z dvoživkami je potrebno ročno prenesti na drugo stran ceste v ribnik. V prihodnosti v upravi parka načrtujejo ureditev nadomestnega habitata na ravnici ob reki Bistrici (Izobraževanje..., 2007).

Opisani problem bi bilo mogoče rešiti s postavitvijo RČN s površinskim tokom, primarno načrtovane za doseganje najboljših možnih habitatnih pogojev namesto čiščenja odpadnih voda. Osnovni principi izgradnje in sestavnih elementov RČN, ki veljajo za čiščenje odpadnih voda, se namreč ne razlikujejo od tistih za ustvarjanje habitatnih možnosti, s ciljnim projektiranjem pa je mogoče zagotoviti različne učinke uporabe RČN.

5.3 Možnosti uporabe RČN pri kontroli onesnaženja Kozjanskega parka

5.3.1 RČN pri čiščenju komunalnih odpadnih voda v Kozjanskem parku

Kozjanski regijski park je z 11.000 prebivalci drugi najbolj poseljen med slovenskimi parki in ob upoštevanju značilne razpršene poselitve lahko predstavljajo komunalne vode znaten delež celotnega onesnaževanja. Predvsem zato, ker poteka čiščenje komunalnih odpadnih voda posameznih objektov ali manjših naselij večinoma z greznicami, ki so velikokrat pretočne in ne zadoščajo zahtevanim standardom. Izgradnja kanalizacijskega sistema, ki bi omogočal zbiranje in odvajanje odpadnih voda na centralno čistilno napravo pa je zaradi velikih razdalj in posegov v zaščiteno okolje ekonomsko zahtevna in okoljsko nesprejemljiva rešitev. V takih razmerah so RČN še posebno primeren način čiščenja komunalnih odpadnih voda, saj omogočajo čiščenje na mestu nastanka in je zato potreba po izgradnji kanalizacije minimalna.

Podatki o čiščenju komunalnih odpadnih voda z RČN so v praksi pokazali različne rezultate. Izkazalo se je, da so tipi RČN s podpovršinskim tokom učinkovitejši od površinskih, ki so primernejši za manjše vire onesnaženja. Analiza čiščenja komunalnih odpadnih voda z RČN v praksi je potrdila sposobnost doseganja vseh, z Uredbo o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih voda iz komunalnih čistilnih naprav določenih mejnih vrednosti. Vendar pa to ne drži za vse obravnavane RČN in tudi ne vedno za vse parametre hkrati.

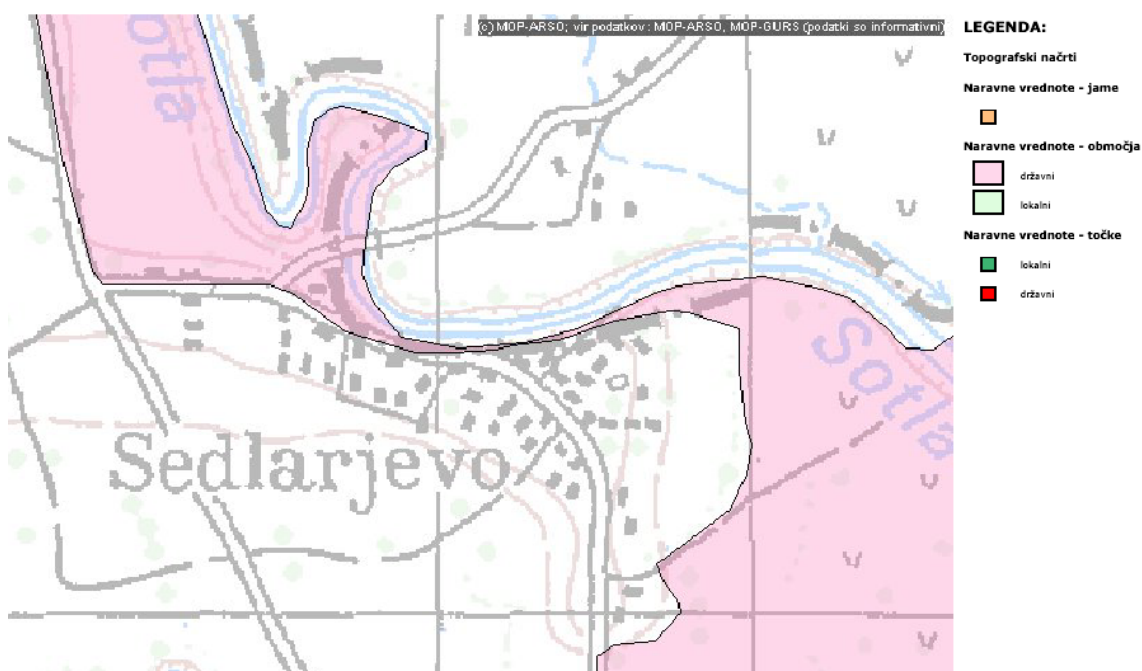
Pri odstranjevanju organskih in suspendiranih snovi so praviloma podpovršinski tipi RČN zelo uspešni in brez težav dosegajo zakonsko določene mejne vrednosti za izpust. Podobno velja tudi za odstranjevanje mikroorganizmov, medtem ko je za dušikove in fosforjeve spojine ugotovljena različna uspešnost. Posamezni primeri kažejo zadostno odstranjevanje, spet drugi pa nakazujejo na premajhno učinkovitost. Najprimernejši tip RČN za odstranjevanje dušikovih spojin je hibridni tip, ki združuje grede z vertikalnim in horizontalnim podpovršinskim tokom, medtem ko so za odstranjevanje fosforjevih spojin ključnega pomena lastnosti substrata.

Glede na to, da so RČN relativno nova tehnologija, so bila v preteklosti zaradi pomanjkanja praktičnih izkušenj prisotna nihanja v učinkovitosti čiščenja. V zadnjih letih pa je opazen trend povečevanja raziskav in informacij o RČN, ki že kaže dvig konstantnosti in uspešnosti delovanja. Primerno projektiranje (velikost, število in oblika gred, tip rastlin in substrata, hidravlični zadrževalni čas, način pretakanja odpadne vode, predčiščenje ...) in vzdrževanje RČN omogoča doseganje zakonsko predpisanih mejnih vrednosti, ki dopuščajo izpust očiščene komunalne vode v okolje ali njeno ponovno uporabo.

Pomemben vidik uporabe RČN v večjih naseljitvenih področjih zaščitene območij, se kaže tudi v manjšanju razlik med urbaniziranimi področji in področji ohranjene narave, in sicer

z nudenjem razmer in okolja za prisotnost živih organizmov ter s pripadajočo, naravi skladno estetiko.

Naselje Sedlarjevo iz Kozjanskega parka, ki šteje 20 družin oziroma 80 prebivalcev (SURS, 2002), leži neposredno ob reki Sotli in je hkrati obdano z območji naravnih vrednot (slika št. 22). Komunalne odpadne vode ogrožajo tako reko Sotlo kot pripadajoče območje naravnih vrednot. Ker gre za ravninsko območje, reko obdajajo tudi kmetijske obdelovalne površine, ki predstavljajo dodaten vir površinskega spiranja hranil in sredstev varstva rastlin. Sedlarjevo je manjše samostojno ležeče naselje, kjer ureditev skupnega zbiranja komunalnih odpadnih voda ne bi potrebovala večjega posega, z uporabo RČN pa bi lahko v bližini mesta nastanka onesnaženja potekalo čiščenje odpadnih voda naselja.



Slika 22: Razporeditev objektov v naselju Sedlarjevo in prikaz bližnjega območja naravnih vrednot (ARSO, 2008)

Podobnih naselij je v Kozjanskem parku veliko, razporejena pa so enakomerno po prostoru. Poleg tega so v parku tudi nekatera večja naselja, največje Kozje z 738 prebivalci, in veliko prostorsko razpršenih posameznih objektov. Ob taki velikosti in razporeditvi naselij je smiselno uporabiti decentraliziran pristop čiščenja komunalnih odpadnih voda, z večjim številom blizu virov ležečih čistilnih sistemov. Glede na to, da RČN praviloma obstajajo kot male čistilne naprave s kapaciteto do 2000 PE, so primerne za uporabo na celotnem območju parka, tako za posamezne stanovanjske objekte kot za največja strjena naselja. Vsi pozitivni vplivi RČN na okolje se seveda večajo s številom in velikostjo v prostoru prisotnih sistemov, zato bi bilo za doseganje največje dodane vrednosti čiščenja z RČN pomembno vključevanje ekoremediacijskih pristopov v upravljalvske načrte in druge dokumente zaščiteneh območij. Za to še obstaja možnost, saj so zaščitena območja praviloma še v uvodnih fazah urejanja tovrstnih problemov. Kozjanski park prve čistilne naprave še načrtuje, tudi vrsta naprav še ni izbrana.

5.3.2 RČN pri čiščenju kmetijskih odpadnih voda v Kozjanskem parku

Prekomeren vnos snovi kmetijskih dejavnosti, kot so hranila (nitrati, fosfati) in sredstva za varstvo rastlin (pesticidi, herbicidi, fungicidi ...), ima dandanes že zelo dobro znane učinke na stabilnost ekosistemov. Snovi, ki jih rastline sicer nujno potrebujejo za razvoj, lahko v prekomernih količinah porušijo občutljiva naravna ravnovesja habitatov in posledično ogrozijo preživetje najrazličnejših živih bitij. Prav tako je ogrožena kakovost podtalnice, nevarne snovi se s pitno vodo in preko prehranjevalne verige prenašajo do človeka.

Dejstvo, da je kmetijstvo glavna gospodarska dejavnost in da zaseda glavni delež odprtega prostora v Kozjanskem parku, potrjujejo tudi raziskave vpliva kmetijske dejavnosti na okolje, ki za območje Kozjanskega parka ugotavljajo prisotnost obremenjevanja. Prav tako se je za razpršeno kmetijsko dejavnost, ki je značilna tudi za Kozjanski park, izkazalo, da je pomemben vir obremenjevanja okolja. Poleg tega je značilno tudi sovpadanje ravninskih kmetijskih površin z območji podtalnice, kar vodi v ogrožanje pitnih virov. To so poglaviti razlogi za resno obravnavanje nevarnosti vpliva snovi kmetijskih dejavnosti na okolje.

Predvideva se, da lahko z zmanjšanim gnojenjem, na podlagi analiz prisotnosti dušika v zemlji in potreb gojenih rastlin, zmanjšamo vnose dušikovih spojin v vodotoke do 20 % (Mitsch in Day, 2004). Za večje zmanjšanje bi bilo potrebno uvesti še restriktivnejše gnojenje, ki bi lahko vodilo v manjšo produktivnost in ekonomičnost kmetijske dejavnosti. Edina preostala možnost je učinkovito odstranjevanje presežkov nevarnih snovi.

Z RČN je mogoče čiščenje do zakonsko dopustnih in naravi neškodljivih mejnih vrednosti velike večine parametrov kmetijskega onesnaženja. S primernim projektiranjem sistemov so se RČN v praksi izkazale za uspešne pri odstranjevanju visokih koncentracij organskih in suspendiranih snovi, dušikovih in fosforjevih spojin ter širokega spektra pesticidov in herbicidov. Pri slednjih je ugotovljena visoka stopnja zmanjšanja večine posameznih snovi, za nekatere med njimi, predvsem za nekatera sredstva varstva rastlin, pa se je izkazalo, da jih je težko odstraniti.

RČN so primerne za čiščenje točkovnih virov (hlevski gnoj, odpadne vode molčenja ...) kot tudi netočkovnih, predvsem padavinskih spiranj odprtih kmetijskih obdelovalnih površin. Z ustrezno drenažo potencialno nevarnih površin je treba zbirati tako površinski odtok kot globinsko spiranje in ju usmeriti na RČN, kjer se vrši odstranjevanje nevarnih snovi. Obenem pa je mogoče s pomočjo RČN zadržati padavinsko vodo, ki bi sicer odtekla, in jo uporabiti npr. za namakanje obdelovalnih površin v sušnih obdobjih.

Dodatne prednosti uporabe RČN pri čiščenju kmetijskega onesnaženja so cenovna ugodnost, dolgoročnost in sorazmerna nezahtevnost reševanja problema odpadkov, možnost obdelovanja površin v nespremenjenem obsegu in hkratno omogočanje stabilnih ekosistemskih razmer na območju parka, ki so nujno potrebne za izvajanje poslanstva parka.

5.3.3 RČN pri čiščenju prometnega onesnaženja

Veliko število dnevnih migracij prebivalcev Kozjanskega parka, ki se vozijo v okoliške regije na delo, prisotnost mednarodnega mejnega prehoda in povečevanje turističnega obiska, ki je predviden v strategiji razvoja parka so razlogi, ki zahtevajo upoštevanje vpliva prometnega onesnaženja na okolje. Kjer so prometnejše cestne površine blizu varstvenih območij, bi bilo smotno preprečevati vnos s prometom povezanih polutantov na ta območja in jih primerno odstraniti. Z RČN lahko čistimo padavinski odtok iz cestnih površin in tako zaščitimo pomembna občutljiva območja.

5.4 RČN in pitni vodni viri

Za pitne vire v Sloveniji je v preteklosti veljalo, da sta bila iskanje in razvoj novih vodnih virov vedno ugodnejša kakor sanacija obstoječih, ogroženih ali že onesnaženih vodnih virov. Kot posledica so se že pojavile kritične razmere, ker v neposredni okolici ni več mogoče iskati novih vodnih virov zadovoljive velikosti in ustrezne kakovosti. Sanacija že obstoječih vodnih virov je edina razpoložljiva, a kočljiva in finančno zelo zahtevna rešitev (Čehić, 2007). Z RČN je mogoče tako čiščenje že onesnaženih pitnih virov (Vovk Korže in Vrhovšek, 2007) kot varovanje še neokrnjenih.

5.5 Ekonomski vidik uporabe RČN na zaščitene območjih

Glede na to, da zaščitena območja v Sloveniji praviloma ne pripadajo ekonomsko najrazvitejšim delom države, je še posebej pomemben tudi ekonomski vidik uporabe RČN. Slednji je večplasten in ga je tako treba tudi obravnavati. Prva finančna prednost RČN pred drugimi čistilnimi sistemi je, da za ceno čiščenja nudijo dodano vrednost v obliki vrste koristnih vplivov na okolje. Drug pomemben podatek je sposobnost delovanja brez električne energije, kar pomeni nižje obratovalne stroške in možnost neodvisnega umeščanja v prostor. Za zaščitena območja je značilna razpršena poselitev na relativno velikem prostoru. Pri takih pogojih je uporaba RČN za vsako naselje posebej bolj ekonomična rešitev, kot izgradnja centralne čistilne naprave s pripadajočim kanalizacijskim sistemom ali pa izgradnja kanalizacijskega sistema za odvajanje na oddaljene, že obstoječe čistilne naprave. Tudi čiščenje skupnih živinorejskih odpadkov z RČN se je izkazalo za cenejše od odstranjevanja s škropljenjem po površinah, ki pa je tudi okoljevarstveno sporno. RČN s površinskim tokom vode so cenejše od tistih s podpovršinskim tokom, a potrebujejo večjo površino za isti učinek. Prav prostor pa na zaščitene območjih praviloma ni omejujoč dejavnik. Stroški postavitve RČN se lahko zmanjšajo, če je npr. lokalno prisoten primeren vir substrata ali makrofitov in povečajo, če npr. oblikovanost prostora ali vrsta odpadnih voda zahteva dodatno prečrpavanje. Splošne ocene finančnega vložka postavitve in delovanja RČN zato ni mogoče podati, pogojujejo jo namreč specifične lastnosti vsakega primera posebej, vseeno pa velja ocena, da so RČN že zaradi večnamenskosti ekonomsko učinkovite.

5.6 Sklepi

Zaščitena območja so bila primarno ustanovljena z namenom ohranjanja neokrnjene narave in z njo povezane biotske raznovrstnosti. Raziskava je pokazala, da so RČN tehnologija čiščenja odpadnih voda, s katero je mogoče odstranjevati vse glavne, za zaščitena okolja značilne vire onesnaženja (turizem, kmetijstvo, prebivalstvo) in tako, ob omogočanju gospodarskega razvoja in kakovosti življenja prebivalcev, ohranjati zaščitene elemente. Posebna prednost je sposobnost odstranjevanja dušikovih in fosforjevih spojin ter sredstev varstva rastlin, ki predstavljajo eno glavnih groženj stabilnosti ekosistemov. Obenem uporaba RČN zaradi sonaravne zgradbe in delovanja, nudi vrsto dodatnih učinkov, ki so v veliki meri skladni s cilji in razvojnimi usmeritvami zaščitene območij. Predstavljajo habitate za živa bitja, ob padavinskih viških zadržujejo in ob sušah oddajajo vodo ter estetsko sovpadajo z naravnim okoljem in so ekonomsko učinkovite. Omenjene lastnosti RČN so razlog za 70 % ujetje obravnavanih zakonskih naravovarstvenih določil z učinki uporabe RČN. Takšna skladnost potrjuje predvidevanja o posebni primernosti RČN pri doseganju ciljev naravovarstvene zakonodaje ter poslanstva in nalog upravljavskih organizacij zaščitene območij.

Z RČN je torej mogoče varovati, ohranjati, obnavljati in ustvarjati naravno okolje ter tako uresničevati idejo trajnostnega upravljanja zaščitene območij. Pri tem je bistveno razumeti varovanje narave in posledično vpeljevanje RČN ne kot strošek, ampak kot dolgoročno naložbo, ki bo omogočila primerno kakovost življenja prebivalcev, obiskovalcev in gospodarstva zaščitene območij ter hkrati neokrnjeno naravno krajino.

6 POVZETEK

Zaščitena območja, ki združujejo najrazličnejše varstvene kategorije (narodni, krajinski in regijski parki, ekološko pomembna območja, območja Natura 2000) so bila ustanovljena z namenom ohranjanja naravnih bogastev in z njimi povezane biotske raznovrstnosti.

Glavni problem ohranjanja zaščitene območij predstavlja sovpadanje omejujočih naravovarstvenih ukrepov in dejavnosti tamkajšnjih prebivalcev, ki vplivajo na okolje. Poleg tega so zaščitena območja praviloma ekonomsko slabše razvita, varstvo narave pa zahteva tudi določena finančna vlaganja. To pa narekuje vpeljevanje okolju primerne gospodarstva ter uporabo učinkovitih in čim cenejših tehnologij varovanja narave.

Svetovni trendi dolgoročnega upravljanja zaščitene območij, ki združujejo naravovarstvo in ekonomski razvoj, temeljijo na principu trajnostnega gospodarjenja z naravnimi viri.

RČN, ki spadajo med ekoremediacijske metode varovanja in obnavljanja okolja, se vedno bolj uveljavljajo kot sistemi čiščenja odpadnih voda z dodatnimi vplivi na okolje.

Z raziskavo smo preverjali možnosti uporabe RČN kot večnamenskega orodja pri uresničevanju trajnostnega upravljanja zaščitene območij. Pripravili smo pregled splošnih varstvenih ciljev in razvojnih smernic osmih krovnih naravovarstvenih dokumentov, zbrali podatke o specifičnih zakonskih zahtevah ravnanja z odpadnimi vodami in na primeru Kozjanskega regijskega parka analizirali glavne vire onesnaženja. Vzporedno smo zbrali podatke o delovanju, učinkih in pogojih uporabe konkretnih RČN pri čiščenju najrazličnejših odpadnih voda. Pridobljene informacije smo s kritično primerjavo sekundarnih virov analizirali in ugotavljali skladnost uporabe RČN in uresničevanja zakonskih naravovarstvenih ciljev ter odstranjevanja onesnaževanja na zaščitene območjih.

Z uporabo RČN je mogoče v celoti uresničevati 34 % varstvenih ciljev, delno 37 %, z uporabo RČN pa ni mogoče vplivati na 29 % od skupno 130 varstvenih ciljev osmih naravovarstvenih dokumentov (Zakon o varstvu okolja, Zakon o ohranjanju narave, Nacionalni program varstva okolja, Resolucija Nacionalnega programa varstva okolja, Zakon o vodah, Vodna direktiva, Nitratna direktiva, Osnutek načrta upravljanja Kozjanskega regijskega parka). RČN ob primernem načrtovanju omogočajo čiščenje komunalnih in kmetijskih odpadnih voda do zakonsko predpisanih vrednosti, prav tako so primerne za odstranjevanje s turizmom povezanega onesnaževanja. Posebna primernost uporabe RČN na zaščitene območjih pa je posledica posnemanja naravnega okolja in procesov pri čiščenju odpadnih voda, kar omogoča uporabo na mestu nastanka onesnaženja, ne glede na prisotnost kanalizacije in električne energije, ustvarjanje habitatov za najrazličnejše organizme, blaženje ekstremnih podnebnih pojavov (poplave, suše), možnosti ponovne uporabe očiščene vode, izobraževalne možnosti, estetska skladnost z naravnim okoljem in ekonomska učinkovitost.

RČN so se torej izkazale za večnamensko sonaravno tehnologijo varovanja, obnavljanja in ustvarjanja okolja ter so kot take še posebej primerne za uporabo na zaščitene območjih. Na podlagi naših ugotovitev bi bilo smiselno ekoremediacijske metode vpeljati v

najrazličnejše naravovarstvene dokumente kot primeren način trajnostnega upravljanja okolja, saj bi sistemizacija uporabe RČN še povečala njihov pozitiven vpliv.

7 VIRI

Ahn C. Gillevet P.M. Sikaroodi M. 2007. Molecular characterization of microbial communities in treatment microcosm wetlands as influenced by macrophytes and phosphorus loading, *Ecological Indicators* 7: 852-863

Akratos C.S. Tsihrintzis V.A. 2007. Effect of temperature, HRT, vegetation and porous media on removal efficiency of pilot-scale horizontal subsurfaceflow constructed wetlands, *Ecological Engineering* 29: 173-191

Arias C.A. Del Bubba M. Brix H. 2001. Phosphorus removal by sands for use as media in subsurface flow constructed reed beds, *Water Research* 35: 1159-1168

Atlas Slovenije. 1996

Babatunde A.O. Zhao Y.Q. O'Sullivan B. 2007. Constructed wetlands for environmental pollution control: A review of developments, research and practice in Ireland, *Environment International* - 01648

Batty L.C. Atkin L. Manning D.A.C. Assessment of the ecological potential of mine-water treatment wetlands using a baseline survey of macroinvertebrate communities, *Environmental Pollution* 138: 412-419

Beltram G. 2005. Novi izzivi za ohranjanje mokrišč v 21. stoletju : Ramsarska konvencija in slovenska mokrišča. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor: 94 str.

Berginc M. 2007. Sistem varstva narave v Sloveniji. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor: 128 str.

Bibič A. 2007. Program upravljanja območij Natura 2000 : 2007-2013 operativni program, Ministrstvo za okolje in prostor: 87 str.

Blais P. Weil C. 1999. Cost – benefit analysis for a constructed wetland in eastern Ontario, Canada, Alfred College; Tousignant E. 1999. Guidance manual for the design, construction and operations of constructed wetlands for rural applications in Ontario. Ontario, Canada Program of the Agricultural Adaptation Council, Stantec Consulting Ltd., Research and Technology Transfer Group, Alfred College – University of Guelph: 164 str.

Boers A.M. Veltman R.L.D. Zedler J.B. 2007. *Typha*×*glaucia* dominance and extended hydroperiod constrain restoration of wetland diversity, *Ecological Engineering* 29: 232–244

Bohinec S. 2003. Čiščenje padavinskega odtoka v rastlinskem biofiltru in zemeljskem zadrževalniku na odseku avtoceste Arja vas – Celje. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 77 str.

Bulc G.T. 2006. Long term performance of a constructed wetland for landfill leachate treatment, *Ecological Engineering* 26: 365-374

Bulc G.T. in Vrhovšek D. 2007. Rastlinske čistilne naprave za čiščenje odpadnih voda. Letna konferenca Katedre za Biotehnologijo – Pomen biotehnologije in mikrobiologije za prihodnost: Voda, 18.-19.1. 2007

Brix H. Arias C.A. 2005. The use of vertical flow constructed wetlands for on-site treatment of domestic wastewater: New Danish guidelines, *Ecological Engineering* 25: 491–500

Cronk J.K. 1996. Constructed wetlands to treat wastewater from dairy and swine operations: a review, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 58: 97-114

Čehić S. 2007. Pogled na vode v Sloveniji. Ljubljana, Statistični urad Republike Slovenije: 61 str.

Čušin B. 2004. Natura 2000 v Sloveniji. Ljubljana, Založba ZRC SAZU: 172 str.

Čuješ K. 2007. Kemijska in biološka kakovost reke Sotle. Prah K. in Nekrep A. Naravnogeografski, kulturni in ekonomski vidiki razvoja Posotolja, Univerza v Mariboru, Filozofska fakulteta: 71-79

Dong Z. Sun T. 2007. A potential new process for improving nitrogen removal in constructed wetlands - Promoting coexistence of partial-nitrification and ANAMMOX, *Ecological Engineering* 31: 69-78

EPA 1999. Free water surface wetlands for wastewater treatment – A technology assessment. U.S. EPA Office of wastewater management, U.S. Department of the interior, City of Phoenix, Arizona, 832-S-99-002: 167 str.

EPA 2000. Manual – Constructed wetlands treatment of municipal wastewater, Cincinnati, Ohio, U.S. EPA Office of research and development, 625-R-99-021: 166 str.

Ghermandi A. Bixio D. Thoeye C. 2007. The role of free water surface constructed wetlands as polishing step in municipal wastewater reclamation and reuse, *Science of the Total Environment* 380: 247–258

Globevnik L. 2006. Izvajanje Vodne direktive v Sloveniji: predstavitev prvih ocen možnosti doseganja okoljskih ciljev za vodna telesa v Sloveniji po načelih Vodne direktive. 1. izdaja. Ljubljana, Inštitut za vode Republike Slovenije: 47 str.

Hench K.R. Bissonnette G.K. Sexstone A.J. Coleman J.G. Garbutt K. Skousen J.G. 2003. Fate of physical, chemical, and microbial contaminants in domestic wastewater following treatment by small constructed wetlands, *Water Research* 37: 921–927

Izobraževanje lokalnih turističnih vodnikov. 2007. Občina Bistrica ob Sotli
www.bistricaobsotli.si/vsebina.asp?id=48

Javni zavod Kozjanski park www.kozjanski-park.si

Kovacic D.A. Twait R.M. Wallace M.P. Bowling J.M. 2006. Use of created wetlands to improve water quality in the Midwest—Lake Bloomington case study, *Ecological Engineering* 28: 258-270

Kadlec R.H. Tanner C.C. Hally V.M. Gibbs M.M. 2005. Nitrogen spiraling in subsurface-flow constructed wetlands: Implications for treatment response, *Ecological Engineering* 25: 365–381

Kukanja V. 1999. Tretja stopnja čiščenja komunalnih odpadnih voda mesta Sežane z modelom rastlinske čistilne naprave. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, 109 str.

Lah A. 2002. Promet in okolje, Ljubljana, Svet za varstvo okolja RS, Zbiraka usklajeno in sonaravno št. 7: 96 str.

Lee B.H. Scholz M. 2007. What is the role of *Phragmites australis* in experimental constructed wetland filters treating urban runoff, *Ecological Engineering* 29: 87-95

Li J. Wen Y. Zhou Q. Xingjie Z. Li X. Yang S. Lin T. 2007. Influence of vegetation and substrate on the removal and transformation of dissolved organic matter in horizontal subsurface-flow constructed wetlands, *Bioresource Technology*, Article in press – corrected proof

Luederitz V. Eckert E. Lange-Weber M. Lange A. Gersberg R.M. 2001. Nutrient removal efficiency and resource economics of vertical flow and horizontal flow constructed wetlands, *Ecological Engineering* 18: 157–171

Maine M.A. Sune N. Hadad H. Sanchez G. Bonetto C. 2007. Removal efficiency of a constructed wetlands for wastewater treatment according to vegetation dominance, *Chemosphere* 68: 1105-1113

Mantovi P. Marmiroli M. Maestri E. Tagliavini S. Piccinini S. Marmiroli N. 2003. Application of a horizontal subsurface flow constructed wetland on treatment of dairy parlor wastewater. *Bioresource Technology* 88: 85-94

Masbough A. Frankowski K. Hall K.J. Duff S.J.B. The effectiveness of constructed wetlands for treatment of woodwaste leachate. *Ecological Engineering* 25: 552-566

Matamoros V. Puigagut J. Garcia J. Bayona J.M. 2007. Behavior of selected priority organic pollutants in horizontal subsurface flow constructed wetlands: A preliminary screening, *Chemosphere*, vol. 69: 1374-1380

Mayo A.W. Bigambo T. 2005. Nitrogen transformation in horizontal subsurface flow constructed wetlands II: Effect of biofilm, *Physics and Chemistry of the Earth* 30: 668–672

Mitsch W.J. Day J.W. 2004. Thinking big with whole-ecosystem studies and ecosystem Restoration - a legacy of H.T. Odum, *Ecological Modelling* 178: 133–155

MOP - Agencija Republike Slovenije za okolje. 2008. Naravoslovni atlas Slovenije

Nacionalni program varstva okolja. 1999.

www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/publikacije/drugo/npvo.pdf

Öövel M. Tooming A. Mäuring T. Mander U. 2006. Schoolhouse wastewater purification in a LWA-filled hybrid constructed wetland in Estonia, *Ecological Engineering* 29: 17-26

Operativni program za varstvo voda pred onesnaženjem z nitrati iz kmetijske proizvodnje. 2004–2008. Resolucija nacionalnega programa varstva okolja, 2005-2012

Pravilnik o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode in padavinske vode, Uradni list RS št. 105/02

Pregled stanja biotske raznovrstnosti in krajinske pestrosti v Sloveniji. 2001. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor – Agencija RS za okolje: 219 str.

Pribaković Borštnik A. 2004. Odgovorno okoljsko delovanje: sistemi ravnanja z okoljem. Ljubljana, Slovenski institut za kakovost in meroslovje: 231 str.

Poročilo o delu parkov v Sloveniji. 2004. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor: 8 str.

Rejec Brancelj I. 2001. Kmetijsko obremenjevanje okolja v Sloveniji : pokrajinski vidiki obremenjevanja iz razpršenih virov, Ljubljana, Inštitut za geografijo: 104 str.

Reed S.C. 1993. Subsurface flow constructed wetlands for wastewater treatment – A technology assessment. United States environmental agency, Office of water, EPA 832-R-93-008: 87 str.

Resolucija Nacionalnega programa varstva okolja. 2005-2012, Uradni list RS št. 2/2006

Ribarič Lasnik C. Drev D. Grabner B. Sirše T. 2005. Uporaba ekoremediacij za zaščito in obnovo okolja v Savinjski regiji – Ocena stanja, Celje, Ekoremediacijski tehnološki center: 204 str.

Rousseau D.P.L. Vanrolleghem P.A. De Pauw N. 2004. Constructed wetlands in Flanders: a performance analysis, *Ecological Engineering* 23: 151-163

Simonič P. 2006. Ethnography of protected areas: endangered habitats – endangered cultures. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za etnologijo in kulturno antropologijo ter Društvo za raziskovanje, trženje in promocijo varovanih območij Slovenije

Steer D. Fraser L. Boddy J. Seibert B. 2002. Efficiency of small constructed wetlands for subsurface treatment of single-family domestic effluent, *Ecological Engineering* 18: 429-440

SURS 2002. Statistični urad Republike Slovenije, Popis prebivalstva, gospodinjstev in stanovanj 2002

SURS 2000. Statistični urad Republike Slovenije, Družinske kmetije po številu GVŽ, govedi, prašičev in krav molznic po statističnih regijah in občinah

Tanner C.C. Clayton J.S. Upsdell M.P. 1994a. Effect of loading rate and planting on treatment dairy farm wastewaters in constructed wetlands – I. Removal of oxygen demand, suspended solids and faecal coliforms, *Water research* 29: 17-26

Tanner C.C. Clayton J.S. Upsdell M.P. 1994b. Effect of loading rate and planting on treatment dairy farm wastewaters in constructed wetlands – II. Removal of nitrogen and phosphorus, *Water research* 29: 27-34

Tomin Vučkovič M. 2007. Zavarovana območja in turizem, Ministrstvo za gospodarstvo – Direktorat za turizem: 22 str.

Tousignant E. 1999. Guidance manual for the design, construction and operations of constructed wetlands for rural applications in Ontario. Ontario, Canadapt Program of the Agricultural Adaptation Council, Stantec Consulting Ltd., Research and Technology Transfer Group, Alfred College – University of Guelph: 164 str.

Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz komunalnih čistilnih naprav, Uradni list RS, št. 45/2007

Uredba o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz malih komunalnih čistilnih naprav, Uradni list RS, št. 98/07

Uredba o mejnih vrednostih vnosa nevarnih snovi in gnojil v tla, Uradni list RS, št. 84/2005

Uredba o ekološko pomembnih območjih, Uradni list RS, št. 49/2004, dopolnitve Uradni list RS št. 110/2004 in 59/2007

Uredba o posebnih varstvenih območjih (Območjih Natura 2000), Uradni list RS, št. 49/2004, 110/2004, 59/2007, 43/2008

Vrhovšek D. 2003. Pilot project on sustainable water management for integrated protection of the Dragonja river. Ljubljana, Limnos d.o.o. and Global water partnership Slovenia: 6 str.

Vovk Korže A. Vrhovšek D. 2007. Trajnostni sonaravni razvoj regije na primeru Posotelja, Prah K. in Nekrep A. Naravnogeografski, kulturni in ekonomski vidiki razvoja Posotelja, Univerza v Mariboru, Filozofska fakulteta: 27-36

Vymazal J. 2005a. Editorial – Constructed wetlands for wastewater treatment. Ecological Engineering, 25: 475-477

Vymazal J. 2005b. Horizontal sub-surface flow and hybrid constructed wetlands systems for wastewater treatment. Ecological Engineering, 25: 478–490

Weil C. 1999. Dignard dairy farm wetland case study, Alfred College; Tousignant E. 1999. Guidance manual for the design, construction and operations of constructed wetlands for rural applications in Ontario. Ontario, Canadapt Program of the Agricultural Adaptation Council, Stantec Consulting Ltd., Research and Technology Transfer Group, Alfred College – University of Guelph: 164 str.

Won Ji S. Iamchaturapatr J. Rhee J.S. 2007. Nutrient removals by 21 aquatic plants for vertical free surface flow (VFS) constructed wetland, Ecological Engineering 29: 287-293

Večerič M. 2008. »Kanalizacija in čistilne naprave v Kozjanskem parku« Rogaška slatina, OKP Javni zavod za komunalne storitve Rogaška slatina (osebni vir, januar 2008)

Zupančič Vičar M. 2006. Application of the Protected areas management categories of IUCN. Simonič P. Ethnography of protected areas: endangered habitats – endangered cultures. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za etnologijo in kulturno antropologijo ter Društvo za raziskovanje, trženje in promocijo varovanih območij Slovenije: 11-18

Zakon o ohranjanju narave, Uradni list RS, št. 96/04 – uradno prečiščeno besedilo

Zakon o varstvu okolja, Uradni list RS, št. 39/2006

Zakon o vodah, Uradni list RS, št. 67/2002

ZAHVALA

Za mentorstvo se zahvaljujem prof. dr. Danijelu Vrhovšku, za dodatno pomoč prof. dr. Alenki Gaberščik in prof. dr. Mihaelu J. Tomanu, za pomoč pri izražanju in moralno podporo Nini Matjaž, za tehnično pomoč Janu Antoniću in za celotno podporo – muti hvala.

PRILOGA

DODATKI K NARAVOVARSTVENI ZAKONODAJI

1 - Na podlagi ugotovitev naše raziskave smo na primeru Programa upravljanja območij Natura 2000 – Operativni program 2007-2013 (Bibič, 2007) pripravili naslednje dopolnitve.

Predlagamo, da se v poglavju 1.2 NAMEN OPERATIVNEGA PROGRAMA na strani 16 doda odebeljeno in podčrtano besedilo:

Podrobnejša opredelitev varstvenih ciljev in ukrepov na območjih Natura

- natančneje določiti podrobne varstvene cilje in ukrepe, ki izhajajo iz javno dostopnih virov, do ravni natančnosti, ki jo te podlage in literatura dopuščajo
- opredeliti zahteve ohranjanja za vsako posamično območje Natura, kot ključno informacijo za deležnike ohranjanja teh območij
- opredeliti neposredne varstvene ukrepe za upravljaljske načrte zavarovanih območij
- **uveljaviti ekoremediacije kot sonaraven, večnamenski in trajnostni način varovanja, čiščenja in obnavljanja okolja ter ohranjanja ali povrnitve biodiverzitete, še posebej primeren za doseganje varstvenih ciljev zaščitenih območij;**
- opredeliti ukrepe prilagojene rabe za doseganje varstvenih ciljev pri:
 - izkoriščanju naravnih dobrin
 - gospodarjenju z gozdovi
 - kmetijstvu, lovu in ribolovu
 - upravljanju voda
- drugi ukrepi, če so potrebni za zagotavljanje ugodnega stanja rastlinskih in živalskih vrst ter habitatnih tipov

V poglavju 2.1.1 PRISPEVEK OMREŽJA NATURA 2000 K OHRANJANJU BIOTSKE RAZNOVRSTNOSTI na strani 21 se doda odebeljeno in podčrtano besedilo:

Slovenija ima najvišji delež območij Natura v vseh državah članicah in na veliki večini območij izstopajoče stanje populacij vrst oziroma habitatnih tipov. Zato je doseganje obveznosti, da se prepreči slabšanje stanja, bistveno za izpolnjevanje zahtev in doseganje namena direktiv. Za izpolnjevanje te dolžnosti je z ZON in Uredbo o posebnih varstvenih območjih (Natura 2000) določeno tudi sprejetje tega programa. V Evropi, gosto poseljeni in gospodarsko zelo razviti celini, se ustrezni ukrepi za preprečevanje slabšanja stanja (v kontekstu ohranjanja *in-situ*) izvajajo praviloma v okviru trajnostne rabe naravnih dobrin in prostora, le redko v okviru prepuščanja območij naravnemu razvoju. To pa je mogoče le, če sta ohranjanje *in-situ* in trajnostna raba vrst in habitatnih tipov neločljivi del razvoja gospodarskih in družbenih dejavnosti, ki vplivajo na vrste, njihove habitate in habitatne tipe. V kontekstu tega operativnega programa je to zlasti pomembno za dejavnosti trajnostne rabe, ki morajo povezovati in vključevati, kjer je mogoče in primerno, varstvene ukrepe v ustrezne sektorske in medsektorske načrte, programe in politike. **Predlaga se uporaba ekoremediacij za sonaravno varovanje in ohranjanje okolja, blaženje in sanacijo posegov v naravo pri zagotavljanju trajnostnega razvoja gospodarske in družbene dejavnosti zaščitenih območij.**

Učinkovitost in uspešnost ukrepov za preprečevanje slabšanja in izboljšanje stanja na območjih Natura pomembno povečujeta zagotavljanje znanja in informacij na več ravneh. Znanje in informacije so bistveni za odločanje o najprimernejših ukrepih (vključujoč trajnostno rabo), ki zagotavljajo preživetje vrst in habitatnih tipov na območjih Natura in razvoj posamične dejavnosti z vplivom na biotsko raznovrstnost, nato za ukrepe, ki jih izvajajo obsežne ciljne skupine, in za izobraževanje in ozaveščenje različnih ciljnih skupin. **Pri tem se upošteva možnost uporabe ekoremediacij pri sonaravnem varovanju in obnavljanju vrst in habitatnih tipov območij Natura 2000.** Izjemno pomembni so tudi ustrezni načini posredovanja tega znanja in informacij.

V poglavju 2.1.3 VPLIVI DEJAVNOSTI NA DOSEGANJE CILJEV V OMREŽJU NATURA 2000 na strani 22 in 23 se doda odebeljeno in podčrtano besedilo:

Zagotavljanje ciljev (ugodnega stanja vrst in habitatnih tipov) pa je vezano tudi na obstoj in trajnostni razvoj dejavnosti, zlasti kmetijstva, gozdarstva, urejanja voda, lovstva, ribištva in drugih. Ta program v okviru trajnostnega razvoja teh dejavnosti določa cilje in ukrepe za doseganje podrobnih varstvenih ciljev na območjih Natura.

Nekatere dejavnosti lahko ohranjeno naravo (biotsko raznovrstnost), vključno z območji Natura in zavarovanimi območji, tudi tržijo in na ta način iz svoje dejavnosti ustvarjajo večjo dodano vrednost oziroma ustvarjajo nova delovna mesta. To je zlasti turizem in nanj vezane storitve (npr. pridelava kakovostne domače prehrane, vodenje). Za Slovenijo to dejstvo vsekakor pomeni razvojno priložnost, saj ima še številne razmeroma dobro ohranjene ekosisteme in omogoča doživljanje in spoznavanje rastlinskih in živalskih vrst v ohranjeni naravi. Slednje je pomembna prvina trženja pri turistični ponudbi podeželja, ki jo išče segment kupcev z visoko razvito zavestjo o pomenu zdravega okolja in nujnosti njegovega ohranjanja. Ta program zato obravnava tudi segment trajnostnega razvoja turizma, povezan s trženjem biotske raznovrstnosti na ali ob tistih območjih Natura, ki so tudi zavarovana območja po predpisih s področja ohranjanja narave in imajo določenega upravljavca.

Z uporabo ekoremediacij se lahko na sonaraven in trajnostni način zagotavlja ugodno stanje vrst in habitatnih tipov in hkrati omogoča razvojne dejavnosti na zaščitene območjih.

V poglavju 2.2 STRUKTURA PROGRAMA UPRAVLJANJA na strani 25 se doda odebeljeno in podčrtano besedilo:

Varstveni ukrepi so v skladu z Uredbo o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000) po posamičnih območjih Natura razdeljeni na:

1. ukrepe varstva narave,
2. ukrepe prilagojene rabe naravnih dobrin, s katerimi se dosega varstvene cilje,
3. ukrepe prilagojene kmetijske prakse, s katero se dosega varstvene cilje,
4. ukrepe upravljanja voda, s katerimi se dosega varstvene cilje,
5. druge ukrepe, če so ti potrebni za zagotavljanje ugodnega stanja rastlinskih in živalskih vrst ter habitatnih tipov.

Pri tem se predlaga uporaba ekoremediacij kot sonaraven, trajnostni in večnamenski način izvajanja varstvenih ukrepov, kjer je to mogoče.

V poglavju 2.4 UKREPI ZA DOSEGANJE VARSTVENIH CILJEV na strani 28 se doda odebeljeno in podčrtano besedilo:

Za nadzor nad predpisi s področja ohranjanja narave so v Prilogi **Error! Reference source not found.** navedene vsebine prepovedi skupaj z območjem, kjer je potrebno zagotoviti okrepljen nadzor. Za doseganje podrobnih varstvenih ciljev vrst in habitatnih tipov, vezanih na vode, pa je pomembno okrepiti nadzor gnojenjem in uporabo sredstev za varstvo rastlin na priobalnih zemljiščih v vseh območjih Natura določenih za vrste in habitatne tipe, vezane na vode. **Predlaga se uporaba ekoremediacij pri preprečevanju vnosa prekomernih količin hranil in sredstev za varstvo rastlin v vodne in na vodo vezane habitate.**

V poglavju 2.4.4 UKREPI UPRAVLJANJA VODA na strani 38 in 39 se doda odebeljeno in podčrtano besedilo:

Upravljanje z vodami je pomembno za ohranjanje **in povečanje** biotske raznovrstnosti in doseganje ugodnega stanja ohranjenosti območij Natura. Vrst in habitatnih tipov, ki so pri zagotavljanju ugodnega stanja ohranjenosti odvisni od vode je 110. Gre za vrste, ki del letnega ali življenjskega cikla preživijo ob ali v vodi zaradi razmnoževanja, prehranjevanja ali hiberniranja ter habitatne tipe, ki so vezani na stalno prisotnost vode (podzemne, ali površinske vode). Nanje vpliva predvsem sprememba hidromorfoloških lastnosti površinskih voda in sprememba količinskega in kemijskega stanja podzemnih voda.

Za upravljanje z vodami je Državni zbor sprejel nacionalni program upravljanja z vodami, za njegovo izvedbo pa bo Vlada sprejela načrta upravljanja voda (NUV) za vodni območji Donave in Jadranskega morja ter program ukrepov. NUV bo vseboval predvsem oceno stanja vodnih teles, ter ob upoštevanju izjem opredelil cilje glede doseganja dobrega stanja vodnih teles. Program ukrepov bo za doseganje teh ciljev, poleg ukrepov za varstvo voda, določenih s predpisi o varstvu okolja, določil še dodatne ukrepe, potrebne za doseganje dobrega stanja vodnih teles, pri čemer bodo območja Nature, kot so določena s predpisi o v ohranjanju narave obravnavana kot območja s posebnimi zahtevami. Metodološko bo del ekoloških zahtev vrste ali habitatnega tipa na območju Natura zajet v okviru dobrega ekološkega stanja voda. To pomeni, da se jih vključi v cilje NUV in ukrepe za doseg ciljev iz NUV ter se jih po potrebi vključi v program ukrepov v skladu z Zakonom o vodah. Morebitne specifične ekološke zahteve, ki niso zajete v okviru dobrega ekološkega stanja voda, se določi v ustreznem aktu ali programu. **Predlaga se uporaba ekoremediacij kot sonaraven in trajnostni način čiščenja in ohranjanja dobrega ekološkega stanja voda.**

V poglavju 2.4.5.1 UKREPI TRAJNOSTNEGA RAZVOJA USMERJENI NA NEPOSREDNE KORISTI OBMOČIJ NATURA 2000 ZA LOKALNO PREBIVALSTVO na strani 40 se doda odebeljeno in podčrtano besedilo:

trajnostni razvoj regij in razvoj turizma ter drugih podjetniških priložnosti povezujejo trajnostno upravljanje biotske raznovrstnosti, vključno s trženjem in zagotavljanjem dolgoročnega ohranjanja biotske raznovrstnosti. Za trajnostni razvoj regij je dodatno pomemben razvoj človeških potencialov in kadrov, usposobljenih in motiviranih za razvoj storitev, ki se lahko v takem okolju bolj konkurenčno razvijajo.

Za trajnostni razvoj regij se v načrtih upravljanja zavarovanih območij, praviloma upošteva zlasti naslednja področja:

- Infrastruktura za obiskovanje varovanih območij (informacijski centri, opazovalnice, razgledišča, označevanje, pešpoti, naravoslovne in kulturne poti, učne poti). Za trženje biotske raznovrstnosti skozi turizem so potrebna določena vlaganja v turistično infrastrukturo in v infrastrukturo za interpretacijo narave oziroma parkovno infrastrukturo (npr. učne in doživljajske poti, infocentri). Ta infrastruktura pritegne obiskovalce in turiste in jim pomaga doživeti naravo oziroma priti v stik z živalmi in rastlinami. Zaradi takih doživetij lahko neko območje postane priljubljena destinacija za obiske oziroma turistična destinacija. Premišljeno načrtovana parkovna infrastruktura tudi usmeri obiskovalce na določene dele narave (območij Natura) in s tem pomaga obiskovalce »koncentrirati« na točke ali v okolico območij Natura, kjer je mogoče tržiti lokalne proizvode (kmetijske, gostinske, spominke, storitve ipd.). Ob tem jih mora hkrati odvrniti od občutljivejših delov narave, kjer večje število obiskovalcev lahko škoduje doseganju varstvenih ciljev.
- Identifikacija novih in območju specifičnih podjetniških priložnosti glede na identificirane potenciale območja (podpora podjetjem in e-podjetjem, vezanim na trajnostni razvoj, s posebnim poudarkom na podjetniških iniciativah na področju uveljavljanja obnovljivih virov energije in učinkovite rabe energije ter trajnostne mobilnosti).
- Izdelava koncepta in izgradnja infrastrukture trajnostne mobilnosti in druge spremne javne infrastrukture v območju. To vključuje izdelava teritorialnega koncepta trajnostne (ali mehke mobilnosti) s poudarkom na javnem potniškem prometu in ureditvi kolesarskih ter peš- poti, prostorsko umeščanje intermodalnih sečišč za prestopanje med posameznimi modalitetami prevoza, (vključno s parkirišči, javnimi sanitarijami in drugo spremno infrastrukturo). Koncepti trajnostne mobilnosti so usmerjeni v umirjanje prometa, preusmerjanje potnikov na javni potniški promet in na nizko-ali brez-emisijske ter tihe oblike transporta.
- Razvoj dopolnilnih dejavnosti na kmetijah z identificiranimi ukrepi za razvoj človeških virov (ekološka pridelava, tradicionalna in komplementarna medicina, spominki, prodaja na domu, domača in umetna obrt, socialne kmetije, eko-turizem ipd), uveljavljanje fleksibilnih oblik dela vključno z delom na daljavo.
- Razvoj novih turističnih proizvodov.
- **Uporaba ekoremediacij pri odpravljanju škodljivih vplivov turistične dejavnosti.**

V poglavju 3.3 RAZISKOVANJE IN RAZVOJ TEHNOLOGIJ na strani 49 se doda odebeljeno in podčrtano besedilo:

V analizah je ugotovljeno kronično pomanjkanje sinteznih izdelkov o stanju in trendih biotske raznovrstnosti ter ekologiji in biologiji vrst in njihovih združb, še bolj pa tistih, ki terjajo dolgoletno akumulacijo znanja. Vsaj na področju biologije je zato tudi zelo otežen prenos znanja v uporabo, nenazadnje tudi v dejavnosti ohranjanja biotske raznovrstnosti.

Prvi cilj programa je zato določitev raziskovalnih aktivnosti na področju bazičnih in aplikativnih znanosti, ki se prednostno financirajo in ki so nujno potrebne za izboljšanje poznavanja ekologije rastlinskih in živalskih vrst ter habitatnih tipov. Prenosi tega znanja v prakso so povezani z določitvijo ogroženosti in ključnih virov ogrožanja vrst in habitatov, iz katerih se izpeljujejo rdeči sezname ogroženih vrst in habitatnih tipov. Nadalje pa so ti sezname lahko povezani z razvijanjem tehnologij (npr. rabe naravnih virov), ki še bolj ohranjajo biotsko raznovrstnost in s tem omogočajo enako, če ne še bolj uspešno rabo naravnih virov v prihodnjih desetletjih.

Predlaga se prednostna uporaba in razvoj ekoremediacij za sonaravno in trajnostno doseganje varstvenih ciljev zaščitenih območij. Ekoremediacije so zaradi načina delovanja posebej primerne pri varovanju, čiščenju in obnavljanju ter ohranjanju ali povrnitvi biodiverzitete na območjih Natura 2000.

2 - Na podlagi ugotovitev naše raziskave na primeru Uredbe o posebnih varstvenih območjih (Območjih Natura 2000) (Uradni list RS, št. 49/2004, 110/2004, 59/2007, 43/2008) predlagamo naslednje dopolnitve.

K 1. točki 1. člena se doda odebeljeno in podčrtano besedilo:

(1) Ta uredba določa posebna varstvena območja (območja Nature 2000) in varstvene cilje na teh območjih ter varstvene usmeritve za ohranitev, doseganje in izboljšanje ugodnega stanja prosto živečih rastlinskih in živalskih vrst (v nadaljnjem besedilu: rastlinske in živalske vrste), njihovih habitatov ter habitatnih tipov, katerih ohranjanje je v interesu Evropske unije, in druga pravila ravnanja za ohranjanje teh območij.

K 2. členu se doda odebeljeno in podčrtano besedilo:

V tej uredbi uporabljeni pojmi imajo naslednji pomen:

- posebno varstveno območje (območje Natura 2000; v nadaljnjem besedilu: Natura območje) je ekološko pomembno območje, ki je na ozemlju Evropske unije (v nadaljnjem besedilu: EU) pomembno za ohranitev, doseganje in izboljšanje ugodnega stanja vrst ptic (posebno območje varstva) in drugih živalskih ter rastlinskih vrst, njihovih habitatov in habitatnih tipov (posebno ohranitveno območje), katerih ohranjanje je v interesu EU, pri čemer se kot tako obravnava tisto območje, ki:
 - v biogeografski regiji ali regijah pomembno prispeva k ohranitvi ali obnovitvi ugodnega stanja vrst ptic in drugih živalskih ter rastlinskih vrst, njihovih habitatov ter habitatnih tipov;
 - pomembno prispeva k usklajenosti evropskega ekološkega omrežja Natura 2000;
 - pomembno prispeva k ohranjanju ali povečanju biotske raznovrstnosti v biogeografski regiji ali regijah;
 - potencialno posebno ohranitveno območje (v nadaljnjem besedilu: potencialno Natura območje) je območje, ki izpolnjuje strokovne kriterije, določene s predpisi EU za določitev Natura območij, in jih Vlada Republike Slovenije (v nadaljnjem besedilu: vlada) predlaga pristojnim organom EU v potrditev;
 - evropsko ekološko omrežje Natura 2000 (v nadaljnjem besedilu: evropsko ekološko omrežje), je sistem med seboj povezanih ali približanih Natura območij, ki omogoča, da se vzdržuje ali, če je to primerno obnovi, ugodno stanje habitatnih tipov ali habitatov vrst, katerih ohranjanje je v interesu EU na njihovem naravnem območju razširjenosti;
 - habitatni tipi v interesu EU so tisti, ki so v nevarnosti, da na svojem naravnem območju razširjenosti izginejo, ali imajo majhno naravno območje razširjenosti zaradi zmanjševanja ali omejenosti območja samega ali predstavljajo izjemne primere tipičnih značilnosti ene ali več od naslednjih petih biogeografskih regij: alpske, atlantske, celinske, makronezijske in sredozemske regije;
 - prednostni habitatni tipi so tisti habitatni tipi, ki so na območju EU v nevarnosti, da izginejo, za njihovo ohranitev pa je EU še posebej odgovorna glede na delež njihovega naravnega območja razširjenosti na ozemlju EU;
 - rastlinske in živalske vrste v interesu EU so tiste vrste, za katere na evropskem ozemlju držav članic EU velja, da so:
 - prizadete, kar pomeni, da njihov obstanek ni verjeten, če bodo dejavniki ogrožanja delovali še naprej, razen vrst, katerih naravno območje razširjenosti je na tem ozemlju

nepomembno in v zahodni palearktični regiji niso prizadete ali ranljive;

- ranljive, kar pomeni, da bodo verjetno v bližnji prihodnosti prešle v kategorijo prizadetih vrst, če bodo dejavniki ogrožanja še naprej delovali;

- redke, kar pomeni, da so njihove populacije majhne in še niso prizadete ali ranljive, lahko pa zaradi ogrožanja preidejo v kategorijo prizadetih vrst; te vrste živijo na omejenih geografskih območjih ali so redko raztresene na širšem geografskem območju ali

- endemične in zahtevajo posebno pozornost, zaradi posebnosti njihovih habitatov oziroma možnih vplivov njihovega izkoriščanja na habitat oziroma na stanje ohranjenosti vrste;

- prednostne rastlinske in živalske vrste, so tiste vrste, za ohranitev katerih je EU še posebej odgovorna glede na delež njihovega naravnega območja razširjenosti, ki leži na ozemlju EU;

- **ekoremediacije vključujejo sisteme in procese, ki potekajo v naravnih in umetnih ekosistemih in varujejo, obnovljajo ali čistijo naravno okolje ter ohranjajo in povečujejo biodiverzitetu.**

K 6. členu se doda odebeljeno in podčrtano besedilo:

(1) Varstveni cilji na Natura območjih se z namenom ohranjati, vzdrževati, izboljšati **ali povrniti** obstoječe lastnosti nežive in žive narave, ki prispevajo k ugodnemu stanju rastlinskih in živalskih vrst ter habitatnih tipov, določijo na osnovi ekoloških potreb posameznih vrst in habitatnih tipov, zaradi katerih je Natura območje opredeljeno.

(1a) **Ekoremediacije so sonaravni, večnamenski in trajnostni načini oblikovanja narave z namenom varovanja, čiščenja in obnavljanja okolja ter ohranjanja ali povrnitve biodiverzitete.**

(2) Na Natura območju, kjer je prisotnih več habitatov vrst ali habitatnih tipov, zaradi katerih je Natura območje opredeljeno, se upoštevajo med seboj usklajeni varstveni cilji.

(3) Varstveni cilji iz prvega odstavka tega člena so določeni v prilogi 2 te uredbe.

K 7. členu se doda odebeljeno in podčrtano besedilo:

(1) Varstvene usmeritve za ohranitev Natura območij so usmeritve za načrtovanje in izvajanje posegov in dejavnosti ter drugih ravnanj človeka na teh območjih z namenom doseganja varstvenih ciljev.

(2) Na Natura območjih se posege in dejavnosti načrtuje tako, da se v čim večji možni meri:

- ohranja **in povečuje** naravna razširjenost habitatnih tipov ter habitatov rastlinskih ali živalskih vrst;

- ohranja **in povečuje** ustrezne lastnosti abiotskih in biotskih sestavin habitatnih tipov, njihove specifične strukture ter naravne procese ali ustrezno rabo;

- ohranja **in izboljšuje** kakovost habitata rastlinskih in živalskih vrst, zlasti tistih delov habitata, ki so bistveni za najpomembnejše življenjske faze kot so zlasti mesta za razmnoževanje, skupinsko prenočevanje, prezimovanje, selitev in prehranjevanje živali;

- ohranja povezanost habitatov populacij rastlinskih in živalskih vrst in omogoča ponovno povezanost, če je le-ta prekinjena.

(3) Pri izvajanju posegov in dejavnosti, ki so načrtovani v skladu s prejšnjim odstavkom, se izvedejo vsi možni tehnični in drugi, **prednostno sonaravni večnamenski ukrepi kot so**

ekoremediacije, da je neugoden vpliv na habitatne tipe, rastline in živali ter njihove habitate čim manjši **ali celo ugoden**.

(4) Čas izvajanja posegov, opravljanja dejavnosti ter drugih ravnanj se kar najbolj prilagodi življenjskim ciklom živali in rastlin tako, da se:

– živalim prilagodi tako, da poseganje oziroma opravljanje dejavnosti ne, ali v čim manjši možni meri, sovpada z obdobji, ko potrebujejo mir oziroma se ne morejo umakniti, zlasti v času razmnoževalnih aktivnosti, vzrejanja mladičev, razvoja negibljivih ali slabo gibljivih razvojnih oblik ter prezimovanja,

– rastlinam prilagodi tako, da se omogoči semenenje, naravno zasajevanje ali druge oblike razmnoževanja.

(5) Na Natura območja se ne vnaša živali in rastlin tujerodnih vrst ter gensko spremenjenih organizmov.

(6) Varstvene usmeritve za ohranitev Natura območij se upoštevajo pri urejanju prostora in rabi naravnih dobrin na način, kot je to določeno z zakonom, ki ureja ohranjanje narave.

(7) **Ekoremediacije so sonaravni načini blaženja, varovanja, ohranjanja in odpravljanja posegov v naravo in kot take primerne za večnamensko doseganje varstvenih ciljev območij Natura 2000.**

K 1. točki 8. člena se doda odebeljeno in podčrtano besedilo:

(1) Na Natura območju je treba izvesti presojo sprejemljivosti planov, programov, načrtov, prostorskih ali drugih aktov oziroma presojo sprejemljivosti posegov v naravo v primerih in na način, kot je to določeno s predpisi, ki urejajo ohranjanje narave.

(1a) **Upoštevajo se ekoremediacije kot sonaravni, trajnostni in večnamenski načini oblikovanja in poseganja v naravo.**

(5) Pri vseh posegih, opredeljenih v odstavkih (2), (3) in (4) tega člena, se upoštevajo ekoremediacije kot najprimernejši način posega ali blažitve učinkov posegov na območje Natura 2000.

K 2. točki 12. člena se doda odebeljeno in podčrtano besedilo:

(2) V programu upravljanja se lahko opredelijo ukrepi za vsako Natura območje. Ti ukrepi se pripravijo ob upoštevanju značilnosti Natura območja, vključno z socio-demografskimi in ekonomskimi značilnostmi, dejanskega stanja v ekosistemu ter obstoječih in pričakovanih dejavnikov ogrožanja.

(2a) **Upoštevajo se ekoremediacije kot sonaravni in celostni načini varovanja ali obnavljanja naravnega okolja s pripadajočo biodiverziteto, ki omogočajo trajnostno ekološko in ekonomsko izvajanje ukrepov.**

K 1. in 2. točki 15. člena se doda odebeljeno in podčrtano besedilo:

(1) Varstvene usmeritve za ohranjanje potencialnih Natura območij so usmeritve za načrtovanje in izvajanje posegov in dejavnosti ter drugih ravnanj človeka na teh območjih z namenom preprečevanja poslabšanja **ali celo izboljšanja** stanja.

(1a) **Ekoremediacije se upoštevajo kot sonaraven način varovanja, čiščenja in obnavljanja okolja.**

(2) Pri izvajanju posegov in dejavnosti na potencialnih Natura območjih, ki so načrtovani v skladu z usmeritvami iz prejšnjega odstavka, se izvedejo vsi možni tehnični in drugi **prednostno sonaravni ukrepi kot so ekoremediacije**, da je neugoden vpliv na habitatne tipe, rastline in živali ter njihove habitate čim manjši **ali celo pozitiven** v skladu s četrtem in petim odstavkom 7. člena te uredbe.