

UNIVERZA V NOVI GORICI
FAKULTETA ZA ZNANOSTI O OKOLJU

**EKOREMEDIACIJA KOT SISTEM ZA OBNOVO IN
ZAŠČITO AKUMULACIJ NA PRIMERU HE BREŽICE**

DIPLOMSKO DELO

Urška Žibert

Mentor: prof. dr. Danijel Vrhovšek

Nova Gorica, 2013

IZJAVA

Izjavljam, da je diplomsko delo rezultat lastnega raziskovalnega dela. Rezultati, ki so nastali v okviru skupnega raziskovanja z drugimi raziskovalci, ali so jih prispevali drugi raziskovalci (strokovnjaki), so eksplicitno prikazani oziroma navedeni (citirani) v diplomskem delu.

Urška Žibert

Zahvala

Zahvaljujem se mentorju prof. dr. Danijelu Vrhovšku in njegovim sodelavcem v podjetju Limnos, ki so mi bili vedno pripravljene priskočiti na pomoč pri pripravi diplomske naloge. Posebej bi se zahvalila Urši Vidmar za pomoč in nasvete. Pri določitvi prispevnega območja mi je pomagala doc.dr. Barbara Čenčur Curk. Zahvaljujem se tudi zaposlenim v Agenciji RS za okolje za podatke, še posebej Polonci Mihorko in Tini Rejc. Podatke mi je posredovala tudi Jadranka Ajković iz Komunale Brežice. Na koncu bi se zahvalila še svoji družini, ki mi je stala ob strani v času študija in me spodbujala med pripravo diplomske naloge.

POVZETEK

Ekoremediacije so biotehnološke metode, ki za zaščito, sanacijo okolja, čiščenje in ohranjanje voda uporabljajo naravne in sonaravne procese in sisteme. Hidroelektrarna Brežice je načrtovana pretočno-akumulacijska hidroelektrarna, za katero je načrtovano akumulacijsko jezero. Načrtovano akumulacijo lahko z uporabo ekoremediacij zaščitimo pred vnosi hranil (dušikove in fosforjeve spojine) iz točkovnih in netočkovnih virov onesnaževanja, ki predstavljajo nevarnost za pojav evtrofikacije. Zaradi evtrofikacije se poveča primarna produkcija, posledično odmiranje pa povzroča gnitje, pri čemer se porablja kisik, kar poruši ravnovesje v ekosistemu. Količinsko vrednotenje vnosov dušikovih in fosforjevih spojin je obsegalo izračun količine že prisotnih hranil v Savi, vnos hranil s padavinami in vnos hranil s točkovnimi ter netočkovnimi viri onesnaževanja. Na prispevnem območju k vnosu hranil največ prispevajo netočkovni viri onesnaževanja. Z različnimi ekoremediacijskimi ukrepi je mogoče zmanjšati vnose hranil v akumulacijo, povečati biotsko raznovrstnost in vzpostaviti nadomestne habitate.

KLJUČNE BESEDE

ekoremediacije, Hidroelektrarna Brežice, evtrofikacija, viri onesnaževanja

ABSTRACT

Ecoremediations are biotechnological methods for environmental protection and remediation, water cleaning and conservation, and sustainable use of natural processes and systems. Hydropower plant Brežice is flow-pumped storage hydropower plant, for which an accumulation lake is planned. The planned accumulation can use ecoremediation for protection of nutrient inputs (nitrogen and phosphorus compounds) from point and nonpoint sources of pollution, which lead to a risk of eutrophication. Primary production is increased because of eutrophication, resulting in death of algae and causing decay. Oxygen is being consumed, which may tip the balance in the ecosystem. Quantification of fluxes of nitrogen and phosphorus compounds consisted of calculating the quantity of nutrients already present in the Sava, nutrient intake of precipitation and nutrient intake of point and nonpoint sources of pollution. The nonpoint sources of pollution are the largest contributors of nutrients in catchment area. With a variety of ecoremediation actions we can reduce the intake of nutrients into the reservoir, increase biodiversity and create alternative habitats.

KEY WORDS

ecoremediations, Hydropower plant Brežice, eutrophication, pollution sources

KAZALO VSEBINE

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | UVOD | 1 |
| 2 | TEORETIČNE OSNOVE..... | 2 |
| 2.1 | Osnovni pojmi | 2 |
| 2.1.1 | Hidroelektrarna | 2 |
| 2.1.2 | Evtrofikacija..... | 3 |
| 2.1.3 | Ekoremediacije | 5 |
| 2.2 | Opredelitev območja študije | 7 |
| 2.2.1 | Opis akumulacije Brežice | 7 |
| 2.2.2 | Tehnološke in hidrološke značilnosti HE Brežice..... | 8 |
| 2.2.3 | Definiranje prispevnega območja za akumulacijo HE Brežice | 9 |
| 2.3 | Pregled stanja okolja | 15 |
| 2.3.1 | Podatki o kvaliteti površinskih voda | 15 |
| 2.3.2 | Kakovost podtalnice | 18 |
| 2.3.3 | Pregled stanja kvalitete zraka..... | 21 |
| 2.4 | Identifikacija virov onesnaževanja na prispevnem območju HE Brežice | 23 |
| 2.4.1 | Točkovni viri odpadnih voda | 23 |
| 2.4.2 | Netočkovni viri odpadnih voda..... | 34 |
| 3 | PRAKTIČNI DEL | 37 |
| 3.1 | Količinsko ovrednotenje onesnaževanja | 37 |
| 3.1.1 | Količinsko ovrednotenje že prisotnih dušikovih in fosforjevih spojin v Savi | 37 |
| 3.1.2 | Količinsko vrednotenje vnosa dušikovih in fosforjevih spojin s padavinami.... | 37 |
| 3.1.3 | Količinsko vrednotenje vnosa dušikovih in fosforjevih spojin z netočkovnimi viri onesnaževanja | 38 |
| 3.1.4 | Količinsko vrednotenje vnosa dušikovih in fosforjevih spojin s točkovnimi viri onesnaževanja | 44 |
| 4 | REZULTATI IN RAZPRAVA | 45 |
| 4.1 | Vnosi dušika in fosforja iz različnih virov | 45 |
| 4.2 | Predlagane ERM za zaščito akumulacije HE Brežice | 49 |
| 4.2.1 | ERM za preprečevanje točkovnih virov onesnaževanja..... | 49 |
| 4.2.2 | ERM za preprečevanje netočkovnih virov onesnaževanja..... | 50 |
| 4.2.3 | ERM za zaščito in povečanje samočistilne sposobnosti vodotokov | 54 |
| 4.2.4 | ERM za izboljšanje ekološkega stanja v akumulacijskem telesu in brežinah . | 57 |
| 4.3 | ERM kot nadomestni habitati..... | 59 |
| 5 | ZAKLJUČKI..... | 63 |
| 6 | VIRI..... | 65 |
| | PRILOGE..... | 69 |

SEZNAM PREGLEDNIC

| | |
|--|-----------|
| Preglednica 1: Osnovni tehnični podatki za HE Brežice (Osnutek okoljevarstvenega soglasja, 2013) | 8 |
| Preglednica 2: Vrednosti fizikalno-kemijskih parametrov merilnih postaj na spodnji Savi (Vir podatkov: ARSO)..... | 17 |
| Preglednica 3: Pregled koncentracij onesnaževal na merilni postaji sv. Mohor (Brestanica), za katera so predpisane mejne vrednosti. Prekoračene mejne vrednosti so v rdečem tisku (ARSO, 2013). | 21 |
| Preglednica 4: Vrednosti meritev kakovosti zraka na merilni postaji sv. Mohor (Brestanica) v letu 2011 (Šegula A. in sod., 2012: 5, 37). | 22 |
| Preglednica 5: Naselja na prispevnem območju (Vir podatkov: SURS, 2013)..... | 23 |
| Preglednica 6: Sistem odvajanja odpadnih voda za Krško (KOSTAK, 2013) | 25 |
| Preglednica 7: Lastnosti krške in brežiške ČN v letu 2011 | 26 |
| Preglednica 8: Količina izpustov in povprečna vrednost izbranih parametrov KČN v letu 2012 (Vir podatkov: ARSO)..... | 26 |
| Preglednica 9: Emisije dušikovih oksidov in žvepovega dioksida po glavnih kategorijah virov (Bolte T. in sod., 2010) | 27 |
| Preglednica 10: Emisije snovi v zrak na prispevnem območju (Vir podatkov: ARSO za leto 2011)..... | 28 |
| Preglednica 11: Emisije snovi v vode na prispevnem območju (Vir podatkov: ARSO za leto 2011)..... | 29 |
| Preglednica 12: Poslovni subjekti po naseljih (AJPES, 2013)..... | 31 |
| Preglednica 13: Kmetijska gospodarstva, površina in struktura kmetijskih zemljišč v letu 2010 (Vir podatkov: SURS) | 34 |
| Preglednica 14: Ocenjene površine urbanih in kmetijskih območij na prispevnem območju (Vir podatkov: Atlas okolja)..... | 35 |
| Preglednica 15: Povprečni letni dnevni promet na cestah prispevnega območja(Vir podatkov: Atlas Okolja) | 36 |
| Preglednica 16: Koncentracije skupnega dušika in celotnega fosforja na merilnem mestu Jesenice na Dolenjskem (Vir podatkov: ARSO) | 37 |
| Preglednica 17: Ocenjene koncentracije fosforjevih in dušikovih spojin v padavinah (Jørgensen S.E. in Vollenweider R.A. 1988) | 38 |
| Preglednica 18: Vnos dušikovih in fosforjevih spojin v akumulacijo s padavinami | 38 |
| <i>Preglednica 19: Koncentracije in vnosi onesnaževal, ki se z meteorno vodo spirajo z različnih urbanih površin (PH Consult, 1989; Storhaug, 1996; Kadlec and Wallace, 2009 cit. po Zupančič Justin M., 2011)</i> | <i>39</i> |
| Preglednica 20: Ocena vnosa dušikovih in fosforjevih spojin iz urbanih površin | 39 |
| Preglednica 21: Število prebivalcev priključenih na ČN in kanalizacijo | 40 |
| Preglednica 22: Izračun obremenitev s fosforjevimi in dušikovimi spojinami | 40 |
| Preglednica 23: Letna mineralizacija dušika za različne rabe kmetijskih zemljišč (Pintar M. in sod., 2005:7)..... | 41 |
| Preglednica 24: Vnosi celotnega dušika in celotnega fosforja iz ocene porabe obeh hranil na hektar kmetijske površine..... | 43 |
| Preglednica 25: Obremenitev površinskih voda s celotnim fosforjem in celotnim dušikom zaradi kmetijstva..... | 44 |
| Preglednica 26: Količine izpustov celotnega dušika in celotnega fosforja iz čistilne naprave Vipav v Savo (Vir podatkov: ARSO) | 44 |
| Preglednica 27: Celotni dušik in celotni fosfor iz različnih virov vnosa v Savo..... | 46 |
| Preglednica 28: Namembnost ERM (Zupančič Justin M. in sod., 2011) | 58 |
| Preglednica 29: Nadomestni habitati (Ur.l. RS, št. 50/2012) | 59 |
| Preglednica 30: Izbrane ERM in njihov prispevek k večanju biotske pestrosti in vzpostavitvi habitatov | 62 |

SEZNAM SLIK

| | |
|--|----|
| Slika 1: Obravnavano območje (Kraji - Slovenija, 2013)..... | 7 |
| Slika 2: Jezovna zgradba (HESS, 2013) | 9 |
| Slika 3: Prispevno območje HE Brežice (Atlas okolja, 2013)..... | 10 |
| Slika 4: VT podzemne vode (Atlas okolja, 2013) | 11 |
| Slika 5: Površinske vode (Atlas okolja, 2013)..... | 11 |
| Slika 6: Območja Nature 2000 (Atlas okolja, 2013) | 14 |
| Slika 7: Območja naravnih vrednot (Atlas okolja, 2013) | 15 |
| Slika 8: Ekološko pomembna območja (Atlas okolja, 2013) | 15 |
| Slika 9: Vrednosti fizikalno-kemijskih elementov merilnega mesta Jesenice na Dolenjskem (Vir podatkov: ARSO) | 18 |
| Slika 10: Vsebnost nitrata v podzemni vodi (Vir podatkov: ARSO) | 19 |
| Slika 11: Vsebnost desetil-atrazina v podzemni vodi (Vir podatkov: ARSO)..... | 20 |
| Slika 12: Meritve z difuznimi vzorčevalniki v Krškem (Vir podatkov: Atlas okolja, 2013) | 22 |
| Slika 13: Divja odlagališča na prispevnem območju (Geopedia, 2013) | 34 |
| Slika 14: Deleži vnosa celotnega dušika iz različnih virov | 47 |
| Slika 15: Deleži vnosa celotnega fosforja iz različnih virov | 48 |
| Slika 16: Primerjava vnosa celotnega dušika in celotnega fosforja iz razpršenih virov | 48 |

SEZNAM OKRAJŠAV

ARSO – Agencija Republike Slovenije za okolje
BPK₅ – biološka potreba po kisiku v petih dnevih
ČN – čistilna naprava
DPN – državni prostorski načrt
EPO – ekološko pomembno območje
ERM – ekoremediacije
KČN – komunalna čistilna naprava
KPK – kemijska potreba po kisiku
NE – nuklearna elektrarna
NH – nadomestni habitati
PE – populacijski ekvivalent
RPO – rastlinski plavajoči otoki
SCI – območje, pomembno za skupnost (Site of Community Interest)
VT – vodno telo
ZRC – zbirno-reciklažni center

1 UVOD

Hidroelektrarna Brežice je načrtovana kot peta od šestih hidroelektrarn na spodnji Savi (HESS, 2013). Z zajezitvijo vodotokov z namenom pridobivanja električne energije prihaja do velikih sprememb, ki močno spremenijo ekološko stanje vodotoka. Zaradi daljšega časa zadrževanja vode se lahko pojavi eutrofikacija kot negativna posledica takšnega posega v prostor. Problem eutrofikacije je v prekomerni razrasti alg in drugih makrofitov, katere vzrok je v povečanem dotoku hranilnih snovi, zlasti fosforjevih in dušikovih spojin, prisotnih predvsem v odplakah iz gospodinjstev in kmetijstva (Škofljanec A., 2005). Zaradi eutrofikacije, ki je posledica onesnaževanja, je kakovost vode v akumulaciji slabša. Vse te spremembe vodijo v spremembo življenjskih pogojev, po drugi strani pa tudi novo nastalo akumulacijsko jezero negativno vpliva na različne sestavine okolja od izgub habitatov do sprememb hidrologije Save in nivoja podtalnice, ki lahko povečajo učinke onesnaževanja.

Ekoremediacije so biotehnološke metode, ki za zaščito, sanacijo okolja, čiščenje in ohranjanje voda uporabljajo naravne in sonaravne procese in sisteme. Z uporabo ekoremediacij lahko zmanjšujemo točkovne (komunalne in industrijske odplake) in netočkovne (promet, kmetijstvo) obremenitve ter okrepimo druge ekosistemske storitve pristop (Vrhovšek D. in Vovk Korže A., 2008). Na podlagi naštetega lahko predpostavljam, da se z ustrezno umestitvijo ekoremediacijskih ukrepov na vplivnem območju HE Brežice zmanjšajo obremenitve stoječega vodnega telesa, ki so posledica točkovnega in netočkovnega onesnaževanja in s tem dodatno zaščitijo vodno telo pred eutrofikacijo.

Namen moje diplomske naloge je, da na podlagi analize podatkov o stanju okolja na prispevnem območju HE Brežice določim območja pomembnejših obremenitev tako točkovnih kot tudi netočkovnih virov onesnaževanja. S količinskim ovrednotenjem virov želim oceniti negativen vpliv na akumulacijo in ugotoviti možnost eutrofikacije. Moj cilj je torej določitev ekoremediacijskih metod in umestitev ekoremediacij v obravnavano območje z namenom preprečevanja oziroma zmanjševanja posledic onesnaževanja. Poleg naštetega je cilj moje naloge tudi določitev nadomestnih habitatov z uporabo ekoremediacij.

2 TEORETIČNE OSNOVE

2.1 Osnovni pojmi

2.1.1 Hidroelektrarna

Hidroelektrarna je energetski objekt, ki izkorišča vodni tok za pridobivanje električne energije. Vodna turbina pretvori kinetično energijo vode v vrtilno energijo, ki poganja rotor generatorja, iz katerega potuje v transformatorsko postajo in nato v električno omrežje. Rečne hidroelektrarne delujejo pri nizkem padcu in velikem pretoku. Nihanja nivoja izenačujejo z jezom, za katerim nastane akumulacijsko jezero (Kocjan-Barle M. in Bajt D., 2007).

Količina pridobljene energije je odvisna tako od količine vode kot od višinske razlike vodnega padca. Glede na to razlikujemo različne tipe hidroelektrarn. Pretočne elektrarne izkoriščajo veliko količino vode in imajo relativno majhen padec. Reko se zajezi, ne ustvarja pa se zaloga vode. Drugačne so akumulacijske hidroelektrarne, ki izkoriščajo manjše količine vode, ki pa ima velik višinski padec. Pri teh elektrarnah akumuliramo vodo z nasipi ali s poplavitvijo dolin in sotesk. Kombinacije prej omenjenih so pretočno-akumulacijske hidroelektrarne. Te elektrarne se gradijo v verigi in zbirajo vodo navadno krajši čas, medtem ko zbirajo akumulacijske elektrarne vodo daljše obdobje. Kateri način izrabe hidropotenciala je pravi, je odvisno od več dejavnikov, predvsem pa od lastnosti vodotoka (Fokus, 2013).

Načrtovana Hidroelektrarna Brežice (HE Brežice) spada med pretočno-akumulacijske hidroelektrarne. HE Brežice bo peta hidroelektrarna v verigi šestih HE na spodnji Savi z največjo močjo 46 MW. Nameščene ima tri cevne agregate z instaliranim pretokom 500 m³/s, ima tudi pet pretočnih polj s prelivno zmogljivostjo 4.600 m³/s ter povprečno letno proizvodnjo 148 GWh (HESS, 2013).

Akumulacijsko jezero (zaježitveno jezero) predstavlja stoječo vodo v kotanji, nastali pred umetno zaježeno dolinsko pregrado, nasipom ali jezom. Velika večina zaježitvenih jezer nastane z zaježitvijo potoka ali reke zaradi pridobivanja električne energije, umetnega namakanja, reguliranja vodnega toka (zadrževanja poplavnih voda v zadrževalnikih) ter oskrbe s pitno in industrijsko vodo. Zaježitvena jezera so tudi naravnega izvora, največkrat kot posledica potresa, vendar so kratkega veka. Manjši zadrževalniki in zaježitvena jezera imajo lahko zelo ugoden vpliv na okolje, gradnja velikih zaježitvenih jezer pa prinaša poleg gospodarskih koristi pogosto tudi negativne posledice za okolje (Kocjan-Barle M. in Bajt D., 2007). Tak primer je Jez treh sotesk na Jangceju, kjer so se negativne posledice kazale v izgubi domov 1,9 milijona ljudi, izgubi zemljišč, spremembi celotnega ekosistema, zadrževanju sedimentov in tudi v vdoru slane vode v pitno vodo (Department of Geography, 2013). Ena od pomembnejših negativnih posledic hidroelektrarn z akumulacijskimi jezeri je eutrofikacija, ki je bolj podrobno opisana v naslednjem poglavju.

HE Brežice bo imela pomembno vlogo v slovenskem elektroenergetskem sistemu. Prispevala bo približno en odstotek (HESS, 2013) trenutne letne proizvodnje električne energije v Sloveniji. Električna energija hidroelektrarn na spodnji Savi, ki bodo zgrajene postopno do leta 2018 (HE Boštanj, Blanca, Krško, Brežice in Mokrice) bo predstavljala 21 odstotkov proizvodnje slovenskih hidroelektrarn in bo predvidoma pokrivala šest odstotkov skupne porabe električne energije v državi (Stojič in sod., 2010).

2.1.2 Evtrofikacija

Po Smith T.M. in Smith R.L. (2012) je evtrofikacija bogatenje s hranilnimi snovmi zaradi vnosov v vodne sisteme. Izhaja iz grške besede eutrophos (eu – dobro; trophos – prehranjen/prehranjevanje), kar pomeni stanje z obilo hranilnih snovi. Poznamo tako naravno evtrofikacijo – staranje jezer, ki v naravi poteka ves čas, kot antropogeno (umetno) evtrofikacijo, ki se pojavi kot neposredna posledica človekove dejavnosti preko onesnaževanja s hranili, preko izpustov odpadnih voda ali drugih virov. Človekove dejavnosti, ki prispevajo k povečanju hranilnih snovi so predvsem uporaba umetnih gnojil v kmetijstvu in erozija, ki jo povzroča gradnja cest, sečnja v gozdu, rudarjenje in gradnja objektov.

Medtem ko naravna evtrofikacija poteka počasi – tisočletja, umetna evtrofikacija poteka zelo hitro – od nekaj let do nekaj desetletij. Prav zaradi hitrega poteka in neprimerljivo večje razsežnosti umetne evtrofikacije, je z vidika varovanja okolja in vodnih virov prav ta problematična (Škofljanec A., 2005).

Po Škofljanec A. (2005) evtrofikacija povzroča številne negativne posledice:

- poslabšanje estetskega videza vode;
- zmanjšanje uporabnosti vode za pridobivanje pitne in tehnološke vode;
- zmanjšanje uporabnosti vode za rekreacijo;
- težave pri odvzemu vode – mašenje filtrov;
- dnevno nihanje koncentracije kisika zaradi fotosinteze in dihanja vodnih organizmov;
- odmiranje višjih organizmov zaradi pomanjkanja kisika in strupenih izločkov alg (cianobakterije);
- porušitev prehranjevalne verige in zmanjšanje raznolikosti organizmov ter s tem
- osiromašenje ekosistema (ohranijo se le vrste, ki jih pomanjkanje kisika ne prizadene).

2.1.2.1 Naravni vzroki za evtrofikacijo

Vrhovšek D. in Vovk Korže A. (2009) opisujeta naravne vzroke za evtrofikacijo v jezerih. Pri naravnem procesu gre za problem staranja tako naravnih kot tudi umetnih jezer, pri čemer se zaradi najrazličnejših vzrokov hranilne snovi v vedno večjih količinah akumulirajo v vodnem biotopu.

Kakšna količina hranilnih snovi se bo kopičila v nekem jezeru, je odvisno od geoloških, morfoloških, hidroloških, klimatskih, geografskih in še drugih dejavnikov. Zelo pomembna je geološka podlaga prispevnega območja voda. Od nje je odvisno, koliko hranilnih snovi se bo izpralo v jezersko kotanjo. Tudi erozija v prispevnem območju je zaradi zasipavanja jezerske kotanje bistvena in vpliva na procese evtrofikacije. Dvigovanje jezerskega dna pomeni večanje temperature in s tem pospešene biološke procese. Proces evtrofikacije je tudi hitrejši v nižinah kot višje v gorah. Obalna vegetacija namreč ustvarja ugodne mikroklimatske pogoje in povečuje količino organskega materiala v jezeru. Vegetacija se uspešno razvija v nižinah, kjer je vegetacijska doba daljša in ni vpliva UV žarkov. Podobno vplivata tudi geografska širina in geografska dolžina (Vrhovšek D. in Vovk Korže A., 2009).

Odločilnega pomena za pojav eutrofikacije v jezeru je oblika jezerske kotanje in hidrologija jezera. V jezerih z velikim pretokom oziroma z večjo izmenjavo vode je proces eutrofikacije počasnejši, obstaja pa nevarnost zasipavanja. V globljih jezerih z manjšim pretokom je eutrofikacija hitrejša in je zasipavanje, ki poteka predvsem na račun usedanja, počasnejše. Vsak od omenjenih vplivov je na začetku počasen in kasneje hitro napreduje. Pospešen razvoj odmiranja jezer je posledica bioloških procesov (Vrhovšek D. in Vovk Korže A., 2009).

V geološko mladih jezerih je zelo malo hranilnih snovi, ki so potrebne za razvoj alg in višjih vodnih organizmov, zato je celotna biološka produkcija majhna oziroma omejena. Takšna jezera imenujemo oligotrofna jezera. Med najpomembnejšimi hranilnimi snovmi so fosforjeve spojine. Danes njihovo vlogo v procesu eutrofikacije pogosto precenjujemo tako, da v glavnem mislimo samo na ta element, ko govorimo o trofičnem stanju jezera. V oligotrofnih jezerih je razmerje med količino fosforjevih in dušikovih spojin 1:100. V takšnem jezeru je le malo planktonskih alg, zato svetloba lahko prodira globoko pod površje. Na svoji poti zadeva ob lebdeče delce in se tako pretvarja v toploto, zato se jezero v poletnih mesecih segreje. Bioprodukcija kisika poteka v celotnem vertikalnem profilu, zato je kisik stalno prisoten tudi pri dnu. Načeloma drži, da je temperaturna plastovitost v poletnem obdobju slabo izražena, torej je omogočeno tudi mešanje spodnjih plasti, vendar imajo tudi oligotrofna jezera plastovitost in s tem stabilno razmerje poleti (brez mešanja) (Vrhovšek D. in Vovk Korže A., 2009).

Če sta dotok in iztok v jezero majhna, se pričnejo v njem akumulirati hranilne snovi. Razmerje med fosfati in nitrati se močno znižuje in ko se približa vrednosti 1:10, že govorimo o eutrofnem jezeru. S tem, da se količina hranilnih snovi povečuje, se povečuje tudi celotna biološka produkcija in količina organske materije. Lebdeče alge sestavljajo v glavnem zelene in modrozeleno alge, ki vedno pogosteje ob ugodnih ekoloških pogojih tvorijo vodni cvet. Alge, ki so odmrle in padajo proti dnu, predstavljajo dodatek organskega materiala, ta v spodnjih plasteh gnije in porablja kisik. V eutrofnem jezeru je poleg rastlinskega in živalskega planktona prisotnih še mnogo drugih lebdečih delcev, v katere se zadeva svetloba na svoji poti v globino in s tem poveča segrevanje vode. Pri bohotnem razvoju alg v zgornjih plasteh pade svetloba na minimum že po nekaj 10 cm. Na tej globini fotosinteza ne poteka več in organizmi kisik samo porabljajo. Zgornje plasti vode se močno segrejejo, medtem ko ostanejo spodnje hladne, kar posledično vodi do manjše topnosti kisika v zgornjih plasteh (Vrhovšek D. in Vovk Korže A., 2009).

V jezeru ločimo tri plasti vode: zgornjo imenujemo epilimnij, spodnjo hipolimnij. Zaradi različne gostote se ti dve plasti med sabo ne mešata. Organizmi, ki tonejo v globino, kmalu porabijo ves kisik v spodnjih plasteh in plast vode brez kisika se začne hitro približevati površini. Fosfati, ki so v oligotrofnem jezeru v sedimentih, se začnejo sproščati nazaj v vodo in s tem se biološka produkcija neprestano povečuje. Na genezo jezera iz oligotrofnega v eutrofnostanje, ki je kompleksen proces, vplivajo še drugi ekološki dejavniki poleg naraščanja produktivnosti (Vrhovšek D. in Vovk Korže A., 2009).

2.1.2.2 Vzroki pogojeni s človekovo aktivnostjo

Vzroki za umetno evtrofikacijo so predvsem v dodajanju hranilnih snovi, kar je posledica človekovih aktivnosti. Proces poteka enako kot pri naravni evtrofikaciji, le da je proces pri evtrofikaciji, pogojeni s človekovo aktivnostjo, znatno hitrejši.

Evtrofikacija se vedno bolj povečuje predvsem zaradi pospešene urbanizacije, ki z odpadno vodo bremeni jezero predvsem z nitrati in fosfati (urin, v preteklosti tudi pralni prašek), in povečane porabe gnojil (predvsem fosfatnih), ki se stekajo v jezero. Hranilne in druge razgradljive snovi ter tudi anorganske sedimente, ki vstopajo v jezero iz pojezerja, imenujemo zunanji ali alohtoni viri. Povečana količina hranil povzroči povečano produktivnost jezera. Ta je največja poleti, ko so za rast fitoplanktona optimalni tudi ostali pogoji (temperatura, osvetljenost) (Škofljanec A., 2005).

Prekomerna obremenitev vode s hranilnimi snovmi, predvsem alohtonimi snovmi, povzroči evtrofikacijo jezera. Jezero ima namreč sposobnost, da zmanjša onesnaženje, a le do neke meje – samočistilna sposobnost. To kapaciteto omogočajo sedimenti, ki akumulirajo tako organske kot anorganske snovi in pa razmerje med volumnom hipolimnija in epilimnija. Ko je ta meja presežena, lahko v zelo kratkem času izbruhne evtrofikacija (Škofljanec A., 2005).

2.1.3 Ekoremediacije

Ekoremediacije (eko + remediacija = naravna ponovna oživitev) so biotehnološke metode, ki za zaščito, sanacijo okolja, čiščenje in ohranjanje voda uporabljajo naravne in sonaravne procese. To pomeni, da beseda ekoremediacije združuje preventivo in kurativo (varovanje in obnovo), okolje in naravo ter ekosistemski pristop (Vrhovšek D. in Vovk Korže A., 2008).

Ekoremediacijske metode (ERM) imajo preventivno vlogo, ker z njimi preprečujemo nastajanje novih problemov v okolju. Falkenmark M. (2003) trdi, da je popraviljanje škode v okolju precej dražje in nezanosljivo v primerjavi s preprečevanjem degradacije. ERM se uporabljajo tudi kot kurativni ukrep, predvsem zaradi potrebe po uporabi preverjenih postopkov (delujejo na osnovi ekosistemov) sanacije okoljskih škod, ki so pogosto nastale zaradi neupoštevanja omejitev (Vrhovšek D. in Vovk Korže A., 2008).

Vrhovšek D. in Vovk Korže A. (2009) opisujeta ERM kot uporabo več procesov iz narave in okolja hkrati. Zanje je značilno, da vključujejo principe samočistilnih sposobnosti narave, fitoremediacije (čiščenja onesnaženih zemljin, podtalnice, površinske vode ali sedimentov s pomočjo rastlin na mestu onesnaženja) in bioremediacijo (preprečevanje in odpravljanje posledic onesnaževanja z uporabo mikroorganizmov) za sanacijo onesnaževanja v okolju. Koncept ekoremediacij se nanaša na uporabo trajnostnih sistemov in procesov za sanacijo okolja in njegovo zaščito.

ERM lahko definiramo tudi kot obnovo ekosistema za doseganje ekološke integritete. Sonaravni pristopi večajo biodiverzitetu in s tem vračajo ekosistem v ravnotežje. Le popoln ekosistem je prožen in prilagodljiv naravni sistem s samohranitvenimi funkcijami, ki se lahko prilagajajo stresom in spremembam okolja. Ekosistemi imajo veliko pufersko sposobnost in lahko z naravnimi procesi zadržijo, predelajo ali nevtralizirajo številne organska in anorganska onesnaževala (Dobravec J., 2003 cit. po Vrhovšek D. in Vovk Korže A., 2008). ERM narava nenehno izvaja, zato je za njihovo pravilno uporabo pomembno poznati naravne zakone in sisteme. Njihov pomen je predvsem v izkoriščanju naravnih procesov v naravnih in deloma tudi v umetnih vodnih ekosistemih za zagotavljanje boljšega koriščenja vodnih virov, za odstranjevanje škodljivih učinkov onesnaževanja in za ohranjanje biološke raznovrstnosti (Vrhovšek D. in Vovk Korže A., 2008).

ERM imajo potencial za zmanjšanje točkovnih virov onesnaževanja, preprečevanje naravnih katastrof (poplav, suš, plazov...), netočkovnih virov onesnaževanja (komunalne, industrijske odplake). Visoko učinkovitost lahko dosežemo z varovanjem življenjskega prostora, posebej vodnih virov, potokov, rek, jezer, podtalnice in morja. Z ERM lahko revitaliziramo degradirana območja (kamnolomi, obrobje cest), odstranjujemo čezmerne vsebnosti hranil in čistimo odpadne vode (Vrhovšek D. in Vovk Korže A., 2009). Z njimi lahko popravimo predhodne enostranske posege v okolje, kot so npr. kanalizirani obvodni kanali z izključno vlogo odvajanja vode iz okoljnega terena, nekontrolirani odvzemi vode iz vodotoka na namakanje in hidroelektrarne itd., ki ne upoštevajo posledic teh dejanj na preživetje ekosistema (Šajn-Slak in sod., 2001, cit. po Vrhovšek D. in Vovk Korže A., 2009).

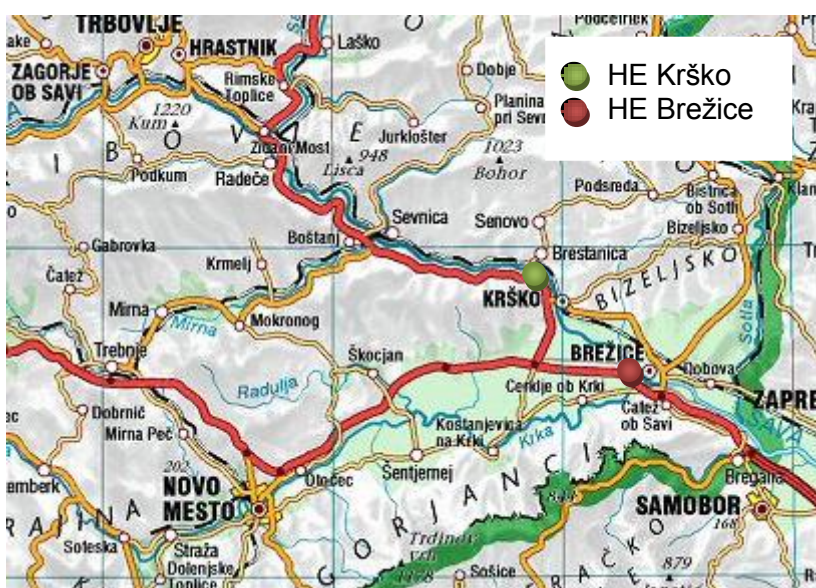
Poleg omenjenih lastnosti ERM, ki prispevajo k povečanju biološke pestrosti, zmanjševanju onesnaževanja voda, zmanjšanju erozije in uravnavanju količine vode, pa Vrhovšek D. in Vovk Korže A. (2008) omenjata še pomembne lastnosti vegetacije, kot so dvig prostorske in časovne raznolikosti pokrajine, povečanje biološke produktivnosti, ponovno vzpostavitev ekoloških koridorjev za prehod živali, izboljšanje kvalitete zraka (zniževanje količine ogljikovega dioksida), povečanje rekreativnih in izobraževalnih možnosti, preprečevanje prekomernega segrevanja in izhlapevanja vode v majhnih potokih (efekt senčnika), zmanjšanje vpliva močnega vetra ter povečanje estetske vrednosti in s tem kvalitete pokrajine. Med ostale prednosti uporabe ERM pri zaščiti vodnega in obvodnega okolja lahko štejemo njihovo ekonomsko dostopnost in vključevanje preprostih, ljudem razumljivih in naravovarstveno sprejemljivih postopkov.

Geografska in kulturna pokrajinska raznolikost Slovenije in razmeroma visoka stopnja naravne ohranjenosti ter policentrična razporeditev naselij in turistično-rekreacijskih središč opredeljujejo celotno območje države kot zelo primerno za uporabo ERM (Vrhovšek D. in Vovk Korže A., 2009).

2.2 Opredelitev območja študije

2.2.1 Opis akumulacije Brežice

Območje, kjer je predvidena akumulacija, obsega približno 16 km dolg odsek Save in sicer od HE Krško na gorvodnem delu, do sredine Čateškega polja na dolvodnem koncu odseka. Jezovna zgradba se nahaja v profilu Save P-127o v rečnem km 738,492 kar je približno 320 m gorvodno od obstoječega jeklenega mostu čez Savo, oziroma ca 1100 m gorvodno od sotočja Save in Krke. Bazen HE Brežice sega od gorvodne HE Krško do mesta Brežice. Pod mestom Krško se dolina Save odpre v Krško-Brežiško polje. Na tem delu se na levem bregu Save nahaja NE Krško (Stojič in sod., 2010).



Slika 1: Obravnavano območje (Kraji - Slovenija, 2013)

Obravnavano območje (Slika 1) leži na Brežiškem polju, ki je skrajni vzhodni del Krške kotline. Brežiško polje je ravninsko območje z nadmorskimi višinami med 140 in 160 m. Na severu je omejeno z Bizeljskim gričevjem, na jugu pa z vzhodnimi obronki Gorjancev. Reka Sava ga na zahodu povezuje s Krškim poljem. Skoraj v celoti je prekrit s aluvialnimi zasipi, ki jih lahko delimo na sedimente reke Save in sedimente lokalnih potokov, ki pritekajo z Bizeljskega gričevja. Sava je deponirala predvsem grobozrnate, prodnate in peščene depozite, medtem ko so depoziti lokalnih potokov drobnozrnati, sestavljeni predvsem iz peskov, meljev in glin (Stojič in sod., 2010).

Za prostor je značilen izrazito izravnani relief. Območje zaznamuje Krakovski gozd, ki loči Šentjernejsko polje na vzhodu od glavnine Krško-Brežiškega polja. Osnovno orientacijo prostoru (vzhod-zahod) daje tok reke Krke. Tudi vse pomembnejše prometnice potekajo v tej smeri. Stare poti potekajo predvsem pod vznožjih okoliških vzpetin, avtocesta pa poteka v sredi območja te enote (Stojič in sod., 2010).

2.2.2 Tehnološke in hidrološke značilnosti HE Brežice

V nadaljevanju so opisane tehnološke značilnosti povzeto po Stojič in sod. (2010) za načrtovano HE Brežice (jezovna zgradba, kota zaježitve, ocena proizvodnje in strojno tehnološki del). V Preglednici 1 so predstavljene pomembne tehnične specifikacije.

Preglednica 1: Osnovni tehnični podatki za HE Brežice (Osnutek okoljevarstvenega soglasja, 2013)

| Hidrološki parametri profila | | |
|---|--|--|
| srednji naravni pretok | | 231,2 m ³ /s |
| najnižji zabeleženi pretok | | 41,8 m ³ /s |
| Tehnični parametri pregradnega objekta | | |
| Levi breg – strojnica | – število agregatov | 3 |
| | – tip turbine | vertikalna dvojno regulirana Kaplanova turbina |
| | – nazivna moč turbine | 15,32 MW |
| | – nazivni pretok turbine | 166,67 m ³ /s |
| | – instalirani pretok Qinšt | 500 m ³ /s |
| | – število transformatorjev | 1 |
| Struga – osrednji del | – število pretočnih polj | 5 |
| | – širina pretočnega polja | 15 m |
| | – širina stebrov | 3 m |
| Obratovalni parametri HE | | |
| srednja letna proizvodnja (Veriga HE Vrhovo–HE Brežice) | – pred izgradnjo HE Mokrice | 207 GWh |
| | – po izgradnji HE Mokrice | 168 GWh |
| kota zaježitve | | 153 m n.m |
| največja redna obratovalna denivelacija | | 1,1 m |
| bruto padec pri Qinšt | – pred izgradnjo HE Mokrice | 12,75 m |
| | – po izgradnji HE Mokrice – bazen HE Mokrice na zg. obratovalni koti | 11,07 m |
| | – po izgradnji HE Mokrice – bazen HE Mokrice na sp. obratovalni koti | 11,94 m |
| Tehnični parametri bazena in dolvodne struge | | |
| prostornina akumulacije | | 19,3 mil. m ³ |
| koristna prostornina akumulacije | | 3,4 mil. m ³ |
| površina vodne gladine akumulacije | | 317 ha |
| – od tega površina sedanje gladine Save | | 114 ha |
| dolžina poglobitve dolvodne struge | | 900 m |

2.2.2.1 Jezovna zgradba

Jezovna zgradba, prikazana na sliki (Slika 2), istočasno predstavlja tudi pregradno konstrukcijo. Jezovno zgradbo sestavljajo naslednji objekti: strojnica, prelivna polja s podslapjem, priključni nasip na desnem bregu, priključni nasip na levem bregu in priključni zidovi, ki predstavljajo navezavo strojnice in prelivnih polj na oba bregova (Stojič in sod., 2010).



Slika 2: Jezovna zgradba (HESS, 2013)

2.2.2.2 Kota zaježitve

Na podlagi analize neto sedanje vrednosti je bila izbrana kota zaježitve 153.00 m n.m. Kota zaježitve je določena glede na: tehnično in ekonomsko sprejemljivo gladino pri NE Krško, vpliv zaježne krivulje na spodnjo vodo HE Krško, vpliv kote zaježitve na višino in dolžino energetskih nasipov (oz. njihovo prostornino), vpliv kote zaježitve na obseg tesnilnih del in vpliv kote zaježitve na obloge nasipov in jezovno zgradbo (Stojič in sod., 2010).

2.2.2.3 Ocena proizvodnje

Moč elektrarne HE Brežice naj bi znašala 43 MW, njena letna predvidena proizvodnja pa naj bi znašala 164 GWh/leto, regulacijska moč 21 MW in instaliran pretok 500 m³/s. Končna optimizacija načina obratovanja in prostornine bazena bo možna šele z upoštevanjem podatkov o načrtovanih objektih na srednji Savi (Stojič in sod., 2010).

2.2.2.4 Strojno tehnološki del

Osnovni parametri strojne opreme so bili določeni za instalacijo 500 m³/s s po tremi agregati na elektrarno. Pri zbiralčnem stiku se izvede transformacija z enim transformatorjem moči do 45 MVA v 110 kV stikališče. To je zankano z dvema kabelsko daljnovodnima priključkoma v 110 kV daljnovod (Stojič in sod., 2010).

2.2.3 Definiranje prispevnega območja za akumulacijo HE Brežice

Prispevno območje HE Brežice (Slika 3) je območje, ki bo predvsem zaradi reliefnih značilnosti imelo velik vpliv na akumulacijo hidroelektrarne zaradi pritokov, ki se zlivajo v načrtovano akumulacijo in lahko s seboj prinašajo onesnaženje. Prispevno območje sem določila na podlagi razvodnic s pomočjo programa Proval in GIS podatkov dostopnih na spletni strani Agencije za okolje Republike Slovenije. V tem poglavju so opisani različni elementi območja, ki so povzeti po Stojič in sod. (2010).



Slika 3: Prispevno območje HE Brežice (*Atlas okolja*, 2013)

2.2.3.1 Krajina

Območje HE Brežice se nahaja v krajinski enoti Krško-Brežiško polje, ki sodi v krajine Južne subpanonske regije. To je razmeroma obsežno ravninsko območje na aluvialnih nanosih, prod, glini in ilovici spodnjega toka reke Krke in Save. S severa enoto omejuje Krško gričevje, na jugu pa Gorjanci s Podgorjem. Manjši potočki v ravnini so večinoma regulirani.

Na samem območju plana so vidni ostanki geomorfnega delovanja reke Save, ki je v preteklosti tekla v razvejani strugi. Prostorska podoba Vrbine pri Brežicah je doživela veliko spremembo z regulacijo reke Save pred več kot sto leti. Sprva je bilo najpomembnejše, da so Savo zadržali v mejah, da ni ogrožala železniške proge, predvsem na odseku pri Starem gradu pri Krškem. Z regulacijo se je bistveno zmanjšala krajinska pestrost, saj so bili številni meandri in rokavi Save zasuti, rečni tok pa je bil speljan v novo urejeno strugo. S tem je bila zelo spremenjena in celo okrnjena tudi podoba mesta Brežice, ki je zrastle na ježi ob Savi, katere tok je bil z regulacijo spremenjen. S tem se je zabrisala logika umestitve mesta Brežice v prostor; prekinjena je bila izvorna navezava mesta na reko, topolovi nasadi, ki so bili zasajeni po vojni, pa so zahodno veduto mesta skoraj povsem zakrili (Stojič in sod., 2010).

2.2.3.2 Naselja

Ureditve v okviru HE Brežice se bodo torej nahajale na območju občin – Krško in Brežice. Mesto Krško je gospodarsko, zaposlitveno, upravno, oskrbovalno, izobraževalno in kulturno središče spodnjega Posavja. Leži na obeh bregovih reke Save, ki tu priteče iz dolge doline, ponekod soteske v Posavskem hribovju oziroma med Krškim gričevjem na jugu in Senovskim podoljem na severu. Jugozahodno od mesta se nad poplavno ravnino Vrbine nahaja Nuklearna elektrarna Krško.

Na območju HE Brežice predstavlja prostorsko dominantno predvsem mesto Brežice na levobrežni savski terasi. Naselja dolvodno od Krškega so se formirala pretežno na desnem bregu Save ob glavni cesti Ljubljana–Zagreb. Brežice svoj prostorski razvoj

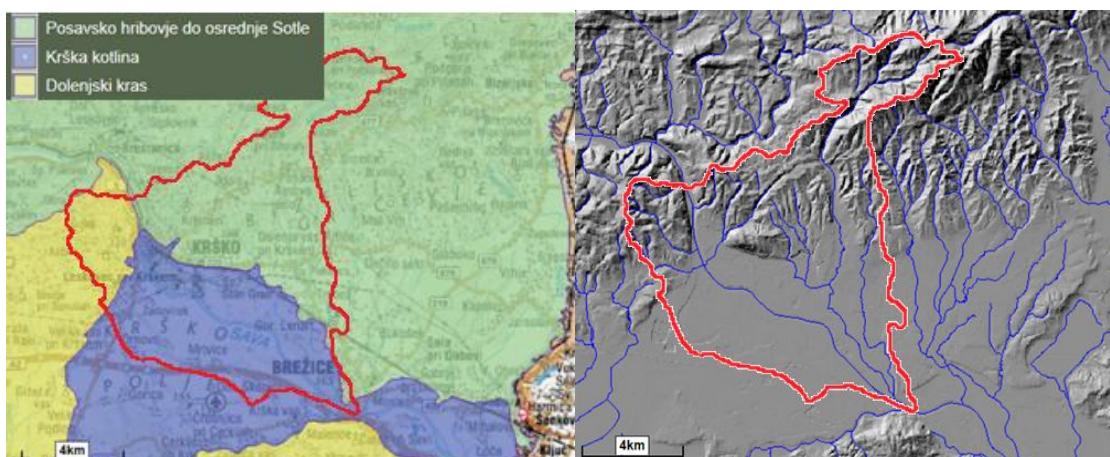
usmerjajo predvsem v smeri proti severu in vzhodu. Na vzhodu je pomembna mestna obvoznica, ki ima nakazano možnost navezave na predvideno cesto Krško–Brežice. Sedanja obvoznica se bo dolgoročno spremenila v mestno vpadnico, okrog katere se bodo formirale centralne dejavnosti, ki bodo napajale stanovanjske predele in ostale programe.

Večina naselij leži ob križiščih starih poti v ravnini. Pri teh naseljih se pogosto v bolj ali manj dosledni obliki pojavlja panonski vzorec pozidave. Neposredno območje predvidenega posega ni poseljeno, na širšem območju prevladujejo, poleg mesta Brežice in Krško, manjša gručasta naselja, pojavlja pa se tudi vzorec razpršene poselitve zunaj naselbinskih jeder. Najbližja naselja v oddaljenosti od 500 do 1500 m od akumulacijskega bazena so: mesto Brežice, Skopice, Vihre, Brege, Mrtvice, Žadovinek, Krško ter Leskovec pri Krškem, Spodnji Stari Grad, Vrbina, Pesje, Zg. Obrež in Gornji Lenart (Stojič in sod., 2010).

Vsa naselja, ki se nahajajo na prispevnem območju, so: Gora, Golek, Veniše, Čretež pri Krškem, Volovnik, Cesta, Osredok pri Trški Gori, Loke, Trška Gora, Leskovec pri Krškem, Krško, Žadovinek, Drnovo, Mrtvice, Vihre, Brege, Dolenje Skopice, Gorenje Skopice, Brežice, Sremič, Bučerca, Anovec, Kremen, Pleterje, Zdole, Ravne pri Zdolah, Križe, Pečice, Osredok pri Podsredi, Oklukova Gora, Volčje, Zgornja Pohanca, Spodnja Pohanca, Artiče, Arnovo selo, Trebež, Gornji Lenart, Libna, Zgornji Obrež, Dolenja vas pri Artičah, Dolenja vas pri Krškem, Spodnji Stari Grad, Pesje, Vrbina, Stari Grad in Spodnja Libna.

2.2.3.3 Podzemne vode

Krško polje je ravnica na desnem bregu Save med Krškim in Brežicami. Vrbina je ravnica, ki se razteza v relativno ozkem pasu na levem bregu Save od Krškega do Brežic. Sistem podzemnih voda (Slika 4) na širšem obravnavanem območju je odvisen od površinskih voda, geološke zgradbe, količine in razporeditve padavin, rastja, velikosti prispevnega območja in drugih dejavnikov. Območje zajema dele treh vodnih teles: Posavske hribovje do osrednje Sotle, Dolenjski kras in Krško kotlino. Ravnici Krškega polja in Vrbine sta zapolnjeni s peščeno-prodnatimi zasipi, v katerih nastopata medzrnska vodonosnika s prosto gladino podzemne vode. V prodnih zasipih na desnem bregu Save se pojavlja podzemna voda zvezno, medtem ko se na levem bregu Save pojavlja le mestoma (Stojič in sod., 2010).



Slika 4: VT podzemne vode (Atlas okolja, 2013)

Slika 5: Površinske vode (Atlas okolja, 2013)

2.2.3.4 Površinske vode

Današnja struga Save med Krškim in mejo s Hrvaško je pravzaprav v celoti kanalizirana, regulirana in umetno vzdrževana v celotnem toku. Kanal Save delno povezuje nekdanje aktivne meandre, delno pa je povsem umetno vkopan v naplavine, ponekod tudi v skalno podlago. Med Krškim in Žadovinkom je korito Save vrezano v kredne flišoidne plasti. Predkvartarna podlaga se na največji površini nahaja v koritu Save nekaj 10 do 100 metrov gorvodno od železnega mostu pri Brežicah (Stojič in sod., 2010).

Omeniti velja še pomembnejša potoka Močnik in Struga na območju Vrbine, ob katerih se je razvilo izrazito rastje, tako nizko kot višje (topoli). Poleg Močnika in Struge se na prispevnem območju (Slika 5) nahajajo še Zahoč, Potočnica, Žlapovec, Leskovški potok, Graben, Drnik, Stari potok, Volčji potok, Topolovec, Zdrnica, Rakonca, Podvetrnica in Dolenjevaški potok.

2.2.3.5 Primarna raba tal

Za enoto je značilna intenzivna kmetijska raba (velika njivska posestva ter obsežne travniške površine). Z intenzivnostjo obdelave kmetijskih tal narašča tudi raznaravljjenost prostora in delež reguliranih vodotokov. Manj intenzivno so izrabljena le območja z večjo talno vlago – obrežne ravnice. V posavskem delu enote se pojavlja več gramoznic, ki pa ne spreminjajo značaja širšega območja. Na levi strani sta dve večji gramoznici: gramoznica Stari Grad z enim večjim vodnim bazenom, in gramoznica Vrbina s štirimi vodnimi bazeni. Na delu obeh gramoznic še vedno poteka izkopavanje proda.

Posavski del Krško-Brežiškega polja predstavlja sorazmerno visoko stopnjo raznaravljjenosti in urbanizacije (intenzivno kmetijstvo, topolovi nasadi, gramoznice, nuklearna, daljnovodi, ceste). Območja večje krajinske pestrosti so le ponekod ob mrtvicah Save (Stojič in sod., 2010).

2.2.3.6 Tla in relief

Relief Krško-Brežiškega polja je razmeroma raven in skoraj v celoti prekrit s aluvialnimi zasipi. Reka Sava je deponirala predvsem grobozrnate, prodnate in peščene depozite, medtem ko so depoziti lokalnih potokov drobnozrnati, sestavljeni predvsem iz peskov, meljev in glin. Najstarejši, srednje pleistocenski zasip Save je ohranjen pri Brežicah (Brežiška terasa). Zgornjepelistocenski zasip (drnovska aloformacija) ima obliko aluvialnega vršaja, ki se je širil iz izhoda Save iz soteske pri Krškim. Zgornjepleistocenski zasip je zelo očiten na Krškem polju, kjer je ježa med zgornje pelistocensko in holocensko teraso visoka do 6 m. V holocenu je reka Sava oblikovala obsežno erozijsko površino holocenske terase, ki obsega večino dela Brežiškega polja. Za holocensko teraso je značilen majhen strmec in prisotnost opuščeni strug, ki so v tlorisu bodisi sinusne ali meandrirajoče oblike.

Fluvialna aktivnost na tem območju obsega tako erozijo kot sedimentacijo. Erozijska poteka predvsem v samem rečnem koritu, sedimentacija pa je v prostorskem smislu mnogo obsežnejša, razen rečnega korita obsega še obrežni nasip in poplavno ravnino. Na območju akumulacijskega bazena je teren povsod prekrit z vsaj 0,5 m poplavnega sedimenta. Večinoma pa je debelina sedimenta bistveno večja (Stojič in sod., 2010).

2.2.3.7 Klimatske razmere

Klimatsko je raznolikost območja nameravanega posega pogojena z reliefom. Nižinski predeli območja so značilni po pogostem pojavljanju megle in močnih temperaturnih inverzijah. Nevihte z močnejšimi vetrovi in nalivi so najpogostejše poleti. V zimskem obdobju je pogosto mirno vreme z visoko relativno vlago in meglo. Značilnost širše okolice obravnavanega območja so sorazmerno vroča poletja in relativno mile zime. Območje zato spada med toplejša v Sloveniji. Povprečne januarske temperature so pod lediščem, povprečne julijske pa več kot 22 °C.

Količina padavin se na obravnavanem območju polagoma zmanjšuje proti vzhodu. Padavinski režim ima razpoznavne orografske vplive (več padavin v hribovju), ki pogojujejo tudi mikroklimatske razmere. Po podatkih klasične meteorološke postaje v Sevnici, ki je bolj proti zahodu, je bilo v standardnem 30-letnem klimatološkem obdobju 1961–1990 tam povprečno 1100 mm padavin na leto (in sicer okoli 180 mm v zimskem obdobju, 250 mm v pomladanskem obdobju, 370 mm v poletnem času in 300 mm v jesenskem obdobju). Na Sremiču in v še bolj vzhodno ležečem Gornjem Lenartu pa je padavin že za okrog 50 mm letno manj. Podatki po mesecih pokažejo na dokaj enakomeren padavinski režim, ki ima maksimum v juniju, juliju in avgustu ter v septembru, minimum pa v januarja in februarja (Stojič in sod., 2010).

2.2.3.8 Gozdne in kmetijske površine

Na ravninskem območju ni večjih sklenjenih površin z naravnimi sestoji. Ohranjeni so kot manjši otoki ali zastori ob rekah in potokih. Na opuščenih kmetijskih površinah, gramoznicah, se kot prva stopnja zaraščanja z lesnatim vrstami pojavljajo grmišča. Vegetacijo Krško-Bizeljskega gričevja sestavljajo združbe: kisloljubni gozd bukve, kostanja in hrastov, gozd belega gabra in doba, predinarski gozd belega gabra in jelke. Obrežne pasove rastja sestavljajo jelše, vrbe, redkeje jeseni. Poleg travinja in obrežnega rastlinstva so za Krško-Brežiško polje značilne posamezne zamočvirjene gozdne površine predvsem hrastovi gozdovi – dobrave. V nekoliko dvignjenem območju se pojavljajo združbe belega gabra. V okolici Brežic se pojavljajo razmeroma veliki plantažni nasadi topolov. Na območju ureditve DPN se nahaja okoli 124 ha gozda s poudarjeno funkcijo ohranjanja biotske raznovrstnosti na 1. stopnji.

Za Krško-Brežiško ravnico je značilna intenzivna kmetijska izraba – velika njivska posestva ter obsežne travniške površine. Na začetku tega stoletja je bila Sava regulirana, s čimer je bil njen tok umirjen, zemljišča ob njej pa osušena in spremenjena v obdelovalna tla. Z intenzivnostjo obdelave narašča tudi raznaravljenost prostora in delež reguliranih vodotokov. Manj intenzivno so izrabljena le območja z večjo talno vlago. Po podatkih Popisa kmetijskih gospodarstev za leto 2000 (Statistični urad RS) je na obravnavanem območju zelo razvito poljedelstvo, zelenjadarstvo, sadjarstvo, vinogradništvo, živinoreja, prireja mleka, prašičereja, konjereja, reja drobnice, čebelarstvo, ribogojstvo, kunčjereja in perutninarstvo (Stojič in sod., 2010).

2.2.3.9 Narava

Na prispevnem območju se nahaja pet lokacij, ki so izjemnega pomena za biodiverzitetu rastlinskih vrst širšega območja, zato jih izpostavljamo kot naravovarstveno pomembna območja (CKFF, 2013). Ta območja so: Žadovinek, območje Pesje, gramoznica Vrbina, Mrtvica, gramoznica Stari grad in Gmajnice-Sipina. Ta območja so pomembna za obstoj v območju DPN živečih ogroženih oz. zavarovanih vrst, ohranjanje viabilnih populacij ogroženih in drugih ekološko specializiranih, redkih ali lokalno razširjenih vrst in preprečevanje izoliranosti populacij teh vrst na območju subpanonske jugovzhodne Slovenije.

Na prispevnem območju HE Brežice so tri območja Natura 2000 (Slika 6): SCI Vrbina (SI3000234) in SCI Ajdovska jama (SI3000191) in SCI Orlica (SI3000273).

SCI Ajdovska jama: Južno od naselja Nemška Gora se odpirata dva vhoda v manjšo jamo z dvorano. Jama je dolga 62 in globoka 5 metrov. Dvorana je osrednji prostor predstavitve arheološkega najdišča, hkrati pa je tudi zatočišče za več vrst netopirjev. Je zatočišče največje porodniške kolonije južnega podkovnjaka v Sloveniji, v paritvenem obdobju pa se jim pridružijo še veliki in mali podkovnjak, ki v jami tudi prezimujejo. Sinonim za jamo je Kartuševa jama (Naravovarstveni atlas, 2013).

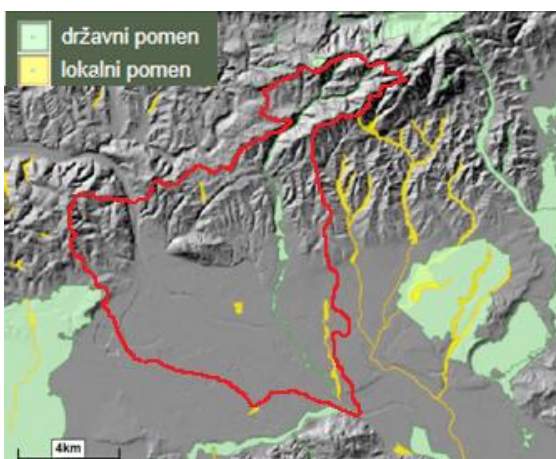
Za SCI Vrbina so značilna suha travišča in grmišča ter ekstenzivno gojeni travniki. Obsega 144,94 ha in se nahaja na desnem bregu Save. Ključni habitatni tipi na tem območju so nižinski ekstenzivno gojeni travniki, ki pokrivajo 30 % SCI območja ter polnaravna suha travišča in grmiščne faze na karbonatnih tleh, ki so pomembna rastišča kukavičevk in tudi pokrivajo 30 % SCI območja.

Območje SCI Orlica predstavljajo karbonatna skalnata pobočja z vegetacijo skalnih razpok, bukovi gozdovi in polnaravna suha travišča ter grmiščne faze na karbonatnih tleh. Območje je pomembno predvsem zaradi rastišč kukavičevk.



Slika 6: Območja Nature 2000 (Atlas okolja, 2013)

Naravne vrednote (Slika 7) na prispevnem območju so: Struga (Evid. št. 8336), Stari – grad – gramoznica (Evid. št. 7861), Močnik (Evid. št. 8169), Šentlenart – opuščeni glinokopi (Evid. št. 8454), Ločki dol (Evid. št. 7855) in Krško – bukev v parku ob Gasilski ulici (Evid. št. 7858). Območje gramoznice Vrbina je predlagano za razglasitev za naravno vrednoto (30 ha).



Slika 7: Območja naravnih vrednot (Atlas okolja, 2013)



Slika 8: Ekološko pomembna območja (Atlas okolja, 2013)

Na prispevnem območju so 3 ekološko pomembna območja (Slika 8). Večji del območja DPN se prekriva z EPO Sava od Radeč do državne meje (ID 63700). Območje sega tudi v del EPO Ajdovska jama (ID 63300) in EPO Tisovec - Orlica - Kunšperška gora (ID 14500) (Stojič in sod., 2010).

2.3 Pregled stanja okolja

2.3.1 Podatki o kvaliteti površinskih voda

Del Save, ki bo spremenjen v akumulacijo, je klasificiran kot VT Sava Krško-Vrbina. Dolg je 21,6 km, njegovo hidromorfološko stanje pa je zmerno spremenjeno (59,8 % malo do srednje spremenjene reke, 38,3 % občutno spremenjene reke, manjši delež močno do zelo močno spremenjene reke) (Bizjak A. in sod., 2007).

Kemijsko stanje tega dela Save je ocenjeno kot dobro in prav tako ekološko stanje. Raven zaupanja kemijskega stanja je srednja (pogostost vzorčenja ni v skladu z Vodno direktivo in/ali srednja stopnja zaupanja pri združevanju vodnih teles v skupine in/ali vrednost se nahaja v območju merilne negotovosti letne povprečne vrednosti parametra po okoljskih standardih kakovosti), pri ekološkem stanju pa nizka (na razpolago ni podatkov monitoringa, emisije v vode pa so evidentirane in/ali analiza pritiskov kaže, da dobro stanje ne more biti doseženo zaradi emisij) (Cvitanič I. in sod., 2010a). VT Sava Krško-Vrbina spada v 2. kakovostni razred (betamezosaprobnostna stopnja, zmerna obremenjenost) (Ambrožič Š. in sod., 2008).

Možnost eutrofikacije je večja na območjih pritokov v Savo, še zlasti na območjih industrije in izpustov čistilnih naprav. Na levem bregu od Krškega proti Brežicam so takšni pritoki Zahoč, Potočnica, Močnik in Struga, na desnem bregu pa Žlapovec in Leskovški potok. Nuklearna elektrarna stoji ob Savi pod Krškom v bližini vasi Vrbina. Na tem območju je prav tako večja možnost eutrofikacije zaradi izpustov hladilne vode.

S stališča eutrofikacije, posledice organskega onesnaževanja rek, so pomembni podatki o fizikalno-kemijskih elementih kakovosti. Mednje spadajo hranila (amonij, nitrat, celotni dušik, celotni fosfor, ortofosfat) ter kemijska in biokemijska potreba po kisiku (Cvitanič I. in sod., 2010b). Organsko onesnaženje rek se prikazuje kot povprečno letno vrednost vsebnosti hranil – nitratov in ortofosfatov v vzorcih, odvzetih v okviru rednega spremljanja kakovosti površinskih voda. Povprečne vrednosti so primerjane z vrednostmi ozadja oziroma domnevnimi naravnimi vrednostmi. Naravne vrednosti vsebnosti fosforjevih in dušikovih spojin so odvisne predvsem od geološke sestave in tipa prsti v porečju. Tudi povečana vsebnost amonija je posledica organskega onesnaženja vodotoka, ki ga povzročajo komunalne in industrijske odpadne vode ter izpiranje s kmetijskih površin. Samočistilna sposobnost rek izraža količino organske mase, ki se s pomočjo mikroorganizmov v vodi razgradi v anorgansko snov. Grobo merilo za samočistilno sposobnost vodotoka je biokemijska potreba po kisiku (BPK_5), ki je ob organskem onesnaževanju navadno povečana (Kazalci okolja v Sloveniji, 2013).

Biokemijska potreba po kisiku je merilo za količino biološko razgradljivih organskih snovi. Visoka vrednost BPK_5 je po navadi posledica povečanega organskega onesnaženja vode. V rečnih odsekih, kjer je vpliv človekove dejavnosti majhen, so običajno vrednosti BPK_5 pod 2 mg O_2/l , medtem ko vrednosti BPK_5 večje od 5 mg O_2/l v glavnem kažejo na povečano organsko onesnaženje. V večjih rekah je lahko povišana vrednost BPK_5 posledica razgradnje fitoplanktona, ki izvira iz procesov eutrofikacije (Cvitanič I. in sod., 2010b).

Kemijska potreba po kisiku (KPK) je merilo za organsko onesnaženje v rekah. S KPK določimo vse organske snovi, ne moremo pa ločiti med biološko razgradljivimi in biološko inertnimi organskimi snovmi (Cvitanič I. in sod., 2010b).

Fosforjeve spojine (posledica človekove aktivnosti): erozija, izpiranje mineralnih gnojil, izlivi industrijskih in komunalnih voda najdemo v obliki fosfatov, povzročajo primarno produkcijo alg, njihova razgradnja pa sekundarno onesnaževanje. Za onesnaženje s fosforjevimi spojinami so najpogostejši vzrok odpadne vode iz industrije in odplake iz gospodinjstev. Naravno ozadje ortofosfata je 10 μg P/l (Kazalci okolja v Sloveniji, 2013).

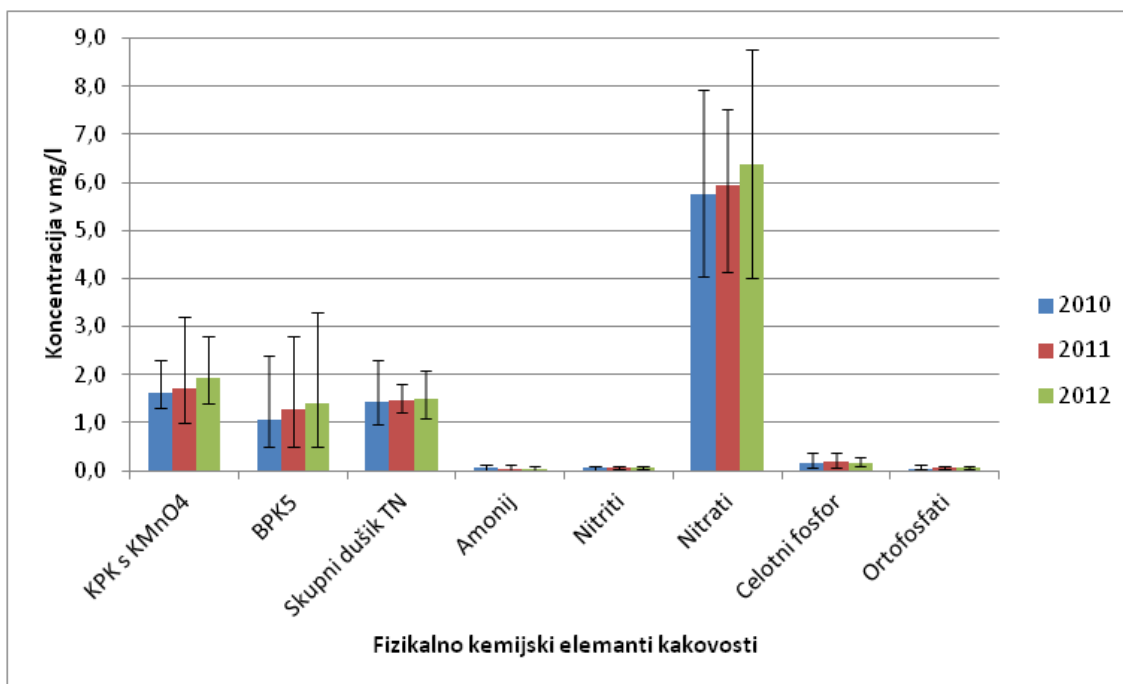
Onesnaženje z dušikovimi spojinami je v veliki večini posledica spiranja s kmetijskih površin, vendar tudi izpusti iz industrijskih obratov lahko predstavljajo velik delež. Amonij v vodnem okolju vstopa v oksidacijski proces in se oksidira do oksidiranih dušikovih oblik, predvsem nitrata. Okvirna vrednost nitrata za naravno stanje je 1 mg N/l. Sama oksidacija vpliva tudi na kisikove razmere v vodi, kar dodatno poslabša kakovostno stanje. V nekaterih okoliščinah (kombinacija temperature vode, slanosti in pH-vrednosti) amonij lahko preide v plinasto obliko amonijak, ki je za vodne organizme strupen že v manjših količinah. 15 μg N/l velja kot ozadje oziroma naravno vsebnost amonija (Kazalci okolja v Sloveniji, 2013).

Preglednica 2: Vrednosti fizikalno-kemijskih parametrov merilnih postaj na spodnji Savi (Vir podatkov: ARSO)

| | | | KPK s KMnO ₄ (mg O ₂ /l) | KPK s K ₂ Cr ₂ O ₇ (mg O ₂ /l) | BPK ₅ (mg O ₂ /l) | Skupni dušik (mg N/l) | Amonij (mg NH ₄ /l) | Nitriti (mg NO ₂ /l) | Nitrati (mg NO ₃ /l) | Celotni fosfor (mg PO ₄ /l) | Ortofosfati (mg PO ₄ /l) |
|---------------------------|------|--------|---|---|---|--------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| Brestanica | 2011 | min | | <5 | 0,8 | 1,4 | 0,013 | 0,059 | 3,92 | 0,16 | 0,028 |
| | | max | | 11 | 4,1 | 1,9 | 0,158 | 0,123 | 7,63 | 0,37 | 0,085 |
| | | povpr. | | 7,7 | 1,9 | 1,6 | 0,065 | 0,088 | 5,99 | 0,24 | 0,061 |
| Podgračeno | 2010 | min | | <5 | <0,5 | 1,1 | 0,055 | 0,031 | 4,27 | 0,12 | 0,023 |
| | | max | | 6,6 | 1,2 | 1,4 | 0,078 | 0,091 | 6,45 | 0,3 | 0,094 |
| | | povpr. | | 5,4 | 0,9 | 1,2 | 0,061 | 0,056 | 5,24 | 0,22 | 0,057 |
| Jesenice na Dolenjskem | 2010 | min | 1,3 | | <0,5 | 0,96 | 0,016 | 0,017 | 4,03 | 0,076 | 0,02 |
| | | max | 2,3 | | 2,4 | 2,3 | 0,131 | 0,107 | 7,94 | 0,36 | 0,12 |
| | | povpr. | 1,6 | | 1,1 | 1,44 | 0,059 | 0,058 | 5,76 | 0,162 | 0,046 |
| | 2011 | min | 1 | | 0,5 | 1,2 | 0,011 | 0,044 | 4,13 | 0,07 | <0,02 |
| | | max | 3,2 | | 2,8 | 1,8 | 0,139 | 0,083 | 7,52 | 0,39 | 0,082 |
| | | povpr. | 1,7 | | 1,3 | 1,5 | 0,039 | 0,058 | 5,93 | 0,19 | 0,058 |
| | 2012 | min | 1,4 | | <0,5 | 1,1 | 0,014 | 0,037 | 4,02 | 0,1 | 0,028 |
| | | max | 2,8 | | 3,3 | 2,1 | 0,093 | 0,084 | 8,76 | 0,29 | 0,094 |
| | | povpr. | 1,9 | | 1,4 | 1,5 | 0,04 | 0,056 | 6,37 | 0,17 | 0,055 |

Meritve fizikalno-kemijskih parametrov potekajo na spodnji Savi na treh merilnih mestih (Atlas okolja, 2013): Brestanica (del Save pred načrtovano akumulacijo), Podgračeno in Jesenice na Dolenjskem (za načrtovano akumulacijo). V Preglednici 2 so prikazane vrednosti za hranila presegale vrednosti naravnega ozadja z izjemo amonija, pri katerem so se minimalne vrednosti lahko spustile tudi pod naravno ozadje, vendar ga povprečne vrednosti precej presegajo. Povprečne vrednosti BPK₅ so pod 2 mg O₂/l, kar kaže na majhen vpliv človekove dejavnosti. Maksimalne vrednosti presežejo 2 mg O₂/l za vsa tri leta na merilni postaji Jesenice na Dolenjskem, vendar ne presežejo 5 mg O₂/l (povečano organsko onesnaženje), ki se mu najbolj približa merilna postaja Brestanica leta 2011 s 4,1 mg O₂/l. Podgračeno ima najnižje vrednosti za BPK₅, skupni dušik in nitrati.

V grafu (Slika 9) so prikazane vrednosti merilne postaje Jesenice na Dolenjskem za tri leta, iz česar se lahko razbere trend. Za merilni postaji Brestanica in Podgračeno ni bilo vsakoletnih meritev, zato se ju ne da uporabiti za napovedovanje trenda. Rahlo pozitiven trend imajo KPK, BPK₅, skupni dušik in nitrati, vendar to ne kaže na dejstvo, da se bo tak trend nadaljeval tudi v prihodnjih letih. Amonij, nitriti, celotni fosfor in ortofosfati ne kažejo kakšnega specifičnega trenda. V Uredbi o kemijskem stanju površinskih voda je določena mejna vrednost samo za nitrati, in sicer 25 mg/l. Povprečne in maksimalne vrednosti pri nobeni postaji niso presegle mejne vrednosti in kljub nekoliko naraščajočem trendu ni pričakovati, da bi jo v kratkem presegle.



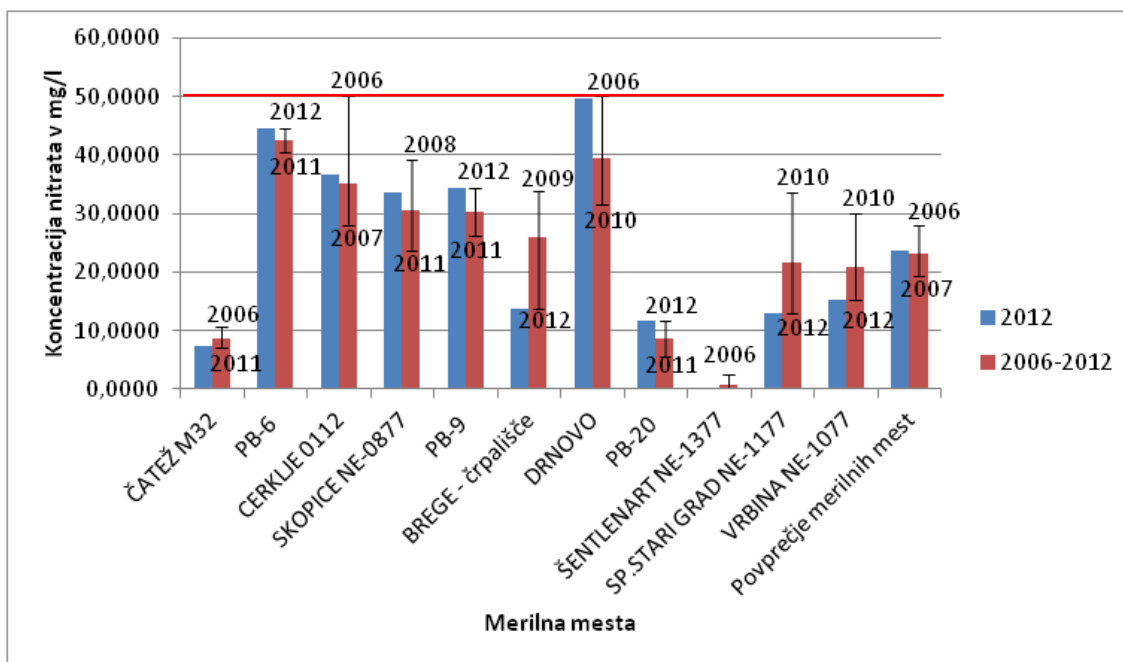
Slika 9: Vrednosti fizikalno-kemijskih elementov merilnega mesta Jesenice na Dolenjskem (Vir podatkov: ARSO)

2.3.2 Kakovost podtalnice

Prispevno območje obsega tri vodna telesa (Atlas okolja, 2013), vendar bo vplivno območje neposredno povezano le z vodnim telesom Krške kotline.

Vpliv človekovega delovanja na površini vodnega telesa je vezan na delež kmetijskih in grajenih območij in znaša 82,4 %. Ranljivost vodnega telesa je ocenjena kot zelo visoka (Kakovost podzemne vode v Sloveniji v letu 2009, 2010). Kljub velikem človekovem vplivu se v Krški kotlini nahajata dve zajetji (Brege in Drnovo). V celotnem prispevnem območju se v vodnem telesu Dolenjski kras nahaja še pet zajetij (R-7, R-6, R-4/87, R-3/87, R-1/86) in vodnem telesu Posavsko hribovje šest zajetij (Ci-1/83, Vt-1/84, Črpališče Brezina, Čele, Črna Mlaka, Pe-1/90 pod Pečicami) (Atlas okolja, 2013). Kemijsko stanje vseh treh vodnih teles je bilo v letu 2012 ocenjeno kot dobro (ARSO, 2013).

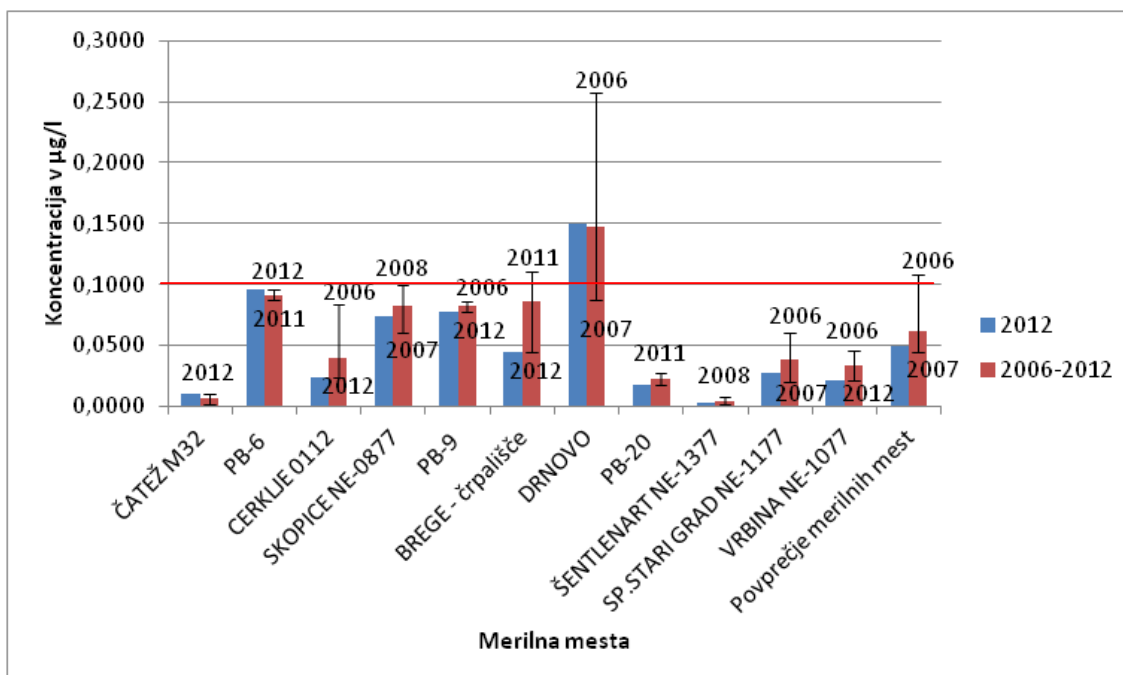
Meritve se izvajajo na enajstih merilnih mestih v Krški kotlini (Atlas okolja, 2013). Vsebnost nitratov je prikazana v spodnjem grafu (Slika 10). Standard kakovosti za nitrate je po Uredbi o standardih kakovosti podzemne vode (Ur. l. RS, št. 100/2005) 50 mg NO₃/l. Leta 2012 je povprečna vrednost nitratov merilnega mesta Drnovo dosegla mejno vrednost, povprečje 2006–2012 je med najvišjimi, takoj za merilno postajo PB-6 (Krška vas). Drugo najvišjo vrednost nitratov ima PB-6, med višjimi vrednostmi pa so tudi Cerklje 0112, Skopice NE-0877 in PB-9 (Mrtvice). Glede na večletno povprečje je bila leta 2012 vrednost nitratov pri merilnih mestih z večletnim povprečjem nad 30 mg NO₃/l večja. Ta območja so bolj obremenjena s kmetijstvom, kar se kaže v rezultatih meritev in lahko pričakujemo, da se bodo vrednosti v prihodnosti povečevale, če ne bo vzpostavljenih učinkovitih ukrepov. Pri večini merilnih postaj, katerih večletno povprečje je bilo pod 30 mg NO₃/l, se je vrednost nitratov v letu 2012 zmanjšala. Večja pozornost bi se morala nameniti predvsem območju Drnovega, saj je tam tudi zajetje.



Slika 10: Vsebnost nitrata v podzemni vodi (Vir podatkov: ARSO)

Vsebnost pesticidov v podzemni vodi je večja na štirih merilnih mestih (Drnovo, PB-9, Skopice NE-0877 in PB-6) kot posledica kmetijskega območja. Mejno vrednost 0,5 µg/l (Ur. l. RS, št. 100/2005) sicer ni presegle nobeno merilno mesto, vendar so leta 2012 0,1 µg/l presegle štiri merilna mesta (Drnovo, PB-9, Skopice NE-0877 in PB-6) in zaradi tega izstopajo od drugih. Od leta 2006 do 2012 ni opaznega trenda pri teh štirih merilnih mestih, vrednosti so večinoma pod vrednostjo 0,1 µg/l, medtem ko je za ostala merilna mesta je opazen negativen trend z izjemo merilnega mesta Čatež M32.

Med pesticidi se predvsem ugotavlja vsebnost atrazina in njegovega razpadnega produkta desetil-atrazina. Vrednosti atrazina so precej pod mejno vrednostjo. Drugače se kaže pri desetil-atrazinu (Slika 11), ki pri merilnem mestu Drnovo presega mejno vrednost 0,1 µg/l v povprečju od leta 2006 (max) do 2012. Pri štirih merilnih mestih (Brege, PB-9, Skopice NE-0877 in PB-6) so vrednosti tik pod mejno vrednostjo. Tako pri atrazinu kot tudi desetil-atrazinu ni opaznejšega trenda.



Slika 11: Vsebnost desetil-atrazina v podzemni vodi (Vir podatkov: ARSO)

Zaradi izgradnje varovalnih nasipov s tesnilnimi zavesami, ki segajo v nivo podzemne vode, bo prišlo do spremembe režima podzemne vode. Na obeh delih akumulacije je prisoten zelo dobro prepusten aluvialni vodonosnik, ki z vidika akumulacije predstavlja tudi glavno hidrogeološko strukturo na obravnavanem območju. V njem se voda giblje prosto v odvisnosti od napajanja s strani padavin ter v bližini reke Save predvsem od vodostaja v reki. Tako bo po izgradnji akumulacije za HE Brežice potek gladine podzemne vode bistveno spremenjen, akumulacija bo v določeni meri napajala vodonosnik, s tem pa se bo spremenilo količinsko in kemijsko stanje vodonosnika (povečana možnost za kontaminacijo podtalnice iz točkovnih in netočkovnih virov). Vz dolž energetskih nasipov HE Brežice so predvideni drenažni kanali z dvojno funkcijo – varno odvodnjo skozi nasip ponikle vode in regulacijo nivoja podzemne vode.

Glede na Analizo sprememb radioloških in toplotnih vplivov NE Krško na okolje po zgraditvi HE Brežice (IJS, 2007, cit. po Žerdin M., 2013) ter Simulacijo vpliva izgradnje HE Brežice na podzemno vodo vodonosnikov krškega polja in Vrbine (GeoSi d.o.o., GEORAZ d.o.o, 2011, cit. po Žerdin M., 2013), bo podzemna voda, ki sedaj nizvodno od obstoječega jezua za NE Krško drenira v Savo, bo po izgradnji akumulacijskega bazena tekla vzporedno s Savo in pred sotočjem Krke in Save, za jezovno zgradbo, drenirala v Savo. Zaradi prekinitve stika med zaledno in savsko vodo in zaradi morebitnega pronicanja skozi tesnilno zaveso so potrebni ukrepi za kontrolo nivoja podzemne vode na okvirni globini 2 m pod terenom, predvidena je izvedba drenažnih nasipov na celotnem odseku levega in desnega brega. Takšna rešitev poleg kontrole pronicanja omogoča tudi kontroliran dvig podzemne vode na koto, višjo od sedanje, kar je po mnenju hidrogeologov s stališča kmetijstva smiselno. Potencialni negativni vpliv dviga podzemne vode se lahko pokaže na suhih travnikih na desnem bregu, ki so zaščiteni z Naturo 2000. Matematični model podtalnice je pokazal, da se podzemna voda ne bo dvignila na več kot 2 m pod nivo tal (Geateh, 2013, cit. po Žerdin M., 2013).

2.3.3 Pregled stanja kvalitete zraka

Meritve kakovosti zraka se izvajajo redno le na merilni postaji Ekološkega informacijskega sistema Termoelektrarne Brestanica (sv. Mohor). Z difuznimi vzorčevalniki so v Krškem določali kakovost od leta 2005 do leta 2009 (ARSO, 2013; Atlas okolja, 2013). Ocena ravni onesnaženosti za merilno mesto sv. Mohor za obdobje 2005 – 2009 kaže na raven koncentracije SO₂, NO₂ in NO_x pod spodnjim ocenjevalnim pragom in raven koncentracije O₃ nad mejno/ciljno vrednostjo (Bolte T. in sod., 2010). V Preglednici 3 so prikazane povprečne vrednosti SO₂, NO₂, NO_x in O₃ Ekološkega informacijskega sistema Termoelektrarne Brestanica. Podatki kažejo zmanjšanje SO₂, vendar so bile meritve izvedene le v treh letih in ne v vseh šestih. Za NO_x ni opaznega posebnega trenda, za dušikov dioksid pa povečanje vrednosti v letu 2011. Ozon v obdobju 2006–2011 presega mejno vrednost za število primerov s preseženo ciljno vrednostjo (Ur.l. RS, št. 52/2002) za 8 ur kar trikrat. Prašni delci PM₁₀ se na tej merilni postaji niso merili.

Preglednica 3: Pregled koncentracij onesnaževal na merilni postaji sv. Mohor (Brestanica), za katera so predpisane mejne vrednosti. Prekoračene mejne vrednosti so v rdečem tisku (ARSO, 2013).

| | žveplov dioksid SO ₂ | | | | dušikov dioksid NO ₂ | | dušikovi oksidi NO _x | ozon O ₃ | |
|------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------|-------|-------------------------------------|-------|-------------------------------------|---------------------|------|
| | Leto | zima | 1 ura | 24 ur | Leto | 1 ura | Leto | 1 ura | 8 ur |
| | C _p (µg/m ³) | C _p (µg/m ³) | >MV | >MV | C _p (µg/m ³) | >MV | C _p (µg/m ³) | >CV | >CV |
| 2011 | 3 | 9 | 0 | 0 | 8 | 0 | 9 | 1 | 80 |
| 2010 | | | | | 3 | 0 | 4 | 0 | 13 |
| 2009 | 12 | 11 | 0 | 0 | 4 | 0 | 5 | 0 | 14 |
| 2008 | | | | | 4 | 0 | 9 | | |
| 2007 | | | | | 4 | 0 | 7 | 2 | 27 |
| 2006 | 12 | 15 | 1 | 0 | 4 | 0 | 5 | 6 | 28 |

>CV št. primerov s preseženo ciljno vrednostjo

>AV št. primerov s prekoračeno alarmno vrednostjo

C_p povprečna koncentracija

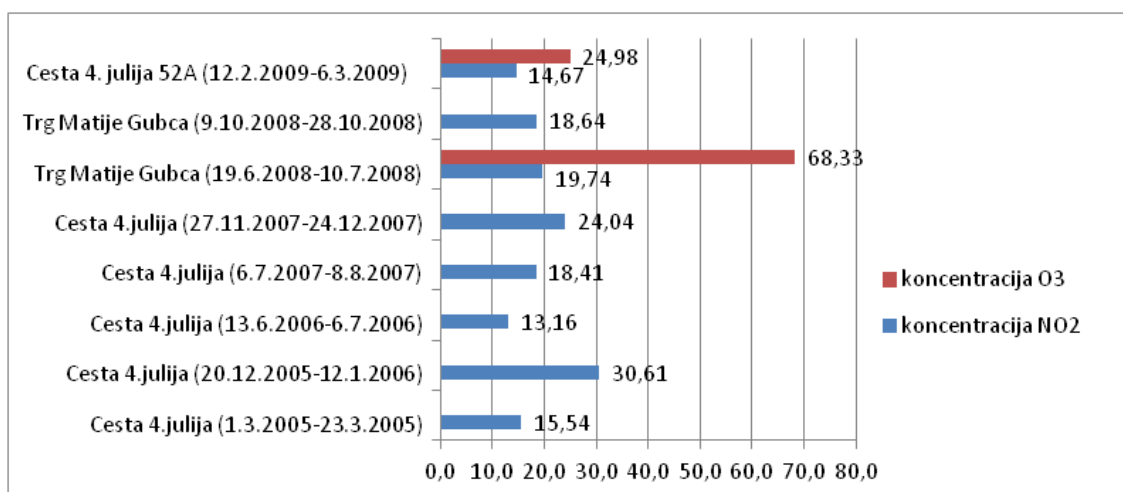
V letu 2011 vrednosti SO₂, NO₂ in NO_x (Preglednica 4) niso presegale mejnih vrednosti (Ur.l. RS, št. 52/2002). Vrednosti tudi niso presegale zgornjega ocenjevalnega praga, nekaj jih je bilo pod spodnjim ocenjevalnim pragom. Koncentracije SO₂, NO₂ in NO_x v letu 2011 niso predstavljale nevarnosti za rastline in tudi ne za zdravje ljudi.

Preglednica 4: Vrednosti meritev kakovosti zraka na merilni postaji sv. Mohor (Brestanica) v letu 2011 (Šegula A. in sod., 2012: 5, 37).

| | | varstvo rastlin | | varovanje zdravja | | | | |
|-----------------|-------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|-----|-------|-------|-----|
| | | Leto | zima | 1 ura | | 3 ure | 24 ur | |
| | % pod | C _p (µg/m ³) | C _p (µg/m ³) | max | >MV | >AV | max | >MV |
| SO ₂ | 96 | 3 | 9 | 59 | 0 | 0 | 31 | 0 |
| NO ₂ | 93 | 8 | | 56 | 0 | 0 | | |
| NO _x | 93 | 9 | | | | | | |

| | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|----------------|---|
| ■ | prekoračena mejna vrednost | % pod | odstotek veljavnih podatkov |
| ■ | prekoračen zgornji ocenjevalni prag | C _p | povprečna koncentracija |
| ■ | prekoračen spodnji ocenjevalni prag | max | najvišja koncentracija |
| ■ | koncentracija pod spodnjim pragom | >MV | št. primerov s prekoračeno mejno vrednostjo |
| | | >AV | št. primerov s prekoračeno alarmno vrednostjo |

Meritve z difuznimi vzorčevalniki (Slika 12) so potekale na dveh mestih v Krškem od leta 2005 do 2009. Mejne vrednosti (na dan) niso bile presežene pri: NO₂ (200 µg/m³, ne sme biti presežena več kot 18-krat v koledarskem letu) in O₃ (120 µg/m³ ne sme biti presežena več kot 25 dni v koledarskem letu triletnega povprečja) (Ur.l. RS, št. 52/2002).



Slika 12: Meritve z difuznimi vzorčevalniki v Krškem (Vir podatkov: Atlas okolja, 2013)

Do leta 2006 so izvajali tudi vsakoletne meritve v Ekološko informacijskem sistemu Krško. Mejne vrednosti koncentracije SO₂ (urne, dnevne in letne) so bile konstantno prekoračene na vplivnem območju tovarne Vipap. Koncentracije so se v drugi polovici leta 2006 že znižale pod mejno vrednost zaradi zaprtja obrata celuloze, ki je bil največji vir žveplovega dioksida v občini Krško, zaradi tega so bile ukinjene meritve SO₂ na merilnem mestu v Krškem (Šegula A. in sod., 2008).

2.4 Identifikacija virov onesnaževanja na prispevnem območju HE Brežice

Onesnaževanje na prispevnem območju HE Brežice je posledica točkovnih in razpršenih (netočkovnih) virov onesnaževanja. Kmetijstvo (površinski odtok z obdelovalnih površin in pašnikov, izcedne vode iz gnojišč), ki je na tem območju prevladujoča panoga, še zlasti tik ob Savi, na levem in desnem bregu, je eden od najpomembnejših razpršenih virov onesnaževanja. Mednje lahko prištevamo še meteorni odtok (s cestišč, železniških objektov, drugih urbanih površin). Med točkovne vire onesnaževanja, ki so bolj podrobno opisani v nadaljevanju, spadajo iztoki iz komunalne čistilne naprave, industrijskih objektov, večji iztoki komunalne odpadne vode v Savo in njene pritoke, kjer kanalizacija ni končana s čistilno napravo, komunalne odpadne vode iz naselij in črna odlagališča odpadkov.

2.4.1 Točkovni viri odpadnih voda

Komunalne vode naselij, ki gravitirajo na vplivno območje akumulacij, predstavljajo pomemben vir točkovnih obremenitev na Savo. V spodnji preglednici (Preglednica 5) so za vsako od 46 naselij na prispevnem območju zbrani podatki iz leta 2011 o številu prebivalcev, gospodinjstev in stanovanj ter o površini naselja in gostoti poseljenosti. Z modro so označena naselja, ki ležijo ob Savi in bodo zato imela največji vpliv na akumulacijo. Najvplivnejši naselji sta Krško in Brežice, kjer je koncentrirana industrija, poleg tega pa imata tudi kanalizacijsko omrežje in vsak svojo komunalno čistilno napravo. Čiščenje odpadne vode je opisano v nadaljevanju poglavja skupaj z ravnanjem z odpadki in divjimi odlagališči na prispevnem območju.

Preglednica 5: Naselja na prispevnem območju (Vir podatkov: SURS, 2013)

| | Število prebivalcev | Površina naselja | Gostota prebivalcev | Število gospodinjstev | Število stanovanj |
|------------------------|---------------------|------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|
| Gora | 80 | 0,9 | 92,3 | 29 | 34 |
| Golek | 101 | 1,1 | 91,1 | 46 | 52 |
| Veniše | 242 | 1,6 | 155 | 103 | 95 |
| Čretež pri Krškem | 40 | 0,7 | 58,5 | 19 | 25 |
| Volovnik | 30 | 1,1 | 28,4 | 13 | 25 |
| Cesta | 64 | 1,8 | 39,8 | 28 | 30 |
| Osredok pri Trški Gori | 44 | 0,6 | 71,9 | 16 | 23 |
| Loke | 82 | 1,2 | 66,4 | 25 | 22 |
| Trška Gora | 174 | 2,4 | 71,9 | 62 | 65 |
| Leskovec pri Krškem | 1045 | 4,7 | 220,3 | 357 | 345 |
| Krško | 7219 | 6 | 1205,9 | 3095 | 2633 |
| Žadovinek | 74 | 3,2 | 23,4 | 34 | 30 |
| Drnovo | 460 | 3 | 153,8 | 205 | 109 |
| Mrtvice | 205 | 3,6 | 56,4 | 72 | 68 |
| Vihre | 143 | 3,1 | 45,8 | 50 | 55 |
| Brege | 230 | 1,2 | 187,7 | 104 | 73 |
| Dolenje Skopice | 221 | 2,1 | 107,6 | 78 | 83 |
| Gorenje Skopice | 188 | 5 | 37,8 | 67 | 65 |
| Brežice | 6600 | 8,9 | 741,7 | 2869 | 2591 |
| Sremič | 153 | 4,3 | 35,5 | 59 | 58 |
| Bučerca | 83 | 1,8 | 46,1 | 32 | 36 |

»se nadaljuje«

»nadaljevanje«

| | Število prebivalcev | Površina naselja | Gostota prebivalcev | Število gospodinjstev | Število stanovanj |
|-------------------------|---------------------|------------------|---------------------|-----------------------|-------------------|
| Anovec | 92 | 1,7 | 54,1 | 26 | 29 |
| Kremen | 222 | 1,5 | 145,9 | 81 | 95 |
| Pleterje | 177 | 2,6 | 68 | 56 | 77 |
| Zdole | 287 | 3,8 | 76,2 | 105 | 103 |
| Ravne pri Zdolah | 207 | 4,3 | 47,6 | 71 | 102 |
| Križe | 133 | 4,4 | 30,1 | 48 | 46 |
| Pečice | 114 | 3,1 | 36,6 | 42 | 47 |
| Osredok pri Podsredi | 71 | 9,5 | 7,5 | 32 | 32 |
| Oklukova Gora | 66 | 1,2 | 53,2 | 30 | 30 |
| Volčje | 95 | 3,1 | 30,3 | 46 | 70 |
| Zgornja Pohanca | 108 | 3 | 35,6 | 44 | 62 |
| Spodnja Pohanca | 121 | 0,6 | 213,9 | 42 | 37 |
| Artiče | 321 | 2,1 | 154,3 | 108 | 98 |
| Arnovo selo | 304 | 2,9 | 104,9 | 111 | 125 |
| Trebež | 275 | 2 | 135,9 | 114 | 100 |
| Libna | 176 | 2,2 | 79,8 | 64 | 99 |
| Gornji Lenart | 243 | 7,3 | 33,4 | 96 | 97 |
| Spodnja Libna | 69 | 0,6 | 119,9 | 28 | 28 |
| Zgornji Obrež | 177 | 0,6 | 299,7 | 67 | 53 |
| Dolenja vas pri Artičah | 103 | 1 | 106 | 41 | 34 |
| Dolenja vas pri Krškem | 221 | 2,7 | 83,2 | 79 | 82 |
| Spodnji Stari Grad | 255 | 2,2 | 114,3 | 88 | 89 |
| Pesje | 84 | 3,5 | 24,1 | 28 | 31 |
| Vrbina | 50 | 1,9 | 25,9 | 20 | 18 |
| Stari Grad | 206 | 0,4 | 506 | 88 | 64 |
| Skupaj | 21571 | 123 | 175,4 | 8890 | 8134 |

2.4.1.1 Zbiranje in čiščenje odpadne vode v občini Brežice

V občini Brežice odvajanje komunalne in padavinske odpadne vode izvajajo na treh kanalizacijskih sistemih (Brežice, Obrežje in Globoko), kjer je priključenih 7075 prebivalcev, kar je 29 % vseh prebivalcev občine Brežice (Komunala Brežice, 2013). V letu 2012 so v občini Brežice zaključili izgradnjo sekundarnih kanalizacijskih vodov za priključevanje na čistilno napravo Brežice. Sekundarna kanalizacija je bila zgrajena na območju dela naselja Trnje (mesto Brežice) v dolžini 760 m, dela naselja Mostec v dolžini 1363 m, dela naselja Sela pri Dobovi 539 m (od tega 327 m tlačni vod), v delu naselja Gabrje pri Dobovi 347 m ter na območju industrijske cone Dobova 826 m z namenom priključevanja na obstoječo čistilno napravo Brežice (Projekti Brežice, 2013). Dolžina kanalizacijskih sistemov je ocenjena na 107 km. Večina sistemov odvaja fekalno in meteorno vodo skupaj – mešani sistemi (Komunala Brežice, 2013).

V okviru projekta izgradnje ČN in kanalizacije Brežice je bila leta 2008 zgrajena biološka čistilna naprava s pripadajočo infrastrukturo. Biološka ČN se nahaja na nasutem platoju v skupni površini 5010 m², južno od Brežic ob nasipu reke Save ob naselju Mostec. Je komunalna ČN z delno denitrifikacijo, nitrifikacijo in delno aerobno stabilizacijo blata, ki je namenjena čiščenju odpadnih voda (linija vode), predelavi blata (linija blata) in upravljanju procesa čiščenja (Projekti Brežice, 2013).

Na čistilno napravo doteka mešanica komunalne in padavinske vode, odpadne vode industrijskega izvora ni. Centralna ČN sprejme približno 71.000 m³ odpadne vode na mesec (Stojič Z. in sod., 2010). Centralna ČN Brežice in njen pripadajoč kanalizacijski sistem, pokriva območja naselij Brežice, Gornji Lenart, Čatež, Mostec, Bukošek, Sela pri Dobovi, Glogov Brod, Cundrovec, Dobova, Gabrje pri Dobovi, Mali in Veliki Obrež, Mihalovec in Loče. Od omenjenih naselij so na prispevnem območju le Brežice in Gornji Lenart. Končna obremenitev ČN Brežice znaša 13.500 enot, pri čemer znaša maksimalna sušna hidravlična obremenitev ČN 295 m³/h, deževna pa 506 m³/h. Omenjene kapacitete naj bi zadostovale za potrebe čiščenja odpadnih voda še vsaj za nadaljnjih 50 let (Projekti Brežice, 2013).

2.4.1.2 Zbiranje in čiščenje odpadne vode v občini Krško

Na področju občine Krško je bil pred kratkim dokončan kanalizacijski sistem na katerega je priključenih 13.000 ljudi (47 % prebivalcev občine), povezan s čistilno napravo v Vipapu (Stojič Z. in sod., 2010). Z javno kanalizacijo so opremljena naselja Drnovo, Brege, Mrtvice, Vihre, Žadovinek in delno samo mesto Krško, ki se nahajajo tudi na prispevnem območju HE Brežice.

Kanalizacijski sistemi so večinoma mešanega tipa, saj se po njih odvajajo komunalne, industrijske odpadne vode in padavinska voda (KOSTAK, 2013). V Preglednici 6 so prikazane značilnosti sistema odvajanja odpadnih voda v krški občini.

Preglednica 6: Sistem odvajanja odpadnih voda za Krško (KOSTAK, 2013)

| Sistem za odvajanje odpadnih voda | Število uporabnikov | Število priključkov | Dolžina omrežja (m) | Čistilna naprava | Velikost ČN v PE |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------------|---|
| Krško | 7.200 | 1.471 | 97.401 | ČN Vipap (upravljanje Vipap) | 180.000 (16.000 komunalne odpadne vode) |

Čistilna naprava za mesto Krško in okolico deluje skupaj s čistilno napravo za čiščenje tehnoloških vod v okviru tovarne Vipap. Proces čiščenja tehnoloških odpadnih vod poteka ločeno. Glavne karakteristike čistilne naprave so: skupna kapaciteta 280.000 PE oz. samo aerobni biološki del čistilne naprave 160.000 PE (od tega biološka obremenitev komunalnih odpadnih vod mesta Krško in okolice: 16.000 PE oz. približno 10 % kapacitete aerobnega dela čistilne naprave) (Stojič Z. in sod., 2010).

Na industrijski čistilni napravi se čistijo poleg komunalne odpadne vode tudi odpadne vode, ki nastajajo v proizvodnji papirja. Tehnologija čiščenja obsega primarno čiščenje na kemijsko-mehanski način, kjer se iz odplak odstranijo neraztopljene snovi (v glavnem vlakna oziroma primarni mulj) in sekundarno biološko čiščenje, kjer poteka

razgradnja raztopljenih snovi s pomočjo mikroorganizmov. Voda se črpa preko dveh zadrževalnih bazenov na kompaktno napravo za mehansko predčiščenje, nato pa z gravitacijskim izlivom v razdelilno posodo pred biološkim čiščenjem (Fain Ž., 2008).

Preglednica 7: Lastnosti krške in brežiške ČN v letu 2011

| | | |
|--|-----------|--------------|
| Ime KČN | VIPAP | BREŽICE-NOVA |
| Velikost (PE) | 180000 | 13500 |
| Prejemnik | Sava | Sava |
| Iztok v občini | Krško | Brežice |
| Letna količina čiščene odplake (1000 m ³ /leto) | 3990,4 | 806,6 |
| Stopnja čiščenja | Terciarna | Sekundarna |
| Učinek čiščenja po KPK (%) | 94,6 | 96,8 |
| Učinek čiščenja po fosforju (%) | 93,6 | 0 |
| Učinek čiščenja po dušiku (%) | 88,8 | 89,6 |

V Preglednici 7 so prikazane lastnosti obeh čistilnih naprav, medtem ko Preglednica 8 prikazuje količino letnih izpustov posameznih parametrov le za ČN Vipap. Terciarno stopnjo čiščenja ima le Vipap, ki ima izpust v načrtovan akumulacijski bazen. Brežiška čistilna narava je locirana dolvodno od HE Brežice, zato njeni izpusti ne bodo vplivali na kakovost vode v akumulacijskem bazenu, kar je dobro, saj ima le sekundarno stopnjo čiščenja, zato ni čiščenja dušikovih in fosforjevih spojin. Pri nadaljnji analizi se bo torej upoštevala le čistilna naprava Vipap, ker je na prispevnem območju, ČN Brežice je bila tukaj obravnavana zaradi naselij, ki so na prispevnem območju, vendar so del kanalizacijskega sistema, ki je povezan s centralno čistilno napravo Brežice.

Preglednica 8: Količina izpustov in povprečna vrednost izbranih parametrov KČN v letu 2012 (Vir podatkov: ARSO)

| Ime KČN | Ime parametra | Povprečna vrednost (g/m ³) | Količina (kg/leto) |
|---------|--|--|--------------------|
| Vipap | Nitritni dušik (mg/l) | 0,7 | 302 |
| | Nitratni dušik (mg/l) | 0,28 | 1210 |
| | Kemijska potreba po kisiku (KPK) (mg/l) | 100 | 432002 |
| | Celotni fosfor (mg/l) | 0,11 | 475 |
| | Celotni dušik (mg/l) | 2,27 | 9806 |
| | Biokemijska potreba po kisiku (BPK ₅) (mg/l) | 4 | 17280 |
| | Amonijev dušik (mg/l) | 0,19 | 821 |

Po pregledu omrežja kanalizacije in pripadajočih čistilnih naprav lahko zaključimo, da velik del kanalizacije manjka, od 46 naselij na prispevnem območju jih je v kanalizacijsko omrežje vključenih le 8. Podatki o malih KČN niso razpoložljivi. Torej lahko pričakujemo precejšen negativen vpliv na načrtovano akumulacijo, predvsem zaradi razpršene poselitve, ki jo povzročajo komunalne odpadne vode uporabnikov, ki niso priključeni na čistilne naprave (z velikim številom greznic), še zlasti na območju naselij neposredno ob Savi.

2.4.1.3 Industrijske odpadne vode in emisije snovi v zrak

Na obravnavanem območju (prispevno območje) je devet industrijskih naprav, katerih stranski produkt so industrijske odpadne vode. Emisije snovi v zrak izpušča osem industrijskih naprav na celotnem območju občin Krško in Brežice. V Preglednicah 9 in 10 so zapisane količine emitiranih dušikovih in fosforjevih spojin v vode in dušikovega in žveplovega dioksida v zrak. Med največjimi onesnaževalci zraka sta Termoelektrarna Brestanica in papirniško podjetje Vipap Videm Krško, ki prevladujeta v izpustih plinov NO₂ in SO₂. Pri izpustih odpadne industrijske vode Vipap Videm Krško prevladuje z izpusti dušikovih in fosforjevih spojin. Nuklearna elektrarna Krško, ki ima iztok neposredno v Savo, sicer ne izpušča snovi, vendar zaradi hladilne vode iz Save v okolje sprošča toploto, ki lahko negativno vpliva na ravnovesje v vodnih ekosistemih. OMV BS & AP KRŠKO in RESISTEC UPR D.O.O. &CO. K.D. imata speljan odtok v kanalizacijo, ki pa se ne končuje s komunalno čistilno napravo. Vipap Videm Krško ima po podatkih iz monitoringa Agencije RS za okolje iztok neposredno v Savo, toda v sklopu industrijskega objekta je tudi industrijska čistilna naprava, kjer naj bi se prečistile industrijske odpadne vode podjetja. V isto čistilno napravo se odvajajo tudi komunalne odpadne vode Krškega in okolice.

Preglednica 9: Emisije dušikovih oksidov in žveplovega dioksida po glavnih kategorijah virov (Bolte T. in sod., 2010)

| | Upravna enota | Emisije plina t | Mala kurišča kg/leto | Promet kg/leto | Industrijski procesi kg/leto | Industrijske kotlovnice kg/leto |
|-------------------------|---------------|--------------------|-------------------------|-------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Emisije SO ₂ | Brežice | 61 | 26769 | 3080 | 493 | 30718 |
| | Krško | 811 | 30806 | 3544 | 741522 | 35351 |
| Emisije NO _x | Brežice | 356 | 41968 | 313719 | | 418 |
| | Krško | 848 | 48297 | 361034 | | 438873 |

Iz zgornje preglednice (Preglednica 9) je razvidno, da je občina Krško večji onesnaževalec zraka kot Brežice, saj je v vseh kategorijah pred Brežicami. Podatki so za leto 2006, ko so zaprli del obrata celuloze v podjetju Vipap, ki je bil največji vir žveplovega dioksida v občini Krško, zato so vrednosti žveplovega dioksida sedaj veliko nižje. Pri prometu in malih kuriščih verjetno ni prišlo do večjih sprememb od leta 2006.

Preglednica 10: Emisije snovi v zrak na prispevnem območju (Vir podatkov: ARSO za leto 2011)

| Naziv zavezanca | Lokacija zavezanca | Občina | Onesnažilo | Emisija snovi iz izpustov [Kg] |
|--|--------------------------------------|---------|---|--------------------------------|
| INO BREŽICE d.o.o. | Krška vas 34/b, Krška vas | Brežice | NO in NO ₂ izraženi kot NO ₂ | 9 |
| KOMUNALNO STANOVANJSKO PODJETJE BREŽICE D.D. | ASFALTNA BAZA BORŠT, CERKLJE OB KRKI | Brežice | NO in NO ₂ izraženi kot NO ₂ | 75 |
| SŽ Centralne Delavnice Ljubljana, Proizvodnja Dobova | Ulica 15. aprila 23 | Brežice | NO in NO ₂ izraženi kot NO ₂ | 82 |
| TPV Avto d.o.o. PE Brežice | Cesta bratov Cerjakov 11 | Brežice | NO in NO ₂ izraženi kot NO ₂ | 15 |
| TPV d.d. PE Brežice | CESTA BRATOV CERJAKOV 13 | Brežice | NO in NO ₂ izraženi kot NO ₂ | 23 |
| CGP d.d. – Asfaltna baza Drnovo | Drnovo | Krško | NO in NO ₂ izraženi kot NO ₂ | 922 |
| TERMoeLEKTRARNA BRESTANICA | CESTA PRVIH BORCEV 18, KRŠKO | Krško | NO in NO ₂ izraženi kot NO ₂ | 15451 |
| VIPAP VIDEM KRŠKO, Proizvodnja papirja in vlaknin d.d. | TOVARNIŠKA ULICA 18, KRŠKO | Krško | NO in NO ₂ izraženi kot NO ₂ | 328860 |
| | | | | Skupaj: 345437 |
| INO BREŽICE d.o.o. | Krška vas 34/b, Krška vas | Brežice | SO ₂ in SO ₃ izraženi kot SO ₂ | 0,00 |
| KOMUNALNO STANOVANJSKO PODJETJE BREŽICE D.D. | ASFALTNA BAZA BORŠT, CERKLJE OB KRKI | Brežice | SO ₂ in SO ₃ izraženi kot SO ₂ | 10 |
| TPV Avto d.o.o. PE Brežice | Cesta bratov Cerjakov 11 | Brežice | SO ₂ in SO ₃ izraženi kot SO ₂ | 11 |
| TPV d.d. PE Brežice | CESTA BRATOV CERJAKOV 13 | Brežice | SO ₂ in SO ₃ izraženi kot SO ₂ | 23 |
| TERMoeLEKTRARNA BRESTANICA | CESTA PRVIH BORCEV 18, KRŠKO | Krško | SO ₂ in SO ₃ izraženi kot SO ₂ | 1201 |
| VIPAP VIDEM KRŠKO, Proizvodnja papirja in vlaknin d.d. | TOVARNIŠKA ULICA 18, KRŠKO | Krško | SO ₂ in SO ₃ izraženi kot SO ₂ | 152306 |
| | | | | Skupaj: 153551 |

Preglednica 11: Emisije snovi v vode na prispevnem območju (Vir podatkov: ARSO za leto 2011)

| Ime naprave | Izpust v občini | Tip iztoka | Vodotok | Ime čistilne naprave | Parameter | Letna količina izpusta (kg/leto) |
|---|-----------------|--|---------|----------------------|---|----------------------------------|
| JZZ SPLOŠNA BOLNIŠNICA BREŽICE | BREŽICE | Iztok v kanalizacijo, ki se zaključi s KČN | | BREŽICE-NOVA | Biokemijska potreba po kisiku (BPK ₅) | 9948,8 |
| JZZ SPLOŠNA BOLNIŠNICA BREŽICE | BREŽICE | Iztok v kanalizacijo, ki se zaključi s KČN | | BREŽICE-NOVA | Celotni fosfor | 137 |
| JZZ SPLOŠNA BOLNIŠNICA BREŽICE | BREŽICE | Iztok v kanalizacijo, ki se zaključi s KČN | | BREŽICE-NOVA | Kemijska potreba po kisiku (KPK) | 16789,2 |
| OMV ISTRABENZ KOPER D.O.O.-AVTOPRALNICA BREŽICE | BREŽICE | Iztok v kanalizacijo, ki se zaključi s KČN | | BREŽICE-STARA | Biokemijska potreba po kisiku (BPK ₅) | 85,4 |
| OMV ISTRABENZ KOPER D.O.O.-AVTOPRALNICA BREŽICE | BREŽICE | Iztok v kanalizacijo, ki se zaključi s KČN | | BREŽICE-STARA | Celotni fosfor | 2 |
| OMV ISTRABENZ KOPER D.O.O.-AVTOPRALNICA BREŽICE | BREŽICE | Iztok v kanalizacijo, ki se zaključi s KČN | | BREŽICE-STARA | Kemijska potreba po kisiku (KPK) | 248,0 |
| NUKLEARNA ELEKTRARNA KRŠKO | KRŠKO | Iztok neposredno v okolje | SAVA | | Biokemijska potreba po kisiku (BPK ₅) | 25,6 |
| NUKLEARNA ELEKTRARNA KRŠKO | KRŠKO | Iztok neposredno v okolje | SAVA | | Biokemijska potreba po kisiku (BPK ₅) | 1264548,0 |
| NUKLEARNA ELEKTRARNA KRŠKO | KRŠKO | Iztok neposredno v okolje | SAVA | | Biokemijska potreba po kisiku (BPK ₅) | 65,0 |
| NUKLEARNA ELEKTRARNA KRŠKO | KRŠKO | Iztok neposredno v okolje | SAVA | | Kemijska potreba po kisiku (KPK) | 46,8 |
| NUKLEARNA ELEKTRARNA KRŠKO | KRŠKO | Iztok neposredno v okolje | SAVA | | Kemijska potreba po kisiku (KPK) | 570,0 |
| OMV BS & AP KRŠKO | KRŠKO | Iztok v kanalizacijo ki se ne zaključi s KČN | | | Biokemijska potreba po kisiku (BPK ₅) | 145,4 |

»se nadaljuje«

»nadaljevanje«

| Ime naprave | Izpust v občini | Tip iztoka | Vodotok | Ime čistilne naprave | Parameter | Letna količina izpusta (kg/leto) |
|-------------------------------|-----------------|--|---------|----------------------|---|----------------------------------|
| OMV BS & AP KRŠKO | KRŠKO | Iztok v kanalizacijo ki se ne zaključi s KČN | | | Celotni fosfor | 1 |
| OMV BS & AP KRŠKO | KRŠKO | Iztok v kanalizacijo ki se ne zaključi s KČN | | | Kemijska potreba po kisiku (KPK) | 343,4 |
| RESISTEC UPR D.O.O. &CO. K.D. | KRŠKO | Iztok v kanalizacijo ki se ne zaključi s KČN | | | Biokemijska potreba po kisiku (BPK ₅) | 0,2 |
| RESISTEC UPR D.O.O. &CO. K.D. | KRŠKO | Iztok v kanalizacijo ki se ne zaključi s KČN | | | Celotni fosfor | 39 |
| ŽITO ŠUMI D.O.O., KRŠKO | KRŠKO | Iztok v kanalizacijo, ki se zaključi s KČN | | VIPAP | Biokemijska potreba po kisiku (BPK ₅) | 8010,1 |
| ŽITO ŠUMI D.O.O., KRŠKO | KRŠKO | Iztok v kanalizacijo, ki se zaključi s KČN | | VIPAP | Celotni dušik | 58 |
| ŽITO ŠUMI D.O.O., KRŠKO | KRŠKO | Iztok v kanalizacijo, ki se zaključi s KČN | | VIPAP | Celotni fosfor | 3 |
| ŽITO ŠUMI D.O.O., KRŠKO | KRŠKO | Iztok v kanalizacijo, ki se zaključi s KČN | | VIPAP | Kemijska potreba po kisiku (KPK) | 21967,5 |
| VIPAP VIDEM KRŠKO, D.D. | KRŠKO | Iztok neposredno v okolje | SAVA | | Biokemijska potreba po kisiku (BPK ₅) | 16917,0 |
| VIPAP VIDEM KRŠKO, D.D. | KRŠKO | Iztok neposredno v okolje | SAVA | | Celotni dušik | 9405 |
| VIPAP VIDEM KRŠKO, D.D. | KRŠKO | Iztok neposredno v okolje | SAVA | | Celotni fosfor | 449 |
| VIPAP VIDEM KRŠKO, D.D. | KRŠKO | Iztok neposredno v okolje | SAVA | | Kemijska potreba po kisiku (KPK) | 336311,8 |
| | | | | Skupaj | Celotni dušik | 9463 |
| | | | | | Celotni fosfor | 632 |

Zaradi velikega števila gospodarskih subjektov, ki niso zavezanci za državni monitoring, je število industrijskih izpustov odpadne vode lahko precej večje od dejansko ugotovljenega stanja. V Preglednici 12 so naselja s trenutnim številom poslovnih subjektov. Na celotnem prispevnem območju je poslovnih subjektov 2174, največ jih je v Krškem in Leskovcem pri Krškem ter v Brežicah. Prevladujejo gostinske dejavnosti, gradbeništvo in zaključna gradbena dela (PISO, 2013).

Preglednica 12: Poslovni subjekti po naseljih (AJ PES, 2013)

| Naselje s številom poslovnih subjektov | | | | | |
|--|-------------------------|----------------------|-----|-------------------------|----|
| Gora | 7 | Brege | 20 | Volčje | 5 |
| Golek | 13 | Dolenje Skopice | 14 | Zgornja Pohanca | 7 |
| Veniše | 6 | Gorenje Skopice | 7 | Spodnja Pohanca | 5 |
| Čretež pri Krškem | 3 | Brežice | 768 | Artiče | 27 |
| Volovnik | 2 | Sremič | 20 | Arnovo selo | 13 |
| Cesta | 7 | Bučerca | 6 | Trebež | 17 |
| Osredek pri Trški Gori | 3 | Anovec | 6 | Libna | 10 |
| Loke | 1 | Kremen | 10 | Gornji Lenart | 12 |
| Trška Gora | 7 | Pleterje | 11 | Spodnja Libna | 2 |
| Leskovec pri Krškem | 132 | Zdole | 19 | Zgornji Obrež | 12 |
| Krško | 836 | Ravne pri Zdolah | 10 | Dolenja vas pri Artičah | 8 |
| Žadovinek | 15 | Križe | 12 | Dolenja vas pri Krškem | 16 |
| Drnovo | 46 | Pečice | 6 | Spodnji Stari Grad | 10 |
| Mrtvice | 9 | Osredek pri Podsredi | 4 | Pesje | 6 |
| Vihre | 10 | Oklukova Gora | 6 | Vrbina | 14 |
| Občina Brežice: 1923 | Obe občini: 3980 | | | Stari Grad | 0 |
| Občina Krško: 2057 | Prispevno območje: 2174 | | | | |

2.4.1.4 Ravnanje z odpadki v občini Krško

V občini Krško se je leta 2011 z javnim odvozom zbralo 13218 ton odpadkov (SURS, 2013). Ločeno zberejo v občini Krško več kot 30 % odpadkov (Stojič Z., 2010), ostale odpadke odlagajo na regijskem odlagališču CeROD v Leskovcu pri Novem mestu. Odpadke sortirajo v zbirnem centru Spodnji Stari Grad, opisanem spodaj. V občini se nahaja 158 ekoloških otokov (Stojič Z. in sod., 2010). Zbiranje in odvoz komunalnih odpadkov se izvaja v vseh 16 krajevnih skupnostih v občini Krško, kjer ločeno zbirajo papir, steklo, plastika, pločevinke in sestavljeno embalažo ter biološko razgradljive odpadke (KOSTAK, 2013).

Zbirni center ravnanja z odpadki Spodnji Stari Grad se skupaj z odlagališče komunalnih odpadkov, ki je že zaprto, nahaja v vplivnem območju HE Brežice. Odlagališče za nenevarne odpadke Spodnji Stari Grad je pričelo z obratovanjem leta 1980, namenjeno pa je bilo odlaganju nenevarnih odpadkov iz občine Krško in Sevnica. V tem času se je odložilo več kot 250.000 ton komunalnih odpadkov. Zaradi predvidene vključitve v regijski sistem CeROD Novo mesto (center za ravnanje z odpadki Dolenjske) so se z letom 2004 pričela zapiralna dela. Do končnega zaprtja odlagališča nenevarnih odpadkov Spodnji Stari Grad je prišlo septembru 2007.

Celotno območje odlagališča obsega 6,7 ha površine, od tega je odlagalne površine 3,5 ha. Odlagališče je neustrezno urejeno, saj nima spodnje plasti, ki bi preprečevala stik odpadkov s podzemno vodo (nima urejenega zajema in ravnanja z izcednimi vodami), uredilo pa se je zbiranje in odvod padavinskih in zalednih voda. Končni prekrivni sloj odlagališča preprečuje dostop do odloženih odpadkov, izhajanje plina in pronicanje meteoritnih vod. Na končni sloj mešanice žlindre in elektrofiltrskega pepela se je vgradila zaščitna plast zemljine, humus in končna zatravitev s hitro rastočo travo (Stojič Z. in sod., 2010).

Zbirni center je bil zgrajen z namenom zmanjševati količine odloženih odpadkov ter se aktivno vključiti v regijski projekt Regijski center za ravnanje z odpadki CeROD. Deluje od leta 2004, njegova gradnja pa je potekala v dveh fazah. V letih 2002 do 2004 je bila zgrajena nadstrešnica za skladiščenje papirja, stekla in plastičnih mas, tehtnico, kompostarno za obdelavo in predelavo bioloških odpadkov ter poslovni objekt. Vključuje sprejemni plato s tehtnico, nadstrešnico za obdelavo, prostor za skladiščenje ločeno zbranih frakcij odpadkov ter plato za kompostiranje. Na zbirni center lahko občani sami pripeljejo odpadke, in sicer nevarne, kosovne in ločeno zbrane odpadke. Leta 2006 so pognali novo sortirno linijo za razvrščanje ločeno zbranih odpadkov. Njena naloga je ločevanje in podrobno sortiranje ločeno zbranih odpadkov. Na sortirni liniji lahko sortirajo 20.000 ton odpadkov letno (Stojič Z. in sod., 2010), ki se jih zbira na področju občin Krško, Kostanjevica na Krki in Sevnica. Konec leta 2006 so poleg nove sortirne linije in pretovorne postaje pridobili tudi manipulativne površine za skladiščenje kosovnih in gradbenih odpadkov (KOSTAK, 2013). V prihodnosti se na tej lokaciji predvideva razširitev Zbirnega centra, kompostarne in Centra za ravnanje z gradbenimi odpadki.

Monitoring odlagališča

V sklopu zapiralnih del se izvaja tudi monitoring podzemnih vod, in sicer na štirih vrtinah. Tri vrtine se nahajajo znotraj zaprtega odlagališča, ena pa na zunanji strani ograje v neposredni bližini tega odlagališča. Poročilo o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode ob odlagališču Spodnji Stari Grad–Krško (Zavod za zdravstveno varstvo Novo mesto, 2010 cit. po Stojič Z., 2010) obravnava na podlagi 5-letnih meritev vplive zaprte deponije na podzemne vode.

Podzemna voda v tem vodnem telesu ima dve generalni smeri pretakanja, in sicer ob visokih vodah iz severozahodnega kvadranta ter ob nizkih vodah iz severnega kvadranta. Na Vrbinskem polju se na območju Sp. Starega Grada srednji nivoji zadnjih 30 let gibljejo na kotah okoli 149,5 m. Poročilo pokaže, da je dno odlagališča (slabo prepustni do neprepustni pliocenski sedimenti na severnem delu) v času srednjih in nizkih vod nad nivojem podzemnih vod. Zahodni del odlagališča leži na območju stare savske struge, ki je zapolnjena z dokaj debelimi nanosi peščeno-meljnega materiala slabše vodoprepustnosti, medtem pa na vzhodnem delu odlagališča prevladujejo prodi s peski debelin okoli 10 m, ki so dobro vodoprepustni. Z izgradnjo HE Brežice bo prišlo do dviga podtalnice tudi na nivoju zaprte deponije. Spodnji del deponije, ki je sedaj namočen občasno, bo v bodočem stanju pogosteje namočen. Morebitna onesnaževala se bodo iz zaprte deponije iztekala v jugovzhodni smeri in bodo po 2 km prešla v površinske vode – drenažni kanal ob akumulaciji in nato dolvodno od HE v Savo (Stojič Z. in sod., 2010).

Od osnovnih parametrov so v letu 2009 presegali opozorilno spremembo: amonij, bor, bromid, fluorid, hidrogenkarbonati, kalcij, magnezij in TOC. Od indikativnih parametrov pa kovine: arzen, barij, krom, nikelj, selen in vanadij; herbicidi: simazin, prometrin, atrazin in desetilatrazin; tributilfosfat; policiklični aromatski ogljikovodiki: antracen,

fluoranten in piren; aromatski ogljikovodik: ksilen. Lahko govorimo o trajnem onesnaženju podtalnice, saj je za nekatere parametre opozorilna vrednost ves čas presežena. Povečana koncentracija herbicidov v podtalnici je verjetno tudi vpliv intenzivnega kmetijstva v neposredni bližini. Kljub temu, da so spremembe med vhodnimi in izhodnimi vrednostmi za posamezne parametre opazne in lahko govorimo o vplivu deponije na podzemno vodo, pa za omenjene parametre večinoma niso presežene vrednosti iz Uredbe o stanju podzemne vode (Ur.l. RS št 25/09). Izjema so mejne vrednosti iz Uredbe presežene za pormetrin (herbicid) in presegajo normativno vrednost za dobro kemijsko stanje. Povečana koncentracija herbicidov v podtalnici kaže vpliv intenzivnega kmetijstva, ker so v neposredni bližini obdelovalne kmetijske površine. Ostali parametri, ki kažejo na vpliv deponije na podzemno vodo, ne presegajo mejnih vrednosti po Uredbi o stanju podzemne vode (Stojič Z. in sod., 2010).

2.4.1.5 Ravnanje z odpadki v občini Brežice

V občini Brežice se je leta 2011 z javnim odvozom zbralo 7437 ton odpadkov (SURs, 2013). V sistem zbiranja, odvažanja in odlaganja komunalnih in drugih odpadkov je vključeno območje celotne občine Brežice. Komunalne odpadke od leta 2005 odvažajo na odlagališče Leskovec pri Novem mestu, s katerim upravlja CeROD d.o.o. Novo mesto d.d.. Komunalne odpadke sortirajo na ZRC Boršt v občini Brežice. V vseh krajevnih skupnostih je že organizirano ločeno zbiranje papirja, plastike in stekla iz 180. zbiralnic (ekoloških otokov) (Komunala Brežice, 2013).

Zbirni center Boršt je namenjen pretovoru preostanka komunalnih odpadkov in pripravi za prevoz na regijsko odlagališče CeROD v Leskovcu pri Novem mestu ter oddaji raznih frakcij komunalnih odpadkov. Na zbirnem centru je možna oddaja papirja in kartona, stekla, plastike, lesa, pohištva, tekstila, odpadne elektronike, velikih gospodinjskih aparatov, hladilnih in zamrzovalnih aparatov, gum, barvnih kovin in železa, izolacijskih materialov in nevarnih odpadkov. Dva-krat letno je organizirano zbiranje nevarnih odpadkov, skozi vse leto pa imajo uporabniki možnost oddaje nevarnih odpadkov v zbirnem centru. Kosovni odpad odvažajo s posebnim vozilom od doma po predhodnem naročilu uporabnika, imajo pa uporabniki vse leto možnost pripeljati in odložiti tovrstne odpadke v času obratovanja na ZRC Boršt (Komunala Brežice, 2013).

2.4.1.6 Divja odlagališča

Divja odlagališča odpadkov so na območju občin Brežice in Krško prav tako pogosta, kot marsikje drugod po Sloveniji. Na Sliki 13 so prikazane lokacije divjih odlagališč iz katere se da razbrati, da je največ divjih odlagališč med Krškim in Brežicami ob levem bregu Save (območje Vrbine). Večja gostota divjih odlagališč je tudi v okolici Drnovega in Leskovca pri Krškem ter Zgornje Pohance, Zdol in Kremna. V Prilogi so zbrana vsa divja odlagališča po vrsti odpadkov (z modro so označena divja odlagališča nevarnih odpadkov). Zaskrbljujoče je dejstvo, da nobeno od določenih odlagališč ni bilo očiščeno in da je večina divjih odlagališč z nevarnimi odpadki na območju, kjer je ranljivost podtalnice največja (Drnovo – zajetje pitne vode, Vrbina).



Slika 13: Divja odlagališča na prispevnem območju (Geopedia, 2013)

2.4.2 Netočkovni viri odpadnih voda

Med razpršene oz. netočkovne vire onesnaževanja prištevamo predvsem obremenitve, ki prehajajo iz urbanih površin ter obremenitve zaradi kmetijske dejavnosti. Razpršene obremenitve lahko prispevajo več kot 50 % (Zupančič Justin M. in sod., 2011) vseh obremenitev voda. V nadaljevanju so ločeno predstavljene obremenitve z urbanih virov ter obremenitve, ki jih prispeva kmetijska dejavnost.

2.4.2.1 Kmetijski viri razpršenih obremenitev

Najpomembnejša kmetijska panoga v občini Brežice je poljedelstvo, tako po površini kot tudi po številu kmetijskih gospodarstev (Preglednica 13). V občini Krško je več gozda, zato si tudi nekoliko več kmetijskih gospodarstev lasti gozdne površine, takoj za njimi pa njive. Veliko kmetijskih gospodarstev se je v letu 2010 ukvarjalo tudi z živinorejo, v Krškem 1386 in v Brežicah 1472 (SURS, 2013).

Preglednica 13: Kmetijska gospodarstva, površina in struktura kmetijskih zemljišč v letu 2010 (Vir podatkov: SURS)

| Občina | | Površina (ha) | | | | | | |
|-------------|---------------------------------|---------------------------|-------|------------------------|-----------|---------------------|------|----------------------|
| | | Kmet. zemljišča v uporabi | Njive | Sadovnjaki in oljčniki | Vinogradi | Travniki in pašniki | Gozd | Nerodovita zemljišča |
| Brežice | Površina | 13802 | 5005 | 302 | 771 | 3561 | 3681 | 379 |
| | Število kmetijskih gospodarstev | 1834 | 1630 | 565 | 1300 | 1348 | 1496 | 1834 |
| Krško | Površina | 15236 | 2961 | 463 | 621 | 4909 | 5768 | 301 |
| | Število kmetijskih gospodarstev | 1764 | 1525 | 531 | 1321 | 1485 | 1533 | 1764 |
| SKUPAJ (ha) | | 29038 | 7966 | 765 | 1392 | 8470 | 9449 | 680 |

Kakšna je grobo ocenjena struktura rabe tal na prispevnem območju, prikazuje spodnja preglednica (Preglednica 14). Na prispevnem območju prevladujejo kmetijske površine drobnoposestniške strukture, ki jim sledi listnati gozd. Če združimo vse kmetijske površine (kmetijske površine drobnoposestniške strukture, nenamakane njivske površine in kmetijske površine z večjimi območji vegetacije) je odstotek takšnih površin na prispevnem območju veliko večji od površin vseh tipov gozdov na obravnavanem območju. Nesklenjenih urbanih površin je dobrih 6 %.

Preglednica 14: Ocenjene površine urbanih in kmetijskih območij na prispevnem območju (Vir podatkov: Atlas okolja)

| Kmetijska raba | Skupaj površine (ha) | Delež površin (%) |
|---|----------------------|-------------------|
| Nenamakane njivske površine | 1550 | 17,2 |
| Sadovnjaki in nasadi jagodičja | 390 | 4,3 |
| Kmet. površine z večjimi območji vegetacije | 920 | 10,2 |
| Kmet. površine drobnoposestniške strukture | 2440 | 27,1 |
| Mešani gozd | 210 | 2,3 |
| Listnati gozd | 2300 | 25,5 |
| Grmičast gozd | 80 | 0,9 |
| Vinogradi | 50 | 0,6 |
| Naravni travniki | 40 | 0,4 |
| Pašniki | 240 | 2,7 |
| Nekmetijska raba | Skupaj površine (ha) | Delež površin (%) |
| Površine za šport in prosti čas | 30 | 0,3 |
| Nesklenjene urbane površine | 550 | 6,1 |
| Letališča | 30 | 0,3 |
| Industrija, trgovina | 160 | 1,8 |
| Mirujoča voda | 30 | 0,3 |
| Skupaj: | 9020 | 100 |

Med pomembne vire obremenitve, ki jih prispeva kmetijstvo in gozdarstvo, lahko prištevamo še odtok iz namakalnih površin, ves odtok iz obdelovalnih in gozdnih površin ter infiltracija iz vseh preostalih virov, ki se nanašajo na koncentrirano živinorejo, odtok s pašnikov, posek gozda in drvarjenje, poškodovanje in izsuševanje mokrišč oziroma melioracija kmetijskih površin (Zupančič Justin M. in sod., 2011).

2.4.2.2 Urbani viri razpršenih obremenitev

Urbane vire razpršenih obremenitev predstavljajo emisije iz prometa, erozija iz gradbenih in drugih izpostavljenih površin, hišne domače živali, gnojila in fitofarmacevtska sredstva (ki se uporabljajo na urbanih površinah), sredstva za odmrzovanje površin, nedovoljena izlitja olj in drugih tekočin v odvodne kanale, iztekanje iz greznic in drugih in površin, ki niso komunalno urejene, direktno iztekanje komunalne odpadne vode v meteorne odvodne jarke, erozija drenažnih kanalov in iztok sedimentov iz drenažnih kanalov po večjih nalivih (Zupančič Justin M. in sod., 2011).

Mreža državnih cest na prispevnem območju (Preglednica 15) vključuje avtocesto (AC), dve glavni cesti prvega reda (G1) in regionalne ceste (ena prvega (R1) in dve tretjega reda (R3)). Temu delu lahko pripišemo velik pomen, ker se meteorna voda s cestišč in drugih prispevnih površin zbira v mešani kanalizaciji. V primeru visokih voda prihaja le do začasnega zbiranja tovrstnih vod v razbremenilnikih, ki pa nimajo čistilne funkcije. Največji vpliv zaradi obremenjenosti s prometom ima avtocesta Drnovo–Brežice in glavna cesta Krško–Drnovo.

Preglednica 15: Povprečni letni dnevni promet na cestah prispevnega območja (Vir podatkov: Atlas Okolja)

| Ime odseka | | Kategorija ceste | Povprečni letni dnevni promet (št. vozil/dan) |
|-------------------------|----------------------|------------------|---|
| DRNOVO–BREŽICE | | AC | 13957 |
| KRŠKO–BREŽICE | | R1 | |
| | BREŽICE | | 5800 |
| | KRŠKO–SP.POHANCA | | 6046 |
| KRŠKO–DRNOVO | | G1 | |
| | KRŠKO–LESKOVEC | | 11835 |
| | LESKOVEC–DRNOVO | | 10000 |
| BRESTANICA–KRŠKO | | G1 | 9477 |
| PIŠECE–ZG.POHANCA–KRŠKO | | R3 | 660 |
| SP. POHANCA–KAPELE | | R3 | |
| | SP. POHANCA–(R1-219) | | 2001 |

2.4.2.3 Ostali viri razpršenih obremenitev

Med ostale vire razpršenih obremenitev lahko prištevamo še suhe in mokre atmosferske depozite (vključno s kislimi padavinami), iztok iz opušenih kopov (rudnikov), kanaliziranje strug vodotokov, delujoča in opuščena gradbišča, vojaška vadišča, masovno rekreacijo in turizem (Zupančič Justin M. in sod., 2011). Opušenih rudnikov na prispevnem območju ni, je pa Sava na tem območju kanalizirana. Masovno rekreacijo in turizem najdemo južno od Brežic, torej izven prispevnega območja, na območju toplic Terme Čatež.

3 PRAKTIČNI DEL

3.1 Količinsko ovrednotenje onesnaževanja

V nadaljevanju je prikazano ovrednotenje vnosov fosforjevih in dušikovih spojin iz različnih virov. Razmerje med dušikovimi in fosforjevimi spojinami je pomemben pokazatelj evtrofikacije, saj so nitrati in fosfati glavna rastlinska hranila, pomembna za cvetenje alg in drugih rastlin v akumulacijah.

3.1.1 Količinsko ovrednotenje že prisotnih dušikovih in fosforjevih spojin v Savi

Na delu Save, kjer je načrtovana akumulacija, ni merilnega mesta, zato so v spodnji tabeli (Preglednica 16) podatki za merilno postajo Jesenice na Dolenjskem za leto 2012, ki bistveno ne odstopajo od kakovosti vode v obravnavanem delu Save. V tabeli gre za oceno trenutne vrednosti obeh hranil v Savi, s stališča vpliva na pojav cvetenja pa je v akumulacijah potrebno upoštevati nenaden porast koncentracij obeh hranil v času nizkih vodostajev v poletnem obdobju, poleg tega bodo lahko koncentracije v akumulacije višje zaradi spremenjene hidrologije Save (počasnejši tok reke).

Ovrednotenje količine dušikovih in fosforjevih spojin v Savi kot posledico vnosa obeh hranil s tokom Save je mogoče na podlagi predvidene prostornine akumulacije in koncentracije hranil. Po izgradnji akumulacije z načrtovano prostornino 19,3 mil. m³ in povprečnimi koncentracijami celotnega dušika in celotnega fosforja iz spodnje tabele, bi količina celotnega dušika v akumulaciji znašala 29 t in celotnega fosforja 3,3 t.

Preglednica 16: Koncentracije celotnega dušika in celotnega fosforja na merilnem mestu Jesenice na Dolenjskem (Vir podatkov: ARSO)

| | | | Celotni dušik | Celotni fosfor |
|------------------------|------|--|---------------|----------------|
| | | | mg N/l | mg P/l |
| Jesenice na Dolenjskem | 2012 | min | 1,1 | 0,1 |
| | | max | 2,1 | 0,29 |
| | | povprečje | 1,5 | 0,17 |
| | | Ocena povprečne količine snovi v akumulaciji | 29 t | 3,3 t |

3.1.2 Količinsko vrednotenje vnosa dušikovih in fosforjevih spojin s padavinami

Vnos dušikovih in fosforjevih spojin se lahko izračuna po naslednji formuli:

$$I_{PP} \text{ (mg/leto)} = P \times C_{PP} \times A_s \quad (1)$$

$$I_{NP} \text{ (mg/leto)} = P \times C_{NP} \times A_s \quad (2)$$

A_spovršina akumulacije/jezera

C_{PP} in C_{NP}koncentracija celotnega fosforja (C_{PP}) in celotnega dušika (C_{NP}) v padavinah

Pletna količina padavin (mm/leto)

Površina akumulacije je 317 ha. Letno povprečje padavin je po podatkih klasične meteorološke postaje v Sevnici, ki je bolj proti zahodu, 1100 mm padavin na leto, v bolj vzhodno ležečem Gornjem Lenartu pa že za okrog 50 mm letno manj, torej okoli 1050 mm na leto. V Preglednici 17 so ocenjene koncentracije fosforjevih in dušikovih spojin v padavinah.

Preglednica 17: Ocenjene koncentracije fosforjevih in dušikovih spojin v padavinah (Jørgensen S.E. in Vollenweider R.A. 1988)

| | C _{PP} (mg/l) | C _{NP} (mg/l) |
|-----------|------------------------|------------------------|
| Razpon | 0,025-0,1 | 0,3-1,6 |
| Povprečje | 0,07 | 1,0 |

Na podlagi vhodnih podatkov sem izračunala količino fosforjevih in dušikovih spojin, ki bi prišla v akumulacijo s padavinami, ki jo prikazuje Preglednica 18. Vnos v akumulacijo s padavinami bi bil torej 233 kg celotnega fosforja in 3329 kg celotnega dušika. Količine so le ocene, saj dejanske koncentracije obeh hranil v padavinah na območju spodnjega Posavja niso znane. Monitoring padavin se v Sloveniji izvaja le v okolici pomembnejših onesnaževalcev zraka.

Preglednica 18: Vnos dušikovih in fosforjevih spojin v akumulacijo s padavinami

| Površina akumulacije | Letna količina padavin (Gornji Lenart) | Koncentracija v padavinah | | Vnos v akumulacijo s padavinami na leto | |
|----------------------|--|---------------------------|---------------|---|---------------|
| | | Celotni fosfor | Celotni dušik | Celotni fosfor | Celotni dušik |
| 317 ha | 1050 mm | 0,07 mg/l | 1,0 mg/l | 233 kg | 3329 kg |

3.1.3 Količinsko vrednotenje vnosa dušikovih in fosforjevih spojin z netočkovnimi viri onesnaževanja

3.1.3.1 Odtok meteorne vode iz urbanih površin

Za izračun vnosa dušikovih in fosforjevih spojin v akumulacijo z meteorno vodo z urbanih in industrijskih območij ter naselij so potrebni podatki o površini prispevnega območja in deležu nepropustnih površin po tipu (urbane, industrijske). Izračun bi bil zato smiseln samo za tiste površine, iz katerih se meteorna voda odvaja neposredno v Savo in ne v meteorno kanalizacijo oz. ponikovalnice. Po drugi strani pa je kanalizacija na tem območju mešanega tipa. To pomeni, da se viški zbirajo v razbremenilnikih in se od tam brez posebnega čiščenja prečrpavajo neposredno v Savo. V nadaljevanju je zato predstavljena ocena iznosa celotnega dušika in celotnega fosforja iz vseh opredeljenih urbanih in industrijskih površin na prispevnem območju.

Preglednica 19: Koncentracije in vnosi onesnaževal, ki se z meteorno vodo spirajo z različnih urbanih površin (PH Consult, 1989; Storhaug, 1996; Kadlec and Wallace, 2009 cit. po Zupančič Justin M., 2011)

| Parameter | Urbane površine | | Industrijske površine | | Rezidenčne/poslovne | |
|----------------|----------------------|--|-----------------------|--|----------------------|--|
| | Koncentracija (mg/l) | Vnos (kg · ha ⁻¹ · leto ⁻¹) | Koncentracija (mg/l) | Vnos (kg · ha ⁻¹ · leto ⁻¹) | Koncentracija (mg/l) | Vnos (kg · ha ⁻¹ · leto ⁻¹) |
| Celotni dušik | 0,7–20 | 11,2 | 1,8 | 7,8–18,1 | 1,1–2,8 | 9,1–32,1 |
| Celotni fosfor | 0,02–4,3 | 3,4 | 0,31 | 2,2–3,2 | 0,14–0,51 | 1,4–4,9 |

Iz zgornje preglednice (Preglednica 19) sem vzela podatke o vnosu dušikovih in fosforjevih spojin, ki se z meteorno vodo spirajo iz različnih tipov urbanih površin. Podatki o površinah urbanih območij so pomanjkljivi, ker podatki o rabi tal vključujejo le večja naselja (predvsem mesta) kot urbane površine. Na prispevnem območju je veliko manjših vasi (razpršen tip poselitve), katerih urbane površine niso vključene. Tudi iz transportnih površin se z meteorno vodo spirajo hranila in za njih prav tako ni podatkov, zato je ocena vnosa v Preglednici 20 podcenjena.

Preglednica 20: Ocena vnosa dušikovih in fosforjevih spojin iz urbanih površin

| Urbane površine | Nesklenjene urbane površine | Letališča | Vnos fosforja z meteornim odtokom (kg P/ha · leto) | Vnos dušika z meteornim odtokom (kg N/ha · leto) | Skupno (kg P/leto) | Skupno (kg N/leto) |
|-----------------------|-----------------------------|-----------|--|--|--------------------|--------------------|
| | | 550 ha | 30 ha | 3,4 | 11,2 | 1972 |
| Industrijske površine | Industrija, trgovina | | Vnos fosforja z meteornim odtokom (kg P/ha · leto) | Vnos dušika z meteornim odtokom (kg N/ha · leto) | Skupno (kg P/leto) | Skupno (kg N/leto) |
| | 160 ha | | 2,2-3,2 | 7,8–18,1 | 352–512 | 1248–2890 |

3.1.3.2 Količinsko vrednotenje netočkovnih virov onesnaževanja zaradi neustreznega čiščenja komunalnih odpadnih voda iz razpršene poselitve

Po Zupančič Justin M. in sod. (2011) se pri preračunavanjih vnosov hranil v akumulacijo, kot posledici človekovih aktivnosti v okolju, po navadi naslanjamo na podatke o številu prebivalcev oz. populacijskih ekvivalentov. Populacijski ekvivalent (PE) je enota za obremenjevanje vode z organskimi biološko razgradljivimi snovmi, ki ustreza onesnaženju, ki ga na dan povzroči en prebivalec. Izražena je v BPK₅. 1 PE je enak 60 g BPK₅/dan (Javna kanalizacija, 2013).

V različnih virih lahko najdemo podobne ocene dnevnega in letnega vnosa celotnega dušika in celotnega fosforja na PE. Gibljejo se med 11 in 15 g N/PE na dan in 2 in 5 g P/PE na dan, ko čiščenje odpadne vode ni zagotovljeno. Na letni ravni to predstavlja med 4 in 5,5 kg N/PE in 0,7–1,8 kg P/PE (Bremec U., 2007b).

Na podlagi zgoraj navedenega lahko izračunamo celoten pričakovani vnos celotnega dušika (I_{n_w}) in celotnega fosforja (I_{p_w}) v akumulacijo na letni ravni (3).

$$(I_{n_w}/p_w) = \text{št. prebivalcev} \cdot \text{letni vnos} - \text{delež odstranjen s čiščenjem, pretenzijo} \quad (3)$$

Preglednica 21: Število prebivalcev priključenih na ČN in kanalizacijo

| | Občina Brežice | Občina Krško | Prispevna površina |
|---|----------------|--------------|---|
| Št. prebivalcev, priključenih na KČN | 6071 | 7200 | 5439 (Brežice)+ 7200 (Krško) = 12639 |
| Skupno št. prebivalcev, priključenih na kanalizacijski sistem | 7590 | 13000 | 5439 (Brežice)+ 13000 (Krško) = 18439 |
| Št. prebivalcev, priključenih na kanalizacijski sistem brez KČN | 1519 | 5800 | 5800 |
| Št. vseh prebivalcev | 24285 | 26050 | 21655 |
| Št. prebivalcev, ki jih je treba priključiti na kanalizacijski sistem | 16695 | 13050 | 3216 |

V preglednici 21 so prikazani podatki o številu prebivalcev v občini Brežice, občini Krško oziroma na območju prispevne površine glede na to, kako so vključeni v sistem zbiranja odpadnih voda. Za izračun so pomembni podatki za prispevno površino, ki obsega del obeh občin. Podatke o številu prebivalcev, priključenih na KČN in priključenih na kanalizacijski sistem, sem dobila iz Komunale Brežice in komunalnega podjetja KOSTAK, ostalo sem preračunala. Za izračun (Preglednica 22) sem po Zupančič Justin M. in sod. (2011) za dnevno obremenitev s celotnim dušikom upoštevala 12 g N/PE/dan in za dnevno obremenitev s celotnim fosforjem pa 2 g P/PE/dan. Izračune sem dopolnila z maksimalnimi vrednostmi dnevni obremenitev s celotnim dušikom in celotnim fosforjem, ki znašajo 15 g N/dan in 5,5 g P/dan po istem viru.

Preglednica 22: Izračun obremenitev s fosforjevimi in dušikovimi spojinami

| | Obremenitev s celotnim dušikom* (N kg/leto) | Obremenitev s celotnim fosforjem** (P kg/leto) |
|--|---|--|
| Prebivalci priključeni na kanalizacijski sistem brez KČN | 25404–31755 | 4234–11644 |
| Prebivalci, ki jih je treba priključiti na kanalizacijski sistem | 14086–17608 | 2348–6456 |

* 12 – 15 g N/PE/dan

** 2 – 5,5 g P/PE/dan

3.1.3.3 Netočkovni vnos dušikovih in fosforjevih spojin s kmetijskih površin

Bilanca dušika v kmetijstvu je opredeljena kot razlika med vnosom ter odvzemom dušikovih spojin s kmetijskih zemljišč. Vire dušika na kmetijska zemljišča predstavljajo mineralna, živinska ter druge vrste organskih gnojil, biološko vezan dušik iz zraka, depozicija atmosferskega dušika ter dušik iz semena in sadilnega materiala. Odvzem dušika predstavljajo s kmetijskih zemljišč pospravljene kmetijski pridelki. Presežki vnosa dušikovih spojin nad odvzemom predstavljajo okoljsko grožnjo, saj se le-ti lahko izpirajo v vode ali pa v različnih oblikah reaktivnega dušika končajo v zraku. Bilančni presežek dušikovih spojin na nacionalni ravni v obdobju 1992–2010 kaže trend zmanjševanja. V devetdesetih letih prejšnjega stoletja je v posameznih letih znašal tudi več kot 100 kg N/ha, po letu 2006 pa je manjši od 70 kg N/ha (Kazalci okolja, 2013).

Onesnaževanje površinskih in podzemnih voda s presežki hranil iz kmetijstva predstavlja velik problem v Evropi. Vnos dušikovih spojin v tla je mnogo večji od asimilacije dušikovih spojin z rastlinami in s tem predstavlja nevarnost, da se hranila vnašajo v vode in s tem vplivajo na njeno kakovost (Operativni program za varstvo voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijske proizvodnje za obdobje 2004-2008). V letu 2009 je bila bilanca dušikovih spojin za vodno telo Krška kotlina 55 kg N/ha (284 t dušika) (Kazalci okolja, 2013).

Vnos dušikovih spojin z izpiranjem je intenziven zlasti v jeseni in čez zimo, ko ni aktivnega sprejema dušika v rastline, obenem pa je evapotranspiracija majhna, zato je takrat presežek vode največji. Drugo obdobje, ko se v Sloveniji tudi pojavi nevarnost izpiranja je v maju in drugi polovici junija, ko imamo padavinski maksimum. V tem času je nevarnost izpiranja dušikovih spojin večja pri poljščinah oziroma vrtninah, ki v tem času še niso prekoreninile celotne površine tal (npr. kuruza nekatere križnice, ter plodovke na prostem). V ekstremnih primerih se na njivah lahko izpere tudi do 70 % dodanih dušikovih spojin. V nasprotju z njivami na travnikih ni izrazitega izpiranja dušikovih spojin, razen če količine dodanih dušikovih spojin res niso močno prekoračene (npr. več kot 200 oz. 240 kg na N/ha). Nevarnost za izpiranje pa se močno poveča, če se travinje preorje (spremeni v njivo). Takrat se sprostijo velike količine dušika iz organske snovi v tleh. Posebno nevarno je tudi puščati golo površino tal (brez rastočih rastlin) čez poletje (npr. po zgodnjem zelju ali krompirju ter po žitu). Med poletjem se zaradi mineralizacije sprosti veliko dušika, ki se jeseni in čez zimo deloma izgubi (izpere) iz tal, tudi če zgodaj jeseni posejemo naknadni posevek (Operativni program za varstvo voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijske proizvodnje za obdobje 2004–2008).

Po podatkih Pintar M. in sod. (2005) je bilo leta 2004 prodanih skupno 30259514 kg dušičnih mineralnih gnojil. Preko podatkov o površinah kmetijskih zemljišč in dejstva, da se na njivskih površinah porabi največ mineralnih gnojil so bile določene ocene porabe dušičnih gnojil (kg) na posameznih površinah. Če podatke izrazimo kot porabo dušika iz mineralnih gnojil na hektar, velja ocena porabe za njive 130 kg/ha, vinograde 32 kg/ha, sadovnjake 13 kg/ha in travno-pašne površine 26 kg/ha.

Mineralizacija dušika pomeni količino dušika, ki se letno sprosti iz humusa v tleh (Preglednica 23). Povprečna mineralizacija v zahodni Evropi znaša 5 kg N/ha na teden ravnega obdobja. To velja za tla, ki vsebujejo 2–4 % organske snovi (Tremblay in sod., 2001 cit. po Pintar M. in sod., 2005). Večina naših kmetijskih površin pripada temu razredu glede na vsebnost organske snovi (Pintar M. in sod., 2005).

Preglednica 23: Letna mineralizacija dušika za različne rabe kmetijskih zemljišč (Pintar M. in sod., 2005:7)

| Letna mineralizacija dušika (kg/ha) za različne rabe kmetijskih zemljišč | |
|--|--------------|
| Njiva; rastno obdobje marec-september | 140 kg N /ha |
| Sadovnjak; rastno obdobje maj-1/2 september | 90 kg N /ha |
| Vinograd; rastno obdobje maj-september | 100 kg N /ha |
| Travniki/pašniki; rastno obdobje maj-avgust | 80 kg N /ha |

Podatek o prodaji mineralnih fosfornih gnojil pri Statističnem uradu RS obstaja samo kot skupna količina prodanih gnojil za celo Slovenijo. Na podlagi tega podatka za leto 2004 so bile določene približne ocene vnosov fosforjevih spojin v kg/ha za njivske, vinogradniške, sadjarske in travnato-pašne površine. V letu 2004 je bilo prodanih skupno 14639988 kg fosfornih mineralnih gnojil. Preko podatkov o površinah kmetijskih zemljišč in dejstva, da se na njivskih površinah porabi največ mineralnih gnojil, so bile določene ocene porabe fosfornih gnojil (kg) na posameznih površinah. Če podatke izrazimo kot porabo fosforja (P_2O_5) iz mineralnih gnojil na hektar, velja ocena porabe za njive 64 kg/ha, vinograde 15 kg/ha, sadovnjake 5,9 kg/ha in travno-pašne površine 12 kg/ha (Pintar M. in sod., 2005).

Celotno količino vnosa celotnega dušika (I_{nt}) in celotnega fosforja (I_{pt}) v vodno telo lahko izračunamo po formuli (Zupančič Justin M., 2011):

$$I_{pt} \text{ (mg/leto)} = \sum_{i=1}^{At(m^2)} * Ep(mg m^{-2}leto^{-1}) \quad (4)$$

$$I_{nt} \text{ (mg/leto)} = \sum_{i=1}^{At(m^2)} * En(mg m^{-2}leto^{-1}) \quad (5)$$

At.....kmetijska površina v m^2

En.....količina celotnega dušika na m^2 na leto

Ep.....količina celotnega fosforja na m^2 na leto

Na podlagi zgornje formule in podatkov Pintar M. in sod. (2005) sem izračunala vnose hranil za kmetijske površine na prispevni površini HE Brežice (Preglednica 24). V izračunih so izvzete kmetijske površine z večjimi območji vegetacije (920 ha), ker predstavljajo zemljišča v zaraščanju, za takšne površine pa ni podatkov o oceni porabe dušikovih in fosforjevih spojin. Teh vnosov hranil ne moremo enačiti z vnosi v površinske vode, saj so količine hranil, ki preidejo v površinske vode precej manjše. Vsa voda s kmetijskih površin ne odteče neposredno v Savo, temveč v bližnje odvodnike (pritoke Save), tu že poteče delna odstranitev hranil. Tudi na kmetijskih površinah se odstrani del dušika z denitrifikacijo in odvzemom pridelka. V bilancah celotnega dušika in celotnega fosforja bi morala upoštevati še vnos hranil z organskimi gnojili, pri čemer bi potrebovala število glav živine na prispevnem območju. Za celotni dušik bi bilo potrebno upoštevati tudi količino vezanega dušika iz zraka in vnos s padavinami.

Preglednica 24: Vnosi celotnega dušika in celotnega fosforja iz ocene porabe obeh hranil na hektar kmetijske površine

| | Vinogradi | Sadovnjaki | Njivske površine | Naravni travniki | Pašniki | SKUPAJ |
|---|-----------|------------|------------------|------------------|---------|--------|
| Površina (ha) | 50 | 390 | 3990 | 40 | 240 | 4710 |
| Ocena porabe celotnega dušika (kg/ha) | 32 | 13 | 130 | 26 | 26 | |
| Ocena porabe celotnega fosforja (kg/ha) | 15 | 5,9 | 64 | 12 | 12 | |
| Mineralizacija dušika (kg/ha) | 100 | 90 | 140 | 80 | 80 | |
| Vnos celotnega dušika (kg/leto) | 1600 | 5070 | 518700 | 1040 | 6240 | 532650 |
| Vnos celotnega fosforja (kg/leto) | 750 | 2301 | 255360 | 480 | 2880 | 261771 |
| Vnos dušika z mineralizacijo (kg/leto) | 5000 | 35100 | 558600 | 3200 | 19200 | 621100 |

Na inštitutu za vode so v okviru študije Obremenitve in vplivov iz kmetijstva za izbrane prostorske enote (2007) izračunali količine vnosov celotnega dušika in celotnega fosforja za vodna telesa, kjer so pomembne obremenitve s hranili iz razpršenih virov zaradi kmetijstva. Vnos obeh hranil je izračunan iz deleža presežka bilance fosforjevih in dušikovih spojin, ki se lahko izgubi v vode glede na posamezno kategorijo kmetijske rabe in površino posamezne rabe na prispevni površini. Za vodno telo VT Sava Krško – Vrbinja je izračunan le vnos celotnega dušika, ki znaša 167841 kg N/leto (Pintar M. in sod., 2007). Upoštevati je treba, da del Save v bodoči akumulaciji predstavlja približno polovico vodnega telesa Sava Krško–Vrbinja, katerega prispevna površina je več kot enkrat večja od prispevne površine HE Brežice, zato lahko kot oceno vnosa celotnega dušika na prispevnem območju vzamemo polovico od 167841 kg N/leto.

Glede na Načrt upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja za obdobje 2009–2015 (MOP, 2013) sem izračunala ocene vnosov dušikovih in fosforjevih spojin za kmetijske površine na prispevnem območju HE Brežice (Preglednica 25). V skupno površino sem vključila podatke iz Preglednice 14: nenamakane njivske površine, sadovnjake in nasade jagodičevja, kmetijske površine z večjimi območji vegetacije, kmetijske površine drobnoposestniške strukture, vinograde, pašnike in naravne travnike. Če upoštevamo polovico določene količine celotnega dušika po Pintar M. in sod. (2007) za VT Sava Krško–Vrbinja, lahko to količino celotnega dušika primerjamo s količino, določeno po Načrtu upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja za obdobje 2009–2015. Polovična količina znaša 83,9 t celotnega dušika, kar je precej več od zgornje izračunane meje 56,3 t (Preglednica 25). Verjetno se dejanska vrednost giblje nekje nad 50 t celotnega dušika. Za fosforjeve spojine ne moremo narediti primerjave, vendar če ga primerjamo z oceno dušikovih spojin, lahko ocenimo količino celotnega fosforja z zgornjo mejo, ki znaša 112,6 kg.

Preglednica 25: Obremenitev površinskih voda s celotnim fosforjem in celotnim dušikom zaradi kmetijstva

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| Skupna površina kmetijskih površin na prispevnem območju | 5630 ha | Vnos v površinske vode |
| Razpršeni viri onesnaževanja – obremenitev površinskih voda s fosforjem (kmetijstvo) | 0,00–0,02 kg/ha | 0–113 kg |
| Razpršeni viri onesnaževanja – obremenitev površinskih voda z dušikom (kmetijstvo) | 5–10 kg/ha | 28150–56300 kg |

3.1.4 Količinsko vrednotenje vnosa dušikovih in fosforjevih spojin s točkovnimi viri onesnaževanja

Tukaj je ovrednoten vnos dušikovih in fosforjevih spojin v vode, ki ga prispevajo iztoki KČN ter iztoki vode iz industrijskih onesnaževalcev. Vpliv drugih točkovnih onesnaževalcev (večja skladišča, odlagališča odpadkov) niso vrednotena, ker ni na razpolago vhodnih podatkov.

3.1.4.1 Vnos dušikovih in fosforjevih spojin v vode iz obstoječih komunalnih čistilnih naprav

Po podatkih Agencije RS za okolje je čistilna naprava Vipap, kjer se čistijo tako industrijske kot tudi komunalne odpadne vode, v letu 2012 izpustila v Savo 475 kg celotnega fosforja in 9806 kg celotnega dušika (Preglednica 26). Učinek čiščenja odpadne vode je glede na fosfor je 93,6 %, na dušiku pa 88,8 %. Zagotovljeno je terciarno čiščenje, zato bodo izpusti fosforjevih spojin v akumulacijo precej manjši, kot bi bili le ob sekundarnem čiščenju odpadne vode.

Preglednica 26: Količine izpustov celotnega dušika in celotnega fosforja iz čistilne naprave Vipap v Savo (Vir podatkov: ARSO)

| | |
|---|---------------|
| Ime čistilne naprave | VIPAP (Krško) |
| Št. prebivalcev v občini | 26050 |
| Št. priključenih prebivalcev na ČN | 7200 |
| Velikost (PE) | 180000 |
| Povprečna vrednost celotnega fosforja na iztoku ČN (mg/l) | 0,11 |
| Povprečna vrednost celotnega dušika na iztoku ČN (mg/l) | 2,27 |
| Celotni fosfor (kg/leto) | 475 |
| Celotni dušik (kg/leto) | 9806 |

3.1.4.2 Vnos dušikovih in fosforjevih spojin v vode iz industrijskih onesnaževalcev

Podatki o virih industrijskih izpustov celotnega dušika in celotnega fosforja v vode so bili predstavljeni v poglavju Identifikacija virov onesnaževanja na prispevnem območju HE Brežice. Letna količina izpustov dušika vseh industrijskih virov je 9463 kg/leto, fosforja pa 632 kg/leto. Izpuste neposredno v Savo naj bi imela le industrija Vipap.

Monitoring industrijskih izpustov celotnega dušika in celotnega fosforja se izvaja samo pri večjih industrijskih obratih, veliko pa je tudi manjših onesnaževalcev (določeni poslovni subjekti), kjer Agencija RS za okolje nadzora nad onesnaževanjem ne izvaja. Podatki o industrijskih izpustih so zato verjetno podcenjeni.

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 Vnosi dušikovitih in fosforjevih spojin iz različnih virov

V praktičnem delu so bili predstavljeni izračuni količine celotnega dušika in celotnega fosforja iz različnih virov, v preglednici (Preglednica 27) pa so rezultati zbrani skupaj, kar omogoča primerjavo po različnih virih vnosa. Količina celotnega dušika v povprečju znaša 146814 kg/leto, pri razponu 126982–166647 kg/leto. Celotnega fosforja je manj, v povprečju 19441 kg/leto, pri čemer bi lahko bila prava vrednost nekje med 13546 kg/leto in 25337 kg/leto.

Natančne vrednosti vnosov celotnega dušika in celotnega fosforja ne moremo izračunati, prikazani rezultati so le približki. Onesnaževanje se lahko v določeni meri zmanjša zaradi samočistilnih sposobnosti okolja, vendar je to odvisno od zelo številnih dejavnikov. Geološka podlaga je eden od najpomembnejših dejavnikov, saj prav ta določa, kolikšen bo zadrževalni čas vode z raztopljenimi hranili. Daljši zadrževalni čas zmanjšuje količino hranil, ki pridejo v podzemne vode, ki tudi napajajo akumulacijo. Po drugi strani pa zelo slabo prepustne površine povzročajo koncentriranje onesnaževanja in spiranje v vodotoke, ki polnijo akumulacijo.

Podatki o vnosu celotnega dušika in celotnega fosforja iz kmetijskih površin so bili določeni na podlagi podatkov za VT Sava Krško–Vrbina in izračunani iz podatkov Načrta upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja za obdobje 2009–2015. Pri končni analizi nisem uporabila izračunov po Pintar M. in sod. (2005), ker pri tem ni bilo upoštevanega odstranjevanja dušika z denitrifikacijo in z odvzemom pridelka. Podatki, dobljeni iz obeh virov, so se nekoliko razlikovali, saj so bile vrednosti po podatkih za VT Sava Krško–Vrbina višje. Predpostavila sem, da je dejanska vrednost nekje med obema vrednostma, kar je opisano v praktičnem delu. Kmetijske površine so po prispevni površini razporejene predvsem ob Savi, saj ta del predstavlja ugodne razmere za kmetovanje (nižinsko območje). Ta del prispevnega območja je bogat s peščeno-prodnatimi zasipi in ima vlogo vodonosnika. Zaradi geološke zgradbe je tukaj problematično izpiranje hranil v podzemne vode. Severni del prispevne površine predstavlja hribovje, poraslo z gozdom, še vedno pa je precej njiv in pašnikov. Tukaj je več glineno-prodnatih zasipov, terciarnih sedimentov in karbonatov. V tem delu predvsem zaradi reliefa prevladuje površinsko spiranje hranil v vodotoke. Ker bo območje akumulacije predstavljalo večjo površino, je mogoče, da bodo imele kmetijske površine, ki bodo obdajale akumulacijo, večji vpliv na količino celotnega dušika in celotnega fosforja v Savi kot ga imajo sedaj. To je pomembno predvsem z vidika nevarnosti za pojav evtrofikacije. Dodatno bodo k temu prispevali tudi pritoki v akumulacijo, vendar v manjši meri.

V količinskem vrednotenju onesnaževanja ni bila zajeta živina, ki predstavlja pomemben vir obremenitve z dušikovimi spojinami. Podatki o živini so sicer dostopni, vendar le o količini živine v posamezni občini. Tako občina Brežice kot občina Krško sta precej veliki in segata le deloma na prispevno površino, zato bi bil izračun obremenitve s hranili znatno precenjen in ga zaradi tega nisem vključila.

Industrijske in urbane površine predstavljajo le majhen delež prispevnega območja. V glavnem te površine predstavljata mesti Brežice in Krško, ki se nahajata tik ob Savi. Z meteornim odtokom naj bi se voda odvaža v mešano kanalizacijo, ker pa sta mesti ob Savi, se lahko določen del spira tudi direktno v Savo. Ker ni znano, koliko meteorne vode pride direktno v Savo, je bil izračun narejen za vse urbane in industrijske površine. Kot urbane površine niso bile upoštevne manjše vasi, ki predstavljajo večino naselij na prispevnem območju, skupaj s cestami, ki imajo precejšen vpliv, še zlasti avtocesta, ki poteka v bližini Save.

Vnosa celotnega dušika in celotnega fosforja s padavinami je ocenjen na podlagi povprečnih podatkov iz literature, bolj natančnih podatkov za Slovenijo oziroma njene pokrajine ni mogoče dobiti, ker se za padavine izvaja monitoring le na bolj industrijskih območjih, kar Posavje ni. Ne glede na to, ali je ocena podcenjena ali precenjena, je skupna količina dušikovih in fosforjevih spojin zanemarljiva v primerjavi z ostalimi viri.

Ocena že prisotnih dušikovih in fosforjevih spojin v Savi je bila narejena na podlagi meritev na merilnem mestu Jesenice na Dolenjskem, zato bi lahko bila dejanska vrednost drugačna, poleg tega pa se vrednosti čez leto in z leti spreminjajo, zato je natančno določevanje praktično nemogoče.

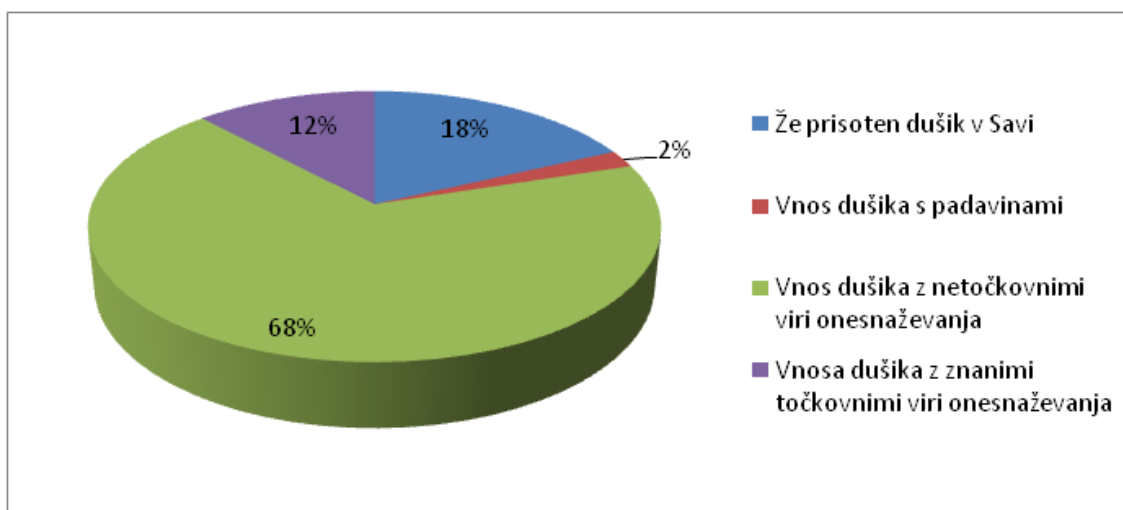
Preglednica 27: Celotni dušik in celotni fosfor iz različnih virov vnosa v Savo

| | Celotni dušik (kg/leto) | Celotni fosfor (kg/leto) |
|---|------------------------------------|-------------------------------------|
| Ovrednotenje že prisotnega dušika in fosforja v Savi | 29000 | 3300 |
| Ovrednotenje vnosa dušika in fosforja s padavinami | 3329 | 233 |
| Ovrednotenje vnosa dušika in fosforja z netočkovnimi viri onesnaževanja | | |
| Urbane površine | 6496 | 1972 |
| Industrijske površine | 1248–2890 | 352–512 |
| Ovrednotenje netočkovnih virov onesnaževanja zaradi neustreznega čiščenja komunalnih odpadnih voda iz razpršene poselitve | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Prebivalci priključeni na kanalizacijski sistem brez KČN | 25404–31755 | 4234–11644 |
| <ul style="list-style-type: none"> • Prebivalci, ki jih je treba priključiti na kanalizacijski sistem | 14086–17608 | 2348–6456 |
| Netočkovni vnos dušika in fosforja s kmetijskih površin | 28150–56300 | 0,00–113 |
| Ovrednotenje vnosa dušika in fosforja z znanimi točkovnimi viri onesnaževanja | | |
| Vnos dušika in fosforja v vode iz obstoječih komunalnih čistilnih naprav | 9806 | 475 |
| Vnos dušika in fosforja v vode iz industrijskih onesnaževalcev | 9463 | 632 |
| SKUPAJ | 126982-166647 | 13546-25337 |

Obremenitve, ki jih povzročajo prebivalci priključeni, na kanalizacijski sistem brez KČN in tisti, ki jih je treba priključiti na kanalizacijski sistem, so v različnih virih ocenjene različno. Izračun je narejen po oceni, ki je najbližje večini virov. Podjetje Vipap ima edini čistilno napravo na prispevnem območju, ki pa zbira tudi komunalno odpadno vodo Krškega z okolico. KČN ima zagotovljeno tudi terciarno čiščenje, zato bodo vplivi na akumulacijo manjši, kot bi bili, če bi bilo čiščenje odpadne vode samo sekundarno. Iz Preglednice 27 je razvidno, da so obremenitve s celotnim fosforjem in celotnim dušikom, ki jih povzročajo prebivalci, ki niso priključeni na kanalizacijski sistem, manjše kot od tistih prebivalcev, ki so priključeni na kanalizacijsko omrežje brez KČN. Rezultati so takšni, ker sem pri izračunih količine hranil za oba primera uporabila enake podatke za obremenitve s celotnim dušikom in celotnim fosforjem, ker se kanalizacijski sistem v tem primeru ne zaključuje s KČN, število prebivalcev pa je manjše v naseljih brez kanalizacijskega sistema.

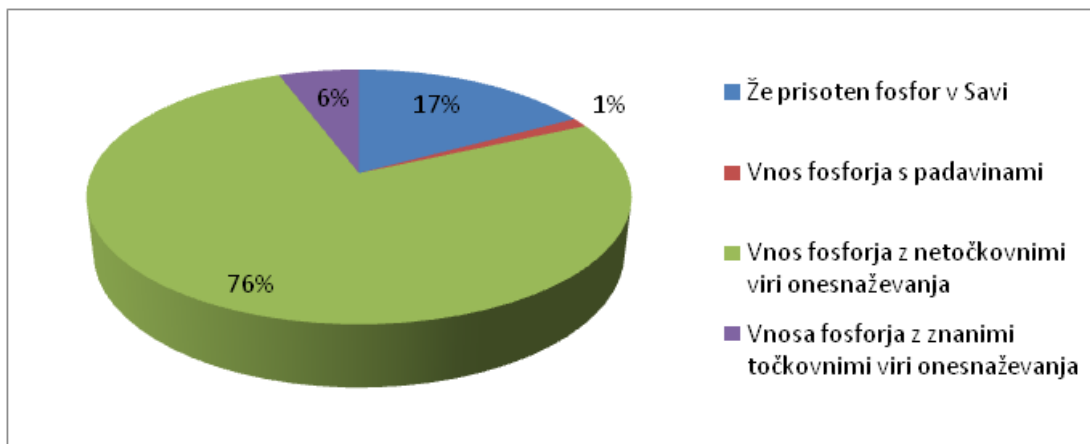
Vnos celotnega dušika in celotnega fosforja v Savo iz industrijskih onesnaževalcev je po vsej verjetnosti podcenjen. Vključeni so le podatki, ki so jih posamezni večji onesnaževalci dolžni posredovati na ARSO. Verjetno je na tem območju tudi precej poslovnih subjektov, ki z dušikovimi in fosforjevimi spojinami onesnažujejo Savo in podzemne vode, vendar niso vključeni v monitoring industrijskih odpadnih voda. Trenutno je kot edini industrijski vir celotnega dušika in celotnega fosforja, ki ima iztok neposredno v Savo, v registru Agencije Republike Slovenije za okolje zabeleženo podjetje Vipap. Čeprav ima svojo čistilno napravo, je mogoče, da določen del industrijske odpadne vode vseeno izteče neposredno v Savo.

Na spodnjih dveh slikah so prikazani deleži vnosov dušikovih in fosforjevih spojin s padavinami, z netočkovnimi in točkovnimi viri onesnaževanja ter dušikove in fosforjeve spojine, ki jih s seboj prinese Sava. Iz slike 14 je razvidno, da je vnos celotnega dušika največji z netočkovnimi viri, ki predstavljajo skoraj 70 % vseh vnosov. Precej celotnega dušika je že prisotnega v Savi, manjši delež, vendar ne zanemarljiv, pa pride v Savo zaradi točkovnih virov onesnaževanja. Vnos dušikovih spojin s padavinami je 2 %.



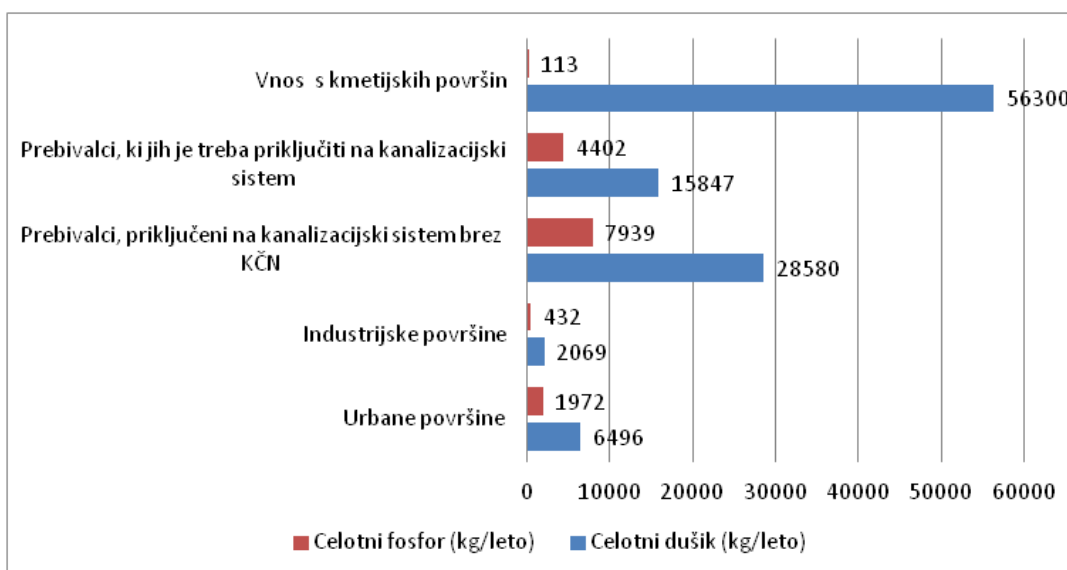
Slika 14: Deleži vnosa celotnega dušika iz različnih virov

Slika 15 predstavlja vnose celotnega fosforja in ima podobno razporeditev deležev kot pri celotnem dušiku. Nekoliko večji je delež vnosov fosforjevih spojin z netočkovnimi viri onesnaževanja s 76 %, pri čemer je manjši delež vnosov fosforjevih spojin z znanimi točkovnimi viri onesnaževanja. Delež že prisotnega celotnega fosforja je podoben kot pri celotnem dušiku, s padavinami pa je vnos tega hranila v Savo le 1 %.



Slika 15: Deleži vnosa celotnega fosforja iz različnih virov

Iz spodnje slike (Slika 16) je razvidno, kakšne so količine obeh hranil glede na različne vnose iz razpršenih virov onesnaževanja, ki pri obeh hranilih predstavlja znaten delež vnosov. Vnosi celotnega dušika so veliko večji kot vnosi celotnega fosforja. Najbolj očitno je to pri kmetijskih površinah, kjer je količina fosforjevih spojin zanemarljiva v primerjavi z vnosi dušikovih spojin. Precej celotnega dušika in celotnega fosforja prispevajo prebivalci, ki so vključeni v kanalizacijski sistem brez KČN, in tisti, ki živijo v naseljih brez kanalizacijskega sistema. Industrijske in urbane površine prispevajo malo hranil, ker je njihova površina razmeroma majhna v primerjavi s celotno prispevno površino, vendar vseeno njihov vpliv ni zanemarljiv.



Slika 16: Primerjava vnosa celotnega dušika in celotnega fosforja iz razpršenih virov

Kakšna je možnost eutrofikacije v načrtovani akumulaciji, je težko predvideti. Če gledamo razmerje vnosov celotnega dušika in celotnega fosforja iz vseh virov onesnaževanja in vzamemo povprečne vrednosti razponov vnosa celotnega dušika in vnosov celotnega fosforja, je razmerje fosforja in dušika 0,13, kar bi že lahko sprožilo eutrofikacijo. Teoretično je pogoj za eutrofikacijo približevanje razmerja med fosfati in nitratni vrednosti 1:10. Tudi razmerje obeh hranil, ki sta že prisotni v Savi, ki je 0,11, je zelo blizu te vrednosti. Ker pa na ta proces vpliva še veliko drugih dejavnikov, je izračunano razmerje lahko le ocena, ki kaže na to, da obstaja možnost eutrofikacije v načrtovani akumulaciji.

4.2 Predlagane ERM za zaščito akumulacije HE Brežice

Zaščita pred onesnaževanjem je na prispevnem območju izrednega pomena ne le za akumulacijo, temveč tudi za zaščito podtalnice, gramoznic, ekološko pomembnih območij, območij naravnih vrednot in Nature 2000. V nadaljevanju so predstavljene tiste ERM, s katerimi bi lahko sanirali degradirana območja zaradi prevelikega onesnaževanja in hkrati zaščitili bolj ranljiva območja. Po Zupančič Justin M. in sod. (2011) so povzete predstavitve ERM za zaščito pred točkovnimi in razpršenimi viri onesnaževanja, pa tudi tiste ERM, ki povečujejo ekološko stanje in samočistilne sposobnosti voda. V tem poglavju sem uporabila samo omenjen vir, zato v besedilu nisem posebej navajala tega vira.

4.2.1 ERM za preprečevanje točkovnih virov onesnaževanja

Komunalne in industrijske odpadne vode predstavljajo velik delež pri onesnaževanju voda. Evropske smernice reševanja problematike industrijskih in komunalnih voda predvidevajo čiščenje odpadne vode na centraliziranih čistilnih napravah. V Krškem ima podjetje Vipap čistilno napravo tako za industrijske kot tudi komunalne odpadne vode, ki ima iztok v Savo. Druge industrije, ki bi imela iztok odpadnih voda neposredno v Savo, ni. ČN Vipap ima urejeno terciarno čiščenje vode (odstranjevanje dušikovih in fosforjevih spojin), zato jo s stališča evtrofikacije ne prištevamo k pomembnejšim virom onesnaževanja in zato tudi ne potrebuje dodatnih ERM ukrepov.

Med pomembne točkovne vire onesnaževanja lahko štejemo različne oblike odlagališč: divja odlagališča odpadkov, industrijske objekte z večjim vplivom na onesnaževanje tal (skladišča, centri za ločeno zbiranje sekundarnih surovin, odpadkov...) kot tudi gnojišča. Na obravnavanem območju se nahaja kar precej divjih odlagališč (zbrana so v prilogi), veliko jih je na ravnini ob Savi, kar predstavlja nevarnost za onesnaženje savske vode in tudi podtalnice. Sanacija bi bila nujna predvsem pri tistih divjih odlagališčih, ki vsebujejo nevarne odpadke in so na ravnini ob Savi. Na prispevnem območju je tudi odlagališče komunalnih odpadkov, ki je sicer že zaprto, vendar dno ni tesnjeno, zato prihaja do onesnaževanja podtalnice. Izcedna voda iz odlagališča lahko vsebuje različne odpadne in strupene snovi, zaradi česar jo je potrebno čistiti pred njenim iztokom v vodotok oziroma okolje. V primeru odlaganja odpadkov z večjim deležem organskih snovi, ki se v izcedni vodi pojavljajo poleg anorganskih snovi, lahko pričakujemo tudi povišane vrednosti amonijevega dušika, ki ima velik vpliv na evtrofikacijo. Za že zaprto odlagališče komunalnih odpadkov Spodnji Stari Grad bi bilo najbolj primerno uporabiti ERM rešitev v obliki sistema Limnotop. Za ostala divja odlagališča pa lahko uporabimo ERM z uporabo ekosistemskih pristopov, kot so rastlinske čistilne naprave in vegetacijski filtri, ki so opisani v poglavju ERM za preprečevanje netočkovnih virov onesnaževanja.

4.2.1.1 Sistem Limnotop

Kombinirano metodo uporabe čistilne naprave in evapotranspiracijskega filtra predstavlja sistem Limnotop. Uporabljena sanitarna metoda vključuje: čiščenje izcedne vode v rastlinski čistilni napravi, ki vključuje mehanski del čiščenja z zadrževalnikom ter čistilne grede z biološko stopnjo čiščenja z izmeničnimi aerobnimi in anaerobnimi pogoji, končni zadrževalnik izcedne vode s prečrpališčem, ustrezne prekrivne sloje zaprtega dela odlagališča odpadkov z zasejanimi izbranimi lesnimi rastlinami ter podtalni namakalni sistem za vračanje izcedne vode, ki omogoča zaprtje vodnega tokokroga.

Pri predčiščenju izcedne vode v rastlinski čistilni napravi se le-ta vrača preko podtalnega namakalnega sistema v prekrivne sloje odlagališča. V izbranih prekrivnih slojih tal potekajo nadaljnji procesi razgradnje preostalih snovi iz izcedne vode ter zadrževanja vode. Hitrorastoče lesne rastline z visoko stopnjo evapotranspiracije dodatno prispevajo k čiščenju izcedne vode s privzemom hranilnih snovi in transpiracijo viškov vode v ozračje.

Predlagana metoda ima krajinske, ekološke in ekonomske prednosti. Način prekritja v posameznih obdobjih leta dopušča pronicanje viškov vode v telo odlagališča. Počasno pronicanje vode v deponijsko telo stimulira nadaljnjo razgradnjo odpadkov in s tem njihovo hitrejšo stabilizacijo. Dodatno stimulira tudi tvorbo bioplina. Z namenskim načinom zasaditve, rednim vzdrževanjem in obsekavanjem dreves se sistem lahko naravna v energetsko izrabo lesne mase, kar predstavlja ekonomsko prednost (povrnitev stroškov vzdrževanja). Drevesna ozelenitev površine očisti izcedne vode na mestu njihovega nastanka in ni odvisna od pogojev, ki jih postavljajo zunanji izvajalci čiščenja odpadne vode.

4.2.2 ERM za preprečevanje netočkovnih virov onesnaževanja

Pomemben vir netočkovnega onesnaževanja predstavlja odtok meteorne vode z urbanih, suburbanih in kmetijskih površin. Pojavlja se periodično in je tipično razredčena mešanica mineralnih in organskih snovi, raztopljenih soli, hranil in drugih snovi v sledeh. Vrsta in onesnaženost nepropustne površine, na kateri nastaja padavinski odtok, določa količino in vrsto onesnaževal v odtoku. Koncentracije večine parametrov v meteornih vodah se spreminjajo s časom. Obremenitve z meteorno vodo in koncentracije onesnaževal so ciklične: suhemu obdobju in odlaganju snovi sledi prvi visoko onesnažen val in padavinski odtok, čemur sledi eksponenten padec koncentracij in pretoka in nato suhe razmere do naslednjega naliva.

ERM, ki ščitijo pred odtokom vode s cestnih in urbanih površin (sistemi za čiščenje meteorne odpadne vode) in bi jih lahko uporabili na prispevnem območju akumulacij, so sledeče: zasajeni mokri in suhi zadrževalni bazeni, zasejani peščeni filtri (zasajene travnate ponikovalnice), zadrževalniki s stalno stoječo vodo – manjši akumulacijski bazeni in lagunski sistemi, mokri zadrževalniki za meteorno vodo, deževni vrtovi in bioretenzijske površine ter porozna tlakovanja z infiltracijskim jarkom.

V primeru razpršenih načinov poselitve, se veliki centralizirani sistemi ne izkazujejo kot najoptimalnejša rešitev. V naseljih z majhnim številom prebivalcev ali z razpršeno poselitvijo je zato prevladujoči način ravnanja z odpadnimi vodami greznični sistem, ki je finančno najbolj dostopen lokalnemu prebivalstvu, ne predstavlja pa dokončne in najustreznejše rešitve. Za reševanje problemov razpršene poselitve se uporabljajo različni sistemi oziroma izvedbe rastlinskih čistilnih naprav, ki lahko služijo kot primarno in sekundarno čiščenje odpadne vode ali pa kot terciarno čiščenje vode. Uporabljajo se lahko tudi trstične sušilne grede za obdelavo mulja iz zadrževalnikov ali biološkega blata po biološki stopnji čiščenja.

Pri sistemih zaščite pred odtokom onesnažene vode s kmetijskih površin pridejo v poštev enake rešitve kot za čiščenje meteorne odpadne vode s cestišč, kot so: zasajeni peščeni filtri (zasajene ponikovalnice), zasajeni mokri in suhi zadrževalni bazeni, zadrževalniki s stalno stoječo vodo, močvirja za meteorno vodo, deževni vrtovi in bioretenzijske površine. Med posebne ukrepe, značilne za kmetijske površine, pa spadajo: vegetacijski/filtracijski pasovi, melioracijski jarki s čistilno funkcijo in travnati

odvodni jarki. K preprečevanju erozije lahko dodatno pripomore tudi stalna prekritost tal s posevki in terasasto oblikovane obdelovalne površine, ki zmanjšujejo intenziteto erozije.

4.2.2.1 Zasajeni mokri in suhi zadrževalni bazeni

Kot sistem zaščite pred odtokom vode s cestnih in urbanih površin bi predlagala zasajene mokre in suhe zadrževalne bazene. Ob avtocesti so sicer že postavljeni zadrževalni bazeni, vendar bi bilo mogoče povečati čistilne funkcije s pravilno zasaditvijo rastlin ob njih. Večje urbane površine predstavljata mesti Krško in Brežice, kjer bi bili takšni zadrževalni bazeni potrebni, kljub mešanemu tipu kanalizacije, še zlasti ob večjih nalivih.

Zasajeni zadrževalniki, ki v suhem vremenu nimajo odprte vodne površine so suhi zadrževalni bazeni. Prvi naliv in padavinska voda se v njih začasno zadrži. Voda se zadrži 24 do 48 ur po nalivu. S tem dosežemo usedanje delcev v odtoku ter ublažitev hitrosti odtoka vode s čimer ublažimo maksimalne pretoke dolvodno v sprejemnem vodnem telesu ali čistilni napravi. Suhi bazeni tako delujejo predvsem kot hidravlična kontrola padavinskega odtoka. Po padavinah voda iz suhega bazena odteče, del pa je tudi izhlapi zaradi evaporacije in/ali transpiracije ali ponikne v podtalnico.

Za razliko od suhih bazenov imajo mokri zadrževalni bazeni daljši čas zadrževanja vode. Voda se v njih zadržuje do enega tedna ali več, odvisno od količine vode oz velikosti bazena. Podaljšan čas zadrževanja vode preprečuje resuspenzijo sedimenta, sediment je dalj časa prekrit, kar daje bazenu tudi lepši videz. Poleg hidravlične kontrole in izboljšanja kakovosti vode imajo torej lahko tudi estetsko vlogo.

4.2.2.2 Rastlinska čistilna naprava

Rastlinske čistilne naprave (RČN) so zagotovo ena od najbolj primernih rešitev za reševanje problemov razpršenih virov onesnaževanja, ki predstavljajo na obravnavanem območju največji delež vnosov dušikovih in fosforjevih spojin. RČN delujejo po enakih zakonitostih kot naravna mokrišča, le da lahko pogoje veliko bolj kontroliramo. Mokrišča so idealna okolja za kemične pretvorbe različnih snovi zaradi velikega spektra oksidacijskih stanj, ki se običajno pojavlja v takih tleh: aerobna in anaerobna razgradnja snovi, nitrifikacija, denitrifikacija, itd. Njihova prednost je enostavna tehnologija in princip, zanesljivo delovanje in možnost odstranjevanja skupnega dušika s sočasnim potekom nitrifikacije in denitrifikacije.

Glavni nosilci čiščenja v RČN so mikroorganizmi, medij (peščeni substrat) in rastline. Pri čiščenju vode sodeluje več med seboj povezanih procesov:

- usedanje ali sedimentacija neraztopljenih delcev na dno, delce medija in na rastlinske dele,
- filtracija
- kemično obarjanje,
- adsorpcija in ionska izmenjava na površinah rastlin, rastlinskih ostankov, medija in sedimenta,
- kemične pretvorbe,
- razgradnja, pretvorbe in vgrajevanje onesnaževal in hranil z mikroorganizmi in rastlinami,
- predacija in naravno odmiranje patogenih organizmov.

RČN je primerna za čiščenje komunalnih odpadnih voda, izcednih voda, odlagališč odpadkov kot tudi različnih industrijskih odpadnih voda v primeru njihove biorazgradljivosti. Pri specifičnih vrstah odpadne vode kombiniramo različne načine pretoka in zadrževanja vode ter uporabe specifičnih substratov. V našem okolju se uporabljajo predvsem sistemi s podpovršinskim tokom vode, ki bolje prenašajo hladne zime in potrebujejo nekoliko manjše površine kot sistemi s površinskim tokom. Ker ni proste vodne površine, ni možnosti za pojav insektov in smradu. Bazeni (grede) RČN so globoki 0,5–0,8 m in zapolnjeni z mešanico gramoza, peska, mivke, zemlje in šote v primernih razmerjih. Za zasaditev se najpogosteje uporabljajo navadni trst (*Phragmites australis*), sitec (*Scirpus spp.*) in rogoz (*Typha spp.*).

Za naselja, ki nimajo urejene kanalizacije predlagam rešitev odvajanja in čiščenja odpadnih komunalnih voda z RČNji. Na prispevnem območju so naslednja naselja brez kanalizacije: Gora, Golek, Veniše, Čretež pri Krškem, Volovnik, Cesta, Osredok pri Trški Gori, Loke, Trška Gora, Dolenje Skopice, Gorenje Skopice, Sremič, Bučerca, Anovec, Kremen, Pleterje, Zdole, Ravne pri Zdolah, Križe, Pečice, Osredok pri Podsredi, Oklukova Gora, Volčje, Zgornja Pohanca, Spodnja Pohanca, Artiče, Arnovo selo, Trebež, Libna, Zgornji Obrež, Dolenja vas pri Artičah, Pesje, Vrbina in Spodnja Libna.

Za naselja, ki so v bližini Save in nimajo urejenega kanalizacijskega omrežja (Gorenje in Dolenje Skopice, Zgornji Obrež, Pesje in Vrbina), bi predlagala RČN z nadgradnjo čiščenja z uporabo sorpcijskih filtrov kot terciarno čiščenje. Ker gre za razpršeno poselitev bi bile primerne individualne RČN kot tudi RČN za posamezna naselja. RČN bi vključevale trstične sušilne grede za mineralizacijo mulja.

4.2.2.3 Trstične sušilne grede za mineralizacijo mulja

Končna obdelava bioloških blat iz čistilnih naprav je postala pomemben izziv zaradi dveh ključnih razlogov: nastajanja velikih količin biološkega blata in problemov obdelave in končnega odlaganja bioloških blat.

Zmanjševanje vsebnosti vode lahko dosežemo z različnimi konvencionalnimi postopki centrifugiranja in filtracije, ali pa z uporabo sonaravnih pristopov kot je evaporacija, rastlinska evapotranspiracija in odcejanje vode, ki se odvija v sušilnih trstičnih gredah. Trstične sušilne grede so danes v Evropi že sprejeta ekstenzivna metoda sušenja in mineralizacije biološkega blata (aerobno stabiliziranega po aerobni stopnji čiščenja odpadne vode, kot tudi anaerobno stabiliziranega po anaerobni obdelavi blata). Obdelava blata s pomočjo konvencionalnih metod predstavlja visok delež stroškov v procesu čiščenja odpadne vode, ki se giblje med 20 % in 60 % celotnih obratovalnih stroškov. Pri tem so še posebej izpostavljene male biološke čistilne naprave, ki so primorane transportirati surovo odpadno blato v večje centre. Uporaba trstičnih čistilnih gred ob čistilni napravi lahko zato predstavlja ugodno rešitev dokončne obdelave blat.

4.2.2.4 Vegetacijski/filtracijski pasovi

Vegetacijski pasovi so ožji in širši pasovi drevesne, grmovne, travnate in mešane vegetacije. Pogosto predstavljajo prehod med vodnimi in kopenskimi ekosistemi in so bistvenega pomena za ekološko zdravje vodnega telesa. Izboljšanje kvalitete vode omogočajo z zadrževanjem in upočasnitvijo površinskega odtoka, ki zadrži sedimente ter prispeva k delni odstranitvi onesnaževal. Poleg filtracije vode in preprečevanja onesnaževanja iz kmetijskih površin, omogočajo tudi nepretrgano migracijo živali.

Glavne funkcije blažilnih vegetacijskih pasov so: povečanje površine habitatov za rastline in živali, zaščita ranljivih/ogroženih habitatov, vzpostavitev povezav med ločenimi habitatmi, povečanje dostopa do virov, senčenje za vzdrževanje temperature itd. Ker je območje ob Savi obdano s kmetijskimi površinami, bi uvajanje mejic v odprti kmetijski krajini povečalo biodiverzitetu (habitati za opraševalce), blažilo veter, temperaturna nihanja ter zračno vlago. S počasnim pronicanjem vode in privzemom hranil z rastlinami nudijo mejice zaščito podtalnice in vodotokov.

Na obravnavanem območju bi lahko vegetacijske/filtracijske pasove postavili na mejo med posameznimi kmetijskimi zemljišči (mejice), ob potokih, ki tečejo skozi naselja in se zlivajo v Savo, gramoznicah (filtrirni vegetacijski pas), ob cestah (avtocesta Drnovo-Brežice, glavna cesta Drnovo–Krško) in industrijskih objektih, kot je podjetje Vipap (protiprašne in protihrupne bariere, žive meje, živice), ob virih pitne vode v Drnovem in Bregah (zaščitni vegetacijski pas) in kot zelene površine okrog mest ali večjih monokulturnih kmetijskih območjih (blažilne cone in koridorji).

V primeru divjih odlagališč, ki sicer spadajo med točkovne vire onesnaževanja, lahko uporabimo tudi filtrirni vegetacijski pas z lesno vegetacijo, postavljen na obodu odlagališča kot tamponski pas.

4.2.2.5 Melioracijski jarki s čistilno funkcijo

V preteklosti je bila izgradnja melioracijskih jarkov pomemben ukrep za doseganje odvajanja vode s kmetijskih površin. Klasični melioracijski jarki so goli kanali, v katere se steka voda iz kmetijskega zemljišča, običajno onesnažena s pesticidi in gnojili in s tem bremeni končne prejemnike. Na obravnavanem območju predlagam nadgradnjo že obstoječih melioracijskih jarkov v ERM melioracijske jarke, ker imajo veliko prednosti. Melioracijski jarki z dodano samočistilno ter drugimi ekosistemskimi funkcijami so imenovani tudi ekoremediacijski melioracijski jarki. Taki jarki majo sposobnosti zadrževanja in čiščenja vode, prav tako imajo zelo visoko vrstno pestrost.

S ekoremediacijsko ureditvijo melioracijskih jarkov lahko omenjene težave odpravimo ali vsaj omilimo. Obstoječ jarek se predela, dodajo se ekoremediacijski elementi, ki povečajo samočistilno sposobnost, zadrževanje vode ter pripomorejo k večji vrstni pestrosti. Uporabljeni ERM elementi so predvsem manjši pragovi, prodni filter in rastline. Tako oblikovani melioracijski jarek ščiti podtalnico in vodotoke pred onesnaženjem s kmetijskih površin, zmanjšuje vplive suš, vodo, ki se v njem zadržuje, lahko uporabimo za namakanje, zmanjšuje vplive vetra. Zaradi teh funkcij melioracijski jarek indirektno vpliva tudi na povečanje kmetijskega pridelka, pripomore k varovanju zdravja in estetskemu izgledu kmetijske pokrajine.

Nekoliko predelane ERM melioracijske jarke bi se lahko uporabilo tudi za zaščito suhih travnikov, ki so zavarovani z Naturo 2000. Takšnim jarkom se dodajo ERM elementi, ki povečajo samočistilno sposobnost, pripomorejo k večji vrstni pestrosti, vendar ne bi imeli funkcije zadrževanje vode. Jarek bi se nadgradil s pragovi, ki povečajo prezračevanje vode in omogočajo čistejši odtok.

Podobno kot z melioracijskimi jarki bi lahko s prilagojenimi ERM jarki omogočili, da hladilni vodi iz nuklearne elektrarne pred izpustom v akumulacijo dodatno znižamo temperaturo. Za to bi morali upoštevati različne prilagoditve (globina jarka, evaporacija, pretakanje vode skozi višinske pregrade, zasenčenje...).

4.2.3 ERM za zaščito in povečanje samočistilne sposobnosti vodotokov

Hranila, ki vstopajo v Savo s pritoki, predstavljajo enega pomembnejših deležev vnosa dušikovih in fosforjevih spojin, ki povzročajo eutrofikacijo in s tem cvetenje v akumulacijah. Za izboljšanje stanja vodotokov kot tudi povečanja njihove samočistilne sposobnosti lahko v samih vodotokih kot tudi njihovem obrežnem pasu uvajamo različne ukrepe.

Za preprečevanje vnosa onesnaževal v vodotok se uvajajo: obrežno trstišče ali mokrišče ter vegetacijske pasove na brežini vodotoka. Umetno členjenje struge (meandriranje struge, zajede, stranski rokav), obnovitve in zaščite predelov struge pripomorejo k večji pestrosti habitatov. V strugo vodotoka lahko uvajamo tudi elemente kot so: tolmeni, prodni nanosi, prodišča in otoki, groblja, brzice in pragovi, stranski rokav, meander in odbijači toka.

Potoka Struga in Močnik sta naravni vrednoti, zato je zanju potrebna še posebna pozornost. Struga teče ob mestu Brežice, Močnik pa skozi območje Vrbine, ki je bolj kmetijsko področje. Na levem bregu od Krškega proti Brežicam sta poleg Močnika in Struge še pritoka Zahoč in Potočnica, ki bi bila potrebna vsaj določene zaščite pred onesnaževanjem in čiščenja pred iztokom v Savo, na desnem bregu pa enako velja za pritoka Žlapovec in Leskovški potok.

4.2.3.1 Umetno mokrišče

Ureditev izlivnih delov pritokov bi lahko bila urejena kot umetno mokrišče, saj predstavlja enega izmed ukrepov revitalizacij degradiranih vodotokov. Lahko je tudi nadomesten ekosistem za naravno mokrišče, ki je bilo odstranjeno iz različnih razlogov (urbanizacija, infrastruktura, kmetijstvo). Za učinkovito filtracijo vode se uporablja substrat večjih frakcij (> 8 mm). Tak objekt služi kot manjša čistilna naprava, nudi različne habitate, hidrološko pa deluje kot vodni rezervoar v času suše in manjši razbremenilnik poplavnega vala ob visokih vodah. Na takšnih lokacijah močvirja pomembno prispevajo k zmanjšanju vnosa hranil in drugih onesnažil iz kmetijskih in urbanih površin. Druga možnost bi bila vzpostavitev rastlinskih čistilnih gred, ki umirjajo tok in čistijo vodo.

Za revitalizacijo pritokov v akumulacijo predlagam kombinacijo naslednjih ukrepov:

4.2.3.2 Meandriranje struge

Z zavoji se v meandrirani strugi poveča pot vode in s tem zadrževalni čas, kar omogoča nadaljnjo pretvorbo in odstranjevanje onesnaževal. Upočasnitev toka omogoča zaustavljanje finih delcev oziroma sedimentacijo, aerobne in anaerobne procese razgradnje ter privzem hranil v rastline. Nepravilne oblike struge povečujejo število mikrohabitatov in s tem biološko raznolikost in stabilnost ekosistema. Meander pogosto nudi habitat za redke in ogrožene vodne in obvodne vrste. V meandru je pomembna prisotnost močvirskih rastlin. Te zmanjšajo moč valov in tako ščitijo obrežje pred erozijo, povečajo stabilnost dna ter usedanje delcev z upočasnjevanjem toka. Močvirske rastline pomagajo uravnati temperaturo vode, ublažijo vpliv sončnega sevanja (eutrofikacija) in sušijo brežino.

4.2.3.3 Zajede

Zajede predstavljajo različni zalivi, razširitve in podobne strukture, ki so namenjene upočasnitvi vodenega toka in s tem povečanju poplavne vode ter kot zatočišče za ribe v času visokih voda. Med drugim omogočajo tudi bolj raznoliko vegetacijo in s tem privzem različnih snovi. Zalivi so običajno polkrožne razširitve struge, ki popestrijo naklon brežin trapezoidnih kanaliziranih vodotokov. V zajedi se tako ustvarja povratni tok vode, ki predstavlja pomemben habitat za vodne organizme in poveča zadrževanje vode v strugi. Posteljica zajede se lahko poglobi in razširi, s čimer se zadrževanje vode in vloga pribežališča za živali v času visokih voda še povečata. Pogost revitalizacijski ukrep so zajede s povratnim tokom vode. Ob ponovni vzpostavitvi meandrov na kanaliziranem vodotoku se ostanki kanalizirane struge uporabijo kot stranski zaliv (zajeda), ki je povezan s spodnjim delom novega meandra.

4.2.3.4 Stranski rokav

Stranski rokav nastane v naravi ob spreminjanju meandrov. Za razliko od mrtvega rečnega rokava (mrtvice) ima stranski rokav stik s svežo vodo. Stranski rokav zahteva, v primerjavi z zalivom in zajedo, dodatno zemljišče ob strugi. Takšen ukrep pozitivno vpliva na habitatno strukturo (povečanje biodiverzitete), samočistilne sposobnosti in zmanjšanje poplavnih valov (omogoča zadrževanje vode). Nudi zatočišče za ribe v času visokih voda, je habitat za obrobne rastline, dvoživke, nekatere ptice in nevretenčarje. Na iztoku vode iz stranskega rokava nazaj v matično strugo lahko izvedemo prodni vložek, kar dodatno izboljša kvaliteto vode, saj omogoča filtriranje vode in s tem odstranjevanje suspendiranih delcev. Tako dobimo neke vrste čistilno gredo, ki se zaključi z mirnim tolmunom, kar nudi habitat mnogim vrstam. Da preprečimo zapolnjevanje stranskega rokava, izvedemo prodni vložek z nekoliko spuščanim terenom in ga zasadimo z močvirskimi rastlinami. Slednje prispevajo k stabilizaciji prodne posteljice, ustrezni hidravlični prevodnosti čistilne grede in dodatnemu odstranjevanju onesnaževal.

4.2.3.5 Prodna brzica

Je sestavljena iz proda oziroma kamenja velikosti, ki ni višja od srednje globine vode ter največ 30 cm. Višina prodne pregrade pri brzicah ne povzroči večje zaježitve. Prodne brzice omogočajo dobro prezračevanje vode, kar pospeši mikrobnou razgradnjo organskih snovi ter oksidacijo amonija in nitrita. Poleg tega služijo kot podlaga za vodne organizme in za drstenje rib. Prodna brzica je oblikovana tako, da se struga nekoliko zoži, tok vode se na mestu same brzice pospeši in skoncentrira, voda se premeša in navzame kisika. Pod brzico se ustvari manjši tolmun. Za večjo učinkovitost je smiselno zgraditi več zaporednih prodnih brzic in tolmunov. Kombinacija le teh dvigne nivo nizkih voda in poveča samočistilne sposobnosti vodotoka. Filtriranje vode prek proda povzroči nabiranje manjšega substrata, pomembnega za podvodne organizme in organizme hiporeika (prostori med peskom in prodom, zasičeni z vodo).

4.2.3.6 Leseni pragovi

V manjših ter nižinskih vodotokih, kjer prodne brzice niso izvedljive ali neustrezne, se lahko naredijo leseni pragovi. Delovanje lesenih pragov je podobno kot pri prodnih brzicah. So enostavne strukture, ki povečajo prezračevnost vode, raznolikost toka, zadržujejo vodo gorvodno ipd.

4.2.3.7 Prodišče

Prodišča imajo podobno funkcijo in strukturo kot brzice, le da se nahajajo bodisi na eni bodisi na drugi brežini ali na sredini vodotoka (prodni otoki). Namen prodišč je ustvariti zatočišče za živali in izboljšati samočistilne sposobnosti vodotoka zaradi filtriranja skozi objekt in večje turbolentnosti, ki poveča privzemanje kisika. Prodišča se nasujejo nad nivojem stalne vode. Primerna so za uniformne vodotoke in vodotoke s slabim substratom (npr. zamuljenostjo dna). Pri tem je potrebno predvsem pri ožjih strugah dodatno zaščititi brežine pred erozijo. To se lahko uredi s postavitvijo kamnitih blokov, napolnjenih s substratom in vegetacijo. Dolvodno se lahko postavi prag, ki dvigne nivo vode in zmanjša erozijo okoli prodnega otoka.

4.2.3.8 Odbijači toka

Odbijači toka so preproste zgradbe, ki usmerijo in stisnejo vodni tok. Hitrost vode pospeši, na robu odbijača pa se izdolbe manjši tolmun, nastanejo vrtinci, poveča se navzemanje s kisikom, ustvarijo se različni substrati na dnu zaradi izmenjevanja sedimentacije in spodjedanja, za odbijači dolvodno pa se ustvarijo manjši mokrotni habitati. Poveča se samočistilna sposobnost vodotoka, hkrati pa se obdrži poplavna varnost visokih voda. Odbijači toka so primerni za popestritev vodnega toka na izravnanih strugah, kjer nimamo prostora za restavracijo meandrov. Primerni so tudi za vodotoke, kjer je dno reguliranega korita preširoko in nizka voda zaradi tega razloga (pre)počasi tekoča in se nabira sediment. Odbijači toka so narejeni tako, da imajo vpliv na nizke in srednje vode, medtem ko jih visoka voda brez težav preplavi.

Vodna erozija je naravni proces, ki pa se z nepravilnimi človekovimi posegi v okolje še potencira. Gre za spiranje sedimentov v vodotoke, ki skupaj z vezanimi hranili prispevajo k eutrofikaciji. Ustrezna prekritost površin z vegetacijo je najpomembnejši pristop k preprečevanju erozije. Vegetacija s svojim podzemnim delom močno veže prst ter učinkovito nadzoruje odtok vode. Samo brežino vodotoka se lahko učvrsti in ozeleni z različnimi naravnimi elementi (zasaditev brežin, fašine, vrbovi popleti, zalivi, plotovi), ki hkrati razgibajo habitatno raznolikost ter zmanjšajo onesnaževanje.

Spodaj naštetih ukrepi bi zaščitili brežine načrtovane akumulacije in tako varovali akumulacijo pred spiranjem hranil in sedimentov.

4.2.3.9 Zasaditev brežin

Za omilitev erozije z ustrezno vegetacijo stabiliziramo zemljino in ponovno vzpostavimo osnovne ekosistemske funkcije. Zaradi evapotranspiracije (črpanje vode iz tal in oddajanje v atmosfero) se zmanjša količina vode v zemljini in s tem zmanjša nevarnost zdrsa. Pri zmanjševanju erozijskih procesov in stabilizaciji erozije igrajo pomembno vlogo rastline z globokimi in močnimi koreninami, ki s sidranjem na matično kamnino in gostim koreninskim prepletom preprečujejo erozijske procese. Za erozijsko zaščito so najbolj primerne rastline z dolgimi in razraščeni koreninami kot so topol (*Populus sp.*), vrba (*Salix sp.*), črna jelša (*Alnus glutinosa*), zelena jelša (*Alnus viridis*), črni gaber (*Ostrya carpinifolia*), gaber (*Carpinus sp.*), jesen (*Fraxinus sp.*), breza (*Betula sp.*), brogovita (*Viburnum opulus*) in navadna khrlika (*Frangula alnus*). Za protierozijske ukrepe (ozelenjevanja pobočij, obrežna zavarovanja itd.) je najpogosteje uporabljena vrba kot pionirska grmovna vrsta.

4.2.3.10 Vrbovi popleti

Vrbov poplet je plast prepletenih vej na brežini. Gre za površinsko zaščito, s katero prekrijemo celotno površino in dosežemo takojšnje delovanje. Uporablja se predvsem za stabilizacijo brežin vodotokov. Na tla je poplet pritrjen z vrvjo in živimi količki in/ali piloti. Skupaj s poganjajočimi rastlinami in koreninami se razvije močna zaščita pred erozijo. Poplet nudi dodaten habitat pticam, žuželkam in malim sesalcem.

4.2.3.11 Fašine

So snop zvezanih vej, ki rastejo in poganjajo korenine, pri čemer dodatno utrdijo tla. Fašine položimo v izkopen jarek tako, da gleda manj kot 10 cm fašine ven iz zemlje. Premer fašine je 15–20 cm in jih z vrvmi vežemo skupaj na razdalji 30 do 90 cm. Vse veje morajo biti obrnjene v isto smer. V njihovi strukturi bi morali mešati različne vrste in starosti vej. Fašine se lahko postavijo tudi v akumulacijo ob brežino ter opravijo funkcijo čiščenja v vodi in zaščito pred vnosom hranil in pesticidov v notranjosti akumulacije. Lahko so tudi iz kokosove mreže brez zasaditve.

4.2.4 ERM za izboljšanje ekološkega stanja v akumulacijskem telesu in brežinah

Posamezni elementi, ki pripomorejo k zaščiti akumulacije pred vnosom onesnaževal so že bili predstavljeni. Mednje sodijo mokrišča na vtokih vodotokov, zadrževalni bazeni za meteorno vodo pred vtokom izpusta meteorne vode v akumulacijo ipd. Med elementi, ki lahko povečajo samočistilne sposobnosti v akumulaciji, so bili omenjeni zasaditev, utrditev in razgibanje površin z uvajanjem rastlin, trstičja ter izvedba fašin. Za izboljšanje ekološkega stanja lahko še dodatno poskrbijo rastlinski plavajoči otoki.

4.2.4.1 Rastlinski plavajoči otoki

Rastlinski plavajoči otoki (RPO) bi bili v akumulaciji HE Brežice nadvse primerni, saj bi z njimi povečali biodiverzitetu in zmanjšali možnost eutrofikacije. RPO so umetni sistemi, kjer v plavajoče strukture sadimo rastline z močnim koreninskim sistemom in razrastjo. Sistem deluje na principu rizofiltracije (zadrževanja snovi v rastlinskih koreninah) ter privzemu hranil s pomočjo rastlin. V naših klimah otoke vzpostavimo v spomladanskem času, ko zasadimo rastline. V poletnem času, v katerem prihaja eutrofikacija in cvetenje alg najbolj do izraza, rastline intenzivno razrastejo in s tem odvezemajo hranilnih snovi iz vode. Po koncu vegetacijske sezone rastline odstranimo in kompostiramo.

RPO v največji meri uporabljamo za zmanjšanje eutrofikacije (nasičenosti s hranili) v stoječih vodah predvsem v jezerskem sistemu (akumulacije, zadrževalniki), kot tudi lahko v počasi tekočih vodah. Pri vzpostavitvi otok odpeljemo na zeleno mesto v akumulaciji in ga tam zasidramo. Korenine rastlin na otokih prosto plavajo v vodi in pomembno prispevajo k odstranjevanju hranil. Na koreninah namreč poteka rizofiltracija z rastlinsko in mikrobnno pretvorbo organskih snovi ter rastlinski privzem hranil iz vode. Zaradi vnosa kisika v vodo prek korenin se izboljšajo anaerobne razmere na območju otoka. Otoke lahko postavimo tudi prečno na celotno vodno telo in tako oblikujemo rastlinsko zaveso–filter. Rastline rastejo v pogojih, ki jih je mogoče nadzorovati in enkrat ali večkrat letno kositi, s čimer prispevamo odstranjevanju hranil iz vodnega telesa. Za povečanje odstranjevanja hranil se uporabljajo rastline z visoko produkcijo biomase.

Površine predlaganih ERM in zadrževalne čase potrebne za učinkovito čiščenje je težko določiti. To je odvisno od posameznega ERM ukrepa in njegovega cilja. Načeloma se pri komunalnih odpadnih vodah upošteva površina 2,5 m² na PE za RČN. Pretok je tisti dejavnik, ki najbolj vpliva na zadrževalni čas, poleg tega je pomembna tudi kakovost izcednih voda. Pri umeščanju ERM jarkov je na primer potrebno upoštevati celotne vplive preurejenega odvodnega jarka, oziroma upoštevati osnovni namen, ki ga ima odvodni jarek. Upoštevati je potrebno dejavnike kot so: velikost prispevnega območja, volumen pričakovanega odtoka, naklon in dolžino okoliških obdelovalnih površin, vrsto tal, lokacijo, globino in naklon jarka ter razpoložljivost prostora za umestitev razširitve. Prostorska umestitev in načrtovanje je zato specifična za vsako območje posebej.

V spodnji preglednici (Preglednica 28) je predstavljena namembnost različnih ERM. To so zgolj okvirni podatki, ki pa se spreminjajo od 10–20 %, odvisno od namena za katerega so uporabljeni. V Preglednici 28 je nekaj ERM, ki so hkrati tudi biotopi, ki sem jih predlagala, za ostale se samočistilna sposobnost, zadrževanje vode in biotska pestrost računa za vsak primer posebej. Med predlaganimi ERM ima največjo sposobnost zadrževanja vode tolmun in največjo samočistilno sposobnost RČN. Obrežni pas predstavlja zelo pomemben ERM ukrep pri načrtovani akumulaciji in tudi pri pritokih Save, hkrati ima tudi enega od največjih prispevkov k biotski pestrosti.

Preglednica 28: Namembnost ERM (Zupančič Justin M. in sod., 2011)

| Biotop | Namembnost (%) | | |
|---------------------|------------------|-------------------------|------------------|
| | Zadrževanje vode | Samočistilna sposobnost | Biotska pestrost |
| Kal - zadrževalnik | 70 | 20 | 10 |
| Stranski rokav | 30 | 30 | 40 |
| Struga | 50 | 30 | 20 |
| Mlinščica | 80 | 10 | 10 |
| Močvirje | 20 | 40 | 40 |
| Mokrišče – travniki | 10 | 40 | 50 |
| Prodni nasip | 20 | 40 | 40 |
| Rastline v strugi | 10 | 40 | 40 |
| Tolmun | 80 | 10 | 10 |
| Obrežni pas | 20 | 30 | 50 |
| RČN | 20 | 70 | 10 |
| Vegetacijski pas | 20 | 60 | 20 |
| Melioracijski jarki | 40 | 30 | 20 |
| Meandri | 30 | 30 | 40 |
| Stoječe vode | 40 | 20 | 40 |

4.3 ERM kot nadomestni habitati

V DPN so že opredeljena območja nadomestnih habitatov. Predvidenih nadomestnih habitatov je šest. Nadomestni habitati bodo vzpostavljeni z namenom ohranjanja populacij določenih rastlinskih in živalskih vrst (opisi v nadaljevanju povzeti po DPN), ki bodo izgubile habitate zaradi izgradnje akumulacije. Zaradi izrazite heterogenosti območje HE Brežice predstavlja pomemben prehranjevalni in življenjski prostor številnim vrstam, zato bo zaradi velike razsežnosti posegov vpliv HE na floro, favno in habitatne tipe velik. Najbolj obsežne vplive bo imela akumulacija, saj bodo potopljene velike površine naravovarstveno visoko vrednotenih habitatnih tipov (trajni vpliv). Ocenjuje se, da bo uničenje nekaterih pomembnih habitatov (gramoznica Vrbina, gozd na območju izlivnih delov potokov Močnik in Struga, reka Sava) v veliki meri negativno vplivalo na nekatere populacije prostoživečih živali. Zaradi razsežnosti posega in s tem izgub ustreznih habitatov bo v prihodnje verjetno opaziti zmanjšanje gostote posameznih populacij. Na tem območju je kar nekaj območij Nature 2000, ki ščiti habitate redkih rastlinskih in živalskih vrst, še zlasti ptice. Z ERM ukrepi ustvarjamo, zagotavljamo in vzdržujemo biotsko raznovrstnost in njej prijazno okolje. Predstavila bom ERM, s katerimi bi lahko vzpostavili nadomestne habitate.

Predlaganih šest nadomestnih habitatov (Preglednica 29) vključuje ureditve gramoznic, gozda in suhih travnikov, mlak in mokrišča s površinami za odlaganje jajc želve sklednice (*Emys orbicularis*).

Preglednica 29: Nadomestni habitati (Ur.l. RS, št. 50/2012)

| | |
|---|--|
| Nadomestni habitat NH1 (gramoznica Stari grad – južno od Racelanda in obstoječe gramoznice) | <ul style="list-style-type: none">– uredi se gramoznica, ki se bo napajala iz podzemne vode, vključno z obvodnim prostorom (okoli 17 ha);– gramoznica se uredi z izkopom gramoza do globine 142 m nmv; načrtovano je zalitje s podzemno vodo z gladino 146.50 m nmv in z oblikovanjem sten gramoznice s spremenljivim naklonom (od 1:1,5 do 1:3); na obodu gramoznice se zgornji del brežin izvede z zaokrožitvijo in zveznim preходом v okoliški teren. |
| Nadomestni habitat NH2 (kompleks gramoznic Stari Grad - vzhodno od Racelanda) | <ul style="list-style-type: none">– gramoznice (okoli 22 ha) kot nadomestni habitat se uredijo vzhodno od Racelanda in obstoječe gramoznice, delno na območju zazidalnega načrta in delno zunaj njega (poseg na druga kmetijska zemljišča);– gramoznice se uredijo z izkopom gramoza do globine 142 m nmv; načrtovano je zalitje s podzemno vodo z gladino 146.50 m nmv. Robovi vkopov na obodu vodnih površin gramoznice se uredijo tako, da se zgornji del brežin izvede z zaokrožitvijo in zveznim preходом v raščeni teren. |

»se nadaljuje«

»nadaljevanje«

| | |
|--|--|
| Nadomestni habitat NH3 (gozd in suhi travniki) | <ul style="list-style-type: none"> – na levem bregu bazena se dolvodno od gramoznice Stari Grad ob obstoječi gozdni površini ohranjajo obstoječi ekstenzivni travniki in zaraščajoče površine kot suhi travniki in gozd (okoli 10 ha) z inicialnimi zasaditvami avtohtonih vrst drevnine (jelša, dob, javorji) ter preselitvami posameznih odraslih dreves z območja načrtovane akumulacije; – zagotovijo se ustrezne ureditve za urejanje vodnega režima v tleh, tako da bo omogočen obstoj in razvoj suhih travnikov, po potrebi se izvedejo dodatne ureditve (npr. drenažni kanali) za odvod morebitnih vodnih količin, ki bi potencialno lahko povzročile spremembo teh habitatov. |
| Nadomestni habitat NH4 (mlake na izlivnem delu Struge) | <ul style="list-style-type: none"> – uredi se mokrišče z manjšimi mlakami (okoli 0,5 ha), ki se uredijo tudi kot habitati za dvoživke; – tesnitev mlak se izvede z bentonitno folijo; – zagotovi se dotok manjših količin vode iz ribje steze oz. iz Močnika (nekaj l/s), da se zagotovi stalna voda oz. prepreči izsušitev mlak. |
| Nadomestni habitat NH5 (gramoznica Jevščina – na desnem bregu) | <ul style="list-style-type: none"> – uredi se gramoznica (okoli 5 ha); – gramoznica se uredi z izkopom gramoza do globine ca 140 m nmv; načrtovano je zalitje s podzemno vodo z gladino 144.30 m nmv in z oblikovanjem sten gramoznice z največjo strmino, ki jo omogoča material; – robovi vkopov na obodu vodnih površin gramoznice se uredijo tako, da se zgornji del brežin izvede z zaokrožitvijo in zveznim prehodom v raščeni teren. |
| Nadomestni habitat NH6 (nadomestni habitat za želvo sklednico) | <ul style="list-style-type: none"> – na območju obstoječih mlak se uredi mokrišče s površinami za odlaganje jajc. |

Nadomestni habitat ob izlivnem delu Močnika bi bil lahko ERM mokrišče, kar je že bilo predlagano pri preprečevanju onesnaževanja akumulacije. Tukaj bi se uredile površine za odlaganje jajc želve močvirske sklednice (*Emys orbicularis*). Za gnezdenje potrebujejo močvirske sklednice mesta, kot so suhi travniki ali prisojna mesta s peščeno podlago. Če primernih mest ni ali pa je prisotnih preveč motenj, samice odložijo jajca na neprimerno mesto, na primer na preorano njivo (Günther R., 1996 cit. po Tome S., 2003). Prav tako bi ob izlivnem delu Močnika kot ERM vzpostavili sistem mlak, ki bi predstavljal pomembne habitate dvoživkam. Mlake bi bile povezane z Močnikom in ribjo stezo, kar bi omogočalo stalen dotok vode in tako preprečevalo popolno izsušitev. Povezava ribje steze z Močnikom je pomembna tudi zaradi rib, ki bi jim potok nudil nov habitat in drstišče.

S postavitvijo prehoda za vodne organizme bo preprečena nadaljnja razdelitev in izolacija populacij ribjih vrst, kar bo prispevalo k nemotenemu pretoku genskega materiala in s tem stabilnosti populacij na tem območju. Nadomestno drstišče bi bilo urejeno tako, da bo nudilo habitat tudi pohri (*Barbus meridionalis*), upiravcu (*Zingel streber*) in zvezdogledu (*Gobio uranoscopus*). Določenim vrstam rib bo potok Močnik predstavljal nadomestni habitat, saj bo z zajezitvijo Save prišlo do zmanjšane pretočnosti v novonastali akumulaciji, vendar nadomestne površine ne bodo takšne kot

izgubljene. Populacije, ki bodo prizadete, so ribje vrste hitro tekočih voda – reofilne vrste: pohra, zvezdogled, upiravec in kesslerjev globoček (*Romanogobio kessleri*). Po drugi strani se bodo populacije ribjih vrst stoječih in počasi tekočih voda – limnofilnih vrst oziroma vrst, tolerantnih na spremembe vodnega režima, povečale (populacije pisanke (*Alburnoides bipunctatus*), beloplavutega globočka (*Gobio albipinnatus*), činklje (*Misgurnus fossilis*), pezdirka (*Rhodeus sericeus amarus*); potencialno pa tudi linja (*Tinca tinca*), ščuke (*Esox lucius*), soma (*Silurus glanis*) in smuča (*Sander lucioperca*). Močnik bi lahko revitalizirali, da bi postal primernejši habitat ribjim in tudi drugim vrstam: pohri, kaplju (*Cottus gobio*), donavskemu potočnemu piškurju (*Eudontomyzon vladkovi*), blistavcu (*Leuciscus souffia*), babici (*Barbatula barbatula*) in potočni postrvi (*Salmo trutta*). Močnik jim predstavlja skorajda edini habitat na širšem območju DPN HE Brežice, zato ga je ob izgradnji HE Brežice treba urediti tako, da bodo ribe in drugi vodni organizmi, ki bodo prizadeti z izgubo savskih prodišč, brez težav zahajali vanje. Z ureditvijo brežin, s primernim substratom (pesek in kamni), bi poskrbeli, da bi postale pomemben habitat za navadno nežico (*Cobitis elongatoides*) in veliko nežico (*Cobitis elongata*), še zlasti pa za zlato nežico (*Sabanejewia balcanica*), ki jo spremembe substrata najbolj prizadenejo. Pomembna bi bila tudi zasaditev vegetacije, ki bi predstavljala tudi drstišča za fitofilne drstnice in habitat za ptice (mali martinec (*Actitis hypoleucos*) in vodomec (*Alcedo atthis*)).

Drenažni jarek na desnem bregu reke Save se bo v skladu z zahtevami Zavoda RS za varstvo narave uredil sonaravno na način, da bo zagotavljal ustrezne življenjske razmere za reofilne vrste rib. Z ERM lahko ustvarimo na primer tolmune, plitvine, stranske rokave..., ki bi popestrili in večfunkcijsko uredili drenažni jarek.

Nadomestni habitati gramoznic bodo nudili habitate predvsem dvoživkam in pticam. Z ERM ukrepi v gramoznicah bi dosegli zaščito pred erozijo, z zasaditvijo vegetacijskih pasov pa preprečevali onesnaženje vode in nudili habitat pticam. Zaradi posegov bosta na rečnih brežinah mali martinec (*Actitis hypoleucos*) in vodomec (*Alcedo atthis*) z območja popolnoma pregnana. Oba imata rečne brežine za gnezdišča – vodomec strme, peščene, erodirane stene, martinec zaraščene bregove, ki se položno nadaljujejo v reko. Ker bodo gnezdišča na območju potopljena, bi jih lahko ponovno uredili v gramoznicah, kjer bi se uredile umetne stene (peščene ali ilovnate) za gnezdišča.

Od ptičjih vrst sta za ohranitev pomembni še posebno mali martinec in breguljka (*Riparia riparia*). Gnezdišča za malega martinca je potrebno urediti na območju trstičnega pasu, kjer je treba v pasu nihajoče vode nasuti prod, v katerega se zasadijo posamezne avtohtone grmovne vrste. Mali martinec gnezdi na prodiščih, vsaj deloma zaraščenih z zelnato ali mlado lesno vegetacijo. Breguljka je redka vrsta v Sloveniji. Gnezdi v strmih, peščenih stenah, naravno ob rekah. Ker takšnih sten v Sloveniji skoraj ni več, večji del populacije gnezdi v stenah gramoznic na vzhodnih delih države. Kolonija v gramoznici Vrbina sodi med največje v Sloveniji. Ker bo gramoznica po posegu potopljena, bo s tem uničeno največje gnezdišče breguljk v Sloveniji. Na severovzhodnem delu gramoznice Stari Grad je treba primerno urediti vsaj 10 m dolgo steno, ki bo služila kot gnezdišče breguljk, potencialno tudi čebelarjev (*Merops apiaster*) in vodomcev.

V Preglednici 30 je povzetek ERM, ki sem jih predlagala kot zaščito akumulacije HE Brežice v prejšnjem poglavju in ki bi hkrati omogočale vzpostavitev nadomestnih habitatov ali pa bi pripomogle k večanju biotske pestrosti in nastanku novih habitatov.

Preglednica 30: Izbrane ERM in njihov prispevek k večanju biotske pestrosti in vzpostavitvi habitatov

| Vrsta ERM | Prispevek k večanju biotske pestrosti in vzpostavitvi habitatov |
|-----------------------------|---|
| Vegetacijski pasovi | – habitati za rastline in živali (še zlasti pomembni za ptice, tudi netopirje), zaščita ranljivih/ogroženih habitatov, vzpostavitev povezav med ločenimi habitatami |
| Melioracijski jarki | – povečanje biodiverzitete, vodne in močvirske rastline predstavljajo življenjski prostor različnim živalim, zaščita suhih travnikov |
| Umetno mokrišče | – nudi različne habitate (dvoživke, ptice, močvirska sklednica) |
| Revitalizacijski ERM ukrepi | |
| – Meandriranje struge | – število mikrohabitatov in s tem biološko raznolikost in stabilnost ekosistema. Meander pogosto nudi habitat za redke in ogrožene vodne in obvodne vrste |
| – Zajede | – pomemben habitat za vodne organizme, zatočišče za ribe v času visokih voda |
| – Stranski rokav | – zatočišče za ribe v času visokih voda, je habitat za obrobne rastline, dvoživke, nekatere ptice in nevretenčarje |
| – Prodna brzica | – habitati za podvodne organizme in organizme hiporeika |
| – Prodišče | – zatočišče za različne živali |
| – Zasaditev brežin | – habitat različnim vrstam (večji pomen za ptice) |
| – Vrbovi popleti | – habitat pticam, žuželkam in malim sesalcem |
| Rastlinski plavajoči otoki | – povečanje biodiverzitete, habitat za vodne živali, ki se skrivajo pod vodo v koreninskem delu |

5 ZAKLJUČKI

Izračunani vnosi dušikovih in fosforjevih spojin iz različnih virov onesnaževanja so omogočili, da sem lahko količinsko vrednotila onesnaževanje na prispevnem območju. Kakšne vrednosti vnosov hranil v načrtovano akumulacijo lahko pričakujemo, je težko natančno določiti, prikazani rezultati so le približki in kažejo na zdajšnje stanje. Onesnaževanje se lahko v določeni meri zmanjša zaradi samočistilnih sposobnosti okolja, vendar pa lahko tudi akumulacija poveča vplive onesnaževanja zaradi svojih lastnosti, ki bodo precej drugačne od sedanjega stanja Save.

Območje ob Savi je ravninsko in zato primerno za kmetijsko dejavnost, ki je eden največjih onesnaževalcev podtalnice in tudi Save. Ker bo območje akumulacije predstavljalo večjo površino, je mogoče, da bodo imele kmetijske površine, ki bodo obdajale akumulacijo, večji vpliv na količino celotnega dušika in celotnega fosforja v Savi, kot ga imajo sedaj. Pri kmetijstvu kot netočkovnem viru onesnaževanja ni bila zajeta živinorejska dejavnost, ki je tudi pomemben onesnaževalec, predvsem z dušikom. Zaradi naštetega ocenjujem, da je vnos celotnega dušika in celotnega fosforja iz kmetijstva podcenjen.

Pravilnost izračunov bi lahko bila veliko bolj negotova pri količinskem vrednotenju vnosov iz urbanih in industrijskih površin, s padavinami in iz gorvodnih delov Save. Težko je oceniti ali so izračunane vrednosti podcenjene ali precenjene, ker ni bilo dostopnih vhodnih podatkov, ki bi omogočali bolj natančno oceno.

Čistilna naprava Vipap v Krškem ima terciarno stopnjo čiščenja odpadne vode, zato bodo vplivi na akumulacijo manjši, kot bi bili le ob sekundarni stopnji čiščenja, ki je značilno za večino KČN. Manjši delež onesnaževanja predstavljajo prebivalci, ki niso priključeni na kanalizacijski sistem, vendar njihov vpliv ni nepomemben, še zlasti prebivalcev tistih naselij, ki so v neposredni bližini načrtovane akumulacije. Količinsko vrednotenje onesnaževanja ni bilo mogoča pri divjih odlagališčih in poslovnih subjektih, vendar je tudi pri teh virih pričakovan negativen vpliv na akumulacijo.

Ocenjeno je bilo, da prispevajo največji delež k onesnaževanju s hranili netočkovni viri. Z več kot polovičnim deležem so daleč pred drugim pomembnejšim virom, ki ga predstavlja vnos hranil s Savo. Delež hranil, ki prihaja z vodo Save, kaže na precejšnjo onesnaženost Save s hranili, čeprav vrednosti ne presegajo normativov.

Če primerjamo samo netočkovne vire onesnaževanja, največje vnose celotnega dušika predstavlja kmetijstvo, največ celotnega fosforja pa prispevajo prebivalci, katerih odpadne komunalne vode se ne čistijo na čistilni napravi.

Glede na okvirno oceno iz razmerja vnosov celotnega dušika in celotnega fosforja in razmerja že prisotnega celotnega dušika in celotnega fosforja lahko predpostavim, da obstaja možnost eutrofikacije v načrtovani akumulaciji.

Moj cilj je bil določitev ekoremediacijskih metod in umestitev ekoremediacij v obravnavano območje. ERM sem razvrstila glede na njihovo vlogo pri preprečevanju onesnaževanja iz točkovnih in netočkovnih virov onesnaževanja, povečanju samočistilne sposobnosti vodotokov in izboljšanju ekološkega stanja akumulacijskega telesa.

Za preprečevanje točkovnih virov onesnaževanja sem predlagala sistem Limnotop za sanacijo zaprtega odlagališča komunalnih odpadkov Spodnji Stari Grad. Za ostala divja odlagališča bi uporabila predvsem vegetacijske pasove. Ker netočkovni viri predstavljajo večinski delež onesnaževanja na prispevnem območju, so zanje ERM ukrepi še toliko bolj pomembni. Kot sistem zaščite pred odtokom vode s cestnih in urbanih površin bi predlagala zasajene mokre in suhe zadrževalne bazene. RČN bi bile nujne za naselja, ki nimajo urejene kanalizacije. Predlagani vegetacijski in filtracijski pasovi imajo lahko zelo različne vloge: mejice, koridorji in blažilne cone med kmetijskimi zemljišči, filtrirni vegetacijski pasovi ob potokih in gramoznicah, vegetacijski pasovi ob prometnejših cestah, protiprašne in protihrupne bariere ob industriji in zaščitni vegetacijski pasovi ob virih pitne vode. Med kmetijskimi površinami bi lahko bili umeščeni melioracijski jarki, predvsem zaradi čistilne funkcije, velik pomen pa bi imeli tudi pri zaščiti suhih travnikov.

Ureditev izlivnih delov pritokov bi lahko bila urejena kot umetno mokrišče, saj predstavlja enega izmed ukrepov revitalizacij degradiranih vodotokov. Za izboljšanje stanja vodotokov kot tudi povečanja njihove samočistilne sposobnosti lahko v pritokih v akumulacijo kot tudi njihovem obrežnem pasu uvajamo različne ukrepe: meandriranje struge, zajede, stranski rokav, prodna brzica, leseni pragovi, prodišče in odbijači toka. Sledeči ukrepi bi zaščitili brežine načrtovane akumulacije in tako varovali akumulacijo pred spiranjem hranil in sedimentov: zasaditev brežin, vrbovi popleti in fašine.

Za izboljšanje ekološkega stanja lahko poleg že omenjenih mokrišč, zasaditev, utrditev in razgibanja površin z uvajanjem rastlin, trstičja ter izvedbe fašin, še dodatno poskrbijo rastlinski plavajoči otoki.

Predvidenih nadomestnih habitatov, predlaganih v Osnutku okoljevarstvenega soglasja (2013), je šest. Nadomestni habitat ob izlivnem delu Močnika bi bil lahko urejen kot ERM umetno mokrišče. Tukaj bi se uredile površine za odlaganje jajc želve močvirske sklednice. Prav tako bi ob izlivnem delu Močnika kot ERM vzpostavili sistem mlak, ki bi predstavljal pomembne habitate dvoživkam. Revitalizacija pritokov bi omogočila ustrezne življenjske razmere za reofilne vrste rib. Nadomestni habitat gramoznic bi nudili habitate predvsem dvoživkam in pticam. ERM bi tukaj lahko služile kot zaščita pred erozijo in z zasaditvijo vegetacijskih pasov preprečevale onesnaženje vode in hkrati nudile habitat pticam.

Določeni ERM ukrepi, ki sem jih predlagala pri zaščiti pred onesnaževanjem, večanju samočistilnih sposobnosti in izboljšanju ekološkega stanja, bi hkrati veliko prispevali tudi k zaščiti že obstoječih in vzpostavitvi novih habitatov. Mednje sem uvrstila: vegetacijske pasove, melioracijske jarke, umetno mokrišče, revitalizacijske ERM ukrepe in rastlinske plavajoče otoke.

Zaključim lahko, da bi predlagane ERM pripomogle k zaščiti akumulacije pred povečanimi vnosi dušikovih in fosforjevih spojin, zaradi katerih prihaja do evtrofikacije. Predlagane ERM bi poleg zaščite akumulacije prispevale tudi k povečanju biotske pestrosti z namenom ohranitve že obstoječih habitatov in tudi z novimi habitatami, med katerimi bi določeni predstavljali nadomestne habitate.

6 VIRI

Agencija Republike Slovenije za javnopravne evidence in storitve (AJPES): <http://www.ajpes.si> (27. junij 2013)

Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO), Ministrstvo za kmetijstvo in okolje: <http://www.arso.gov.si/> (junij 2013)

Ambrožič Š., Cvitanič I., Dobnikar Tehovnik D., Gacin M., Grbovič J., Jesenovec B., Kozak – Legiša Š., Krajnc M., Kuhar U., Mihorko P., Poje M., Remec – Rekar Š., Rotar B., Sodja E. 2008. Kakovost voda v Sloveniji. Ljubljana, Agencija RS za okolje: str. 22, 23

Atlas Okolja, Agencija Republike Slovenije za okolje: http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (junij 2013)

Bioportal, CKFF: <http://www.bioportal.si> (4. junij 2013)

Bizjak A., Bremec U., Centa M., Dodič J., Drev D., Đurovič B., Eržen N., Gabrijelčič E., Kolman G., Meljo J., Pavlin M., Petelin M., Razpotnik T., Repnik P., Sluga G., Smolar-Žvanut N., Štupnikar N., Urbanič G., Zakrajšek J., Bizjak M., Brenčič M., Hribernik K., Janža M., Krivic J., Lapanje A., Mali N., Meglič P., Požar M., Prestor J., Ratej J., Šinigoj J., Janko Urbanc J. 2007. Problematika vodnega okolja na porečjih in povodjih v Sloveniji-Spodnja Sava (Delovno gradivo za 1. delavnico z déležniki). Ljubljana, Inštitut za vode Republike Slovenije, Geološki zavod Slovenije: str. 12

Bolte T., Gjerek M., Šegula A., Koleša T., Murovec M., Lešnik M., Turk D., Rode B., Komar Z. 2010. Ocena onesnaženosti zraka z žveplovim dioksidom, dušikovimi oksidi, delci PM10, ogljikovim monoksidom, benzenom, težkimi kovinami (Pb, As, Cd, Ni) in policiklicnimi aromatskimi ogljikovodiki (PAH) v Sloveniji za obdobje 2005-2009. Ljubljana, Agencija RS za okolje: str. 15, 28, 30

Bremec U. 2007a. Obremenitve in vplivi iz kmetijstva za izbrane prostorske enote-razpršeni viri onesnaževanja za namene začasnega načrta upravljanja voda. Prvi načrt upravljanja voda in programa ukrepov ter razvoj procesa načrtovanja. Ljubljana, Inštitut za vode RS

Bremec U. 2007b. Delni rezultati in izračuni za letna poročila in strokovne podlage (razpršeni viri onesnaževanja) za VT Sava-Vrhovo-Boštanj in VT Sava Boštanj-Krško. Ljubljana, Inštitut za vode RS.

Cvitanič I., Dobnikar Tehovnik D., Gacin M., Grbovič J., Jesenovec B., Kozak – Legiša Š., Krajnc M., Kuhar U., Mihorko P., Poje M., Remec-Rekar Š., Rotar B., Sever M., Sodja E. 2010a. Ocena ekološkega in kemijskega stanja voda v Sloveniji za obdobje 2006 do 2008. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije, Agencija RS za okolje: str. 18, 20

Cvitanič I., Dobnikar Tehovnik D., Grbovič J., Jesenovec B., Kozak – Legiša Š., Mihorko P., Rotar B., Sodja E., Ambrožič Š. 2010b. Ocena ekološkega in kemijskega stanja rek v Sloveniji v letih 2007 in 2008. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije, Agencija RS za okolje: str. 103, 20, 99

Department of Geography, Hunter College of the city university of New York:
http://www.geo.hunter.cuny.edu/department_life.html (16. avgust 2013)

Ekomunala: <http://www.ekomunala.si/si/> (28. junij 2013)

Fain Ž. 2008. Izboljšanje postopka čiščenja voda v podjetju Vipap Videm Krško d.d.,
Diplomsko delo. Kranj, Fakulteta za organizacijske vede, smer Organizacija in
management delovnih sistemov: str. 22, 37, 38

Falkenmark, M. 2003. Upravljanje voda in ekosistemi: živeti s spremembami. Svetovno
združenje za vode GWP, Tehnični odbor. Slovenski prevod in izdaja 2005.

Fokus – društvo za sonaraven razvoj, Obnovljivi viri energije:
<http://www.focus.si/ove/index.php?l1=vrste&l2=vodna> (20. maj 2013)

Geopedia: http://www.geopedia.si/#T105_x499072_y112072_s9_b4 (30. junij 2013)

HESS, d.o.o. (Hidroelektrarne na Spodnji Savi), HE Brežice: <http://www.he-ss.si/he-brezice.html> (20. maj 2013)

Javna kanalizacija, metodološka pojasnila: http://www.stat.si/doc/metod_pojasnila/27-231-mp.htm (18. avgust 2013)

Jørgensen S.E., Vollenweider R.A. 1988. Guidelines of lake management. Volume 1,
Principles of Lake management. International Lake Environment Comitee. United
Nations Environmental Programme.

Kakovost podzemne vode v Sloveniji v letu 2009 (1003 - Krška kotlina - Ocena
kemijskega stanja in trendov vodnega telesa podzemne vode), 2010, Agencija
Republike Slovenije za okolje:
<http://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%c4%8dila/03%20Kr%c5%a1ka%20kotlinina.pdf> (21. junij 2013)

Kazalci okolja v Sloveniji, Agencija Republike Slovenije za okolje:
<http://kazalci.arso.gov.si/> (20. junij 2013)

Kocjan-Barle M. in Bajt D. (ur.) 2007. Slovenski veliki leksikon. Ljubljana, Mladinska
knjiga Založba: str: 731, 2378

Komunala Brežice: <http://www.komunala-brezice.si/> (28. junij 2013)

Kraji - Slovenija: http://kraji.eu/slovenija/jugovzhodna_regija/slo (16. avgust 2013)

Lileg S., Petan Š., Skinder H., Jazbec M. 2013. Poročila o obratovalnem monitoringu
za komunalno čistilno napravo, Centralna čistilna naprava Brežice. VIPAP VIDEM
Krško d.d.

Načrt upravljanja voda za vodni območji Donave in Jadranskega morja za obdobje
2009 – 2015, Ministrstvo za okolje in prostor (MOP), Arhivsko spletno mesto:
http://www.arhiv.mop.gov.si/si/delovna_podrocja/voda/nacrt_upravljanja_voda_za_vodni_obmocji_donave_in_jadranskega_morja_2009_2015/nuv_besedilni_in_kartografski_del/ (30. junij 2013)

Naravovarstveni atlas, NV atlas: <http://www.naravovarstveni-atlas.si/ISN2KJ/> (4.junij 2013)

Operativnega programa za varstvo voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijske proizvodnje za obdobje 2004-2008, Nacionalni program varstva okolja: <http://www.npvo.si/> (30. junij 2013)

Osnutek okoljevarstvenega soglasja, Agencija Republike Slovenije za okolje, št. 35402-4/2013

Pintar M., Sluga G., Bremec U. 2005. Določitev obremenitev iz kmetijstva za izbrane prostorske enote. Ljubljana, Inštitut za vode Republike Slovenije: str. 5,7,9

Pintar M., Sluga G., Bremec U. 2007. Obremenitve in vplivi iz kmetijstva za izbrane prostorske enote – razpršeni viri onesnaževanja za namene začasnega načrta upravljanja voda. Ljubljana, Inštitut za vode Republike Slovenije: str. 12

Projekti Brežice: <http://www.projekti-brezice.eu/> (28. junij 2013)

Prostorski informacijski sistem občin (PISO):
<http://www.geoprostor.net/PisoPortal/Default.aspx> (27. junij 2013)

Smith T.M., Smith R.L. 2012. Elements of Ecology. 8th Edition. Willard, Pearson Education, Inc., Pearson Benjamin Cummings: str. 498

Statistični urad Republike Slovenije (SURS): <http://www.stat.si/> (27. junij 2013)

Stojič Z., Kovač M., Javornik L., Vrhunc N., Kališnik M., Žerdin M., Kamenšek N., Šot Pavlovič L., Trnovšek L., Vrbanjščak M., Bregar U., Tome D., Kos I., Turk B. 2010. Okoljsko poročilo za DPN HE Brežice. Ljubljana, Geateh d.o.o. in AQUARIUS d.o.o.

Šegula A., Bolte T., Koleša T., Komar Z., Murovec M., Gregor M., Kranjc I., Groselj D., Cegnar T., Štrajhar T., Rus M., Gjerek M., Močnik G. 2012. Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2011. Ljubljana, Agencija RS za okolje: str. 5, 37

Šegula A., Murovec M., Jesenovec B., Turšič J., Koleša T., Brinc R., Cegnar T. 2008. Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2007. Ljubljana, Agencija RS za okolje: str. 2

Škofljanec A. 2005. Vpliv pojezerja na kakovost jezera – primer akumulacije Padež s Suhorko. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, univerzitetni program Gradbeništvo, hidrotehniška smer: str. 14 – 20

Tome S. 2003. Strokovna izhodišča za vzpostavljanje omrežja Natura 2000: Močvirska sklednica. Ljubljana: str.6

Uredba o kemijskem stanju površinskih voda, Ur.l. RS, št. 11/2002 (Spremembe: Ur.l. RS, št. 41/2004-ZVO-1, 14/2009)

Uredba o žveplovem dioksidu, dušikovih oksidih, delcih in svincu v zunanjem zraku, Ur.l. RS, št. 52/2002 (Spremembe: Ur.l. RS, št. 18/2003, 41/2004-ZVO-1, 121/2006, 9/2011)

Uredba o standardih kakovosti podzemne vode, Ur. l. RS, št. 100/2005 (Spremembe: Ur.l. RS, št. 25/2009)

Uredba o državnem prostorskem načrtu za območje hidroelektrarne Brežice, Ur.l. RS, št. 50/2012

Vrhovšek D., Volk Korže A. 2008. Ekoremediacije kanaliziranih vodotokov. Ljubljana, Limnos d.o.o. in Univerza v Mariboru, Filozofska fakulteta, Mednarodni center za ekoremediacije: str 11-15

Vrhovšek D., Volk Korže A. 2009. Ekoremediacije. Maribor in Ljubljana, Limnos d.o.o. in Univerza v Mariboru, Filozofska fakulteta, Mednarodni center za ekoremediacije: str: 17, 18, 48

Zupančič Justin M., Vidmar U., Urana D., Istenič D., Hercog A., Vrhovšek M. 2011. Študija z variantami rešitev in sanacije evtrofikacije v akumulacijh HE na spodnji Savi. Ljubljana, Limnos Podjetje za aplikativno ekologijo d.o.o.

Žerdin M., Vrbajnsčak M., Šot Pavlovič L., Trnovšek L., Jerman B., Vrabič K. 2013. Poročilo o vplivih na okolje za hidroelektrarno Brežice, Dodatek za varovana območja. Ljubljana, Aquarius d.o.o.: str. 166, 167

PRILOGE

Modra polja – divja odlagališča nevarnih odpadkov

| Naziv | Vrsta odpadka | Parcela | Očiščeno | Občina |
|------------------------|--|--------------------|----------|---------|
| Divje odlagališče 1044 | Pnevmatike | 3461/554 (KO 1301) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 111 | Komunalni in kosovni odpadki | 1868 (KO 1301) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 6155 | Komunalni, kosovni in nevarni odpadki | 3022/4 (KO 1302) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 6154 | Komunalni, kosovni, gradbeni in organski odpadki | 1783 (KO 1320) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6173 | Komunalni in organski odpadki | 2296 (KO 1320) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 3672 | Komunalni, kosovni, gradbeni in organski odpadki, salonitne plošče | 3486/1 (KO 1301) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 2244 | Kosovni odpadki | 3486/2 (KO 1301) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 6145 | Komunalni, kosovni, gradbeni odpadki | 2114 (KO 1320) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6172 | Kosovni odpadki | 212 (KO 1320) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6245 | kosovni odpadki | 295/6 (KO 1320) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6255 | komunalni, kosovni odpadki | 585 (KO 1320) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 115 | organski, gradbeni, komunalni, kosovni, nevarni | 1714 (KO 1320) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6191 | organski, gradbeni, komunalni, kosovni, nevarni odpadki | 1092/31 (KO 1321) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6195 | gradbeni, komunalni odpadki | 1093/1 (KO 1321) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 2016 | organski, gradbeni, komunalni, kosovni, nevarni odpadki | 1197/357 (KO 1321) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6194 | komunalni odpadki | 1098/19 (KO 1321) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 809 | organski, gradbeni, komunalni, kosovni, nevarni odpadki | 1064/2 (KO 1321) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6253 | gradbeni, komunalni, nevarni odpadki | 371/1 (KO 1320) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6254 | gradbeni, komunalni, kosovni, nevarni odpadki | 371/3 (KO 1320) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6256 | gradbeni, komunalni, nevarni odpadki | 1243/4 (KO 1321) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6190 | komunalni odpadki | 1247 (KO 1321) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 808 | komunalni, nevarni odpadki | 1067/126 (KO 1321) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6214 | gradbeni, komunalni, kosovni, nevarni odpadki | 1022/13 (KO 1321) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6209 | gradbeni odpadki | 2376/15 (KO 1322) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6212 | organski, komunalni odpadki | 2503/18 (KO 1322) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6142 | komunalni odpadki | 2751/3 (KO 1322) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6160 | gradbeni, komunalni, kosovni odpadki | 101/47 (KO 1322) | ne | Krško |

| | | | | |
|-------------------------|---|-------------------|----|---------|
| Divje odlagališče 6196 | komunalni odpadki | 343/2 (KO 1315) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6144 | gradbeni, nevarni odpadki | 355/10 (KO 1315) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6226 | gradbeni, komunalni, kosovni odpadki | 710/1 (KO 1316) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 5219 | bela tehnika | 160/3 (KO 1316) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6213 | komunalni, kosovni odpadki | 160/3 (KO 1316) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6150 | gradbeni, komunalni odpadki | 1178 (KO 1317) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6151 | komunalni, kosovni odpadki | 1179/11 (KO 1317) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 802 | komunalni, kosovni, nevarni odpadki | 1179/6 (KO 1317) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6152 | gradbeni, komunalni, kosovni odpadki | 1179/6 (KO 1317) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6207 | gradbeni, komunalni, kosovni odpadki | 2106/27 (KO 1320) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6208 | gradbeni, komunalni, kosovni odpadki | 2106/13 (KO 1320) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6143 | komunalni odpadki | 2106/84 (KO 1320) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6211 | komunalni, kosovni, nevarni odpadki | 2111/26 (KO 1320) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6153 | gradben, komunalni odpadki | 33 (KO 1318) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 205 | komunalni odpadki | 274/110 (KO 1319) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6206 | komunalni odpadki | 274/19 (KO 1319) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6238 | komunalni odpadki | 274/110 (KO 1319) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6206 | komunalni odpadki | 274/19 (KO 1319) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 7219 | organski, gradbeni, komunalni, kosovni, nevarni odpadki | 274/447 (KO 1319) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 7462 | organski, gradbeni, komunalni, kosovni, nevarni odpadki | 195/6 (KO 1319) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6210 | komunalni, kosovni odpadki | 274/293 (KO 1319) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 7462 | organski, gradbeni, komunalni, kosovni, nevarni odpadki | 195/6 (KO 1319) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6205 | komunalni odpadki | 274/110 (KO 1319) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6210 | komunalni, kosovni odpadki | 274/293 (KO 1319) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 1047 | gradbeni, komunalni odpadki | 809/1 (KO 1281) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 1535 | gradbeni, komunalni, kosovni odpadki | 809/55 (KO 1281) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 1536 | gradbeni odpadki | 809/55 (KO 1281) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 2851 | organski, gradbeni, kosovni odpadki | 3461/31 (KO 1301) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 2849 | organski, gradbeni, kosovni odpadki | 3461/32 (KO 1301) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 14198 | salonitne plošče | 778/18 (KO 1281) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 2854 | organski, gradbeni, nevarni odpadki | 3499/4 (KO 1301) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 2859 | gradbeni, nevarni odpadki | 777/17 (KO 1281) | ne | Brežice |

| | | | | |
|-------------------------|---|--------------------|----|---------|
| Divje odlagališče 2873 | organski, komunalni, nevarni odpadki | 811/3 (KO 1281) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 2829 | komunalni, nevarni odpadki | 777/106 (KO 1281) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 2827 | organski, gradbeni, komunalni, kosovni, nevarni odpadki | 777/106 (KO 1281) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 2832 | organski odpadki | 777/109 (KO 1281) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 2834 | nevarni odpadki | 811/8 (KO 1281) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 2836 | gradbeni odpadki | 3461/31 (KO 1301) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 2841 | nevarni odpadki | 3461/591 (KO 1301) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 2814 | organski, gradbeni, kosovni, nevarni odpadki | 776/2 (KO 1281) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 2820 | komunalni, kosovni, nevarni odpadki | 769/1 (KO 1281) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 12126 | komunalni, kosovni odpadki | 754 (KO 1279) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 6221 | gradbeni, kosovni odpadki | 539/3 (KO 1314) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6222 | gradbeni, komunalni, kosovni, nevarni odpadki | 663/1 (KO 1313) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6223 | komunalni, kosovni odpadki | 541 (KO 1314) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6224 | komunalni odpadki | 678/2 (KO 1313) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6225 | gradbeni, komunalni odpadki | 721 (KO 1313) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6227 | komunalni odpadki | 752 (KO 1313) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6259 | kosovni odpadki | 723/1 (KO 1313) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6260 | komunalni, kosovni odpadki | 562 (KO 1313) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6215 | komunalni odpadki | *60/2 (KO 1312) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6149 | gradbeni odpadki | 1129/12 (KO 1313) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6220 | komunalni, kosovni odpadki | 1121/1 (KO 1313) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6216 | komunalni odpadki | 1497 (KO 1312) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6217 | gradbeni odpadki | 1497 (KO 1312) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6218 | gradbeni odpadki | 644 (KO 1312) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6219 | kosovni, nevarni odpadki | 1017 (KO 1312) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6192 | komunalni odpadki | 582 (KO 2673) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 6193 | komunalni odpadki | 587/1 (KO 2673) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 7420 | gradbeni odpadki | 835/8 (KO 1265) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 6200 | komunalni, kosovni odpadki | 1280/1 (KO 1311) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6201 | gradbeni, komunalni, kosovni odpadki | 1454/1 (KO 1312) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6203 | komunalni odpadki | 1282 (KO 1311) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6204 | nevarni odpadki | 1157/4 (KO 1311) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6148 | organski, gradbeni odpadki | 385/2 (KO 1312) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6199 | komunalni, nevarni odpadki | 87 (KO 1262) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 6232 | organski, gradbeni, komunalni, kosovni, nevarni odpadki | 1289 (KO 1312) | ne | Krško |
| Divje odlagališče 6234 | gradbeni odpadki | 193/4 (KO 1263) | ne | Brežice |
| Divje odlagališče 6233 | komunalni, nevarni odpadki | 1518/1 (KO 1312) | ne | Krško |