



GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE
Dimičeva ulica 14, 1001 Ljubljana

Priprava strokovnih podlag in strokovna podpora pri izvajanju vodne direktive za področje podzemnih voda (Direktiva 2000/60/EC)

**2. UKREP DDU26: Analiza razpoložljivih zalog podzemne vode in površinske vode
ter obstoječe in predvidene rabe vode za obdobje do 2021**

Pregled ekosistemov odvisnih od stanja podzemnih vod

Končno poročilo

Datum:	22.04.2015
Arh. št.:	K-II-30d/c-42/1394-20
Nosilec:	dr. Jure Krivic, univ. dipl. inž. geol.
Vodja oddelka:	dr. Nina Mali, univ. dipl. inž. geol.
Direktor:	dr. Miloš Bavec, univ. dipl. inž. geol.



GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE

Dimičeva ulica 14, 1001 Ljubljana

Podnalog

Končno poročilo

Naročnik

Ministrstvo za kmetijstvo in okolje
Dunajska cesta 22
1000 Ljubljana

Naloga

Priprava strokovnih podlag in strokovna
podpora pri izvajanju vodne direktive za
področje podzemnih voda (Direktiva
2000/60/EC)

Pogodba

2330-13-830474 (MKO)
1160-98/13 (GeoZS)

Pripravili:

dr. Kim Mezga, univ. dipl. inž. geol.
dr. Mitja Janža, univ. dipl. inž. geol.
Dejan Šram, univ. dipl. inž. geol.
Katja Koren, univ. dipl. inž. geol.

Ključne besede:

Vodna direktiva, ekosistemi odvisni od podzemnih vod, kemijsko stanje, količinsko stanje, kritična gladina do podzemne vode

KAZALO

1.	Uvod	3
2.	Gozdni habitati v neugodnem stanju ohranjenosti	8
2.1.	VTPodV 1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje	11
2.1.1.	Sava - Medvode - Kresnice	11
2.2.	VTPodV 1006 Kamniško-Savinjske Alpe.....	13
2.2.1.	Savinja Grušovlje - Petrovče	13
2.3.	VTPodV 1008 Posavsko hribovje do osrednje Sotle.....	16
2.3.1.	Dobrava - Jovsi.....	16
2.4.	VTPodV 1011 Dolenjski kras.....	19
2.4.1.	Krakovski gozd.....	19
2.5.	VTPodV 3015 Zahodne Slovenske gorice	22
2.5.1.	Dobrava	22
2.6.	VTPodV 3012 Dravska kotlina	23
2.6.1.	Drava	23
2.7.	VTPodV 4016 - Murska kotlina	28
2.7.1.	Mura	28
2.8.	VTPodV 4017 Vzhodne Slovenske gorice.....	35
2.8.1.	Grabonoš.....	35
2.8.2.	Boreci	37
2.9.	VTPodV 4018 Goričko.....	39
2.9.1.	Goričko	39
3.	Določitev kritične globine do podzemne vode	41
4.	Dvoživke in mehkužci v neugodnem stanju ohranjenosti	42
4.1.	VTPodV 1010 Kraška Ljubljana	44
4.1.1.	Notranjski trikotnik	44
4.2.	VTPodV 1011 Dolenjski kras	46
4.2.1.	Vir pri Stični.....	46
4.2.2.	Gradac	48
4.2.3.	Dobličica	50
4.2.4.	Stobe – Breg	54
4.2.5.	Kočevo	55
4.2.6.	Kotarjeva prepadna.....	58
4.2.7.	Petanjska jama	60
4.3.	VTPodV 5019 Obala in Kras z Brkini.....	61
4.3.1.	Kras	61
5.	Negotovosti in vrzeli	63
6.	Zaključek	63
7.	Literatura	66

Kazalo slik:

Slika 1: Konceptualni diagrami, ki predstavljajo različne odvisnosti ekosistema od podzemne vode (primer A, B, C in D) (European Commission, 2012).....	5
Slika 2: Površinska voda drenira vodonosnik (A), površinska voda napaja vodonosnik (B), površinska voda napaja vodonosnik od katerega je ločena (C) (prirejeno po Winter in sod., 1998).	6
Slika 3: Konceptualni model pretakanja podzemne vode v kraškem vodonosniku (Ravbar, 2007).	7
Slika 4: Murska šuma (Internet1)	9
Slika 5: Krakovski gozd (Internet2)	9
Slika 6: Gladina podzemne vode na merilnem mestu Roje (V-01) in vodostaj reke na merilnem mestu Medno (3530) (ARSO, 2014a)	12
Slika 7: Vodostaj reke Save pri Črnučah, merilno mesto Črnuče (3550) (ARSO, 2014a).....	12
Slika 8: Upad vodostaja na merilnem mestu Nazarje (6060) (ARSO, 2014a).	15

Slika 9: Meritve gladin podzemne vode na merilnem mestu Bukošek (0650) (ARSO, 2014a). ...	17
Slika 10: Trendi gladin podzemne VTPodV Krška kotlina (1990-2012) (ARSO, 2014). + dodaj	18
Slika 11: Trendi gladin podzemne vode v VTPodV Dravska kotlina (1990-2012) (ARSO, 2014)	26
Slika 12: Trendi gladine podzemne vode na merilnem mestu Dobrovce (1030) (ARSO, 2014)...	26
Slika 13: Trendi gladine podzemne vode na merilnem mestu Starše (2120) (ARSO, 2014).....	26
Slika 14: Trendi gladine podzemne vode na merilnem mestu Ptuj (0721) (ARSO, 2014).....	27
Slika 15: Trendi gladine podzemne vode na merilnem mestu Brunšvik (1710) (ARSO, 2005)....	27
Slika 16: Spreminjanje rečne struge v letih 1790, 1954 in 2005 (Globevnik, 2008).....	30
Slika 17: Trend zniževanja gladine podzemne vode na merilnem mestu Mali Segovci (0120) (ARSO, 2014).....	32
Slika 18: Trend zniževanja gladine podzemne vode na merilnem mestu Zgornje Konjišče (S-0176) (ARSO, 2014).....	32
Slika 19: Trend zniževanja gladine podzemne vode na merilnem mestu Črnci (0163) (ARSO, 2014).....	32
Slika 20: Vodostaje reke Mure pri Petanjcih (1970 - 2012)	33
Slika 21: Vodostaj Mure pri Veržaju med leti 1954 in 1964	33
Slika 22: Sprememba rečnega dna Mure v Avstriji v bližini Apaškega polja (Habersack in Mikoš, 2001).....	33
Slika 23: Rečna morfologija korita v Petanjcih (Globevnik, 2007).....	33
Slika 24: Trendi gladin podzemne vode VTPodV 4016 Murska kotlina (1990-2012) (ARSO, 2014).....	34
Slika 25 : Spreminjanje gladine podzemne vode na merilnem mestu Ključarovci (0540) v obdobju 1990-2012 (ARSO, 2014).....	38
Slika 26: Navaden močeril (Internet 3).....	42
Slika 27: Črni močeril (Internet 4).....	42
Slika 28: <i>Congerja jalzici</i> sp. nov. (Bilandžija in sod., 2013)	42
Slika 29: Meritev koncentracije PCB-52 na merilnem mestu površinske vode Krupa – Klošter (2007-2012) (ARSO, 2014c).....	49
Slika 30: Trend naraščanja nitratov in fosfatov na Jelševniku (Hudoklin, 2011; Bulog, 2012)	52
Slika 31: Meritve nitratov na Dobličici (2004-2013) (ARSO, 2014a).....	52

Kazalo preglednic:

Preglednica 1: Ekosistemi odvisni od podzemne vode - gozdni habitat (ZRSVN, 2014).	8
Preglednica 2: Ocena kritičnih nivojev podzemne vode	42
Preglednica 3: Ekosistemi odvisni od podzemne vode – dvoživke in mehkužci (ZRSVN, 2014).	43
Preglednica 4: Koncentracije kovin v vodi iz reke Pivke na Planinskem polju (Bulog, 2007) (n – št. vzorcev, x – srednja vrednost, R – razpon).	45
Preglednica 5: Večletne meritve fizikalno-kemijskih parametrov v saniranem bruhalniku na merilnem mestu Jelševnik Na Trati 1 in Na Trati 2 (n – št. vzorcev, x – srednja vrednost, R – razpon) (Bulog, 2007).	51

Seznam prilog:

Priloga 1: Ekosistemi odvisni od podzemnih vod na območju Nature 2000
Priloga 2: Ekosistemi odvisni od podzemnih vod: gozdni habitat
Priloga 3: Geološka zgradba na območju ekosistemov odvisnih od podzemnih vod
Priloga 4: Hidrogeološke značilnosti prispevnih območij ekosistemov odvisnih od podzemnih vod
Priloga 5: Merilna mesta površinskih in podzemnih vod uporabljena pri opisu ekosistemov odvisnih od podzemnih vod
Priloga 6: Ekosistemi odvisni od podzemnih vod na vodovarstvenih območjih
Priloga 7: Ekosistemi odvisni od podzemnih vod: dvoživke in močerili
Priloga 8: Stanje ekosistemov odvisnih od podzemnih vod
Priloga 9: Pregled osnovnih informacij o obravnavanih ekosistemih odvisnih od podzemnih vod

1. Uvod

Natura 2000 je ekološko omrežje, ki vključuje vsa območja, ki so pomembna za ohranjanje ogroženih rastlin, živali in njihovih življenjskih okolij. Cilj omrežja Nature 2000 je ohranitev živalskih in rastlinskih vrst ter habitatov na posebnih varstvenih območjih, ki so jih določile države članice Evropske unije. Območja Nature 2000 predstavljajo pomemben del izvajanja *Direktive o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst (92/43/EGS)* in *Direktive o ohranjanju prostoživečih ptic (79/409/EGS)*. Pomembno je tudi, da direktivi na varstvenih območjih ne izključujeta človeške dejavnosti ampak podpirata ohranjanje narave. V letu 2013 se je delež ozemlja Slovenije, ki je v območju Nature 2000, povečal za dodatnih 2,4 %, na skupno 37,16 % državnega ozemlja. Veliko je tudi zemljišč, ki so do leta 2013 bila v območjih Natura 2000, pa sedaj niso več vključena.

Zavod RS za varstvo narave (ZRSVN) je na območju Nature 2000 opredelil cone ekosistemov odvisne od podzemne vode in površinske vode. V tem poročilu so predstavljeni ekosistemi odvisni od podzemne vode (v nadaljevanju ekosistemi), ki so odvisni od podzemne vode (nihanja gladine in kakovosti podzemne vode in so v slabem stanju ohranjenosti. V poročilu so predstavljeni rezultati, ki vključujejo opise sedanjega stanja ekosistemov iz razpoložljive literature, stanje podzemne vode z vidika kakovosti in količine, hidrogeološke konceptualne modele podzemne vode, ter oceno vpliva podzemne vode na ekosisteme, ki so v neugodnem stanju ohranjenosti. Ugotavljali smo, ali je razlog za neugodno stanje ohranjenosti ekosistemov v količinskem ali kakovostnem stanju podzemne vode.

ZRSVN, 2014 nam je posredoval seznam ekosistemov odvisnih od podzemne vode, ki se nahajajo na območju Nature 2000. Ti ekosistemi rastlinskih in živalskih vrst so v neugodnem stanju ohranjenosti, kar pomeni, da so poškodovani in/ali ogroženi, zato zahtevajo ohranitev, izboljšanje in obnovitev. Popis območij kopenskih in vodnih ekosistemov odvisnih od podzemnih vod se vodi na ZRSVN.

Ugodno stanje rastlinskih in živalskih vrst ter habitatnih tipov je določeno na osnovi ekoloških potreb posameznih vrst in habitatnih tipov (Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000), UL RS, 49/2004).

Ekosistemi (vrste habitatnih tipov) so glede na ekološko stanje ohranjenosti (ohranitev, izboljšanje in obnovitev) razvrščeni v sledeče razrede (ZRSVN, 2014):

- visoka prioriteta (1): ekološko stanje ekosistema je potrebno obnoviti, da bi se vrste oziroma habitatni tipi povrnili v ugodno stanje ohranjenosti,
- srednja prioriteta (2): ekološko stanje ekosistema je potrebno ohranjati in obnoviti, da bi vrste oziroma habitatni tipi ostali ali se povrnili v ugodno stanje ohranjenosti in

- nizka prioriteta (3): ekološko stanje ekosistema je potrebno ohranjati, da bi vrste oziroma habitatni tipi ostali v ugodnem stanju ohranjenosti.

Ocene ekološkega stanja ekosistema temeljijo večinoma na ekspertnih ocenah. Razlikovanje med prioriteto 1 in 2 je osnovano na pomenu območja za varstvo posameznega habitatnega tipa/vrste, kjer so večja območja z večino populacije bolj pomembna kot majhna območja in po terenski oceni (stanje ekosistema, ogroženosti oziroma trenda slabšanja stanja). V *prioritetni razred 1* je uvrščenih 9 con, v *prioritetni razred 2* 14 con in v *prioritetni razred 3* pa 25 con.

Obravnavane vrste habitatnih tipov so:

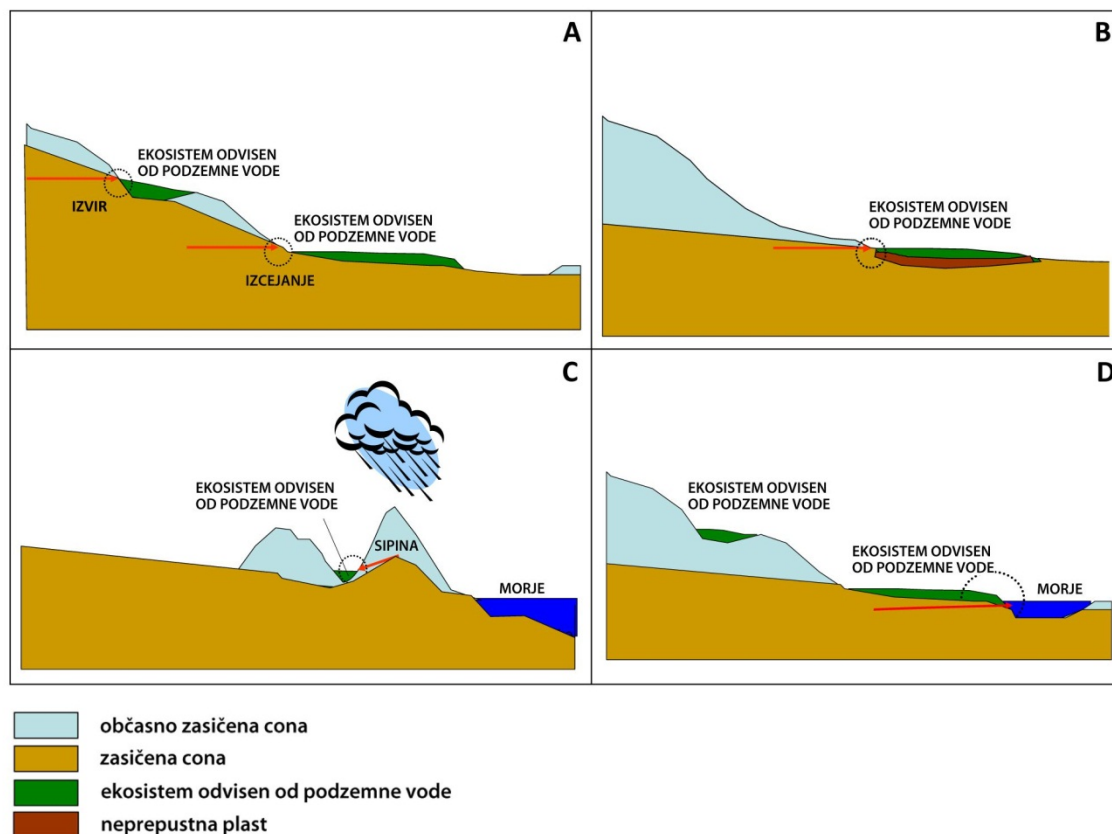
- ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi;
- obrečni hrastovo-jesenovo-brestovi gozdovi;
- obrečna vrbovja, jelševja in jesenovja;
- školjka Kuščerjeva kongeria;
- močeril;
- jame, ki niso odprte za javnost;
- lehnjakotvorni izviri (*Cratoneurion*).

Pregled ekosistemov v neugodnem in ugodnem stanju ohranjenosti je v Prilogi 1, iz katere je razvidno, da so na aluvialnih rečnih ravnicah v SV in V delu Slovenije najbolj ogroženi gozdni habitati (obrečni hrastovo-jesenovo-brestovi in ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi), na kraških območjih na J, JZ in JV delu Slovenije pa močeril in školjka. Na območju klasičnega Dinarskega, Visokega, Visokogorskega in Plitvega krasa se srečujemo z jamami in lehnjakotvornimi izviri.

Podatki spremljanja stanja ohranjenosti vrst po Direktivi o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst (92/43/EGS) iz decembra 2013 kažejo, da se nadaljuje upadanje populacij nekaterih kvalifikacijskih vrst in slabšanje kakovosti nekaterih kvalifikacijskih habitatnih tipov, izboljšanje pa je prisotno pri zelo majhnem številu vrst in habitatnih tipov.

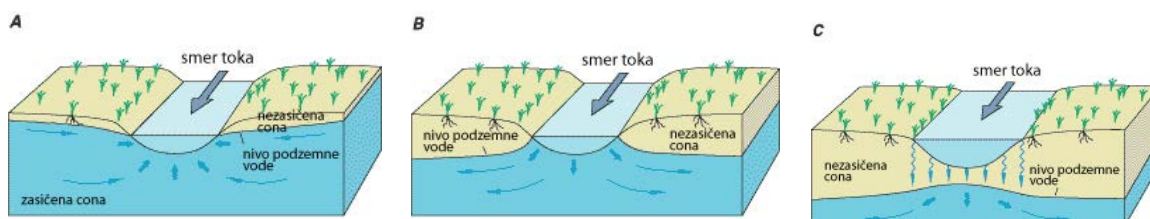
Pri identifikaciji ekosistema odvisnega od podzemne vode obstaja nekaj hidrogeoloških in ekoloških indikatorjev, ki nam lahko pomagajo pri identifikaciji odvisnosti ekosistema od podzemne vode, kot so npr. tip vegetacije ekosistema, tipi habitatov, barve sedimenta in drugo. Za identifikacijo ekosistemov pa so nam lahko v veliko pomoč hidrogeološki konceptualni modeli teles podzemne vode. Konceptualni modeli nam glede na monitoring ekosistema in teles podzemne vode lahko prav tako pomagajo opredeliti način odvisnosti ekosistema od podzemne vode (Slika 1). Model lahko vključuje tip habitata, ekosistem, vodno telo podzemne vode in njegove povezave, ter vpliv padavinske in površinske vode (European Commission, 2012).

Slika 1 prikazuje primere odvisnosti ekosistema od podzemne vode. V primeru A podzemna voda direktno napaja ekosistem (izvir, drenaža), v primeru B se podzemna voda, ki napaja ekosistem, zbira nad neprepustno plastjo (glino), v primeru C sezonski visoke gladine podzemne vode ohranjajo ekosistem (močvirja; mokri rečni rokavi), ter v primeru D, kjer sezonsko nihanje gladine podzemne vode povzroči občasno poplavljanje območja (European Commission, 2012).



Slika 1: Konceptualni diagrami, ki predstavljajo različne odvisnosti ekosistema od podzemne vode (primer A, B, C in D) (European Commission, 2012).

Na aluvialnih rečnih ravnicah so ekosistemi navadno poleg podzemne vode odvisni tudi od površinske vode. V ta namen je bilo potrebno ugotavljati odnos med rečno in podzemno vodo. Na sliki (Slika 2) so prikazani primeri plitvih vodonosnikov, kjer površinska voda drenira vodonosnik (A), površinska voda napaja vodonosnik (B) in površinska voda napaja vodonosnik od katerega je ločena (C).

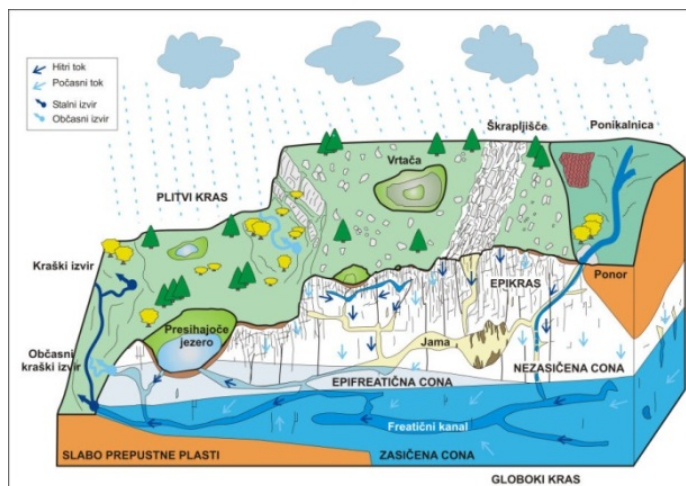


Slika 2: Površinska voda drenira vodonosnik (A), površinska voda napaja vodonosnik (B), površinska voda napaja vodonosnik od katerega je ločena (C) (prirejeno po Winter in sod., 1998).

V kraških vodonosnikih, s prevladujočo kraško in razpoklinsko poroznostjo, se podzemna voda pretaka po razpokah in kanalih ter ima v primerjavi z vodonosniki z medzrnsko poroznostjo navadno večjo hitrost pretakanja. S tem pa tudi nizko samoočiščevalno sposobnost in večjo ranljivost. Na Slika 3 je prikazan preprost konceptualni model pretakanja podzemne vode na krasu, s katerim se srečamo na večini kraških območjih obravnavanih ekosistemov. Napajalna zaledja kraških vodonosnikov so navadno več deset do več 100 km² obsežna območja, ki jih pogosto prepredajo močno zakraseli in tektonsko poškodovani predeli. Zaradi razpokanosti in pretlosti kamnin meteorna voda hitro pronica skozi golo površje ali tanek sloj tal v podzemlje. Na stiku s krasom poniknejo tudi površinski vodotoki z nekraškega obrobja. V podzemlju se infiltrirana voda s površja pretaka večinoma v navpični smeri proti gladini podzemne vode. V vodonosnikih podzemna voda nato odteka običajno v različne smeri, ki segajo tudi do več deset km oddaljenih predelov, saj se v krasu pogosto meša voda z različnih območij napajanja (Kogovšek in sod., 2008).

V zgornjem delu vodonosnega sistema (nezasičena ali vadozna cona) se prepletata hitro vertikalno pretakanje po primarnih drenažnih poteh in počasno precejanje skozi slabše razpokano osnovo, ki predstavlja navadno namočeni del vodonosnika. Nad njim je pogosto sloj tal, ki so na krasu običajno tanka. Pod tlemi je epikraška cona, katere razpokanost in zakraselost se z globino manjšata in pogojujeta hitrost vertikalnega pronicanja vode. Spodnji del vodonosnika (zasičena ali freatična cona) je ves čas zalit z vodo. Prehodno območje med nezasičeno in zasičeno cono (poplavna ali epifreatična cona) določa gladina podzemne vode. Zaradi teh lastnosti so kraški vodonosniki izjemno ranljivi za posledice različnih virov onesnaževanja (Kogovšek in sod., 2008).

Ekosisteme odvisne od podzemne vode na kraškem svetu lahko napaja izvirna voda (Slika 1, primer A), kjer se površinske, pripovršinske in podzemne vode združijo v podzemni tok in skupaj oskrbujejo ekosistem z vodo so razmere bolj zapletene (Slika 3).



Slika 3: Konceptualni model pretakanja podzemne vode v kraškem vodonosniku (Ravbar, 2007).

V NUV I (2011) je ZRSVN (2009) opredelil 66 upravljavskih območij (con) ekosistemov odvisnih od podzemne vode in njihovo stanje ohranjenosti na 82 območjih Natura 2000. 13 con je bilo v neugodnem, 53 pa v ugodnem stanju ohranjenosti. Ta območja se nahajajo na območjih vseh vodnih telesih podzemne vode (VTPodV) na vodnem območju (VO) Donave, razen na območjih VTPodV Savinjska kotlina in Vzhodne Slovenske gorice, ter na vseh treh območjih VTPodV VO Jadranskega morja.

V NUV II je ZRSVN (2014) opredelil 48 upravljavskih območij (con) ekosistemov odvisnih od podzemne vode na 52 območjih Nature 2000 v digitalnih podatkovnih slojih s podatki z vrstami in habitatnimi tipi, odvisnimi od podzemne vode. Ekosistemi se nahajajo na vseh območjih VTPodV VO Donave, razen na območjih VTPodV 1002 Savinjska kotlina, VTPodV 1004 Julijske Alpe v porečju Save, VTPodV 1009 Spodnji del Savinje do Sotle, VTPodV 3013 Vzhodne Alpe in 3014 Haloze in Dravinjske gorice. Na VO Jadranskega morja se ta območja nahajajo na vseh območjih VTPodV razen VTPodV 6020 Julijske Alpe v porečju Soče.

V NUV II ostaja 7 con v neugodnem stanju ohranjenosti, kot v NUV I (2011), vendar se velikosti območij in število območij znotraj posamezne cone zelo razlikujejo (Kras, Dobličica, Gradac, Drava, Mura, Goričko, Savinja pri Šentjanžu). Namreč ZRSVN (2014) je v tem času uspel podati natančnejšo lokacijo ekosistemov odvisnih od podzemne vode znotraj con. V NUV II je na novo vključenih 12 con (Sava-Medvode – Kresenice, Krakovski gozd, Dobrava, Grabonoš, Dobrava-Jovski, Boreci, Povirje vzhodno od Bodesca, Slovenska Istra, Karavanke in Matarsko podolje), od katerih jih je 6 v 1. in 2. prioriteti (neugodno stanje ohranjenosti).

Po ocenah ZRSVN (2014) je 6 con, ki so v NUV I (2011) bile v slabem stanju ohranjenosti, v NUV II prešlo v dobro stanje ohranjenosti (Radovna most v Sr. Radovni – jez HE Vintgar, Julijske Alpe, Bohinjska Bistrica, Pokljuška barja in Julijske Alpe; Dravinja pri Zbelovem, Dravinja pri Poljčanah, Dravinjska dolina; Pohorje; Zgornja Drava s pritoki; Dolina Vipave).

Pri samih opisih hidrogeoloških konceptualnih modelov bi k boljšemu razumevanju modelov in opredelitvi ocene zanesljivosti za neugodno stanje ohranjenosti ekosistema, pripomogle dodatne informacije (na kakšen način je ekosistem odvisen od podzemne vode, podatki o starih bremenih na samih ekosistemih in njihovimi napajalnimi zaledji, manjkajoči trendi kemijskega in količinskega stanja podzemne vode, učinki onesnaževal na ekosisteme, vplivi podnebnih sprememb na stanje podzemnih vod in posledično ekosistemov in vpliv prekomernega izkoriščanja podzemne vode).

Zanesljivost ocene pri določitvi razloga za neugodno stanje ohranjenosti ekosistema glede na kemijsko in količinsko stanje podzemne vode smo določili s tristopenjsko lestvico zaupanja (po CIRCABC, 2014):

1. nizka stopnja zaupanja - N: brez podatkov monitoringa ali brez poznavanja hidrološkega sistema;
2. srednja stopnja zaupanja - S: omejeni podatki monitoringa in velik pomen strokovne presoje;
3. visoka stopnja zaupanja - V: dobri podatki monitoringa in dober konceptualni model; razumevanje hidrološkega sistema temelji na poznavanju naravnih značilnosti in antropogenih pritiskov.

2. Gozdni habitati v neugodnem stanju ohranjenosti

V razred s prioriteta 1 in 2 so vključeni gozdni habitatni tipi (GHT) v neugodnem stanju ohranjenosti in sicer obrečni hrastovo-jesenovo-brestovi gozdovi, ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi in obrečna vrbovja, jelševja in jesenovja (Preglednica 1 in Priloga 2).

Preglednica 1: Ekosistemi odvisni od podzemne vode - gozdni habitat (ZRSVN, 2014).

Ime Natura 2000	Vrsta habitatnega tipa	Skupina	PUN2000	Prioriteta	VTPodV	Šifra VTPodV
Sava Medvode - Kresnice	Ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi	GHT	obnoviti	2	Savska kotlina in Ljubljansko barje; Posavsko hribovje do osrednje Sotle	1001; 1008
Savinja Grušovlje - Petrovče	Ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi	GHT	obnoviti	2	Kamniško-Savinjske Alpe	1006
Dobrava - Jovsi	Ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi	GHT	obnoviti	1	Posavsko hribovje do osrednje Sotle	1008
Krakovski gozd	Ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi	GHT	obnoviti	1	Dolenjski kras	1011; 1003
Drava	Obrečni hrastovo-jesenovo-brestovi gozdovi	GHT	obnoviti	1	Dravska kotlina	3012; 3015
Drava	Ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi	GHT	obnoviti	1	Dravska kotlina	3012
Dobrava	Ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi	GHT	obnoviti	2	Zahodne Slovenske gorice	3015
Mura	Obrečni hrastovo-jesenovo-brestovi gozdovi	GHT	obnoviti	1	Murska kotlina	4016
Mura	Ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi	GHT	obnoviti	1	Murska kotlina	4016

Boreci	Ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi	GHT	obnoviti	2	Vzhodne Slovenske gorice	4017; 4016
Grabonoš	Ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi	GHT	obnoviti	2	Vzhodne Slovenske gorice	4017
Goričko	Obrečna vrbovja, jelševja in jesenovja	GHT	obnoviti	2	Goričko	4018

V GHT obrečnih hrastovo-jesenovo-brestovih gozdov (Slika 4) so vključeni dobovje in dobovo belogabrovje in vezovje z ozkolistnim jesenom. Gre za t.i. dobrave, poplavna območja ob večjih rekah, kjer ima podzemna voda pomembno vlogo. Ta GHT je zelo občutljiv na spreminjanje gladine podzemne vode, saj se nižanja gladine podzemne vode odražajo s sušenjem hrasta (napadi različnih gliv in insektov). Še večji vpliv pa imajo spremembe gladine podzemne vode na mlajšo generacijo (dob se ne pomlajuje) (Kogovšek, 2014, osebno).

Med ilirsko hrastovo-belogabrove gozdove (Slika 5) prištevamo nižinske poplavne hrastovo-belogabrove gozdove in hrastovo-belogabrove gozdove gričevnatega sveta. Prvi rastejo v nižinah v občasno poplavljenih rastiščih, kjer je gladina podzemne vode visoka. Tla morajo biti prek poletja dobro prezračena, čeprav pod stalnim vplivom podzemne in površinske vode (Globevnik, 2012).

V skupino obrečna vrbovja, jelšovja in jesenovja prištevamo vrbovje s topolom, grmičavo vrbovje, nižinsko črnojelševje in gorsko obrežno sivojelševje, črnojelševje in velikojesenovje. Ta GHT je največkrat neposredno pod vplivom vodotoka in je pogosto ali občasno poplavljen (Kogovšek, 2014, osebno).



Slika 4: Murska šuma (Internet1)



Slika 5: Krakovski gozd (Internet2)

Od ekoloških dejavnikov je za rast in razvoj gozda v poplavnih ravninah najpomembnejši vodni režim. V razvoju gozdnih združb so odločilne že majhne razlike v globini, velikosti nihanja gladine podzemne vode in pogostost poplav. Že majhna sprememba vodnega režima lahko izniči kakega člana in omogoči vstop drugemu (Smolej, 1994). Drevesa črpajo vodo iz tal. Onesnažena voda lahko povzroči zmanjšanje biotske pestrosti oziroma slabšanje kakovosti habitata (ZRSVN, 2011), upad gladine podzemne vode pa povzroča sušenje vegetacije (Mlinšek, 1995).

Poplavni gozdovi so izredno pomembni, saj zaradi kemijskih in (mikro)bioloških procesov, ki potekajo na razgibani rečni morfologiji, izboljšujejo ekološko in kemijsko stanje voda (Globevnik, 2009).

Dakskobler in sod. (2013) so podrobneje opisali poplavne, močvirne in obrežne gozdove in stanja gozdov, ki so zaradi izjemnega naravovarstvenega pomena večinoma uvrščeni v evropske habitatne tipe (Natura 2000). Informacije o trenutnem stanju GHT so objavljene v Poročanju po habitatni direktivi (2013) (ZRSVN, 2014b). Človekov vpliv na te gozdove je zelo velik, saj jih je že od nekdaj izsekaval in spreminjal v kmetijske površine, pozneje pa je nanje vplival z gradnjami hidroelektrarn, regulacijami rek in potokov, izsuševanjem mokrišč, izkopavanjem proda, utrjevanjem rečnih brežin, črpanjem podzemne vode, itn. (Dakskobler in sod., 2013).

Za opredelitev kemijskega in količinskega stanja podzemne vode smo uporabili podatke iz:

- nacionalnega monitoringa ARSO za kemijsko in količinsko stanje podzemne vode;
- nacionalnega monitoringa ARSO za kakovostno in ekološko stanje površinske vode;
- monitoringov fizikalno-kemijskih parametrov podzemne vode na posameznih lokacijah, ki jih v glavnem opravlja Biotehniška fakulteta (UL);
- objavljenih člankov s podatki o stanju podzemne vode;
- katastra jam (informacije o stanju (onesnaženju) jam v Sloveniji);
- objavljenih rezultatov sledilnih poskusov za določitev napajalnega zaledja ekosistemov;
- informacijskih slojev (točkovni, linijski, poligonski) pridobljenih od ARSO (2004b, 2006a, 2006b, 2006c, 2010e, 2010f, 2010g) in ZRSVN (2014)) in
- drugih virov.

Zaradi raznolikosti in specifičnih značilnosti posameznih območij Nature 2000 smo sodelovali s strokovnjaki različnih strok (ekologija, biologija, gozdarstvo,...).

Za vsako skupino ekosistemov na vodnem telesu podzemne in površinske vode smo pripravili kratek opis ekosistema, hidrogeološki konceptualni model (opisno in grafično), oceno kemijskega in količinskega stanja podzemne vode, ki vključuje opis stanja vodonosnikov. Za kakovost podzemne (in površinske) vode smo ugotavljali ali koncentracije merjenih parametrov presegajo standarde kakovosti in vrednosti praga na posameznem merilnem mestu, medtem ko smo za količinsko stanje podzemne vode opazovali dolgoletna nihanja gladin podzemne vode.

Informacije o ekosistemih in vzrokih za njihovo slabo ekološko stanje smo črpali iz različnih publikacij in projektov, kot so npr. Biomura, GENESIS, CRP »Posodobitev sistema vegetacijskih osnov za potrebe načrtovanja v gozdarstvu«, Gozdovi vrb, jelš, dolgopecljatega bresta, velikega in ozkolistnega jesena, doba in rdečega bora ob rekah in potokih«, LIFE III – Narava »Natura 2000 v Sloveniji – upravljavski modeli in informacijski sistem« (Biomura, 2014; GENESES, 2014)

spletni portal Natura 2000 (Natura 2000, 2014; ZRSVN, 2014), ter dostopnih člankih, forumih, diplomskih in doktorskih nalog in poročil na spletnih straneh.

2.1. VTPodV 1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje

2.1.1. Sava - Medvode - Kresnice

Ekosistem:

Območja ilirskih hrastovo-belogabrovih gozdov pokrivajo pas ob reki Savi dolvodno od Broda do Ježice pri Ljubljani in pri Kresnicah pri Litiji. Ekosistem zahteva visoke gladine podzemne vode in občasna poplavljanja z rečno vodo (Slika 1, Primer D) (Priloga 2). Ekosistem je uvrščen v prioritetni razred 2, kar pomeni, da je v neugodnem stanju ohranjenosti in ga je potrebno obnoviti, da bi se vrste oziroma habitatni tipi povrnili v ugodno stanje ohranjenosti.

Geologija:

Ekosistem se nahaja na kvartarnih aluvialnih rečnih sedimentih, ki jih gradijo prod, pesek, melj in glina. Podlago aluvialnega nanosa tvorijo geološke plasti od terciarne do paleozojske starosti (Prestor in sod., 2006; Buser, 2010) (Priloga 3).

Hidrogeologija:

Ekosistem se nahaja na dobro prepustnem kvartarnem vodonosniku z medzrnsko poroznostjo, ki je obširen in srednje do visoko izdaten (vodonosni sistem (VS) Ljubljansko polje (11712) ob reki Savi pri Rojah; VTPodV 1001 Savska kotlina in Ljubljansko barje in del na VS Litija (12325) pri Kresnicah; VTPodV 1008 Posavsko hribovje do osrednje Sotle (Prestor in sod., 2006) (Priloga 4). Vodonosnik in reka Sava sta hidrodinamsko povezana in sicer reka v večjem delu deluje kot drenažna meja. Na območju Ljubljanskega polja se vodonosnik napaja z vodo iz reke Save in sicer v SZ delu (med Tacnom in Črnučami) (Žlebnik, 1972). Aluvialni vodonosnik Ljubljanskega polja (VS 11712) je odprt z globino do podzemne vode v povprečju 25 m. Kvartarni sedimenti so dobro prepustni, koeficient prepustnosti je okrog $1 \cdot 10^{-3}$ m/s, kar uvršča vodonosnik v zelo visoko do izredno visoko ranljive (Prestor in sod., 2006).

Monitoring:

Meritve kakovosti podzemne in površinske vode:

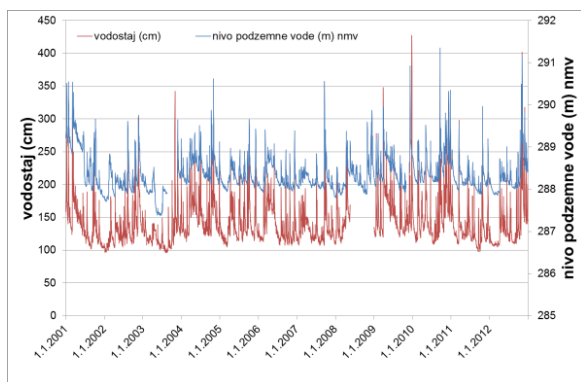
Kakovost podzemne vode za ekosistem smo preverjali na merilnih mestih Roje LV-0377, Šentvid (IIa) 0581 in Brod (Br-11) LV-0477 (Priloga 5). Na vseh merilnih mestih je bila kakovost podzemne vode ustrezna glede na *Uredbo o standardih kakovostih podzemne vode* (UL RS, št. 100/05). Na območju ekosistema pri Kresnicah ni merilnih mest za ugotavljanje kakovosti podzemne vode.

Ker reka Sava na območju obravnavanega ekosistema na odseku med Tacnom in Črnučami (Črnuškim mostom) – desni breg reke napaja vodonosnik (Bračič-Železnik in sod., 2005), je bilo potrebno preveriti kakovost površinske vode na merilnem mestu Medno (3530). V letu 2002 so v rečnem sedimentu našli Hg, med leti 2003 in 2011 pa je imela reka dobro kemijsko in zmerno ekološko stanje glede na nitrat (2003-2011). Reka Sava (nad Črnuškim mostom) je bila od 2008-2010 glede na kriterije površinskih voda za sladkovodne ribe neustrezna (na račun kisika in celokupnega fosfata) (2010-2013) (ARSO, 2008a; ARSO, 2008c; ARSO, 2010b; ARSO, 2012b; ARSO, 2013; ZZV-MB, 2010; ZZV-MB, 2013). Na merilnem mestu Kresnice je imela reka Sava med leti 2006 in 2011 dobro kemijsko in zmerno oziroma dobro ekološko stanje (ARSO, 2010b; ARSO, 2010c; ARSO, 2012b; ARSO, 2013).

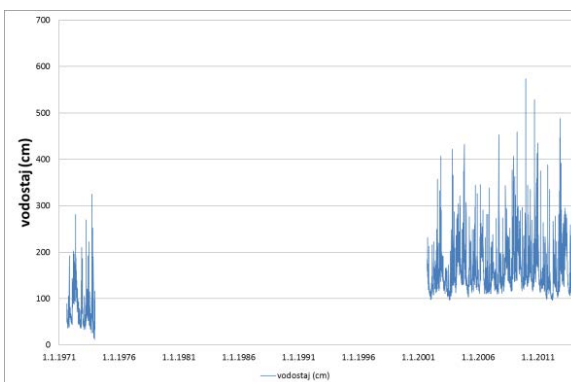
Meritve hidroloških parametrov podzemne in površinske vode:

Na merilnem mestu za podzemne vode Roje (V-01) in merilnih mestih za površinske vode Medno (3530) in Črnuče (3550), oboje na reki Savi, smo analizirali gladine podzemne vode in vodostaj površinske vode.

Vodostaj reke Save na merilnem mestu Medno (3530) smo primerjali z gladinami podzemne vode na merilnem mestu Roje (V-01) (2006-2012) (Slika 6). Trend nihanja gladin podzemne vode in površinske vode ni statistično značilen, prav tako tudi vodostaj reka Sava na merilnem mestu Črnuče (3550) (Slika 7). Iz grafa je razviden vpliv reke Save na nihanje gladine podzemne vode ($r = 0,82$; $p < 0,05$).



Slika 6: Gladina podzemne vode na merilnem mestu Roje (V-01) in vodostaj reke na merilnem mestu Medno (3530) (ARSO, 2014a)



Slika 7: Vodostaj reke Save pri Črnučah, merilno mesto Črnuče (3550) (ARSO, 2014a)

Pokrivanje VVO z ekosistemom:

Del ekosistema (pas ob reki Savi dolvodno od Broda do Ježice pri Ljubljani) se nahaja na ožjem VVO za vodonosni sistem vodonosnika Ljubljanskega polja. Območje ekosistema pri Kresnicah ni na VVO (Priloga 6).

Reprezentativna merilna mesta za ekosistem:

Za meritev kakovosti podzemne vode je za ekosistem (pas ob reki Savi dolvodno od Broda do Ježice pri Ljubljani) reprezentativno merilno mesto Roje LV-0377 in za meritve hidroloških parametrov podzemne vode merilno mesto Roje (V-01). Za ekosistem ob Kresnicah za kemijsko in količinsko stanje podzemne vode ni merilnih mest.

Obremenitve in vzroki za poslabšanje stanja ekosistema:

Z obsežnimi regulacijskimi posegi (gradnja hidrotehničnih objektov) in nelegalnimi odvzemi gramoza z roba rečne struge reke Save so spremenili rečno strugo, ter zmanjšali rečno infiltracijsko območje in prodonosnost na območju Ljubljanskega polja (Bračič-Železnik, 2002). S tem se je reki povečal strmec, erozijska, transportna moč in zmanjšala samočistilna zmogljivost. Poglobljanje rečne struge vpliva na zniževanje gladine podzemne vode na Ljubljanskem polju ter zmanjšanje količine pretoka podzemne vode skozi polje (Savič, 2009). Vir onesnaženja lahko predstavljajo mnoga divja odlagališča, IPPC zavezanci z direktnim izpustom na komunalne čistilne naprave (KČN), iztoki iz KČN v reko Savi, ter viri iz kmetijskih in grajenih površin. Pri Ribčah je vir onesnaženja lahko vplivno območje iz Mrtvice Ribče, kjer se nelegalno odlagajo smeti v stoječo vodo z nizkim vodostajem (Ribiči Slovenije, 2011).

Predviden razlog za neugodno stanje ohranjenosti ekosistema je količinsko stanje podzemne vode (srednja raven zaupanja).

Predlogi:

Spremljanje kemijskega in količinskega stanja podzemne vode na reprezentativnih merilnih mestih (Roje LV-0377 in Roje (V-01)). Ker na območju ekosistema Kresnice pri Litiji ni objektov, na podlagi katerih bi lahko predlagali monitoring za spremljanje kemijskega stanja in hidroloških parametrov podzemne vode, predlagamo, da se najprej izvede terenski ogled območja.

2.2. VTPodV 1006 Kamniško-Savinjske Alpe

2.2.1. Savinja Grušovlje - Petrovče

Ekosistem:

Plitvine, prodišča, rečni bregovi in poplavna območja ob Savinji na odseku Grušovlje - Petrovče (Šentjanž) so ostanki nekdanjih obsežnih poplavnih ilirsko hrastovih- belogabrovih gozdov (Razvojna agencija Savinja, 2014), ki zahtevajo visok nivo podzemne vode in občasna poplavljanja reke (Slika 1, primer D) (Priloga 2). Ekosistem je uvrščen v prioritetni razred 2, kar

pomeni, da je v neugodnem stanju ohranjenosti in ga je potrebno obnoviti, da bi se vrste oziroma habitatni tipi povrnil v ugodno stanje ohranjenosti.

Geologija:

Ekosistem se nahaja na kvartarnih nesprijetih rečnih sedimentih v terasah (prod, pesek, melj in glina) reke Savinje in njenih pritokov v debelini 5-8 m (Meze, 1978) (Priloga 3).

Hidrogeologija:

Ekosistem se nahaja na plitvem in odprtem vodonosniku z medzrnsko poroznostjo (VS 12515 Zgornja Savinjska dolina in del na VS 12525 Golte na VTPodV 1006 Kamniško-Savinjske Alpe) in se poleg padavinske vode napaja tudi z rečno vodo iz Savinje (Mencej, 1982) v smeri toka reke, tj. od Z proti V. Prepustnost peščenega proda je dobra ($3 \cdot 10^{-3}$ m/s). Debelina vodonosnika je ocenjena med 3,5-6 m, globina do podzemne vode pa se nahaja plitvo med 1,5 do 2 m (Mencej, 1982) (Priloga 4).

Monitoring:

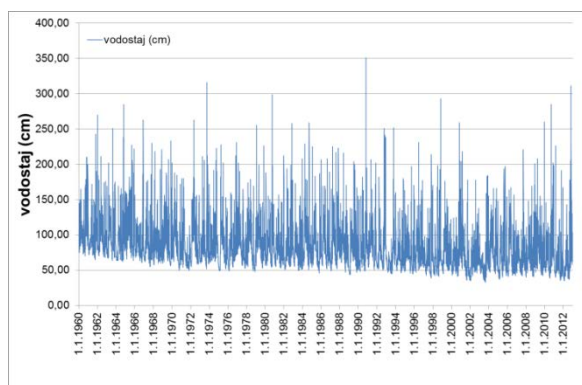
Meritve kakovosti podzemne in površinske vode:

V neposredni bližini ekosistema ni merilnih mest za spremljanje kakovosti podzemne vode. Zaradi odvisnosti ekosistema tako od podzemne, kot tudi površinske vode, smo preverili stanje reke Savinje na merilnem mestu Grušovje, ki je imela dobro kemijsko (2006-2011) in dobro oziroma zelo dobro ekološko stanje (2006-2008, 2011) (ARSO, 2008c; ARSO, 2010b; ARSO, 2012b, ARSO, 2013) (Priloga 5).

Meritve hidroloških parametrov podzemne in površinske vode:

V neposredni bližini ekosistema ni merilnih mest za spremljanje hidroloških parametrov podzemne vode.

Dolvodno od ekosistema (približno 5 km) se nahaja merilno mesto površinske vode Savinja – Nazarje (6060), katere vodostaj v zadnjih 52 letih (1960-2012) (Slika 8) kaže statistično značilno upadanje gladine ($r = -0,31$; $p < 0.05$).



Slika 8: Upad vodostaja na merilnem mestu Nazarje (6060) (ARSO, 2014a).

Pokrivanje VVO z ekosistemom:

Ekosistem ni na VVO (Priloga 6).

Reprezentativna merilna mesta za ekosistem:

Za obravnavan ekosistem ni reprezentativnih merilnih mest.

Obremenitve in vzroki za poslabšanje stanja ekosistema:

Na reki Savinji so v preteklosti izvedli različne vodnogospodarske ukrepe, kot so npr. zaježitve in regulacija rečne struge, gradnja nasipov, odstranjevanje prodišč, uničenje obvodne vegetacije, intenzivno kmetijstvo ter gradnja v poplavnem pasu (Razvojna agencija Savinja, 2014), kar zmanjšuje infiltracijo padavinske vode v vodonosnik. Nadalje imajo lahko vpliv na znižanje gladine rek veliki odvzemi vode (za mHE, ribogojnice) in namakanje (ustni vir Tomažič M. in Košar T., 2008), kar lahko vpliva tako na pretoke rek, kot tudi na gladino podzemne vode. Na kakovost podzemne vode lahko vplivajo viri kmetijske dejavnosti, divja odlagališča odpadkov in drugi možni viri obremenitev.

Predviden razlog za neugodno stanje ohranjenosti ekosistema je količinsko stanje podzemne vode (srednja raven zaupanja).

Predlogi:

Ker na območju ekosistema ni objektov, na podlagi katerih bi lahko predlagali monitoring za spremljanje kemijskega stanja in hidroloških parametrov podzemne vode, predlagamo, da se najprej izvede terenski ogled območja.

2.3. VTPodV 1008 Posavsko hribovje do osrednje Sotle

2.3.1. Dobrava - Jovsi

Ekosistem:

Območje ekosistema zajema nižinski poplavni ilirski hrastovo-belogabrov gozd Dobrava, ki je ostanek nekdanjih poplavnih gozdov ob reki (ARSO, 2003; ZRSVN, 2007a; ZRSVN, 2007d). Dobrava je nižinski gozd, ki je poleg Krakovskega gozda zadnji večji ohranjeni sestoj poplavnega gozda v Sloveniji (Hudoklin in sod., 2011). Ekosistem je odvisen od površinske in podzemne vode, kjer se podzemna voda nahaja nad neprepustno plastjo (Slika 1, primer B) (Priloga 2). Ekosistem (gozd Dobrava) je uvrščen v prioritetni razred 1, kar pomeni, da je v neugodnem stanju ohranjenosti in ga je potrebno obnoviti, da bi se vrste oziroma habitatni tipi povrnili v ugodno stanje ohranjenosti. Močvirni in poplavni travniki na območju Jovsi, ki ležijo med reko Sotlo in Šico niso ogroženi in niso predmet obravnave v nadaljevanju.

Geologija:

Na območju ekosistema Dobrava-Jovsi je prodni nasip prekrit z debelimi nanosi ilovice, ki so jih nasuli severni pritoki Save. Uravnano površje gradijo pleistocenske ilovnate plasti različne sestave, ki so jih odložili potoki z območja Orlice (Verbič, 2008 v Pšeničnik, 2012; ZRSVN, 2007a). Tla so slabo prepustna, površinska voda pa zaradi slabih odtočnih sposobnosti odteka počasi. Gozdnato ravan so delno preoblikovali le potočki s povirjem v Dobravi (Negot, Virje, Črni potok, Ribjek in Ribjenk), vrezani v plitve doline (ZRSVN, 2007a; ZRSVN, 2007d) (Priloga 3).

Hidrogeologija:

Območje leži na vodonosniku VS 12415 Bizeljsko (VTPodV 1008 Posavsko hribovje do osrednje Sotle) v aluvialnih in terciarnih sedimentih (kenozoik), ki jih gradijo pesek, konglomerat, peščenjak, melj, glina, lapor in apnenec – medzrnski ali razpoklinski (2. vodonosnik) (Prestor in sod., 2006) (Priloga 4).

Prvi vodonosnik se nahaja v večji meri na površini in je mestoma prekrit s tanjšimi nekaj metrov debelimi nezveznimi krovniimi plastmi. Globina do gladine podzemne vode je v razponu 1 do 10 m (Prestor in sod., 2006; ZRSVN, 2007d), globlje (do 100 m) pa le v hribovitih predelih. V terciarnih plasteh drugega vodonosnika nastopajo zaprti hidrodinamski pogoji v kvartarnih plasteh pa odprti (Prestor in sod., 2006).

V Dobravi so hidrološke razmere rezultat neprepustnih oziroma slaboprepustnih glinenih tal, na katerih zastaja površinska voda (MOP, 2009; ZRSVN, 2007b), ter slabe odtočne sposobnosti na uravnanih tleh. Površinsko vodo iz Dobreve odvaja več manjših potokov: Ribjek, Črni potok,

Ribjenk, Virje in Negot, ki izvirajo v Dobravi sami. Njihov pretok je majhen, saj je odvisen le od območnih padavin. Nižinski gozd vzdržuje kvaliteto vode v vodotokih, zadržuje sediment in izhlapevanje podzemne vode. Potoki s povirjem v Dobravi se stekajo v regulirana potoka Gabrnico in Negot, ki se izlivata v reko Sotlo. Na hitrost odtoka vode vplivajo izvedene regulacije v spodnjem toku potokov na kmetijskem obrobju (ZRSVN, 2007a).

Zaradi majhnega naklona se (površinska poplavna in padavinska) vode na ravnini zadržujejo dalj časa (Pšeničnik, 2012).

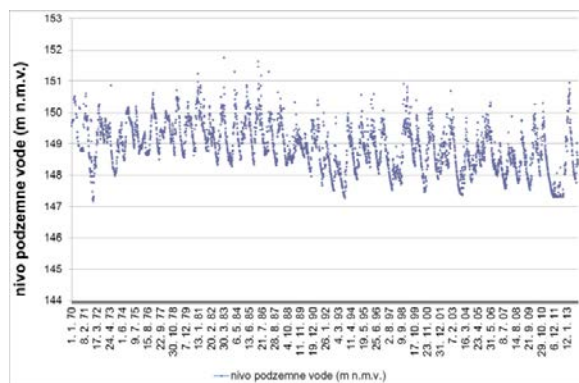
Monitoring:

Meritve kakovosti podzemne in površinske vode:

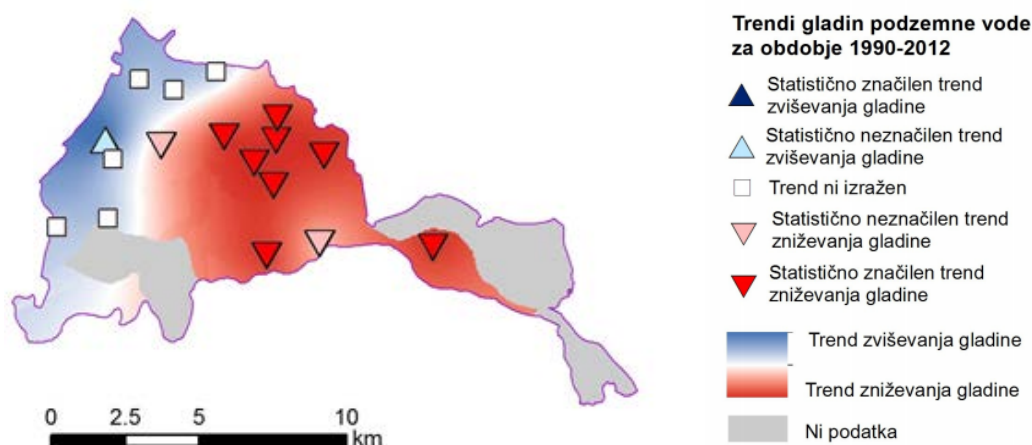
Na območju ekosistema ni merilnih mest za spremljanje kemijskega stanja podzemne vode. Vodno telo površinske vode Sava Krško – Vrbina ima dobro kemijsko (2006-2008, 2011) in dobro oziroma zelo dobro ekološko stanje (2006-2011) (ARSO, 2010b, ARSO, 2010c, ARSO, 2013) (Priloga 5).

Meritve hidroloških parametrov podzemne in površinske vode:

Na merilnem mestu Bukošek (0650) smo opazovali gladine podzemne vode. Iz grafa (Slika 9) je razvidno statistično značilno zniževanje ($r = -0,42$; $p < 0.05$) gladin podzemne vode. Prav tako je na Krško-Brežiškem polju opazno zniževanje gladine podzemne vode (Slika 10).



Slika 9: Meritve gladin podzemne vode na merilnem mestu Bukošek (0650) (ARSO, 2014a).



Slika 10: Trendi gladin podzemne VTPodV 1003 Krška kotlina (1990-2012) (ARSO, 2014)

Pokrivanje VVO z ekosistemom:

Obravnavan ekosistem ni na VVO (Priloga 6).

Reprezentativna merilna mesta za ekosistem:

Ni merilnih mest za spremljanje kemijskega stanja in hidroloških parametrov podzemne vode.

Obremenitve in vzroki za poslabšanje stanja ekosistema:

Glavni vpliv na sušenje dreves na delu ekosistema Dobrava imajo najverjetneje znižanje gladine podzemne vode in melioracije na Krško-Brežiškem polju (ustni vir, Hudoklin A. in Ivanovič M., 2009). Predvideva se, da zaradi izvedene regulacije Save in pritokov v Posavju gladina podzemne vode upadla V zaledju ekosistema se nahajajo kmetijske in grajene površine, nekaj je divjih odlagališč in KČN Globoko (ZRSVN, 2007d).

Predviden razlog za neugodno stanje ohranjenosti ekosistema je količinsko stanje podzemne vode (srednja raven zaupanja).

Predlogi:

Ker na območju ekosistema ni objektov, na podlagi katerih bi lahko predlagali monitoring za spremljanje kemijskega stanja podzemne vode, predlagamo, da se najprej izvede terenski ogled območja. Na reprezentativnem merilnem mestu Bukošek (0650) naj se izvajajo meritve hidroloških parametrov podzemne vode.

2.4. VTPodV 1011 Dolenjski kras

2.4.1. Krakovski gozd

Ekosistem:

Ekosistem Krakovski gozd, ki se razprostira na poplavni ravnici v spodnjem toku reke Krke, je največji ohranjen nižinski (poplavni) gozd v Sloveniji (Natura 2000; ARSO, 2003; Kink, 2011) in eno pomembnejših slovenskih mokrišč (Hudoklin, 2001a). Na območju Krakovskega gozda so v slabem stanju ohranjenosti ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi (ZRSVN, 2014). Za ohranitev ekosistema so potrebne visoke gladine podzemne vode, kot je prikazano na primeru B in C (Slika 1) (Priloga 2). Ekosistem je uvrščen v prioritetni razred 1, kar pomeni, da je v neugodnem stanju ohranjenosti in ga je potrebno obnoviti, da bi se vrste oz. habitatni tipi povrnili v prvotno stanje.

Geologija:

Podlago Krakovskega gozda tvorijo različno debeli pleistocenski nanosi (glina, prod, pesek) (Accetto, 1974; Buser 2010), ki so v večji ali manjši meri povezana z aluvialnimi naplavinami pritokov reke Krke, na prehodu v gričevnati svet pa jo zamenjujejo kremenasti peščenjaki in lapor (Gozdnogospodarski načrt, 1996 v Žibert, 2006). Menjavanje različnih oblik nanosov je vzrok za različno prepustne talne horizonte, kar je pomembno za tok podzemne vode (Accetto, 1974).

Zgornjo krovno plast predstavlja do 1 m humus, melj in meljna glina, pod njo sledi plast gline debeline od 3,5-5 m in še globlje se menjavajo plasti gline, zaglinjenih in peščenih meljev ter peskov z drobnimi prodniki. Od globine 10 m naprej prevladuje droben pesek oziroma peščen melj. Na Z delu se na globini od 10-14 m pojavlja pliokvartarna glina. Debelejša plast drobnega zbitega peska (10-14 m), ki preidejo v laporaste terciarne plasti (>30 m), predstavlja terciarno podlago (miocenske in pliocenske klastične kamnine, apneni peščenjaki, laporovci, glinavci) (Prestor in sod., 1999a) (Priloga 3).

Hidrogeologija:

Vodonosnika (1. in 2. vodonosnik; 12428 Škocjan – Krško gričevje v VTPodV 1011 Dolenjski kras; 12414 Krško polje v VTPodV 1003 Krška kotlina) se nahajata v večji meri na površini in sta mestoma prekrita s tanjšimi nekaj metrov debelimi krovniimi plastmi pliokvartarnih in kvartarnih nanosov. Nenasičena cona je debela od 0 m (ob drenažnih hidrodinamskih mejah v dolinah površinskih tokov), do nekaj sto m - le v hribovitih predelih tudi več sto metrov (Prestor in sod., 2006) (Priloga 4).

Plast gline (3,5-5 m) predstavlja krovno plast, ki je značilna za celoten profil pliokvartarnih naplavin Krakovskega gozda. Prepustnejši materiali pod njo predstavljajo zaprt vodonosni sloj s subarteško gladino podzemne vode (Prestor in sod., 1999a). V pliokvartarnih naplavinah je

gladina podzemne vode v različnih nivojih, večina je subarteška (Prestor in sod., 1999). Tukaj lahko ločimo pripovršinske nivoje, nivoje podzemne vode iz globlje ležečih plasti zaglinjenega proda oziroma peska, kjer je podzemna voda subarteška. Ob močnih padavinah se na širšem območju pojavlja stoječa površinska voda, ki zaradi slabše prepustne glinasto-meljaste plasti pretežno v zgornjem delu ne more pronicati v globlje dele (Prestor in sod., 1999).

Voda na poplavnem gozdu stoji stalno ali občasno, saj so se visoke vode Krke že od nekdaj izlivala po veliki površini, kjer izgubijo deroči tok niže proti Kostanjevici in dalje proti Savi (Občina Kostanjevica na Krki, 2010). Na severnem obrobju Krakovskega gozda je pri Korenu in Kržišču nekaj metrov debela pretežno glinasta plast erodirana, kjer podzemna voda pod pritiskom priteka na površje spodnje vodonosne plasti peska in proda (ARSO, 2003; Žibert, 2006; Acceto, 1974).

Podzemna voda je ponekod pod tlakom (Acceto, 1974) in v času visokega vodostaja prihaja na najnižjih delih na površje, ter se različno dolgo zadržuje na površini, dokler ne izhlapi (Čater, 2002). Nihanje gladine podzemne vode je najpomembnejši ekološki dejavnik za Krakovski gozd (Acceto, 1975). Količina vode v vodnih habitatnih tipih je močno odvisna od količine padavin in nihanja podzemne vode (ARSO, 2011).

V času visokega vodostaja reke Krke in njenih pritokov, ki tečejo skozi Krakovski gozd (Račna, Lokavec, Senuša) so JZ deli gozda ob reki Krki in predeli neposredno ob njenih pritokih poplavljeni. V tem času se s padavinsko vodo napolnijo tudi jarki za odvodnjavanje in močvirnati predeli, kot sta npr. Trstenik in Valenčevka, ki predstavljajo pomemben biotop številnih vrst ptic, dvoživk in drugih organizmov ter dristišče rib iz porečja reke Krke (Gliha, 2004 v Kink, 2009). Gozdovi so izredno pomemben dejavnik vodnega režima v zaledju poplavnih območij. Njihove površine izredno blažilno delujejo na odtok padavin. To je pomembno še zlasti ob nalivih in neurjih, ko prav gozdovi mnogokrat preprečijo katastrofalne povodnji. Gozd s svojim drevjem, podrastjo ter debelo plastjo listja in druge suhljadi vsrka in zadržuje ogromne količine padavinske vode. Prav zaradi rednih in pogostih povodnji večina poplavnih območij ob Krki ni gosteje obljudena (Oržen Adamič, 2003 v Kink, 2009).

Primerjava merilnih postaj Poljane in Poljane-Čret na podzemni vodi (1962-1983) je pokazala, da se gladina podzemne vode ni spremenila in da nakazuje trend zviševanja gladine podzemne vode zadnjih 20 let (Smolej, 1995).

Na območju poplavne ravnine (S del Krakovskega gozda), kjer so v letu 1999 potekale raziskave za postavitev bencinskega servisa, med Krakovskim gozdom in potokom Lokavec na avtocestnem (AC) odseku Smednik-Krška vas, se gladina podzemne vode iz vodonosnega sloja dvigne približno 1 m pod terenom. Na obrobju, kjer se teren dvigne, je subarteška gladina ustrezno nižja (Prestor in sod., 1999b).

Podzemna voda se na območju Krakovskega gozda odvaja v dve smeri. Področje J od AC se odvodnjava v smeri SZ-JV proti reki Krki, področje S od AC se odvodnjava v smeri Z-V na Krško polje in naprej proti sotočju reke Save in Krke. Na območju Krakovskega gozda obstajata 2 kategoriji zemljine glede na občutljivost vodnih virov podzemne vode na AC, in sicer prvo predstavljajo pliokvartarni glinasti nanosi in drugi aluvialni nanosi obrobni potokov, kjer se pliocenski peski in melji lahko pojavljajo že na površini ali pod tanko krovno plastjo (Prestor in sod., 1999). Možen vpliv AC na Krakovski gozd je ocenjen kot majhen (Prestor in sod., 1999a). AC prečka (med Smednikom in Podlogom) Krakovski gozd, kjer ni pomembnih virov podzemne vode ali virov, ki bi danes veljali za potencialne vodne vire (Prestor in sod., 1999b).

Monitoring:

Meritve kakovosti podzemne in površinske vode:

Merilnih mest za spremljanje kakovosti podzemne vode na obravnavanem ekosistemu ni. Površinska voda Radulja je imela v letu 2009 in 2010 na merilnem mestu Mlake dobro kemijsko in (zelo) dobro ekološko stanje (ARSO. 2012b).

Meritve hidroloških parametrov podzemne in površinske vode:

Gladine podzemne vode smo analizirali na merilnih mestih Hrvaški Brod (0720), Gmajna (1360), Malence (0630) in Veliki Podlog (0301). Na Hrvaškem Brodu (0720) smo opazili trend zniževanja gladine podzemne vode, ki ni statistično značilen, na merilnih mestih Gmajna (1360), Malence (0630) in Veliki Podlog (0301), pa trend ni izrazit.

Podatki za pretoke pritoka reke Krka - potok Senuša (1960-1989) in za Račno niso dostopni. Na merilnem mestu površinske vode Krka Podbočje (7160) smo opazili statistično neznačilen trend upadanja vodostaja (1947-2012) (ARSO, 2014a).

Pokrivanje VVO z ekosistemom:

Obravnavani ekosistem ni na VVO (Priloga 6).

Reprezentativna merilna mesta za ekosistem:

Za obravnavan ekosistem ni reprezentativnih merilnih mest za spremljanje kakovosti podzemne vode. Na merilnem mestu Gmajna (1360) in Hrvaški Brod (0720) za spremljanje gladine podzemne vode.

Obremenitve in vzroki za poslabšanje stanja ekosistema:

Predviden vzrok za poslabšanje stanja ekosistema je znižanje gladine podzemne vode (ustni vir, Hudoklin A., Ivanovič M., 2009). Na območju Krakovskega gozda se nahaja nekaj divjih odlagališč, IPPC zavezancev, v zaledju pa so kmetijske površine, njive in pašniki.

Na osnovi pridobljenih podatkov predpostavljamo, da je razlog za neugodno stanje ekosistemov količinsko stanje podzemne vode (srednja raven zaupanja).

Predlogi:

Ker na območju ekosistema ni objektov, na podlagi katerih bi lahko predlagali monitoring za spremljanje kakovostnega stanja podzemne vode, predlagamo, da se najprej izvede terenski ogled območja. Na reprezentativnih merilnih mestih predlagamo spremljanje hidroloških parametrov podzemne vode.

2.5. VTPodV 3015 Zahodne Slovenske gorice

2.5.1. Dobrava

Ekosistem:

Na območju Dobrave (Zgornja Senarska pri Lenartu v Slovenskih Goricah) se nahaja obsežen ilirski hrastovo-belogabrov gozd. Ekosistem je odvisen od podzemne in površinske vode, kjer njuno odvisnost prikazuje Slika 1, primer B (Priloga 2). Ekosistem je uvrščen v prioritetni razred 2, kar pomeni, da v neugodnem stanju ohranjenosti in ga je potrebno obnoviti, da vi se vrste oziroma habitatni tipi povrnili v ugodno stanje ohranjenosti.

Geologija:

Območje ekosistema gradijo miocenske plasti laporja, peska, prod, peščenjaka in konglomerata, ter kvartarni aluvialni nanosi rek, kot so pesek, melj in glina (Buser, 2010) (Priloga 3).

Hidrogeologija:

Gre za manjši vodonosnik z lokalnimi in omejenimi viri podzemne vode (VS 32727 Slovenske gorice – zahodni del; VTPodV 3015 Zahodne Slovenske gorice). Tok podzemne vode se nahaja blizu površine in je usmerjen proti J, podobno kot tok površinske vode (Brenčič in sod., 2006) (Priloga 4).

Monitoring:

Meritve kakovosti podzemne in površinske vode:

Za ekosistem ni merilnih mest za spremljanje kakovosti podzemne ali površinske vode (Priloga 5).

Meritve hidroloških parametrov podzemne in površinske vode:

Za ekosistem ni merilnih mest za spremljanje hidroloških parametrov podzemne in površinske vode.

Pokrivanje VVO z ekosistemom:

Obravnavani ekosistem ni na VVO (Priloga 6).

Reprezentativna merilna mesta za ekosistem:

Za obravnavan ekosistem ni reprezentativnih merilnih mest za spremljanje kakovosti in hidroloških parametrov podzemne vode.

Obremenitve in vzroki za poslabšanje stanja ekosistema:

Na območju Pesniške doline (Pesnica, Drvanja) je bilo reguliranih več potokov, saj so v preteklosti ob močnejših padavinah poplavljali (KOVA d.o.o, 2009; Bukovnik in Ivanuša, 2009). Čez ekosistem in v neposredni bližini poteka več cestnih povezav, v zaledju poselitev, viri IPPC, divja odlagališča odpadkov in kmetijska zemljišča, ki bi lahko povzročila onesnaženja.

Predviden razlog za neugodno stanje ohranjenosti ekosistema, je glede na informacije strokovnjakov, količinsko stanje podzemne vode (srednja raven zaupanja).

Predlog:

Ker na območju ekosistema ni objektov, na podlagi katerih bi lahko predlagali monitoring za spremljanje kakovostnega stanja in hidroloških parametrov podzemne vode, predlagamo, da se najprej izvede terenski ogled območja.

2.6. VTPodV 3012 Dravska kotlina

2.6.1. Drava

Ekosistem:

Gozdni ekosistem sestoji iz obrečnih hrastovo-jesenovo-brestovih gozdov in ilirskih hrastovo-belogabrovih gozdov, ki se razprostirajo v širšem pasu dolvodno ob ravninah ob reki Dravi na Dravskem in Ptujskem polju. Poplavni gozdovi na območju Nature 2000 predstavljajo poplavno linijo 5-letnih voda in so odvisni tako od podzemne vode kot od rednih poplav (ustni vir, Kaligarič S., 2008). Ekosistem je odvisen od podzemne in površinske vode in sicer od visokih nivojev podzemne vode in občasnih poplavljanj rečne vode (Slika 1, primer C in D) (Slika 1) (Priloga 2). Ekosistem je uvrščen v prioritetni razred 1, kar pomeni, da je v neugodnem stanju ohranjenosti in ga je potrebno obnoviti, da bi se vrste oziroma habitatni tipi povrnili v ugodno stanje ohranjenosti.

Geologija:

Vrhno plast Dravskega polja gradijo holocenske in pleistocenske prodne in glinaste naplavine. Najnižji del (ob strugi) predstavlja holocenska ravnica, ki je razčlenjena v komaj opazne terase. Pleistocenske rečne naplavine so sestavljene iz proda s peskom in muljem, med katerega so vložene plasti in leče peska. Prod se je ponekod sprijel v plasti in leče rahlo vezanega konglomerata. Ti konglomeratni vložki se nahajajo ob robovih teras. Pod nizko pleistocensko teraso se razprostira holocenska ravnica, ki je presekana s starimi strugami in rokavi reke Drave. Pod to plastjo je prod s peskom. Na Dravskem polju je debelina pleistocenskih prodnih naplavin na osrednjem delu polja 22-26 m in holocenskih prodno-peščenih teras 4,5-18 m (Žlebnik, 1982). Na Ptujskem polju se pod kvartarnim aluvialnim nanosom nahaja podlaga - terciarne plasti (konglomerat, zbiti pesek, glina in lapor) (Žlebnik, 1991) (Priloga 3).

Hidrogeologija:

Ekosistem se nahaja na VS 32714 Dravsko polje in 32715 Ptujsko polje v VTPodV 3012 Dravska kotlina in na VS 32728 Slovenske gorice – južni del v VTPodV 3015 Zahodne Slovenske gorice). Medzrnski obširni in srednje do visoko izdaten vodonosnik Dravskega polje (1. vodonosnik, 32714) se napaja z infiltracijo padavinami in Pohorskimi potoki (Pekrski, Radvanjski, Razvanjski, Pivolski, Hočki, Polanski (Slivniški) in Rančki) (Priloga 4). Smer toka podzemne vode je od Z proti V. Pod robom visoke pleistocenske terase se podzemna voda drenira v izviri, katerih vodo zberejo Miklavška studenčnica, Struga in Pobreška Studenčnica. Prodni zasip Drave je dobro prepusten. Po izgradnji HE Zlatoličje se je gladina podzemne vode znižala na območju med Kungoto, Prepoljem, Staršami in Zlatoličjem od 2 do 3 m in v neposredni bližini odvodnega kanala do 9 m (Žlebnik, 1982). Reka Drava predstavlja pomembno hidrodinamsko mejo v aluvialnem vodonosniku. V večji meri reka Drava deluje kot drenažna meja, vodonosnik pa napaja na območjih Selniške Dobrave, Vrbanskega platoja, Ruš in Mariborskega otoka. Vzporedno z Dravo med Mariborom in Ptujskim jezerom poteka še umetni kanal HE Zlatoličje, ki ima izrazit vpliv na smer toka podzemne vode v JV delu Dravskega polja, nizvodno od strojnice (Prestor in sod., 2006). Koeficient prepustnosti je v razponu od $2,99 \cdot 10^{-2}$ m/s (Cirkovce) do $8,08 \cdot 10^{-4}$ m/s (Pleterje) na Dravskem polju. Omočena plast aluvialnega 1. vodonosnika na Dravskem polju je debela med 12 do 22 m (Prestor in sod., 2006).

Vodonosnik Ptujsko polje (32715) sestavljajo dobro prepustni kvartarni dravski prod, terciarna podlaga pa je slabo prepustna. Podzemna voda se pretaka od SZ proti JV približno vzporedno s tokom reke Drave (Žlebnik, 1991). Omočena vodonosna plast na Ptujskem polju je debeline od 5 do 12 m. Koeficient prepustnosti na Ptujskem polju je od $1,58 \cdot 10^{-3}$ m/s do $6,48 \cdot 10^{-4}$ m/s (Prestor in sod., 2006). Vodonosnik napajajo padavine, v manjši meri se napaja z infiltracijo hudournikov z obrobne gričevja in z infiltracijo reke Drave. Infiltracija Pesnice in njenih pritokov je majhna

zaradi zablatenosti strug. Med Markovcem in Ptujem je z dograditvijo HE Formin nastalo umetno Ptujsko jezero. S severa priteče na Ptujsko polje pri Dornavi reka Pesnica, ki teče po polju do izliva Drave pri Ormožu. V Pesnico se stekajo vode Podgorskega in Sejanskega potoka. Pod ježo visoke trase izvirajo studenčnice (Muretinska, Forminska in Osluševska Zvirenčina), ki so odvisne od nihanja podzemne vode. Večji del podzemne vode se drenira v drenažni kanal vzdolž nasipov Ptujkega jezera, v reko Dravo in v Zvirenčine ali odvodni kanal HE Formin. Na nihanje gladine podzemne vode vplivajo padavine, zajezena voda v Ptujskem jezeru in gladina podzemne vode v stari dravski strugi. Ob Ptujskem jezeru je gladina podzemne vode nagnjena proti JV. Gladina podzemne vode je na večjem delu Ptujkega polja sorazmerno plitvo pod površino. Vodonosna prodna plast na Ptujskem polju je dobro prepustna ($2,3 \cdot 10^{-3}$ do $3,5 \cdot 10^{-3}$ m/s) (Žlebnik, 1991). HE Formin naj ne bi vplivala na znižanje gladine podzemne vode zaradi tesnilne stene na obeh straneh kanala (Žlebnik, 1991). Gladina podzemne vode se je nekoliko znižala med odvodnim kanalom in staro dravsko strugo. Na tem območju se podzemna voda napaja skoraj izključno iz stare rečne struge Drave.

Oba vodonosnika sta odprta in tako izpostavljen vnosu onesnaževal s površja in sta izredno ranljiva (Prestor in sod., 2006).

Monitoring:

Meritve kakovosti podzemne in površinske vode:

Na merilnih mestih SIGET H-50 in Starše (Sta-1/10) smo pregledali kakovost podzemne vode. Podzemna voda na merilnem mestu SIGET H-50 (2012-2014) je ustrezala kriterijem *Uredbe o standardih kakovostih podzemne vode* (UL RS, št. 100/05) in ima dobro kemijsko stanje, medtem, ko na merilnem mestu Sta-1/10 koncentracije nitrata v podzemni vodi (2013 in 2014) občasno presegajo mejne vrednosti glede na *Uredbo o standardih kakovostih podzemne vode* (UL RS, št. 100/05) (ARSO, 2014b).

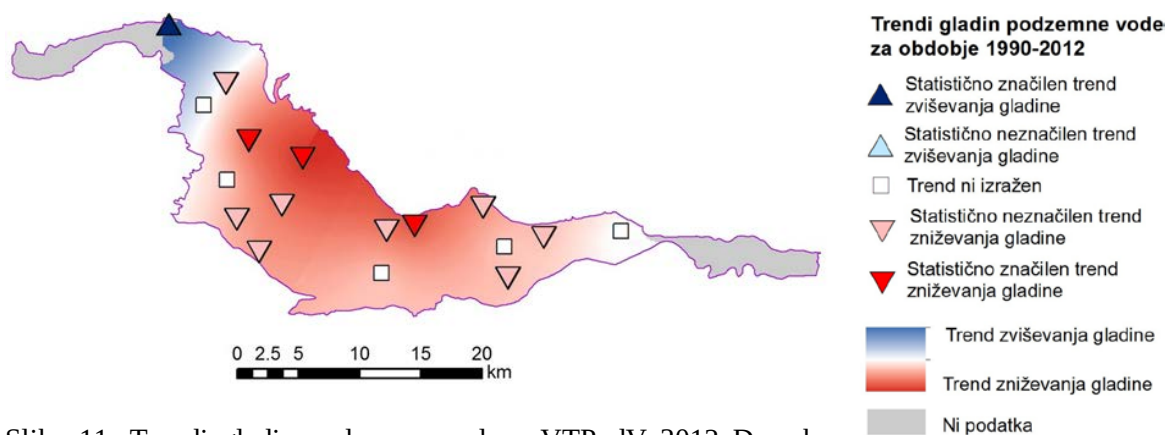
VTPodV Dravska kotlina je v slabem kemijskem stanju na račun preseženih nitratov, atrazina in desetil-atrazina. Preseganje standardov kakovosti je najbolj izrazito v osrednjem delu Dravskega polja (ARSO, 2013). Koncentracija onesnaževal (nitrati, atrazin, desetil-atrazin, pesticidi, trikloroeten) v podzemni vodi v povprečju upada (ARSO, 2007; ARSO, 2008b; ARSO, 2009; ARSO, 2010; ARSO, 2012a; ARSO, 2013; ARSO, 2013b).

Na podlagi rezultatov CRP »*Možnosti kmetovanja na vodovarstvenih območjih*« (Urbanc in sod., 2013) smo ugotovili, da ima podzemna voda v Rošnji in Lokah blizu reke Drave v neposredni bližini ekosistemov (merilni mesti DS1 in L2; Rošnja in Loka pri reki Dravi) povišane nitrata (med 40 in 70 mg/l).

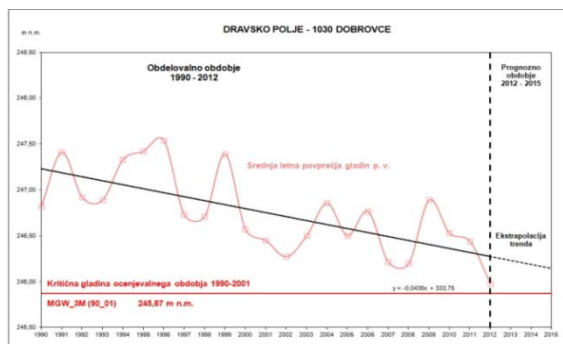
Na reki Dravi smo preverili kemijsko in ekološko stanje na reki Dravi na merilnih mestih Mariborski otok, Borl in Kanal HE Zlatoličje Prepolje, ki so imeli dobro kemijsko (2006-2011), ter slabo ali zmerno ali dobro ekološko stanje (2006-2010) (ARSO, 2008c, ARSO, 2010b, ARSO, 2010c, ARSO, 2012b, ARSO, 2013).

Meritve hidroloških parametrov podzemne in površinske vode:

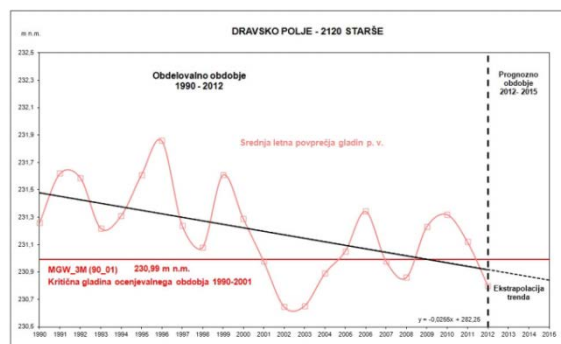
Gladine podzemne vode smo obravnavali na merilnih mestih Starše (2120), Starše (Sta 1/11), Stojnci (0240) in Ptuj (0721). Iz slike 11 je razvidno, da se gladina podzemne vode znižuje predvsem v osrednjem delu VTPodV Dravska kotlina. Na Dravskem polju tako izstopajo merilna mesta Dobrovce (1030) (Slika 12) in Starše (2120) (Slika 13), na Ptujem pa Ptuj (0721) (Slika 14) s statistično značilnim trendom zniževanja gladine (ARSO, 2014).



Slika 11: Trendi gladin podzemne vode v VTPodV 3012 Dravska kotlina (1990-2012) (ARSO, 2014)



Slika 12: Trendi gladine podzemne vode na merilnem mestu Dobrovce (1030) (ARSO, 2014)

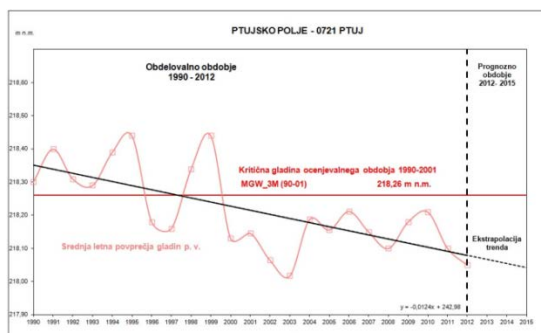


Slika 13: Trendi gladine podzemne vode na merilnem mestu Starše (2120) (ARSO, 2014)

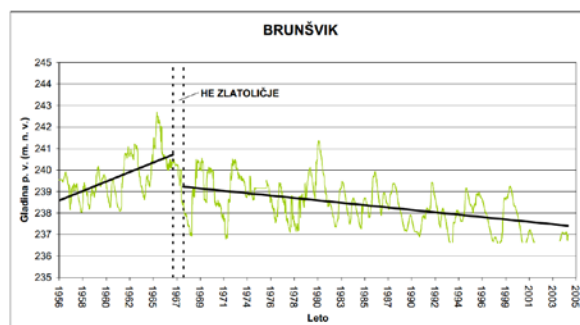
Na Dravskem polju so k spremembam količinskega stanja prispevale preusmeritve vodotokov (Pohorski potoki) in umetni kanali. Po izgradnji HE Zlatoličje se je znižala rečna gladina med Mariborom in Ptujem, ko so pri Meljah del vode preusmerili v umetni vodotesni kanal HE.

Odvodni kanal je globoko vkopan v vodonosnik in tako izsušuje južni del Dravskega polja (Mikulič, 2006).

Gladina vode v strugi reke Drave vpliva na gladino podzemne vode na območju dreniranja med strugo reke Drave in odvodnim kanalom HE Zlatoličje. Odvodni kanal je tudi v tem primeru drenira podzemne vode. Vpliv izgradnje HE Zlatoličje se vidi na Sliki 15, kjer je prikazana gladina na postaji Brunšvik (1710), ki predstavlja reprezentativno mersko mesto za osrednji del Dravskega polja. Trend upadanja gladine je opazen že od izgradnje kanala, negativni trend pa so v osemdesetih povečale tudi regulacije pohorskih potokov, ki ponikajo na Dravskem polju. Generalna smer toka podzemne vode je na Dravskem polju pred izgradnjo odvodnega kanala HE Zlatoličje bila od Z proti V. Po izgradnji odvodnega kanala HE Zlatoličje se je smer toka na JZ delu polja spremenila proti kanalu, to je proti SV (Žlebnik, 1982).



Slika 14: Trendi gladine podzemne vode na merilnem mestu Ptuj (0721) (ARSO, 2014)



Slika 15: Trendi gladine podzemne vode na merilnem mestu Brunšvik (1710) (ARSO, 2005)

Na merilnih mestih Ptuj in Markovci na reki Dravi nismo opazili posebnih trendov v pretokih površinske vode.

Pokrivanje VVO z ekosistemom:

Del ekosistema ob reki Dravi (Rošnja, Prod pri Zlatoličju in Krčevina pri Ptuj) se nahaja na širšem VVO Dravskega polja (Priloga 6).

Reprezentativna merilna mesta za ekosistem:

Merilni mesti Starše (Sta-2/10) in Sigeth-50 za spremljanje kakovosti podzemne vode ter Starše (2120) in Stojnci (0240) za spremljanje hidroloških parametrov podzemne vode.

Obremenitve in vzroki za poslabšanje stanja ekosistema:

Domnevni razlog za poslabšanje ekosistema je padec gladine podzemne vode in reke Drave (poglobljena struga, regulacija, spremenjen hidrološki režim zaradi HE; po letu 2002 regulacije pohorskih potokov in izraziti meteorološki pogoji – suša v letih 2002, 2003 in 2011) (ustni vir, Kaligarič, S., 2008; ARSO, 2003). HE Zlatoličje je vplivala na spremembo gladine podzemne

vode (Mikulič, 2006), medtem, ko HE Formin malo vpliva na nihanje podzemne vode (Žlebnik, 1991). Ob Dravi so stranski rokavi suhi, veliko je črnih odlagališč (salonitne plošče; Splet 5 in Splet 6; ustni vir, Kaligarič, 2008) in gramoznic (izkoriščanje proda) (ustni vir, Kaligarič S., 2008). Prav tako so zaradi obstoječih HE onemogočene melioracije, obrežna zavarovanja, preprečen pretok skozi rokave in mrtvice zaradi prenizkih pretokov, pospešeno zaraščanje prodišč in poglabljanje dna zaradi odvzemov proda. Prav tako pa na slabo kemijsko stanje vpliva raba gnojil in pesticidov, saj je v zaledju vodonosnika velik delež kmetijskih in grajenih površin.

Predviden razlog za neugodno stanje ohranjenosti ekosistema je količinsko stanje podzemne vode (srednja raven zaupanja).

Predlogi:

Spremljanje kemijskega in količinskega stanja podzemne vode na reprezentativnih merilnih mestih.

2.7. VTPodV 4016 - Murska kotlina

2.7.1. Mura

Ekosistem:

V pasu na obeh straneh reke Mure in v spodnjem toku reke Mure, ki se razširi do reke Ledave do meje s Hrvaško, se nahajajo ogroženi obrečni hrastovo-jesenovo-brestovi (Apače, M. Črnci, Ižakovci, Gor., Sr., in Dol. Bistrica in Križovec – Murska šuma) in ilirski-hrastovo-belogabrovi gozdovi (Bunčani in Kapca), ki so odvisni tako od površinske, kot tudi podzemne vode. Ekosistem je odvisen od visokih nivojev podzemne vode in občasnih poplav (Primer C in D, Slika 1) (Priloga 2). Ekosistem je uvrščen v prioritetni razred 1, kar pomeni, da je v neugodnem stanju ohranjenosti in ga je potrebno obnoviti, da bi se vrste oziroma habitatni tipi povrnili v ugodno stanje ohranjenosti.

Geologija:

Zaledje ogroženih ekosistemov gradijo kvartarni debelozrnati terestrični sedimenti (pesek, prod in grušč), pliocenski in pliokvartarni prod, pesek in melj, ter pliocenski drobnozrnati terestrični sedimenti (Buser, 2010; Prestor in sod., 2006) (Priloga 3).

Hidrogeologija:

Medzrnski vodonosniki na kvartarnih naplavinah (VTPodV 4016 Murska kotlina) se napajajo z infiltracijo padavin, dotokom površinskih voda z območja Goriškega in Slovenskih goric in reke Mure (Prestor in sod., 2006). Reka Mura in podzemna voda vodonosnikov Apaško polje (Mikulič

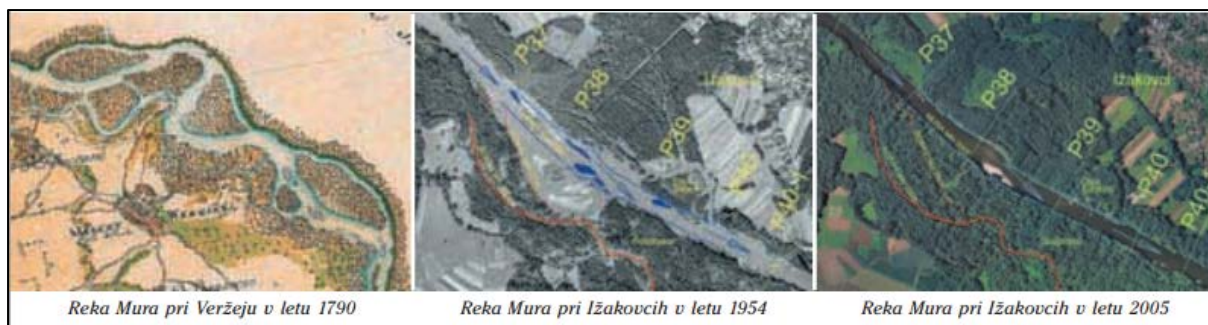
in sod., 2004; Prestor in sod., 2006) in Dolinsko Ravensko sta hidravlično povezana (Prestor in sod., 2006).

Tok podzemne vode je ob srednjem vodnem stanju v osrednjem delu struge na območju *Apaškega polja* vzporeden z reko, na Z Mura napaja vodonosnik, na V pa ga drenira (Feguš in Golnar, 2012; Prestor in sod., 2006). Vodonosnik je v hidrodinamskem smislu odprtega tipa s prosto gladino podzemne vode, kar predstavlja visoko ranljivost vodonosnika (prepustnost na Apaškem polju $4,8 \cdot 10^{-4}$ m/s in na Dolinsko Ravenskem $4,8 \cdot 10^{-4}$ m/s). Podzemna voda se nahaja blizu površju, nekaj metrov (< 3 m). V hribovitih predelih se podzemna voda nahaja od nekaj metrov do več deset metrov globoko. Debelina holocenske omočene plasti na Z delu polja znaša v povprečju 6 m. Tako ostane vse do Dokležovja, kjer se debelina poveča na 10 m in tudi več. Od Kroga proti V se pod holocensko prodno plastjo pojavi pleistocenska plast. Debelina pleistocenskih prodov je zelo različna, ponekod pa preseže 30 m. Debelina pliokvartarnih prodov, kjer jih sploh lahko najdemo, ni raziskana (Feguš, 2006 v Prestor in sod., 2006).

Aluvialni vodonosnik je po razsežnosti regionalni vodonosnik, srednje do visoko izdaten z relativno majhno debelino omočenosti (Feguš in Golnar, 2012; Prestor in sod., 2006). Majhne spremembe gladine podzemne vode zato pomenijo relativno velike spremembe zalog podzemne vode (Feguš in Golnar, 2012). Pod strugo reke Mure so možni prekomejni tokovi podzemne vode, vendar pa danes velja, da niso večjega pomena. Podobno velja za mejno območje na porečju Kučnice. Podobne razmere so privzamete za JV mejo – mejo s Hrvaško ob reki Muri (Prestor in sod., 2006).

Na *Apaškem polju* smer toka podzemne vode poteka od roba Slovenskih goric proti Muri (JZ-SV), vendar ne pravokotno na reko. Na Z Apaškega polja reka Mura napaja podzemni vodo, na V delu polja pa jo drenira. Lokalno Mura infiltrira v podzemno vodo zaradi umetnih depresij, ki jih povzročajo drenaže pri Segovcih in črpališče v Podgradu (Mikulič in sod., 2004; Petauer, 2007). Studenčnice, ki tečejo preko ravnice praktično vzporedno s tokom reke Mure napajajo in drenirajo vodonosnik. Ker s sabo nosijo veliko finega materiala (fin pesek, melj, glina), so brežine slabo prepustne (Petauer, 2007).

Reka Mura se je pri Ižakovcih med leti 1954 in 2005 močno spremenila. V letu 1954 je imela reka Mura še viden rečni okljuk, od katerega je ostal le rečni rokav, v široki strugi pa so otoki in prodišča. V letu 2005 opažajo, da so na nekdanjem rečnem okljuku danes gozdne površine, nekdanja desna brežina pa je danes brežina rokava. Ugotavljajo tudi, da je dno struge pri Ižakovcih (od l. 1979) poglobljeno za 2,28 m (Globevnik, 2008).



Slika 16: Spreminjanje rečne struge v letih 1790, 1954 in 2005 (Globevnik, 2008)

Monitoring:

Meritve kakovosti podzemne in površinske vode:

Na merilnih mestih na Apaškem polju: Žepovci (Žep-2/10), Črnci (Črn-2/10), Mali Segovci, na Dolinsko-Ravenskem: Rankovci (3371), Benica (0111), Gornji Lakoš (PP-2/03), na Mursko-Ljutomerskem polju: Vučja vas (0271) in Nedelca (BLP-2) smo preverjali kakovost podzemne vode.

Podzemna voda v Malih Segovcih je bila v letih 2004-2006 prekomerno obremenjena z nitrati in desetil-atrazinom, medtem ko je bila v letih 2007 in 2008 prekomerno obremenjena z nitrati, lahkohlapnimi alifatskimi halogeniranimi ogljikovodiki in pesticidi (desetil-atrazin). Po letu 2007 zasledimo trend zniževanja nitratov in pesticidov (ARSO 2014b).

Podzemna voda v Žepovcih (Žep-2/10) je bila v letih 2012 obremenjena z nitrati, lahkohlapnimi alifatskimi halogeniranimi ogljikovodiki in pesticidi, in v letu 2013 z nitrati, lahkohlapnimi alifatskimi halogeniranimi ogljikovodiki in pesticidi (ARSO 2014b).

Podzemna voda v Črncih (Črn-2/10) je obremenjena z nitrati (2004-2006). V letih 2003, 2007 in 2008 je bila podzemna voda poleg nitratov prav tako obremenjena z lahkohlapnimi alifatskimi halogeniranimi ogljikovodiki in pesticidi. V letih od 1998-2005 so v podzemni vodi zaznali višanje koncentracij kloridov (ARSO 2014b).

Vzorci podzemne vode na merilnih mestih Rankovci (3371) in Krog so bili ocenjeni kot ustrezni, razen v letu 2004, ko so na merilnem mestu Rankovci izmerili povišane vrednosti desetil-atrazina, v letu 2005 povišane vrednosti nitratov in desetil-atrazina in v letu 2006 prav tako povišane vrednosti nitratov (ARSO 2014b).

V zadnjih letih se je na omenjenih merilnih mestih kakovostno stanje podzemne vode izboljšalo, vendar je skupno stanje kakovosti podzemne vode slabo (ARSO 2014b).

V letih od 2010-2013 so v podzemni vodi na merilnem mestu Odranci (Od-1/09) zaznali povišane koncentracije nitratov, lahkih alifatskih ogljikovodikov in pesticidov. Podzemna voda je bila na merilnem mestu Benica (0111) leta 2004 prekomerno onesnažena z amonijem, v letih 2005 in 2006 z amonijem, kalijem in pesticidi, ter med letoma 2007 in 2013 z nitrati, lahkih alifatskih halogenirani ogljikovodiki, ter pesticidi (ARSO, 2014b).

Podzemna voda je bila na merilnem mestu Gornji Lakoš (PP-2/03) v letih 2004 in 2005 onesnažena z ortofosfati (ARSO, 2008b).

Vzorci podzemne vode na merilnem mestu Vučja vas (0271) so bili do leta 2012 ustrezni, nato pa so v letih 2012 in 2013 izmerili povišane koncentracije nitratov in lahkih alifatskih halogenirani ogljikovodikov. V letu 2013 je podzemna voda bila prav tako obremenjena s pesticidi.

Koncentracije onesnaževal (nitrati, atrazin, desetil-atrazin, pesticidi, trikloroeten) v podzemni vodi v povprečju upadajo (ARSO, 2007; ARSO, 2008b; ARSO, 2009; ARSO, 2010; ARSO, 2012a; ARSO, 2013; ARSO, 2013b).

Površinska voda:

Pri Ceršaku je bilo kemijsko stanje reke Mure v letu 2001 slabo, saj so koncentracije policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAO) presegale mejno vrednost (ARSO, 2003). V letu 2002 je bilo kemijsko stanje Mure slabo pri Ceršaku, medtem ko je bilo pri Moti dobro. Pri Ceršaku so bile presežene mejne koncentracije PAO in adsorbirani organski halogeni (AOX), ki so presegle vrednost 20 µg/l Cl/l (ARSO, 2004a). V letu 2003 pri Ceršaku opazajo slabo kemijsko stanje, ker trend časovne vrste letnih povprečnih vrednosti za zadnjih 5 let prednostnega seznama (PS) v sedimentu (za kadmij - Cd in živo srebro - Hg) narašča (ARSO, 2007).

Na merilnem mestu Mele (VT Mura Ceršak – Petanjci) je imela reka Mura dobro kemijsko stanje (2006-2010), ekološko stanje dobro (2006-2008) in zmerno (2009, nitrat). Na merilnem mestu Mota (VT Kučnica Mura Petanjci – Gibina) je imela reka dobro kemijsko stanje (2006-2009) in dobro ekološko stanje (2006-2008). Na merilnem mestu Orlovšček (VT Mura Gibina – Podturen) je imela reka dobro kemijsko stanje (2006-2010) in zmerno (2006-2008; AOX), ter dobro (2010) ekološko stanje.

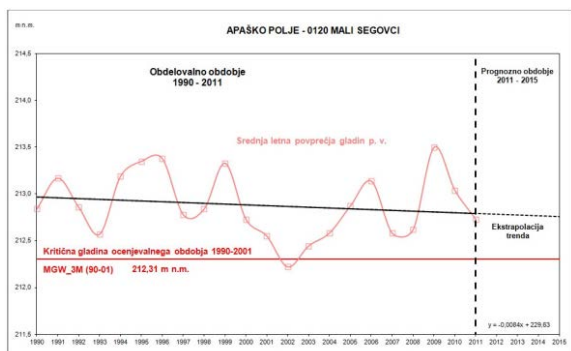
Reka Ledava (VT Ledava državna meja – zadrževalnik Ledavsko jezero) je imela na merilnem mestu Sveti Jurij dobro kemijsko stanje (2006-2010) in zmerno ekološko stanje (2006-2010; kobalt). Na merilnem mestu Čentiba (VT Ledava zadrževalnik Ledavsko jezero – sotočje z Veliko Krko) je imela reka dobro kemijsko stanje (2006-2010) in zmerno ekološko stanje (2006-2010; metaloklor, bor). Na merilnem mestu Murska šuma je imela reka (VT Ledava mejni odsek) dobro kemijsko stanje (2006-2010) in zmerno ekološko stanje (2006-2010; bor).

Meritve hidroloških parametrov podzemne in površinske vode:

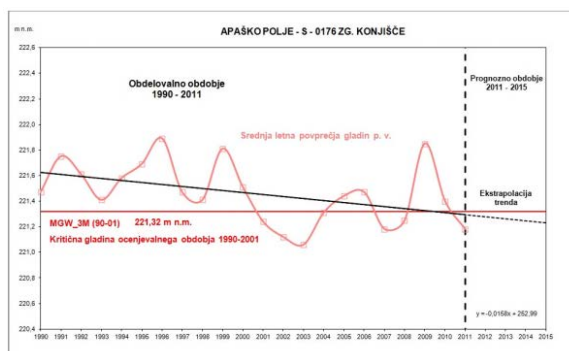
Na merilnih mestih na VTPodV 4016 Murska kotlina smo spremljali gladine podzemne vode sledečih merilnih mestih:

- Apaško polje (42811): Zgornje Konjišče (S-0176), Žepovci (300), Črnci (Črn-2/10), Segovci (0141), Mali Segovci (0120);
- Mursko-Ljutomersko polje (42812): Bunčani (0611)
- Dolinsko Ravensko (42813): Murski Petrovci (3552), Krog (2932), Bakovci (2630), Rankovci (3370), Melinci (2000), Benica (0111), Kapca (0185), Gornji Lakoš (0271), Brezovica (0970), Zgornje Krapje (04000) in Veščica (0120).

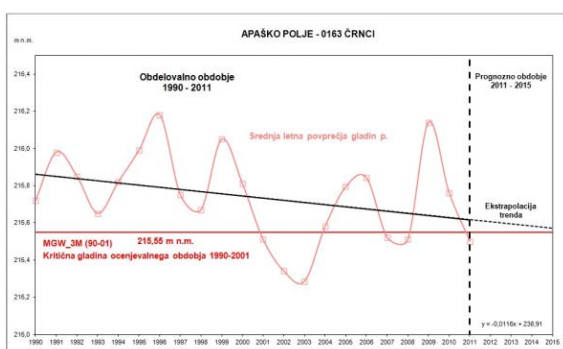
Statistično značilno zniževanje gladine podzemne vode (1990-2012, Slika 17-Slika 19) smo opazili na merilnih mestih Mali Segovci (0120), Zgornje Konjišče (S-0176) in Črnci (0163) (ARSO, 2014).



Slika 17: Trend zniževanja gladine podzemne vode na merilnem mestu Mali Segovci (0120) (ARSO, 2014)



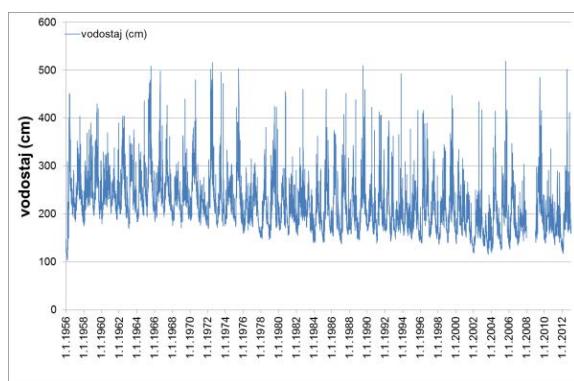
Slika 18: Trend zniževanja gladine podzemne vode na merilnem mestu Zgornje Konjišče (S-0176) (ARSO, 2014)



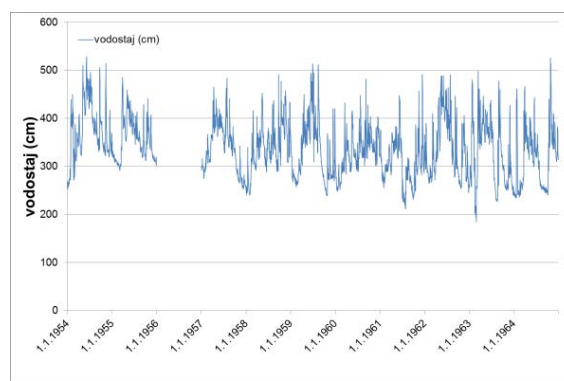
Slika 19: Trend zniževanja gladine podzemne vode na merilnem mestu Črnci (0163) (ARSO, 2014)

Na ostalih merilnih mestih smo opazili trend upadanja gladine podzemne vode (Rankovci (3370), Kapca (0473), Gornji Lakoš (0271), Ključarovci (0540), Veščica (0120), Žepovci (0300)), ki ni statistično značilen in trend naraščanja gladine podzemne vode (Radmožanci (0411), Segovci (0114), Plitvica (0090)) oziroma trend ni izražen na sledečih merilnih mestih: Murski Petrovci (3552), Krog (2932), Bakovci (2630), Brezovica (0970), Melinci (2000), Benica (0111), Zgornje Krapje (0400)).

Prav tako smo ugotovili, da se je pretok reke Mure v zadnjih letih spreminjal, in sicer se je vodostaj reke Mure pri Petanjcih ($r = -0,29$; $p < 0.05$) in Veržeu ($r = -0,29$; $p < 0.05$) (Sliki 20 in 21) znižal in je statistično značilen.

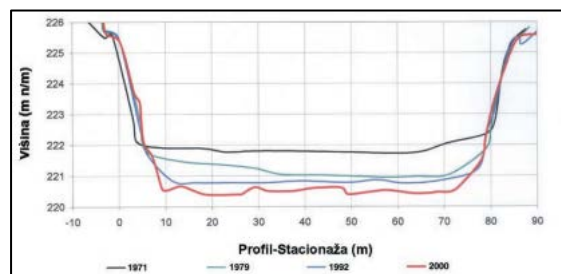


Slika 20: Vodostaje reke Mure pri Petanjcih (1970 - 2012) (ARSO, 2014a)

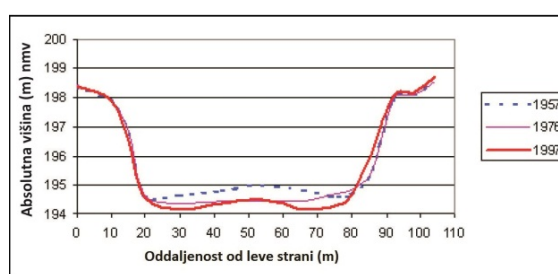


Slika 21: Vodostaj Mure pri Veržeu med leti 1954 in 1964 (ARSO, 2014a)

Iz Slik 22 in 23 je razvidno, da se je rečno dno Mure skozi leta poglobljalo. Zaradi verige elektrarn se je namreč bistveno zmanjšala prodonosnost (prenašanje proda in blata), zaraščanje in oženje struge pa je povzročalo večjo rečno erozijsko moč in poglobljanje struge, kar je skupaj z nižjimi rečnimi vodostaji povzročalo znižanje gladin podzemne vode (Mikulič in sod., 2004). Dno reke Mure v Sloveniji se je med letom 1979 in 2007 povprečno poglobilo za 22 cm, kar sovпада z znižanjem povprečnih gladin podzemne vode za to obdobje (Globevnik, 2009).



Slika 22: Sprememba rečnega dna Mure v Avstriji v bližini Apaškega polja (Habersack in Mikoš, 2001)



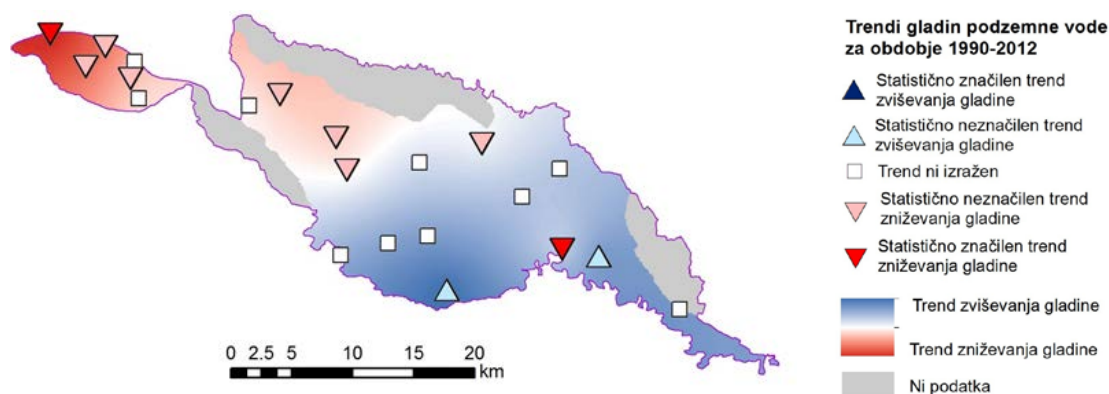
Slika 23: Rečna morfologija korita v Petanjcih (Globevnik, 2007)

Ne samo količina vode, ampak tudi spremenjene količine proda, ki ga reka lahko in zmore prenašati po strugi navzdol, zaradi regulacij in hidroenergetske izrabe reke Mure v Avstriji in

spremenjeni odtoki iz celotnega porečja, spreminjajo tudi hidrološke lastnosti murskih mokrišč (Globevnik, 2008).

Podatki hidrometeorološkega zavoda Slovenije za Mursko šumo kažejo, da se je gladina podzemne vode v 40 letnem obdobju (1953-1992) povprečno znižal za 1,5 cm letno (skupaj 60 cm) in v dveh desetletjih (1970-1992) pa kar za 2,55 cm letno (skupaj 51 cm) (Smolej, 1995).

Primerjava hidroloških razmer med 1953-1992 je potrdila upad gladine podzemne vode v SV Sloveniji (gozdni ekosistem Hraščica pri Renkovcih) kar za 1,5 cm/letno, kar pomeni v skupnem obdobju (~40 let) za več kot 50 cm (Smolej in Hager, 1995). Slika 24 prikazuje trend gladin podzemne vode na VTPodV 4016 Murska kotlina za obdobje 1990-2012.



Slika 24: Trendi gladin podzemne vode VTPodV 4016 Murska kotlina (1990-2012) (ARSO, 2014)

Pokrivanje VVO z ekosistemom:

Del ekosistema se na Apaškem polju nahaja na najožjem in ožjem VVO črpališča Segovci, na Dolinsko Ravenskem pa kar na treh VVO: na najožjem, ožjem in širšem VVO črpališča Krog, na širšem VVO črpališča Mota, ter na najožjem, ožjem in širšem VVO črpališča Garbje (Priloga 6).

Reprezentativna merilna mesta za ekosistem:

Za kakovost podzemne vode za opisan ekosistem merilni mesti Črnci (Črn-2/10), Krog in Benica (0111) in za spremljavo hidroloških parametrov podzemne vode merilna mesta Črnci (0163), Bakovci (2630), Melinci (2000) in Benica (0111).

Obremenitve in vzroki za poslabšanje stanja ekosistema:

Globevnik in Kaligarič (2005) in Globevnik (2009) navajajo, da so glavni verjetni razlogi za sušenje obrečnih gozdov posegi na reki Muri. V preteklosti so reko regulirali, postavljali hidroelektrarne v Avstriji, z osuševanjem mnogih meandrov reke Mure pa so občutno skrajšali dolžine rečne struge. Posledica tega (vključno s prerazporeditvijo padavin; Čater, 2002) je

zmanjšanje pojavljanja visokih pretokov in krajše trajanje poplav ter daljše suše, ker so obdobja z nizkimi pretoki daljša in ker se je struga reke Mure poglobila za povprečno 22 cm vode (IzVRS, 2008; Globevnik, 2009). Ker reka Mura napaja vodonosnik, so posledice odražajo na znižanju gladine podzemne vode (VS 42811, 42814, 42812). Prav tako tudi stare mrtvice, ki so neposredno povezane s podzemno vodo, niso več poplavljene (ustni vir, Kaligarič S., 2008).

Nadalje vrsta hidromorfoloških procesov pomembno vpliva na vodostaj reke Mure (protipoplavni objekti in naprave).

Poleg posegov na reki Muri so k poslabšanju ekosistemov pripomogli sprememba namena zemljišča, kjer so izkrčili gozdove in so prej močvirnata tla izsušili, rečne mrtvice pa zasuli. Območje Murske kotline je tako danes namenjeno intenzivni kmetijski pridelavi. Prav tako je veliko prodnih jam, kjer izkop proda sega pod gladino podzemne vode in tako znižuje gladino podzemne vode. S tem se je povečala ranljivost vodonosnika in so se povečale vodne izgube zaradi izhlapevanja (Mikulič in sod., 2004; Globevnik, 2009).

Zaradi intenzivnega kmetijstva in industrijske rabe zemljišča je podzemna voda prekomerno obremenjena s hranili (organsko onesnaženje – nitrati, pesticidi). Po procesu prečiščevanja industrijske odpadne vode se njihovi iztoki odvodnjavajo v vodotoke. Potrebno bi bilo preveriti, ali so te vode ustrezno prečiščene in primerne za izpust v vodotoke. Dolvodno ob reki Muri se nahaja kar nekaj IPPC zavezancev (npr. farma Prašičereje Podgrad, farma oziroma bioplinarna Nemščak Panvita), komunalne čistilne naprave in črna odlagališča.

Na osnovi pridobljenih podatkov predpostavljamo, da je razlog za neugodno stanje ekosistemov količinsko stanje podzemne vode (srednja raven zaupanja).

Predlogi:

Spremljanje kakovosti in hidroloških parametrov podzemne vode na reprezentativnih merilnih mestih.

2.8. VTPodV 4017 Vzhodne Slovenske gorice

2.8.1. Grabonoš

Ekosistem:

Na obravnavanem ekosistemu se nahajajo ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi, ki so odvisni od podzemne in površinske vode. Podzemna voda se nahaja plitvo pod površjem zaradi slabše prepustnih plasti, kot je prikazano na primeru B na Sliki 1 (Priloga 2). Ekosistem je uvrščen v

prioritetni razred 2, kar pomeni, da je v neugodnem stanju ohranjenosti in ga je potrebno obnoviti, da bi se vrste oziroma habitatni tipi povrnili v ugodno stanje ohranjenosti.

Geologija:

Zaledje ekosistema Grabonoš sestavljajo plasti gline in glinenega laporja, peskov, proda in gline (Buser, 2010) (Priloga 3).

Hidrogeologija:

Na območju ekosistema gre za manjše medzrnske vodonosnike z lokalnimi ali omejenimi viri podzemne vode (Prestor in sod., 2006) (Priloga 4) Ekosistem se nahaja na VS 42816 Slovenske gorice – severni in vzhodni del na VTPodV 4017 Vzhodne Slovenske gorice.

Monitoring:

Meritve kakovosti podzemne in površinske vode:

VTPodV 4017 Vzhodne Slovenske gorice je med leti 2007 in 2013 bilo v dobrem kemijskem stanju (ARSO, 2014b). Na merilnem mestu Rajšpov izvir so koncentracija atrazina (2008) in desetil-atrazina presegala standardne kakovosti (2007-2009, 2011-2013) in na merilnem mestu Lukavci V3 prav tako desetil-atrazina (2007) (ARSO, 2014b).

Najbližje merilno mesto ekosistemu je Spodnji Ivanci, kjer ugotavljajo dobro kemijsko stanje podzemne vode (2007-2013) (ARSO, 2014b). Podzemna voda je imela v Grabonošu nizke koncentracije kisika, prav tako koncentracije kloriranih organskih spojin. Vsebnosti sulfata in klorida presegajo mejne vrednosti, enako tudi koncentracije kloriranih organskih spojin (pro LOCO d.o.o. in Inštitut za varstvo okolja – ZZV Maribor, 1999). Na območju ekosistema ni merilnih mest za kakovost površinskih vod. Na območju ekosistema ni merilnih mest za spremljanje kakovosti površinske vode.

Meritve hidroloških parametrov podzemne in površinske vode:

Na treh vodnjakih v Grabonošu (14, 19, 4a) so se izvajale meritve gladine podzemne vode, ki so v razponu med 203,86 in 206,41 m n.m. (Krivic, 2008) (Priloga 5).

Pokrivanje VVO z ekosistemom:

Obravnavani ekosistem ni na VVO (Priloga 6).

Reprezentativna merilna mesta za ekosistem:

Za obravnavan ekosistem ni reprezentativnih merilnih mest za spremljanje kakovosti in hidroloških parametrov podzemne vode.

Obremenitve in vzroki za poslabšanje stanja ekosistema:

Graboniški potok je reguliran. V letih 2001 in 2008 so bile na območju Grabonoša opravljene meritve gladine podzemne vode z namenom ugotavljanja vpliva izgradnje avtoceste. Krivic (2008) ugotavlja, da podzemna voda v Grabonošu ni pod vplivom avtoceste. Občasno pomanjkanje podzemne vode v vodnjakih pa povezuje s spremenjenimi podnebnimi dejavniki. Na Grabonoškem potoku so v načrtu bile vodnogospodarske ureditve (pro LOCO d.o.o. in Inštitut za varstvo okolja – ZZV Maribor, 1999). Vir onesnaženja prihaja iz okoliških površin in naselij.

Na osnovi pridobljenih podatkov predpostavljamo, da je razlog za neugodno stanje ekosistemov količinsko stanje podzemne vode (srednja raven zaupanja).

Predlogi:

Ker na območju ekosistema ni objektov, na podlagi katerih bi lahko predlagali monitoring za spremljanje kakovostnega stanja in hidroloških parametrov podzemne vode, predlagamo, da se najprej izvede terenski ogled območja.

2.8.2. Boreci

Ekosistem:

Ostanki nekdanjih poplavnih gozdov obsegajo SZ robni del obrečnih hrastovo-jesenovo-brestovega gozda med naselji Boreci, Križevci in Logarovci: Ključarovski, Logarovski in Kokorički gozd ter Brezje (Ključarovski gozd) (Priloga 2). V gozdu so tudi manjše mlake in jezera v nekdanjem glinokopu Boreci (JZ od naselja Boreci), poleg katerega se nahaja objekt podjetja Tondach d.o.o., kjer se opravlja predelava mineralne surovine v izdelke (strešno kritino) za prodajo. Glinokop je v veliki meri že izkoriščen, del je pa saniran in se počasi zarašča z rastlinjem (Likovič, 2012). Ekosistem je uvrščen v prioritetni razred 2, kar pomeni, da je v neugodnem stanju ohranjenosti in ga je potrebno obnoviti, da bi se vrste oziroma habitatni tipi povrnili ugodno stanje ohranjenosti.

Geologija:

V zaledju ekosistema se nahaja kvartarna glina (Buser, 2010) (Priloga 3).

Hidrogeologija:

Na območju ekosistema se nahajajo vodonosniki z lokalnimi ali omejenimi viri podzemne vode (VS 42816 Slovenske gorice - severni in vzhodni del) (Prestor in sod., 2006) (Priloga 4).

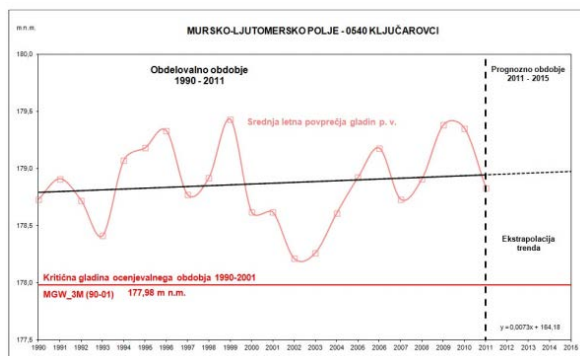
Monitoring:

Meritve kakovosti podzemne in površinske vode:

Na merilnem mestu Lukavci V3 je podzemna voda skladna z normativi *Uredbe o standardih kakovostih podzemne vode* (UL RS, št. 100/05). Koncentracije nitratov se rahlo povišujejo (so okoli 15 mg/l), koncentracije pesticidov, atrazina in desetil-atrazina pa se nižajo (Priloga 5) (ARSO, 2014b). Na območju ekosistema ni merilnih mest za kakovost površinske vode.

Meritve hidroloških parametrov podzemne in površinske vode:

Na merilnem mestu Ključarovci (0540) beležimo v statistično značilen trend zviševanja (1990-2012) gladine podzemne vode (ARSO, 2014).



Slika 25 : Spreminjanje gladine podzemne vode na merilnem mestu Ključarovci (0540) v obdobju 1990-2012 (ARSO, 2014)

Pokrivanje VVO z ekosistemom:

Obravnavani ekosistem je na širšem VVO črpališča Lukavci (Priloga 6).

Reprezentativna merilna mesta za ekosistem:

Za ekosistem je za spremljanje kakovosti podzemne vode reprezentativno merilno mesto Lukavci V3. Merilno mesto Ključarovci (0540) je reprezentativno za spremljanje hidroloških parametrov podzemne vode.

Obremenitve in vzroki za poslabšanje stanja ekosistema:

Sušenje poplavnega gozda se dogaja zaradi znižanja gladine vode (že za nekaj cm). Velik delež gozda je bil v preteklosti izkrčen na račun kmetijstva (Roškar, 2007). Potencialni onesnaževalci podzemne vode so prašičja farma v zaledju v Borecih, gramoznica, cesta skozi gozd, onesnaženje z okoliških površin, fekalije, napredovanja sukcesija (zaraščanje), KČN, itn.

Na osnovi pridobljenih podatkov predpostavljamo, da je razlog za neugodno stanje ekosistemov količinsko stanje podzemne vode (srednja raven zaupanja).

Predlogi:

Spremljanje kemijskega stanja in hidroloških parametrov podzemne vode na reprezentativnih merilnih mestih.

2.9. VTPodV 4018 Goričko

2.9.1. Goričko

Ekosistemi:

Ekosistem na območju Goričkega vključuje obrečna vrbovja, jelševja in jesenovja. Ekosistem je odvisen od površinskih in podzemnih vod. Odnos med ekosistemom in podzemno vodo ponazarja primer B na Sliki 1 (Priloga 2). Ekosistem je uvrščen v prioritetni razred 2, kar pomeni, da je v neugodnem stanju ohranjenosti in ga je potrebno obnoviti, da bi se vrste oziroma habitatni tipi povrnili v ugodno stanje ohranjenosti.

Geologija:

Območje Goričkega na površju ponekod gradijo ordovicijski kremenovo-sericitni filiti z vložki marmorja in kvarcita, ter spodnjepliocenski peščeni lapor, glina in drobnnozrnati prod. Najbolj pogosti so srednjepliocenski prodi, peski in peščena glina in zgornjepliocenski kremenov prod, pesek in melj. Zgornjemu miocenu pripadajo glineni lapor, apnenec, pesek in prod, glina. Mlajši sedimenti pripadajo kvartarnemu aluvialnemu nanosu rek in nesprijetemu rečnemu sedimentu v terasah (prod, pesek, melj in glina). Gline pokrivajo dolinska dna rek Ledave in Krke, Kobiljskega potoka ter njihovih pritokov (Kralj, 2001; Buser, 2010; Prestor in sod., 2006) (Priloga 3).

Hidrogeologija:

Vodonosniki (42815 Goričko; VTPodV 4018 Goričko) v prodnih, peščenih in meljnih plasteh kvartarne in terciarne starosti - medzrnski - lokalni ali nezvezni izdatni vodonosniki ali obširni vendar nizko do srednje izdatni vodonosniki – miocenske do kvartarne starosti (1.2, 3.1). 1. vodonosnik nastopa v številnih tanjših plasteh z vmesnimi slabše do zelo slabo prepustnimi plastmi, ki tvorijo polzaprte hidrodinamske razmere (Prestor in sod., 2006) (Priloga 4).

Plitvi vodonosniki na Goričkem so lokalni ali nezvezni izdatni ali obširni, vendar nizko do srednje izdatni in se drenirajo skozi majhne izvire, ki odtekajo v reko Ledavo, Veliko Krko, Malo Krko, Kobiljski potok in številne manjše potoke. Del ozemlja se drenira preko vodnih teles površinske vode (Velika Krka in Kobiljski potok) in manjših potokov (Mala Krka, Curek) preko državne meje na Madžarsko. Ostali del ozemlja pa se drenira proti VTPodV 4016 Murska kotlina, preko Ledave in njenih pritokov z Goričkega in potoka Bukovnica. Podzemni odtoki z Goričkega

predstavljajo podrejeno količino odtoka izven območja vodnega telesa podzemne vode. Večji del infiltracije se drenira skozi izvire v površinske vode (Prestor in sod., 2006).

Najpomembnejša in izrazito prevladujoča količina vodnega telesa podzemne vode se nahaja v 1. vodonosniku. Ta se drenira v izvire, površinski tokovi v grapah in dolinah pa praviloma predstavljajo drenažne hidravlične meje (Prestor in sod., 2006).

Vode z Goričkega večinoma zbira Ledava s pritoki, ki se v Muro izliva skupaj s Krko, vode z Radgonsko-Kapelskih in Ljutomerskih Goric pa Ščavnica s pritoki, ki se izliva v Muro pri Gibini. Od številnih pritokov Ledave, ki pritekajo z Goričkega, ima vodomerno postajo Martjanci (1300) le Martjanski potok. Vodne količine s skrajnega severovzhodnega dela Slovenije beležita vodomerni postaji Hodoš I (1355) na Veliki Krki ter Kobilje (1310) na Kobiljskem potoku.

Monitoring:

Meritve kakovosti podzemne in površinske vode:

Na območjih ekosistema Goričko ni merilnih mest za spremljanje kakovosti podzemne vode.

Na VTPodV 4018 Goričko je imela podzemna voda dobro kemijsko stanje v letih 2006-2008 in 2012). V letih med 2007 in 2008 so bile v podzemni vodi na merilnem mestu Vaneča previsoke koncentracije desetil-atrazina in v letu 2007 je na merilnem mestu Kobilje vsebnost nitratov v podzemni vodi skoraj presegla 50 mg/l na (ARSO, 2009).

V okviru projekta »Bukovniško jezero – prebujajoča se lepotica« so ocenili, da je kemijsko stanje v Bukovniškem jezeru izredno slabo, kar je posledica dolgoletnega procesa eutrofikacije (Internet 32).

Na merilnem mestu Krplivnik na Veliki Krki je imela reka v letih med 2006 in 2011 dobro kemijsko stanje in zmerno ekološko stanje zaradi povišanih koncentracij kobalta, metolaklora in terbutilazin (ARSO, 2010b; ARSO, 2012b; ARSO, 2013).

Na merilnem mestu Kobilje na Kobiljskem potoku je imel med 2006 in 2011 dobro kemijsko stanje in slabo oziroma zmerno ekološko stanje zaradi močne obremenitve z organskimi snovmi (pendimetalin, metolaklor, terbutilazin) (ARSO, 2010b; ARSO, 2012b; ARSO, 2013) (Priloga 5).

Meritve hidroloških parametrov podzemne in površinske vode:

Na območju ekosistemov ni merilnih mest za spremljanje hidroloških parametrov podzemne vode.

Pregled vodostajev in pretokov površinskih vod smo opravili na merilnih mestih Nuskova (1165), Cankova, Kobilje (1310) in Kobilje 1 (1312), Središče (1335) in Hodoš I (1355), kjer nismo opazili posebnih trendov.

Pokrivanje VVO z ekosistemom:

Obravnani ekosistem ni na VVO (Priloga 6).

Reprezentativna merilna mesta za ekosistem:

Za obravnavan ekosistem ni reprezentativnih merilnih mest za spremljanje kakovosti in hidroloških parametrov podzemne vode. Ker na območju ekosistema Goričko ni objektov, na podlagi katerih bi lahko predlagali monitoring za spremljanje kakovostnega stanja in hidroloških parametrov podzemne vode, predlagamo, da se najprej izvede terenski ogled območja.

Obremenitve in vzroki za poslabšanje stanja ekosistema:

Verjetni vzroki za poslabšanje stanja ekosistemov so stare regulacije potokov in nove melioracije (Kobilje, Kobiljanski potok) (ustni vir, Kaligarič, 2008). Potok Mala Krka so v preteklosti zaradi intenzivnega kmetijstva regulirali in dno rečne struge poglobili. Posledično je prišlo do izsušitve mokrišč in znižanja gladine podzemne vode. Zaradi intenzivne obdelave kmetijskih zemljišč so se pesticidi in umetna gnojila izpirali v potok Male Krke, kar je povzročilo poslabšanje kakovosti vode in zmanjšalo biodiverziteto (Sajovic, 2009). Na Goričkem je veliko divjih odlagališč odpadkov (Internet 25).

Na osnovi pridobljenih podatkov predpostavljamo, da je razlog za neugodno stanje ohranjenosti ekosistemov količinsko stanje podzemne vode (srednja raven zaupanja).

Predlogi:

Ker na območju ekosistema ni objektov, na podlagi katerih bi lahko predlagali monitoring za spremljanje kakovostnega stanja in hidroloških parametrov podzemne vode, predlagamo, da se najprej izvede terenski ogled območja.

3. Določitev kritične globine do podzemne vode

Okvirno oceno kritičnih globin do podzemne vode za tri skupine gozdnih habitatov smo privzeli iz literature in sicer po Čater (2002; osebno, 2014) in Ács (2013) (Preglednica 2). Čater (2002; 2014, osebno) je določil kritične globine do podzemne vode za naraven in sajen mlad sestojski doba v sušnih razmerah na območju Murske šume in Krakovskega gozda. Oceno za obrečna vrbovja, jelševja in jesenovja smo povzeli po Ács (2013), ki podaja kritične globine do podzemne vode za gozdove na splošno. Namreč tip gozdnega habitata se od obrežja rek v notranjost spreminja, prav tako tudi globina do podzemne vode. Na podlagi tega smo ocenili, da je kritična globina do podzemne vode za obrečna vrbovja, jelševja in jesenovja višji, kot pri prvih dveh skupinah.

Naj ob tem opozorimo, da ocena predstavlja zgolj grobo vrednost in se zavedamo, da je praktično nemogoče podati univerzalno vrednost kritičnega nivoja podzemne vode za gozdne habitate na splošno.

Preglednica 2: Ocena kritičnih nivojev podzemne vode

Vrsta habitatnega tipa	Kritična globina do podzemne vode
obrečni hrastovo-jesenovo-brestovi gozdovi	240 cm ^a
ilirski hrastovo-belogabrovi gozdovi	240 cm ^a
obrečna vrbovja, jelševja in jesenovja	150 cm ^b

^aPrivzeto po Čater (2002) glede na meritve gladin v Murski šumi in Krakovskem gozdu (izmerjene vrednosti)

^bPrivzeto po Ács (2013) glede na gozd, odvisen od podzemne vode (teoretična vrednost)

4. Dvoživke in mehkužci v neugodnem stanju ohranjenosti

V kraških podzemskih vodnih bazenih domujejo endemične živali med katerimi so izredno pomembni jamska dvoživka (proteus ali človeška ribica ali močeril) in školjka rodu *Congeria* (Slike 26, 27 in 28). V Sloveniji lahko najdemo močerile v vsaj 70 jamah, med katerimi je 58 jam vključenih v 26 območij Natura 2000 (ZRSVN, 2014).



Slika 26: Navaden močeril (Internet 3)



Slika 27: Črni močeril (Internet 4)



Slika 28: *Congeria jalzici* sp. nov. (Bilandžija in sod., 2013)

Močerile najdemo na kraških območjih na Z, JZ, J, in JV delu države. Živijo v podzemnih kraških vodnih sistemih, v mirnih in navadno dobro prezračenih vodah s stabilno temperaturo vode med 8°C (pozimi) in 11°C (poleti) (Sket, 1997; Honegger, 1981). Močeril živi le v freatični coni in v epifreatično zaide občasno, ob visokih vodah. Močeril je vezan izključno na aktivne podzemeljske vodne tokove in na suhem ne preživi. Vsaka poplava lahko odplakne nekaj osebkov na površje (Aljančič in sod., 2014), nekaj pa se jih lahko ujame v ponvica epifreatika, kjer lahko počakajo na naslednjo poplavo (Aljančič, osebno, 2014).

Močeril diha s škrgami in kožo, ob nizki vrednosti kisika v vodi pa se poveča dihalna vloga pljuč (< 64 % O₂). V primeru pomanjkanja kisika v vodi močerili pogosto plavajo na površje po zrak. Kritična vsebnost kisika za močerile pri 10°C v vodi je 2,9 mg O₂/l, vendar lahko preživi tudi v

vodi, ki ima manj kot 1 % O₂/l (Bulog, 2007). Prav tako neugodno vplivajo koncentracije nitrata v vodi nad 10 mg/l tako za odrasle močerile, kot za larvne stadije (Hudoklin, 2011). Neugodno vplivajo tudi visoke koncentracije pesticidov (Naglič, osebno, 2014). Hudoklin v razpravah (2011) ugotavlja, da mejne vrednosti parametrov glede na *Uredbo o standardih kakovostih podzemne vode* (UL RS, št. 100/05), razen nitrata, ustrezajo ugodnim pogojem za močerile.

Školjke iz rodu *Congerina* so edine znane prave jamske (troglobiontske) školjke na svetu. Gre za terciarni relikv oziroma ostanek favne, ki se je pred neugodnimi življenjskimi pogoji zatekla v podzemlje in je edina preživela vrsta iz nekoč obširnega rodu *Congerina* (ARSO, 2001).

V Preglednici 3 se nahaja seznam mest, kjer so močeri v neugodnem stanju ohranjenosti.

Preglednica 3: Ekosistemi odvisni od podzemne vode – dvoživke in mehkužci (ZRSVN, 2014).

Ime Natura 2000	Vrsta habitatnega tipa	Skupina	PUN2000	Prioritete	VTPodV	Šifra VTPodV
Notranjski trikotnik	močeri	dvoživke	ohraniti, obnoviti	2	Kraška Ljubljana	1010
Vir pri Stični	močeri	dvoživke	obnoviti	1	Dolenjski kras	1011
Gradac	močeri	dvoživke	obnoviti	2	Dolenjski kras	1011
Dobličica	močeri	dvoživke	ohraniti, obnoviti	2	Dolenjski kras	1011
Stobe - Breg	močeri	dvoživke	obnoviti	2	Dolenjski kras	1011
Kočevsko (Bilpa 1)	močeri	dvoživke	ohraniti, obnoviti	2	Dolenjski kras; Kraška Ljubljana	1011; 1010
Kotarjeva prepadna	močeri	dvoživke	ohraniti, obnoviti	2	Dolenjski kras	1011
Petanjska jama	močeri	dvoživke	ohraniti, obnoviti	2	Dolenjski kras	1011
Kras	močeri	dvoživke	ohraniti, obnoviti	2	Obala in Kras z Brkini	5019

Glavni razlog za neugodno stanje ohranjenosti obravnavanih ekosistemov - močerilov in školjk sta lahko tako količinsko, kot kemijsko stanje vode, med katerima slednji prevladuje (Hudoklin, 2011). Kraški vodni viri so zelo občutljivi na vse vrste onesnaženja (Bulog in sod., 2002; Bulog, 2007; Hudoklin, 2011), ki so posledica onesnaženja površinskih ali podzemnih voda na kraškem ozemlju. Glavni vir onesnaženja predstavljajo komunalna in industrijska odlagališča odpadkov, ki se spirajo v podzemlje z meteorno vodo in mnogi naključni izlivi različnih tekočin na površju. Posledica takšnega onesnaženja kraških podzemnih voda je odvisna od tipa in količine onesnaževal, ter tipa kamnine skozi katere potuje podzemna voda (AmphibiaWeb, 2014). Med glavnimi onesnaževalci so poliklorirani bifenili (PCB) in težke kovine (Hg, Pb, Cd) (AmphibiaWeb, 2014; ZRSVN, 2004), toksični in nevarni odpadki, prekomerna uporaba gnojevke, umetna gnojila, pesticidi, itn. (Bulog in sod., 2002; Bressi, 2004 v Hudoklin, 2011). Za preživetje človeške ribice je tako ključnega pomena ohranjanje velikih vodnih jamskih sistemov in gozdnih in travnih površin nad njimi (Jasim Tahir in sod., 2008). Omenjeni viri onesnaženja tako vplivajo na upad populacije.

Ekosistemi opisani v nadaljevanju so odvisno od podzemne vode, ki se pretaka v kraških vodonosnikih, kot je razvidno iz primera E (Slika 3).

4.1. VTPodV 1010 Kraška Ljubljana

4.1.1. Notranjski trikotnik

Ekosistem:

Notranjski trikotnik zajema kraško območje med Pivško kotlino, Cerknjskim in Planinskim poljem, skozi katerega se pretakajo podzemne vode sistema Ljubljane (ZRSVN, 2004; Kogovšek in sod., 2007; Kovačič in sod., 2012) (Priloga 7). Ekosistem je uvrščen v prioritetni razred 2, kar pomeni, da je v neugodnem stanju ohranjenosti in ga je potrebno ohraniti in obnoviti, da bi se vrste oziroma habitatni tipi povrnil v ugodno stanje ohranjenosti.

Geologija:

Zaledje ekosistema gradijo zakraseli apnenci pretežno jurske in kredne starosti in kvarni aluvialni nanos Cerknjskega in Planinskega polja (Priloga 3) (Buser, 2010).

Hidrogeologija:

Vode iz Cerknjskega polja se stekajo do izvirov Bistre na obrobju Ljubljanskega barja. Vse ponorne jame odvajajo podzemno vodo proti Rakovemu Škocjanu, kjer napajajo ponikalnici Rak in Unico, ta pa neposredno izvire Ljubljane pri Vrhniku (Turk in Pipan, 2009). Na karbonatnih kamninah (Jura in Kreda) je kraški vodonosnik (2. vodonosnik) pod tankim pokrovom flišne plasti, na aluvialnih nanosih pa je lokalni vodonosnik medzrnski (Prestor in sod., 2006) (Priloga 4).

Monitoring:

Meritve kakovosti podzemne in površinske vode:

Podzemna voda je na merilnih mestih za spremljanje kakovosti podzemne vode, Malenščica (črpališče v Malnih - iztok) (2006-2013), Tresenec (Otok na Cerknjskem jezeru) (2007-2008) in Veliki Obrh pri Ložu (2006-2013), ustrezna. Na merilnem mestu Malenščica so koncentracija nitrata (2006-2010) variirale med 2,18 mg/l in 4,54 mg/l, medtem ko so od leta 2011 (4,3 mg/l) do 2013 (2,67 mg/l) padale. Na merilnem mestu Veliki Obrh pri Ložu so koncentracije nitrata nihale med 3 mg/l in 4,35 mg/l, z maksimalno vrednostjo 4,34 mg/l (2012) in 3,25 mg/l (2013). Koncentracija pesticidov se je od leta 2010 (0,005 µg/l) do 2013 povišala (0,007 µg/l) (ARSO, 2014b) (Priloga 5).

Leta 1969 so v času izredno nizkega vodostaja v Planinski jami (Putickovo jezero) izmerili izredno nizke koncentracije kisika (tudi do 1 mg O₂/l) (Istenič, 1979). V reki Pivki na Planinskem polju, kot tudi v samih močerilih, so izmerili visoke koncentracije nekaterih kovin (Preglednica 4) (Bulog, 2007).

Preglednica 4: Koncentracije kovin v vodi iz reke Pivke na Planinskem polju (Bulog, 2007) (n – št. vzorcev, x – srednja vrednost, R – razpon).

Kovina	n	X	R
Zn (µg/l)	4	/	<5,0
Cu (µg/l)	4	/	(<0,5-3,6)
Hg (ng/l)	1	3,17	/
As (µg/l)	2	0,51	(0,25-0,76)

Na merilnem mestu Hasberg je imela reka Unica dobro kemijsko (2006-2008, 2010) in dobro ekološko stanje (2006-2009) (ARSO, 2010b). Reki Cerkniščica (merilno mesto Dolenja vas) in Pivka (merilno mesto Slovenska vas) sta imeli dobro kemijsko (2006-2008), a zelo slabo in slabo ekološko stanje (2006-2008) zaradi močne obremenitve z organskimi snovmi (ARSO, 2010b). Reka Reka (2006-2010) je imela dobro stanje in dobro ekološko stanje (ARSO, 2010b; ARSO, 2012b). Do leta 1986 je bila reka Reka zelo onesnažena zaradi tovarne Lesonit in tovarne organskih kislin (TOK) ter podobnih dejavnosti Ilirska Bistrica, katerih kritina in fasadna obloga sestavljajo azbestno cementne plošče (Splet 8, 2011). Reka Rak je imela dobro kemijsko in zelo dobro ekološko stanje (2006-2008) (ARSO, 2010b).

Na tem območju se srečamo s podzemnim sotočjem, kjer se cerkniški in pivški tok združita v Unico, ki izvira iz Planinske jame (ARSO, 2003). Ker gre za mešanje vod Pivke in Raka, je na Planinskem polju težko ugotoviti kakšno je stanje podzemne vode na tem mestu (Hudoklin, 2011).

Meritve hidroloških parametrov podzemne in površinske vode:

Na merilnih mestih površinskih voda Logaščica, Unica, Javorniški tok, Cerkniško jezero, Malni, Hasberg, Dolenje in Gornje Jezero smo spremljali trende pretokov in vodostajev. Ugotovili smo, da trendi niso izraziti, saj se pretok skozi leta bistveno ne spreminjata.

Pokrivanje VVO z ekosistemom:

Območje ekosistema prekrivajo najožje in ožje območje VVO črpališča Malni, ožje in širše VVO Literberg, najožje, ožje in širše VVO Rakov Škocjan RŠ-3/94, ožje in širše VVO Gorenje Jezero in ožje in širše VVO Bločice (Priloga 6).

Reprezentativna merilna mesta za ekosistem:

Reprezentativna merilna mesta za spremljanje kakovosti podzemne vode sta Malenščica (Malni) in Tresenec (Otok na Cerkniškem jezeru). Za spremljanje vodostajev in pretokov površinske vode Malni in Dolenje in Gorenje Jezero.

Obremenitve in vzroki za poslabšanje stanja ekosistema:

Možni viri onesnaženja podzemne vode so intenzivno gnojenje Planinskega polja s piščančjim gnojem (Fajdiga B., ustno v Hudoklin, 2011), ter gnojenje travnikov (prašičji gnoj) Planinskega in Cerkniskega polja. V prispevnem območju so še divja odlagališča odpadkov, jame, IPPC zavezanci in kmetijske površine v zaledju. Slabo ekološko stanje površinskih vod (nizke koncentracije kisika v vodi), intenzivno kmetijstvo, nekontrolirani izpusti KČN (podzemlje Pivke, Cerknishčice, Reke) (Hudoklin, 2011), direkten odtok iz kanalizacije, deponije in divja odlagališča. Prav tako pa se število osebkov lahko zmanjšuje na račun odvzemanja močerilov iz narave (zbiratelji). V Malenščici so leta 1998 določili povišane koncentracije Cd v vodi, v sedimentu pa Cr (ARSO, 2003).

Na osnovi pridobljenih podatkov predpostavljamo, da je razlog za neugodno stanje ekosistemov kemijsko stanje podzemne vode (srednja raven zaupanja).

Predlogi:

Spremljanje kemijskega stanja podzemne vode in hidroloških parametrov na površinskih vodah na reprezentativnih merilnih mestih.

4.2. VTPodV 1011 Dolenjski kras

4.2.1. Vir pri Stični

Ekosistem:

Izvir Vir (Virje/Virski potok/Virski studenec/Vir) pri Stični je zelo znan izvir, saj so tukaj prvič na svetu opazili človeške ribice (Brenčič in sod., 1999; Hudoklin, 2011). Ob visokih vodah lahko podzemna voda izvrže močerile na površje (Bulog, 2013; Kordiš, 2014) (Priloga 7). Ekosistem je uvrščen v prioritetni razred 1, kar pomeni, da je v neugodnem stanju ohranjenosti in ga je potrebno obnoviti, da bi se vrste oziroma habitatni tipi povrnili v ugodno stanje ohranjenosti.

Geologija:

V napajalnem zaledju izvira Vir prevladujejo karbonatne kamnine in sicer debeloplastnat glavni dolomit in apnenec, dolomit in apnenčevo-dolomitna breča (Priloga 3) (Buser, 2010).

Hidrogeologija:

Gre za obširni in visoko do srednje izdatni kraško-razpoklinski vodonosnik (VS 12421 Ivančna gorica – Žužemberk, VTPodV 1011 Dolenjski kras), kjer v Viru pri Stični izvirata 2 kraška izvira Virskega potoka. Eden od njiju je suh (Kordiš osebno v Ladišič, 2012). Zaledje Vira se nahaja S od izvira (najverjetneje še vključuje Šimenkovo brezno), katerega voda se steka proti J v potok, ki

je danes večinoma kanaliziran (Verbič, 2009). Njegovo prispevno območje je relativno majhno (Brenčič in sod., 1999) (Priloga 4).

Monitoring:

Meritve kakovosti podzemne in površinske vode:

Na območju ekosistema in v njegovem napajalnem zaledju ni merilnih mest za spremljanje kemijskega stanja podzemne vode. Občasen monitoring fizikalno-kemijskih parametrov podzemne vode izvaja Biotehniška fakulteta (UL), vendar podatki niso razpoložljivi.

Meritve hidroloških parametrov podzemne in površinske vode:

Na območju ekosistema in v njegovem napajalnem zaledju ni merilnih mest za spremljanje vodostajev in pretokov površinske vode. Občasen monitoring fizikalno-kemijskih parametrov podzemne vode izvaja Biotehniška fakulteta (UL), vendar podatki niso razpoložljivi.

Pokrivanje VVO z ekosistemom:

Obravnavani ekosistem ni na VVO (Priloga 6).

Reprezentativna merilna mesta za ekosistem:

Za obravnavan ekosistem ni merilnih mest za spremljanje kemijskega stanja podzemne vode in merilnih mesta za spremljanje hidroloških parametrov površinske vode.

Obremenitve in vzroki za poslabšanje stanja ekosistema:

Glavni viri onesnaženja predstavljajo različne dejavnosti v zaledju izvira in sicer intenzivno kmetijstvo, nelegalni izpusti komunalnih odpadkov (kanalizacijskih sistemov) v podzemlje, stare obremenitve (Hudoklin, 2011), poselitev (neurejena kanalizacija; leta 2007 zgrajen kanalizacijski sistem občine Ivančna Gorica s KČN v Ivančni Gorici; Ivančna Gorica, 2011), divja odlagališča, onesnažene jame in brezna (zapolnjene s smetmi, npr. Šimenkova jama in jama v Kavčevem, v 2012 očiščeni (Jamarski klub Železnikar, Klasje, 2012)). Potencialni vir onesnaženja glede na Ladišić (2012) predstavlja reja okrasnih ptičev in zajcev v bregu nad izvirom. V letu 2004 so v podzemni vodi izmerili povišane koncentracije NO_3^- (preko 25 mg/l) in PO_4^{2-} (preko 2,3 mg/l) (Seibert, 2008). V zaledju izvira se nahajajo kmetijske in grajene površine, ter gozd in naselje.

Na osnovi pridobljenih podatkov predpostavljamo, da je razlog za neugodno stanje ekosistemov kemijsko stanje podzemne vode (srednja raven zaupanja).

Predlogi:

Predlagamo, da se za obravnavan ekosistem pridobijo podatki o fizikalno-kemijskih meritvah podzemne vode in se glede na opisane vire onesnaženja spremlja stanje podzemne vode na mestu, kjer se občasno izvaja monitoring podzemne vode na Biotehniški fakulteti (UL).

4.2.2. Gradac

Ekosistem:

V samem podzemnem vodnem bazenu izvira Krupe živijo poleg endemičnih močerilov tudi endemične školjke (*Congeria kusceri*) (ARSO, 2001). Za školjke to mesto predstavlja 4. znano nahajališče živih primerkov na svetu (Ambrožič in sod., 2013). Leta 2011 so prvič odkrili žive primerke školjk v novo odkriti jami v spodnjem toku reke Krupe (Ambrožič in sod., 2013) (Priloga 7). Ekosistem je uvrščen v prioritetni razred 1 in 2, kar pomeni, da je v neugodnem stanju ohranjenosti in ga je potrebno ohraniti in obnoviti, da bi se vrste oziroma habitatni tipi povrnili v ugodno stanje ohranjenosti.

Geologija:

Napajalno zaledje izvira Krupe gradijo debele skladovnice pretežno karbonatnih kamnin zelo do malo zakraseli apnenci in dolomiti mezozojske starosti (Buser, 2010) (Priloga 3).

Hidrogeologija:

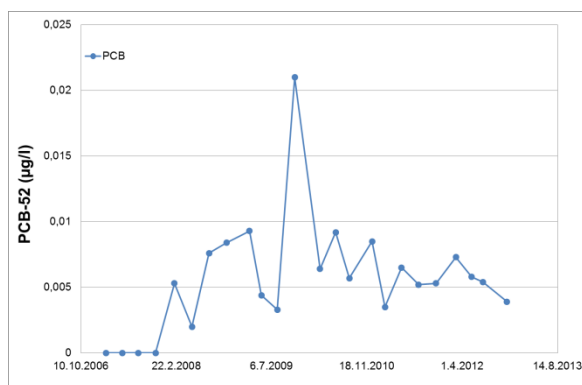
Kraški vodonosnik (VTPodV 1011 Dolenjski kras) predstavlja nizko do srednje izdatni vodonosnik (2. vodonosnik). Zaledje izvira Krupe predstavlja obrobje visokih dinarskih hrbtov Kočevskega Roga, Radohe in celo Gorjancev ter plitvi kras s kraškim ravnikom in vrtačastim površjem. V zaledju je več kraških ponikalnic, ki imajo podzemeljske povezave s Krupo (Bajer v Rožnem Dolu, Rečica pri Vrčicah, Ponikve pod Mirno goro in Reka na Gorjancih) (Ivanovič in sod., 1997). Za Krupo so značilne kraške hidrološke zakonitosti z zakasnitvijo odtokov, zadrževanjem vode v podzemlju in pretakanjem vode pod površjem (Habič in Kogovšek, 1992) (Priloga 4).

Monitoring:

Meritve kakovosti podzemne in površinske vode:

Podzemna voda je imela na merilnem mestu Krupa bila glede na *Uredbo o standardih kakovostih podzemne vode* (UL RS, št. 100/05) dobro kemijsko stanje (2007-2013). Koncentracije NO_3^- so padale in sicer od 5,53 mg/l (2006) do 4,90 mg/l (2012) in se ponovno povišale na 7,05 mg/l (2013) (ARSO, 2014b). Povišale so se tudi koncentracije pesticidov iz 0,0215 do 0,0590 µg/l (2007-2013) in atrazina 0,0015 µg/l (2008-2013) v podzemni vodi. Koncentracije desetil-atrazina v podzemni vodi so v primerjavi iz let 2008-2010 (0,0060 – 0,0135 µg/l) z 2013 (0,0020 µg/l) precej nižje (ARSO, 2014b) (Priloga 5).

Kakovost površinske vode Lahinje na merilnem mestu Geršiči (4977) na SI216VT Lahinja je bilo kemijsko in ekološko stanje reke v letih 2008-2010 dobro (ARSO, 2012b).



Slika 29: Meritev koncentracije PCB-52 na merilnem mestu površinske vode Krupa – Klošter (2007-2012) (ARSO, 2014c)

Na merilnem mestu Krupa – Klošter je imela površinska reka leta 2006-2011 zmerno ekološko stanje na račun PCB (ARSO, 2010b) in v letih 2009 in 2010 zmerno ekološko stanje zaradi posebnih onesnaževal (PCB) (ARSO, 2012b; ARSO, 2013; ARSO, 2014c).

Meritve hidroloških parametrov podzemne in površinske vode:

Na merilnih mestih površinske vode Krupa (1952-1955), Dolence (1956-1979) in Dolenjce I (2008-2011) zaradi zastarelih podatkov oziroma prekratkega časovnega niza ne moremo podati ocene.

Pokrivanje VVO z ekosistemom:

Obravnavan ekosistem ni na VVO (Priloga 6).

Reprezentativna merilna mesta za ekosistem:

Za ekosistem sta reprezentativni merilni mesti izvir Krupa za spremljanje kakovosti podzemne vode in Dolence I (4985) za spremljanje količinskega stanja površinske vode.

Obremenitve in vzroki za poslabšanje stanja ekosistema:

Do leta 1983 je izvir Krupe predstavljal edini primerni vir za regionalno zajetje. Zaradi povečanih vsebnosti PCB v vodi in sedimentu do zajetja ni prišlo. Vir onesnaženja s PCB (2002, 2004, 2005) je bilo delovanje tovarne Iskra - kondenzatorji Semič (1962-1984), kjer so uporabljali organska onesnaževala (ARSO, 2008a). Več kot 60 t olja s PCB je bilo odloženih v zaledju Krupe, od katerih naj bi ocenjenih 13 t, poniknilo v podzemlje plitvega krasa (Pezdirč in sod, 2011). Tako je bila koncentracija PCB, po ameriški zakonodaji za rečno vodo (dopustna meja po EPA je bila 1 ng/l), v izviru Krupe prekoračena za 300-krat (junij, 1983) in 400-krat (oktober, 1983). Ugotovljeno je bilo, da je bil izvir Krupe med najbolj onesnaženimi izviri na svetu in po literaturi edini vodni vir v Evropi, ki je imel tako visoko koncentracijo PCB (Pezdirč, 2008). Čeprav se je njihov vpliv v okolju z leti drastično zmanjšal, pa PCB lahko vseeno opazimo v

rečnem sedimentu (Polič in sod., 2000), površinski vodi (ARSO, 2010a), v zraku nad gladino reke Krpe in močerilih (Bulog, 2013; Pezdirc in sod. 2011; Hudoklin, 2011; Ivanovič in sod., 1997). Prav tako se v zaledju ekosistema nahaja poseljeno območje, kmetijska raba zemljišča, ter jame (Kraška jama Judovska hiša), ki lahko predstavljajo dodaten vir onesnaženja. Nadalje ima lahko vpliv na poslabšanje kemijskega stanja podzemne vode izpust (1022_1), ki se nahaja Z od ekosistema. Iztok industrijske odpadne vode, ki vsebuje nevarnih snovi, je izpeljan direktno v tla. V napajalnem zaledju se prav tako nahaja KČN Semič. Analiza obremenitev je podana v Prestor in sod., 2015.

Na osnovi pridobljenih podatkov predpostavljamo, da je razlog za neugodno stanje ekosistemov kemijsko stanje podzemne vode (srednja raven zaupanja).

Predlogi:

Spremljanje kemijskega stanja podzemne vode in hidroloških parametrov površinske vode.

4.2.3. Dobličica

Ekosistem:

Lokaciji Dobličica in izvir Jelševniščice v Jelševniku pri Črnomlju sta nekaj posebna, saj tukaj domuje črni močeril (*Proteus anguinus parkel*) - pigmentirana podvrsta človeške ribice, ki je ohranila oči. Odkrili so ga 300 let za belim močerilom (1986) v Dobličici in nekoliko kasneje v bližnjem izviru Jelševniščice v Jelševniku pri Črnomlju (Bulog, 2012) (Priloga 7). Ekosistem je uvrščen v prioritetni razred 2, kar pomeni, da je habitatni tip v neugodnem stanju ohranjenosti in ga je potrebno ohraniti in obnoviti, da bi se vrste oziroma habitatni tipi povrnil v ugodno stanje ohranjenosti.

Geologija:

V zaledju prevladujejo karbonatne kamnine, kot so apnenci in dolomiti (Buser, 2010) (Priloga 3).

Hidrogeologija:

V Dobličah v izvirnem jezercu izvira kraški izvir Dobličica, ki je nizko do srednje izdaten (VS 22921 Dobliče in VS 22928 Lahinja; VTPodV 1011 Dolenjski kras). Izvir Jelševnik pri Črnomlju (naravni bruhalnik; Bulog, 2007) in potok Jelševniščica pritečeta v izvirno sifonsko jezero. Po hidrogeoloških karakteristikah je podoben Dobličici. V njegovo napajalno zaledje se stekajo vode iz območja med Mirno in Debelo goro (Habič in sod., 1990) (Priloga 4).

Monitoring:

Meritve kakovosti podzemne in površinske vode:

Kraški izvir Dobličica je bil že leta 1958 zajet za oskrbo Črnomlja (Habič in sod., 1990). Podzemno vodo smo proučevali na merilnem mestu Dobličica in Jelševnik. Na merilnem mestu Jelševnik poteka občasen monitoring izvira, ki ga izvaja Biotehniška fakulteta (Priloga 5).

Podzemna voda na merilnem mestu Dobličica in Jelševnik imata glede na *Uredbo o standardih kakovostih podzemne vode* (UL RS, št. 100/05) dobro kemijsko stanje (2007-2013 Dobličica; 2014 Jelševnik). Koncentracije NO_3^- v podzemni vodi ne presegajo 6 mg/l, vendar se njihova koncentracija v zadnjih nekaj letih v podzemni vodi povišuje (2011 ~ 3,07 mg/l in 2013 ~ 5,55 mg/l). Podobno je s pesticidi (2013 ~ 0,0290 µg/l) (ARSO, 2014b).

Raziskave pigmentirane podvrste močerila iz Jelševnika so pokazale, da imajo močerili znatno povišane koncentracije As in Zn. Razlog za povišane koncentracije so po Bulog (2007) bila odlagališča bližnje livarne Livar – bivši Belt (livarski peski) v Črnomlju. Livarna je kasneje to onesnaženo območje sanirala (1993) in stanje se je bistveno izboljšalo. Med leti 1989-1993 so namreč v jamo odvrgli livarski (kremenov) pesek, ki je le 700 m oddaljen od izvira, livarski pesek pa je bil spran v podzemlje. Analiza podzemne vode je pokazala visoke vrednosti aromatičnih ogljikovodikov (PAH), fenolov in železa. Kremenov pesek je poškodoval močerile. Povišane koncentracije težkih kovin so v močerili poznajo še danes (Bulog, 2007).

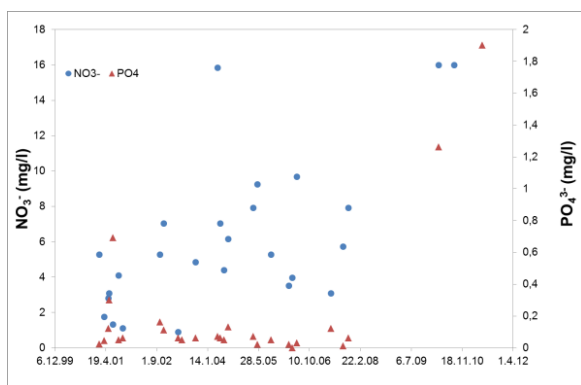
Na merilnem mestu Jelševnik (Na Trati 1 in 2) so merili koncentracije težkih kovin v vodi (Preglednica 5).

Preglednica 5: *Večletne meritve fizikalno-kemijskih parametrov v saniranem bruhalniku na merilnem mestu Jelševnik Na Trati 1 in Na Trati 2 (n – št. vzorcev, x – srednja vrednost, R – razpon) (Bulog, 2007).*

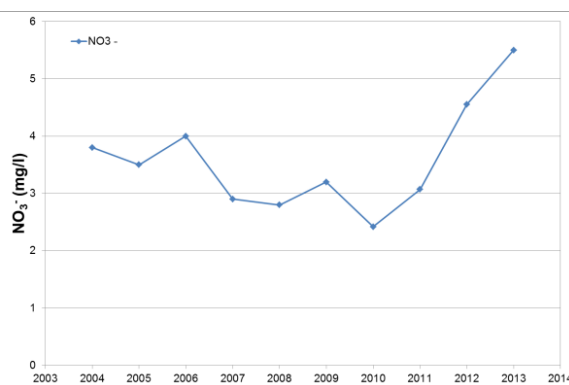
	Na Trati 1			Na Trati 2		
Kovina	n	X	R	n	X	R
Zn (µg/l)	12	/	(<5,0-5,6)	12	/	(<5,0-14,6)
Cu (µg/l)	12	/	(<0,5-2,6)	12	/	(<0,5-9,8)
Hg (ng/l)	6	1,54	(0,29-5,05)	5	0,55	(0,08-0,72)
As (µg/l)	6	/	(<0,01-1,20)	6	/	(<0,01-1,00)

V neposredni bližini Jelševnika poteka intenzivna kmetijska raba zemljišča (vinogradništvo, poljedelstvo). Povišane koncentracije As bi tako lahko imele izvor v uporabi pesticidov, ki vsebujejo arzen na bližnjih poljih in vinogradih, ali v zaledju sedimentov od livarne (Bulog, 2012). Nadalje so ugotovili, da se velike količine bioplinske gnojevke (tudi do 80 t/dan oziroma

10 t/dan; 24.000 t/leto) zlivajo na bližnja polja (Božič Kranjec in Žist, 2010), kar je povzročilo 100-kratno povišanje fosfatov in trikratno povišanje nitratov v podzemni vodi (Hudoklin v Božič Kranjec in Žist, 2010). Nitrat v podzemni vodi se je povišal na račun Bioplinarne v Lokvah (Črnomelj) po letu 2009 (Bulog, 2013), saj so bile koncentracije podzemne vode v Jelševniku v obdobju od leta 2000 do 2009 med ~ 1 do 9 mg/l in so se v zadnjih dveh letih povzpele celo nad 16 mg/l, v nekaterih bližnjih lokalitetah tudi blizu 20 mg/l (Bulog, 2013). Kmetje gnojevko neracionalno in nekontrolirano porabljajo, prekomerna poraba gnojevke pa je bila dokazana v vzorcih prsti, kar se v podzemni vodi prav tako odraža s cvetenjem alg (Hudoklin, 2011). V 2011 so prepovedali rabo gnojevke iz bioplinarne, ker vsebuje preveč cinka in kadmija. Raba gnojevke iz bližnje prašičje farne, ki je zelo onesnažena (povišana količina Zn), pa se še vedno uporablja na kmetijskih površinah (dobra kmetijska praksa) (Hudoklin, 2011). Nadalje so se koncentracije NH_4^+ v podzemni vodi (2000-2009) gibale med 0,01 – 0,1 mg/l (meja 0,5 mg/l), vendar so v letih 2009 in 2010 koncentracije občasno presegle dovoljeno mejo (Bulog, 2012). Njihovo pojavljanje je povezano z onesnaženimi vodami z gospodinjskimi odpadki, umetnimi gnojili in kmetijskimi in industrijskimi odplakami. Prav tako se povišane koncentracije NO_2^- pojavlja v vodi na račun kanalizacije, industrijskih odpadkih in onesnaženih vodah, kmetijstva, gospodinjskih odplak. Med 2000-2008 so se koncentracije gibale med 0,003 in 0,006 mg/l (meja za pitno vodo je 0,5 mg/l; naravno se pojavlja v koncentracijah okoli 0,001 mg/l) (Bulog, 2012).



Slika 30: Trend naraščanja nitratov in fosfatov na Jelševniku (Hudoklin, 2011; Bulog, 2012)



Slika 31: Meritve nitratov na Dobličici (2004-2013) (ARSO, 2014a)

Podzemne vode redko vsebujejo več kot 0,1 mg/l fosfatov (PO_4^{2-}), razen če so onesnažene. Med leti 2000 in 2009 so koncentracije PO_4^{2-} v podzemni vodi variirale med 0,01 in 0,13 mg/l in nekajkrat presegle zgornjo mejo. V letih 2010 in 2011 so opazili porast PO_4^{2-} in sicer v letu 2010 so koncentracije PO_4^{2-} v Jelševniku znašale 1,26 mg/l in v letu 2011 skoraj 2 mg/l (Hudoklin, 2011). Fosfate najdemo v gnojilih, detergentih, posledično pa v podzemni, površinski in odpadni vodi. Električna prevodnost (EC) vode se giblje med 380 in 625 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (2010 - 2011) s povišanimi vrednostmi ob koncu poletja in jeseni (Bulog, 2012). Izvor fosfatov in nitratov v

Jelševniku bi lahko bil kot posledica izpusta prehrabene industrije v Črnomlju, kot tudi uporabe umetnih gnojil v kmetijstvu (Hudoklin, 2011).

Prav tako je zaskrbljujoča informacija, da so v letu 2007 v obdobju nizkih poletnih pretokov v izviru Jelševnik koncentracije kisika znašale pod 1 mg O₂/l (Bulog, 2007). V sušnih obdobjih lahko površinski kraški tokovi povsem presahnejo in med nevarnimi posledicami sušnosti so razmeroma blago redčenje odpadnih voda, povišane koncentracije škodljivih snovi in zmanjšanje koncentracije kisika v kraških izviri (Plut in sod., 2013).

Meritve hidroloških parametrov podzemne in površinske vode:

Na merilnem mestu Dobliče smo opazili statistično neznačilen trend zniževanja pretoka površinske vode (1960-2013)

Pokrivanje VVO z ekosistemom:

Del ekosistema se nahaja na najožjem, ožjem in širšem VVO črpališča Dobliče (Priloga 6).

Reprezentativna merilna mesta za ekosistem:

Merilno mesto na izviru (črpališča) Dobličica je primerno mesto za spremljanje kakovosti podzemne vode in merilno mesto Dobliče (4975) za spremljanje hidroloških parametrov površinske vode.

Obremenitve in vzroki za poslabšanje stanja ekosistema:

Na tem območju imamo opravka z nekaterimi starimi viri onesnaženja, kot tudi z novejšimi, ki so posledica kmetijstva na plitvem krasu. Onesnaženost podzemnih kraških voda je povezana z izpiranjem številnih odpadnih snovi, kot so npr. tudi naključna izlitja različnih tekočin na površini. V sušnih obdobjih lahko površinski tokovi presahnejo, katere posledica je blago razredčenje odpadnih voda in povišane koncentracije škodljivih snovi v vodi (Bulog, 2007). Nevarna so tudi divja odlagališča trdnih in verjetno tekočih odpadkov v neposredni bližini Jelševnika, ki so jih sanirali z zakopavanjem in s prikrivanjem v zemlino. Prenova ceste nad izvirom, kjer je meteorna voda preko vkopne kanalizacijske cevi speljana neposredno do izvira Jelševnišča (Bulog, 2012). Hudoklin (2011) prav tako omenja nekaj točkovnih onesnaženj z izlivom nekaj ton gnojnice.

Na osnovi pridobljenih podatkov predpostavljamo, da je razlog za neugodno stanje ekosistemov kemijsko stanje podzemne vode (srednja raven zaupanja).

Predlogi:

Spremljanje kemijskega stanja podzemne vode na reprezentativnih merilnih mestih Dobličica in spremljanje hidroloških parametrov površinske vode na merilnem mestu Dobliče 4975.

4.2.4. Stobe – Breg

Ekosistem:

Območje ekosistema se nahaja zahodno od kraja Lokve pri Črnomlju in obsega podzemni tok v zaledju izvira Pačega potoka med Dolnjo Pako in Rožancem (Ambrožič in sod., 2013) (Priloga 7). Ekosistem je uvrščen v prioritetni razred 2, kar pomeni, da je v neugodnem stanju ohranjenosti in ga je potrebno obnoviti, da bi se vrste oziroma habitatni tip povrnil v ugodno stanje ohranjenosti.

Geologija:

Napajalno zaledje predstavlja nizki kras malo zakrasedlimi karbonatnimi kamninami (mezozojske starosti), kjer se na stiku dolomita in apnenca pojavi izvir (Buser, 2010) (Priloga 3).

Hidrogeologija:

Gre za kraški vodonosnik (2. vodonosnik; VS 22928 Lahinja; VTPodV 1011 Dolenjski kras) – lokalni ali spremenljivo izdatni vodonosniki ali obširni vendar nizko do srednje izdatni (Prestor in sod., 2006).

Kraška (vodna) jama Stovba ali Stobe vodi do podzemne vode in do 8 m globokega kraškega okenca. Ob visokih vodah se gladina kraške podzemne vode dvigne do površja in teče tudi po površju proti Otovcu. Pri Otovcu je nekakšen požiralnik ali udorna kotanja (globel) s 7 m dolgo površinsko strugo stalnega potoka. Voda izvira na Z strani in ponika v 0,5 m visok in že po nekaj metrih do stropa zalit rov na V strani kraškega okenca. Po občasnih opazovanjih je mogoče sklepati, da se po nalivih gladina podzemne vode dvigne za 4 m in v reliefni kotanji nastane jezero. Tako se plitvo pod površjem Pačkega dola stalno pretaka kraška voda, ki napaja Pački potok in nekatere studence o njem. Okrog 400 m JV od Sihurne se nahaja kraški izvir Talaškega potoka (T. Breg), ki prihaja na površje iz dveh vzporednih razpok jurskih karbonatov. Napajalno zaledje sega v Talčji Vrh in Tušev Dol in je ločeno od zaledja Pačkega Brežička. Slednji predstavlja vir vode Pačkega potoka (Habič in sod., 1990) (Priloga 4).

Otovski breg (Otovski zdenc ali Breg) je kraški izvir v udorni kotanji (vrtači), sredi suhe doline na kraškem ravniku pod vasjo Otovec. Iz podzemlja priteka kot plitev in dober meter visok vodni rov. Voda nato odteka v 1200 m oddaljen Pački breg, ki se steka v Potok, pritok Dobljčice. Po nevihtah se gladina hitro dvigne in poplavi udornico.

Monitoring:

Meritve kakovosti podzemne in površinske vode:

Na območju ekosistema ni merilnih mest na katerih bi spremljali kakovost podzemne vode (Priloga 5). Biotehniška fakulteta (UL) opravlja občasne meritve podzemne vode (od leta 2000) na izviru Otovski breg, Pački breg in Stobe, kjer merijo fizikalno-kemijske parametre (Bulog,

2009). Med 2000-2009 so opazili porast fosfatov v podzemni vodi, katerih koncentracija presega 2,5 mg/l (Bulog, 2012) v izviru Pački potok (2,7 mg/l).

Meritve hidroloških parametrov podzemne in površinske vode:

V neposredni bližini ni merilnih mest za spremljanje hidroloških parametrov površinske vode.

Pokrivanje VVO z ekosistemom:

Obravnavani ekosistem ni na VVO (Priloga 6).

Reprezentativna merilna mesta za ekosistem:

Za obravnavan ekosistem ni reprezentativnih merilnih mest za spremljanje kemijskega stanja podzemne vode in spremljanje hidroloških parametrov površinske vode.

Obremenitve in vzroki za poslabšanje stanja ekosistema:

V prispevnem območju Otopskega brega se nahajajo urbana območja, vinogradi in kmetijske površine, ki lahko predstavljajo vir onesnaženja v podzemni vodi. V preteklosti so povišane koncentracije PCB, ki je del insekticidov, izmerili v sedimentu in človeških ribicah (Webber, 2006; Pezdirc, 2008). Ambrožič in sodelavci (2013) so opazili trend povečanja onesnaženja s fosfati in nitrati v posameznih izvirih, kar je posledica pretiranega gnojenja. V zaledju ekosistema so jame in brezna (brezno pri Zgornji Paki, Hribarska jama, Mausarjeva jama, Stobe, Zelinov prepad, Jama na Usarju-onesnažena; Krakarjev Obrov, Medvednica), med katerimi so nekatere onesnažene (Internet 37). V neposredni bližini ekosistema so tudi divja odlagališča.

Na osnovi pridobljenih podatkov predpostavljamo, da je razlog za neugodno stanje ekosistemov kemijsko stanje podzemne vode (srednja raven zaupanja).

Predlogi:

Za obravnavan ekosistem predlagamo, da se na mestu, kjer Biotehniška fakulteta (UL) izvaja monitoring podzemne vode izvaja spremljava kemijskega stanja podzemne vode in hidroloških parametrov površinske vode.

4.2.5. Kočevsko

Ekosistem:

Območje Kočevsko predstavlja življenjski prostor belemu močerilu. Ekosistem je uvrščen v prioritetni razred 2, kar pomeni, da je v slabem stanju ohranjenosti in ga je potrebno ohraniti in obnoviti, da bi se vrste oziroma habitatni tipi povrnili v ugodno stanje ohranjenosti.

Geologija:

Območje gradijo zelo do malo zakraseli apnenci (pretežno jurske in kredne starosti) in dolomit mezozojske starosti (Buser, 2010) (Priloga 3).

Hidrogeologija:

Območje leži na prevladujočih kraških vodonosnikih (2. vodonosnik) – zelo do malo skraseli – apnenec in dolomit mezozojske starosti, ter dolomitnih vodonosnikih (1. vodonosnik) – razpoklinski in kraški, malo skraseli – dolomit in apnenec mezozojske starosti. V majhnem delu pa leži na slabo prepustnih permskih klastičnih kamninah z vložki apnenca (Prestor in sod., 2006; Buser, 2010). Območje zajema VS 12121 Ribnica – Suha krajina – Kočevski Rog in 12221 Kočevje – Goteniška gora (VTPodV 1011 Dolenjski kras) in VS 11823 Cernica (VTPodV 1010 Kraška Ljubljana).

Monitoring:

Meritve kakovosti podzemne in površinske vode:

Na merilnem mestu Rakitnica, Obrh Rinža, Bilpa, Tominčev izvir in Radeščica (Podturn) je podzemna voda ustrezala kriterijem *Uredbe o standardih kakovostih podzemne vode* (UL RS, št. 100/05) za dobro kemijsko stanje (2008-2013) (ARSO, 2014b).

Nitrati na merilnem mestu Rakitnica rahlo upadajo (4,88 mg/l v 2006; 3,17 mg/l 2013), na merilnem mestu Obrh Rinža so bile koncentracije med 2,96 mg/l in 4,02 mg/l (2007-2011), nato so v letu 2011 narastle (4,85 mg/l) in so v 2013 upadle na 3,31 mg/l. Na merilnem mestu Bilpa so bile koncentracije nitrata med 6,5 mg/l in 7,4 mg/l (2007-2011) in so v 2012 narastle na 8,11 mg/l in v 2013 upadle na 6,12 mg/l. Na merilnem mestu Tominčev izvir se koncentracije nitrata gibajo med 4 in 5 mg/l, medtem ko so bile na merilnem mestu Radeščica – Podturn bile okoli 5 mg/l (2007-2012), v letu 2012 so narastle na 6,95 mg/l in v letu 2013 upadle na 5,94 mg/l.

Na merilnem mestu Rakitnica so koncentracije pesticidov upadle iz 0,0069 µg/l na 0,002 µg/l (2008-2009), prav tako na merilnem mestu Bilpa iz 0,0483 µg/l v 2008 na 0,004 µg/l (2010) in na merilnem mestu Tominčev izvir (iz 0,0096 µg/l v letu 2009 na 0,0020 µg/l v letu 2012) (ARSO, 2014b)..

Površinska voda Rinža ima dobro kemijsko stanje (2006-2010) (ARSO, 2010c), medtem, ko je njeno ekološko stanje glede na nekatere obravnavane parametre zaradi močne obremenitve z organskimi snovmi lahko tudi zelo slabo (2006-2010) (ARSO, 2010d; ARSO, 2010b; ARSO, 2012b).

Meritve hidroloških parametrov podzemne in površinske vode:

Na merilnih mestih Bilpa (2008-2009), Blate, Livold I (1977-1993), Prigorica I, Soteska (2005-2012), Meniška vas in Meniška vas I glede na rezultate pretokov nismo opazili posebnih spreminjanj (ARSO, 2014a).

Meritev pretokov smo spremljali na merilnih mestih Kolpa Gotenc, Krka Žužemberk in Radeščica, kjer nismo opazili izrazitih negativnih trendov (ARSO, 2014b) (Priloga 5).

Pokrivanje VVO z ekosistemom:

Ekosistem se nahaja na najožjem, ožjem in širšem VVO Radeščica (Podturn); najožjem, ožjem in širšem VVO za zajetja Livold, Mrzli studenec I in Mrzli studenec II; ožjem in širšem VVO Cvišlerji; najožjem, ožjem in širšem VVO za zajetja Grčavske Ravne, Zadolje 1, Zadolje 2, Ažija, Grčavske Ravne 2, G-1/86, Grčarice, Reberski studenece I, Reberski studenec II, VS-1, VS-2, Podstojno 1, Podstojno 1, Rožni studenec in RS-1/88 (Priloga 6).

Reprezentativna merilna mesta za ekosistem:

Za kakovost podzemne vode sta reprezentativni merilni mesti Obrh Rinža in Radeščica, za spremljanje hidroloških parametrov površinske vode pa so reprezentativna mesta Meniška vas (7270), Vrhnika in Prigorica I (7488).

Obremenitve in vzroki za poslabšanje stanja ekosistema:

Prašičja farma ob kateri so postavili tudi biološko čistilno napravo, ki pa nikoli ni bila dovolj učinkovita in ni zadostila lastnim potrebam prašičerejske proizvodnje. Odpadna voda iz prašičje farme Klinja vas je pritekala plitvo pod površjem (Vodna jama, Vodja jama pri Klinji vasi 2 in 3) in tako uničila bogato populacijo močerilov (Sket, 1972; Kranjc, 1976).

Prav tako so v zaledju ekosistema neurejene farne Govedoreja Kočevje (GO-KO) (v Koblarjih, Cvišlerjih, Livoldu in Mlaki ter njihovih delovišč v Kočarjih, Zajčjem Polju, Klinji vasi in Rajndolu) (Šolar, 2014).

V zaledju veliko divjih odlagališč, onesnaženih jam, komunalno odlagališče Mozelj, v Kočevju več industrij (Ljubljanske mlekarne d.d., Melamin Kočevje d.d., Recinko d.o.o., itd), katerih iztok je vezan na KČN. Jama pod Starim Bregom je dolga leta služilo kot industrijska deponija, kjer so odlagali iverke, smolo in melaminske plošče (kemična tovarna Melamin in lesno-predelovalno podjetje Lik). V jami je zaradi različnih smeti velikokrat gorelo in tlelo, enkrat je prišlo celo do eksplozije. Po ocenah bi čiščenje jame, v kateri je okoli 4000 m³ odpadkov (Jaksentič, 2011; Fajfar, 2012; Register divjih odlagališč, 2014; Ekologi brez meja, 2014). Jama pri križu ob cesti na Rigelj je prav tako onesnažena (Internet 37).

Nadaljnji potencialni viri onesnaženja so tudi kanalizacija, ki je ponekod še vedno speljana neposredno v Rinžo, polivanje z gnojevko na kmetijski površinah v zgornjem toku Rinže.

Prav tako naj bil bila voda Rinže neprestano onesnažena zaradi kanalizacije, ki se na dveh mestih izteka v reko (Leskovšek-Svete, 2012).

Nastanek umetnega Kočevskega oziroma Rudniškega jezera sega v leto 1978, ko je prenehal obratovati rudnik rjavega premoga in je voda iz Rudniškega potoka, ki so jo prej izčrpavali in uporabljali za pranje premoga napolnila kotanjo. Vstavljene so bile velike cevi, ki so speljane v skoraj 2 km oddaljeno reko Rinžo (Internet 36). Celoten jamski sistem (Željske jame – onesnaženo (Sket, 1972, Kranjc, 1976)) je danes močno poškodovan, saj so številni obiskovalci zadimili sigo, lomili kapnike, pisali po stenah ali pa v jamah našli odlagališče za najrazličnejše odpadke. Premogov prah, ki ga je v jame naplaval Rudniški potok, je zamašil rove in prizadel nekdanj bogato podzemno favno. Tako je izginila tudi človeška ribica, ki jo sedaj iz podzemlja naplavijo le visoke vode (Novak, 1987 v Hudoklin, 2011).

V zaledju se nahaja 5 izpustov OMV BS Ložine pri Kočevju, Odlagališče internih odpadkov Mala Gora, odlagališče Črnomelj-Vranoviči, odlagališče Mozelj (1131_1, 1153_1, 650_2, 771_1 in 771_2). KČN na območju ekosistemov ali njihovem napajalnem območju ni.

Na osnovi pridobljenih podatkov predpostavljamo, da je razlog za neugodno stanje ekosistemov kemijsko stanje podzemne vode (srednja raven zaupanja).

Predlogi:

Spremljanje kemijskega stanja podzemne in površinske vode in hidoloških parametrov na površinskih vodah na reprezentivnih merilnih mestih.

4.2.6. Kotarjeva prepadna

Ekosistem:

Kotarjeva prepadna je vodna jama v plitvem krasu doline Krke. Jama je nastala ob manjšem podzemskem toku, ki se izliva v potok Petelinec pri Stranski vasi (Jasim Tahir in sod., 2008) (Priloga 7). Ekosistem je uvrščen v prioritetni razred 2, kar pomeni, da je v neugodnem stanju ohranjenosti in ga je potrebno ohraniti in obnoviti, da bi se vrste oziroma habitatni tipi povrnil v ugodno stanje ohranjenosti.

Geologija:

Na širokem dnu Novomeške kotline prevladuje plitvi kras, ki ga gradijo karbonatne kamnine, s prevladujočimi vodoravnimi vodnimi jamami in značilnim dinarskim krasom na visokem obrobju (Buser, 2010) (Priloga 4).

Hidrogeologija:

Območje pripada kraškim lokalnim ali spremenljivo izdatnim vodonosnikom ali obširnim vendar nizko do srednje izdatnim vodonosnikom (VS 12423 Dolenjske Toplice – Uršna Sela; VTPodV 1011 Dolenjski kras) (Priloga 4).

Monitoring:

Meritve kakovosti podzemne in površinske vode:

V neposredni bližini ekosistema ni merilnih mest za spremljanje kemijsko stanja podzemne in površinske vode (Priloga 5).

Meritve hidroloških parametrov podzemne in površinske vode:

V neposredni bližini ekosistema ni merilnih mest za spremljanje hidroloških parametrov površinske vode.

Pokrivanje VVO z ekosistemom:

Obravnavani ekosistem ni na VVO (Priloga 6).

Reprezentativna merilna mesta za ekosistem:

Za obravnavan ekosistem ni reprezentativnih merilnih mest.

Obremenitve in vzroki za poslabšanje stanja ekosistema:

V zaledju vodne jame se nahajajo kmetijske in grajene površine, črna odlagališča odpadkov, jame (Brezno pod goro, Brezno pod Mehovskim hribom (2003 očiščena), Brezno na Klemenčičevi njivi, brezno v Jurnski hosti, Brezno pri Mihovcu, Jama na Padežu, Jama v Borštekcu, Kotarjeva prepadna (1996 očiščen) (Sket, 1972; Kranjc, 1976; JKNM, 2014), Lisičina pod Ravnim vrhom), ki lahko predstavljajo potencialni vir onesnaženja, če so onesnažene.

Na osnovi zbranih podatkov je vzrok za neugodno stanje ohranjenosti ekosistema neopredeljen, vendar na podlagi pogovora s strokovnjaki predpostavljamo, da je razlog za neugodno stanje ekosistemov kemijsko stanje podzemne vode (nizka raven zaupanja).

Predlogi:

Ker na območju ekosistema ni objektov, na podlagi katerih bi lahko predlagali monitoring za spremljanje kakovostnega stanja in hidroloških parametrov podzemne vode, predlagamo, da se najprej izvede terenski ogled območja.

4.2.7. Petanjska jama

Ekosistem:

Petanjska jama je vodna jama s kraškim izvirom Potok. Ekosistem je uvrščen v prioritetni razred 2, kar pomeni, da je v neugodnem stanju ohranjenosti in ga je potrebno ohraniti in obnoviti, da bi se vrste oziroma habitatni tipi povrnil v ugodno stanje ohranjenosti.

Geologija:

V zaledju izvira se nahajajo apnenec in dolomit (Buser, 2010) (Priloga 3).

Hidrogeologija:

Kraško-razpoklinski vodonosnik - lokalni ali spremenljivo izdatni vodonosnik ali obširni vendar nizko do srednje izdatni (Priloga 4). Potok ima povirje v plitvem kraškem ravniku ob Krki. Voda v jami je bila nekdanj zajeta, danes pa je raba opuščena (Jasim Tahir in sod., 2008). Gre za lokalni ali nezvezni izdatni vodonosnik ali obširni vendar zmerno izdatni vodonosnik (Prestor in sod., 2006).

Monitoring:

Meritve kakovosti podzemne in površinske vode:

Ni merilnih mest za spremljanje kakovosti podzemne vode (Priloga 5).

Meritve hidroloških parametrov podzemne in površinske vode:

Ni merilnih mest za spremljanje količinskega stanja podzemne vode.

Pokrivanje VVO z ekosistemom:

Obravnavani ekosistem ni na VVO (Priloga 6).

Reprezentativna merilna mesta za ekosistem:

Za obravnavan ekosistem ni reprezentativnih merilnih mest za spremljanje kakovosti podzemne vode. Na območju ekosistema ni merilnih mest za spremljanje količinskega stanja podzemne vode.

Obremenitve in vzroki za poslabšanje stanja ekosistema:

V zaledju ekosistema se nahajajo kmetijske in grajene površine, divja odlagališča odpadkov in jame (Boričevka, Jama v Pohlicah, Petanska jama, Shornica, Župenca), ki so lahko onesnažene. Na osnovi zbranih podatkov je vzrok za neugodno stanje ohranjenosti ekosistema neopredeljen, vendar na podlagi pogovora s strokovnjaki predpostavljamo, da je razlog za neugodno stanje ekosistemov kemijsko stanje podzemne vode (nizka raven zaupanja).

Predlogi:

Ker na območju ekosistema ni objektov, na podlagi katerih bi lahko predlagali monitoring za spremljanje kakovostnega stanja in hidroloških parametrov podzemne vode, predlagamo, da se najprej izvede terenski ogled območja.

4.3. VTPodV 5019 Obala in Kras z Brkini

4.3.1. Kras

Ekosistem:

Območje ekosistema predstavlja domovanje močerilom, ki jih najdemo na območju Brestovice in Divače. Ekosistem je uvrščen v prioritetni razred 2, kar pomeni, da je v neugodnem stanju ohranjenosti in ga je potrebno ohraniti in obnoviti, da bi se vrste oziroma habitatni tipi povrnili v ugodno stanje ohranjenosti.

Geologija:

V zaledju prevladujejo karbonatne kamnine, kot so debeloplastnat mikritni apnenec, bituminozni dolomit, rudistni in mikritni apnenec, alveolinsko-numulitni in miliolidni apnenec, ter fliš (Buser, 2010) (Priloga 3).

Hidrogeologija:

Gre za kraški lokalni ali spremenljivo izdatni vodonosnik ali obširni vendar nizko do srednje izdatni vodonosnik (VS 50621 Brestovica – Timav, VS 50722 Glinščica – Osp, VS 50721 Območje izvira Rižane in VS 50523 Notranjska Reka; VTPodV 5019 Obala in Kras z Brkini) (Prestor in sod., 2006) (Priloga 4).

Monitoring:

Meritve kakovosti podzemne in površinske vode:

VTPodV Obala in Kras z Brkini je imelo od leta 2007 do 2013 dobro kemijsko stanje. Na vseh merilnih mestih je kakovost podzemne vode ustrezala kriterijem dobrega stanja (Priloga 5).

Kakovost podzemne vode na merilnem mestu Brestovica (2006-2013), Antonov izvir – Mahniči (2007-2008) in Ilirska Bistrica (2006-2013) ustreza *Uredbi o standardih kakovostih podzemne vode* (UL RS, št. 100/05). Na merilnem mestu Brestovica koncentracija NO_3^- v podzemni vodi upada (6,75-2,84 mg/l; 2006-2013), medtem ko na merilnem mestu Ilirska Bistrica koncentracija nitrata najprej upadaj (4,7-3,5 mg/l; 2007-2011), nato pa od leta 2012 do 2013 narašča (5,02-5,51

mg/l). Na merilnem mestu Brestovica se je koncentracija desetil-atrazina rahlo znižala (iz 0,003-0,002 µg/l; 2012-2013).

Kemijsko in ekološko stanje reke Reke je opisano pri ekosistemu Notranjskega trikotnika.

Meritve hidroloških parametrov podzemne in površinske vode:

Iz rezultatov pretokov na merilnih mestih Škocjan II (9077) in Reka – Cerkenikov mlin (9050) smo ugotovili, da ni posebnih trendov.

Pokrivanje VVO z ekosistemom:

Del ekosistema se nahaja na najozjem, ožjem in širšem VVO Brestovica (VB-2, VB-4 in VB-5), del pa na širšem VVO za vodno telo vodonosnikov Rižane (Priloga 6).

Reprezentativna merilna mesta za ekosistem:

Merilno mesto Brestovica za spremljanje kemijskega stanja podzemne vode in merilno mesto Škocjan za spremljanje hidroloških parametrov površinske vode.

Obremenitve in vzroki za poslabšanje stanja ekosistema:

Potencialni vir onesnaženja sta lahko KČN Divača in KČN Sežana z izpustom odpadne vode direktno v tla (jamo) oziroma v podzemno vodo zaradi hidrogeoloških značilnosti kamnin (zelo slaba samočistilna sposobnost kamnin). Smer toka podzemne vode je na tem območju dokazana s sledilnimi poskusi, ki je generalno proti Z in JZ. V smeri toka podzemne vode od omenjenih izpustov se nahajata Kačna jama in jama Bjekovnik pri Divači (onesnažena z mrhovino; Internet 37), od koder se podzemna voda steka v Jamo 1 v Kanjaducah pri Sežani. Mihevc in Rijavec (2006) sta analizirala vodo, ki priteka v slapu v Jamo 1 v Kanjaducah. Koncentracije nitratov, sulfatov, kloridov in fosfatov so močno presegale vrednosti, ki jih ima reka Reka v svojem toku v jami. Voda je bila zelo onesnažena z organskimi snovmi (v letu 2004), saj je imela v slapu do 207 mg/l nitrata in v podzemni Reki v isti jami zaradi redčenja le 8 mg/l nitrata. Podzemna Reka je imela sicer povišane vrednosti vseh parametrov, vendar niso bistveno odstopale od vrednosti, kot jih je imela Reka pred ponorom v Škocjanskih jamah. Pri Slapu je tako mogoče sklepati na direkten odtok iz kanalizacije ali sežanske čistilne naprave, ki leži SZ od vhoda v jamo, vendar skoraj nad njenimi rovi (Mihevc in Rijavec, 2006). Nadalje so viri onesnaženja podzemne vode z izpusti iz farm (gnojevke), v Postojnski jami je količina hranil povišana, v Lipici obstaja potencialno onesnaženje z gnojenjem in uporaba pesticidov (golf igrišče, konjereja) in neurejenih gnojnih jam in gnojišče. Prav tako pa ni znano kakšen vpliv ima vinogradništvo na podzemno vodo (ustni vir, Vidmar B. in Fajdiga B., 2009).

Na območju ekosistema Kras in njegovega napajalnega zaledja se nahaja 10 izpustov v podzemlje: JATA Emona d.d. – valilnica Pivka, OMV BS & AP Kozina, Kobilarna Lipica, OMV

BS Komen, Kras d.d. Sežana, Pršutarna sepulje, Primorje d.d., Odlagališče CERO Sežana, Kraški vodovod-čistilna naprava Sela na Krasu in 20 KČN (Divača, Sežana, Štanjek, Komen, Kobilarna Lipica).

Predlogi:

Predlagamo, da se na reprezentativnih merilnih mestih in na mestu v jami na lokaciji, kjer sta Mihevc in Rijavec (2006) vzela vzorec vode št. 2 (Slap) spremlja kakovost vode, saj tako lahko kontroliramo kakovost čiščenja KČN oziroma ugotavljamo možno puščanje kanalizacijskih voda. Spremljanje hidroloških parametrov površinske vode naj se izvaja na reprezentativnih mestih.

5. Negotovosti in vrzeli

Pri preučevanju ekosistemov, odvisnih od podzemnih vod v slabem stanju ohranjenosti bi nam pri interpretaciji za opredelitev predvidenih razlogov za njihovo neugodno stanje ohranjenosti bili v veliko pomoč konceptualni modeli ekosistemov; npr. na podlagi česa so ti ekosistemi bili določeni, da so odvisni od podzemne vode, kako je ekosistem odvisen od podzemne vode, ali je ekosistem poleg podzemne vode odvisni tudi od površinske vode, kakšne so ekološke zahteve ekosistema za njegov obstoj oziroma kakšne so karakteristike okolja v katerem je ekosistem v ugodnem stanju ohranjenosti (kritične gladine do podzemne vode, zadostna oziroma potrebna količina podzemne vode za ohranitev ekosistema, podatki o mejnih vrednosti nekaterih parametrov v podzemni vodi, ki lahko škodujejo habitatu, itd.), natančna opredelitev sedanjega stanja ekosistemov (problematika ekosistema, vzroki za poslabšanje stanja, delež ekosistema v slabem stanju ohranjenosti), kakšne posledice imajo slabo kemijsko in količinsko stanje podzemne vode na ekosistem, itd.

Hidrogeološki konceptualni modeli temeljijo na zbranih literaturnih podatkih in poznavanju hidrogeoloških razmer. Nekateri med njimi so pomanjkljivo opisani zaradi pomanjkanja merilnih mest na samem območju ekosistema in/ali v njegovem prispevnem zaledju, manjkajočih podatkov (monitoring se redko izvaja) ali slabega poznavanja lokalnih hidrogeoloških razmer.

6. Zaključek

V okviru predstavljene naloge smo podrobneje obravnavali 25 con (ekosistemov odvisnih od podzemne vode), ki so v neugodnem stanju ohranjenosti. Za 23 ekosistemov smo opredelili hidrodinamske razmere na območju ekosistemov in izdelali hidrogeološke konceptualne modele, pregledali kemijsko in količinsko stanje podzemne vode in opisali potencialne vire onesnaženja. Na območjih ekosistemov, kjer rečna voda napaja vodonosnik (Janža in sod., 2015) smo

pregledali kemijska in ekološka stanja površinskih voda. Ta območja se nahajajo na posameznih predelih VTPodV v aluvialnih sedimentih (VTPodV 1001 - Savska kotlina in Ljubljansko Barje, VTPodV 1002 - Savinjska kotlina in VTPodV 4016 - Murska kotlina) ter na območjih VT v kraških vodonosnikih (predvsem VTPodV 1010 Kraška Ljubljana, VTPodV 1011 Dolenjski kras in VTPodV 5019 Obala in Kras z Brkini), kjer površinske vode ponekod v celoti ponikajo v kraška tla in napajajo podzemno vodo v kraških vodonosnikih.

Iz pregledane literature in dostopnih podatkov o ekosistemih odvisnih od podzemne vode, ocen kemijskega in količinskega stanja podzemnih vod ter sodelovanj s strokovnjaki sklepamo, da je za gozdne habitate najverjetnejši razlog za neugodno stanje ohranjenosti količinsko stanje podzemne vode (npr. upad gladine podzemne vode), ki je lahko posledica zajezev površinske vode, regulacije, poglobljanje rečnega korita, podnebnih sprememb itn. Med glavne antropogene posege, ki vplivajo na količinsko stanje podzemne vode pa prištevamo zajezev vode in potopitev vodotoka, zamuljevanje rečnega korita, regulacija/izravnava vodotoka, kmetijske melioracije in prekomerno izkoriščanje podzemne vod. Medtem, ko je v kraških vodonosnikih, kjer prebivajo dvoživke in mehkužci, predvideni razlog za neugodno stanje ohranjenosti kemijsko stanje podzemne (in površinske) vode (izpusti odpadne vode v tla, stara bremena, pretirano polivanje gnojnice, odlagališča odpadkov, ...) na kraških tleh (Prestor in sod., 2015) (Priloga 9). Med najpogostejšimi pritiski na kemijsko stanje podzemne vode so prekomerna uporaba gnojevke in gnojnice, industrijska in komunalna odlagališča odpadkov (prodne jame, jame...), prekomerna raba pesticidov in insekticidov, slabo prečiščene odpadne vode, gnojne jame, dotrajano kanalizacijsko omrežje itn. Predvideni najverjetnejši vzroki za poslabšanje stanja ohranjenosti ekosistema so podani z različnimi stopnjami gotovosti.

Z zanesljivimi podatki o kemijskem in količinskem stanju podzemne vode lahko lažje predlagamo ukrepe, s katerimi bi vrste oziroma habitatne tipe povrnil v ugodno stanje ohranjenosti. Spremljanje stanja podzemne vode na območjih ekosistemov odvisnih od podzemnih vod se je izkazala kot pomembno orodje pri ugotavljanju razlogov za neugodno stanje ohranjenosti ekosistemov. Na območjih ekosistemov, kjer monitoring podzemne vode ne poteka, je mogoče le ugibati o razlogih za poslabšanje stanja ekosistema. Redni monitoringi podzemne vode tako pripomorejo k identifikaciji virov onesnaženja podzemne vode, ki lahko kvalitativno in kvantitativno slabijo stanje ekosistema. Dolgoletna opazovanja podzemne vode nam podajo pregled nad spremenjenim stanjem v preteklih letih in posredujejo informacijo o trendih opazovanega parametra.

Nadalje bi bilo potrebno uskladiti metodologije za oceno količinskega in kemijskega stanja podzemne vode, ki vključuje stanje ekosistemov odvisnih od podzemne vode in morebitnih posebnih ciljev ali mejnih vrednosti (v okviru interdisciplinarne skupine).

V bodoče se bi bilo potrebno osredotočiti na ključne vodonosnike, na katerih bi se spremljalo stanje podzemne vode (gladina podzemne vode), predvsem na območju ekosistemov, kjer ni veliko razpoložljivih podatkov. Namreč določitev kritičnih globin do gladine podzemne vode je izredno pomembna, kot se je izkazalo na primeru Murske šume in Krakovskega gozda. Prav tako bi bilo posebno pozornost nameniti vodonosnikom, v katerih se koncentracije onesnaževal pojavljajo nad pričakovanim naravnim ozadjem in spremljati njihov trend.

Predpostavljamo, da bodo v NUV III opisi vseh ekosistemov odvisnih od podzemne vode zaključeni in da bodo zgoraj našteje negotovosti in vrzeli opredeljene in rešene. Do takrat pričakujemo, da bodo za zanesljivejšo opredelitev razlogov za neugodno stanje ohranjenosti ekosistema glede na kemijsko ali količinsko stanje podzemne vode, manjkajoče podatke o lokalnih hidrodinamskih razmerah in konceptualnih modelih ekosistemov in površinskih vod odvisnih od podzemnih vod dopolnjeni in konceptualni modeli usklajeni (podzemna voda-habitat-površinska voda). Zaradi prepleta različnih strok pri obravnavi ekosistemov odvisnih od podzemne vode, bi bilo koristno sodelovanje s strokovnjaki ZRSVN nadaljevati, dokler se ne dopolnijo manjkajoče vrzeli in nerešeni problemi.

7. Literatura

- Accetto, M. 1974: Združbi gabra in evropske gomoljčice ter doba in evropske gomoljčice v Krakovskem gozdu. *Gozdarski vestnik* 74(10): 357-369.
- Accetto, M. 1975: Naravna obnova in razvoj doba in belega gabra v pragozdnem Rezervatu Krakovo. *Gozdarski vestnik* 75(2): 67-85.
- Ács, T. 2013: Estimation of ecological groundwater demand – scales, goals, methods. Second Conference of Junior Researchers in Civil Engineering. 199-205. Dostopno v spletu: <https://www.me.bme.hu/doktisk/konf2013/papers/199-205.pdf>
- Aljančič, G., Gorički, Š., Năpăruș, M., Stanković, D., Kuntner, M. et al. 2014: Endangered Proteus: combining DNA and GIS analyses for its conservation. V: Sackl P. et al. (ur.): *Dinaric Karst Poljes – Floods for Life. Proceedings of the 1st Workshop on Karst Poljes as Wetlands of National and International Importance*. Livno, 30. 9. – 1. 10. 2014, 71-75. Dostopno v spletu: http://ezlab.zrc-sazu.si/uploads/2014/06/Aljancical2014_Proteus_splited.pdf
- Ambrožič, Š., Štangelj, M., Ivanovič, M., Brancelj Bednašek, A., Aljančič, G., Križnar, M. 2013: *Narava Bele krajine*. Metlika. Belokranjski muzej, 227 str.
- ARSO. 2001: Pregled stanja biotske raznovrstnosti in krajinske pestrosti v Sloveniji. Ministrstvo za okolje in prostor – ARSO. 224 str. Dostopno v spletu: <http://www.arso.gov.si/narava/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/>
- ARSO. 2003: *Vodno bogastvo Slovenije*. 131 str. Dostopno v spletu: http://www.arso.gov.si/vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/vodno_bogastvo_slovenije.html
- ARSO. 2004a: Poročilo o kakovosti podzemne vode aluvialnih vodonosnikov v letu 2003. Dostopno v spletu: http://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/Aluvijalni_2003.pdf
- ARSO. 2005: Mesečni bilten, št. 3, letnik XII. Dostopno v spletu: http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%C5%BEnica/mese%C4%8Dni%20bilten/bilten_2005_03.pdf
- ARSO. 2007: Poročilo o kakovosti podzemne vode v Sloveniji v letih 2004 in 2005. Dostopno v spletu: <http://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/podzemne0405.html>
- ARSO. 2008a: *Kakovost voda v Sloveniji*. Dostopno v spletu: <http://www.arso.gov.si/vode/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/kakovost%20voda/Kakovost%20voda-SLO.pdf>
- ARSO. 2008b: Poročilo o kakovosti podzemne vode v Sloveniji v letu 2006. Dostopno v spletu: <http://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/PODZEMNE%20PORO%C4%8CILO%202006.pdf>
- ARSO. 2008c: *Monitoring kakovosti površinskih vodotokov v Sloveniji v letu 2006*. Dostopno v spletu: http://www.arso.gov.si/vode/reke/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/Porocilo_reke_2006.pdf

ARSO. 2009: Poročilo o kakovosti podzemne vode v Sloveniji v letih 2007 in 2008. Ljubljana, 233 str. Dostopno v spletu:

http://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/Prve_strani.pdf

ARSO. 2010a: Poročilo o kakovosti podzemne vode v Sloveniji v letu 2009. Dostopno v spletu:

<http://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/podzemne09.html>

ARSO. 2010b: Ocena ekološkega in kemijskega stanja voda v Sloveniji za obdobje od 2006 do 2008. Dostopno v spletu:

<http://www.arso.gov.si/vode/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/kakovost%20voda/Ocena%20stanja%20voda%2020062008.pdf>

ARSO. 2010c: Ocena ekološkega in kemijskega stanja rek v Sloveniji v letih 2007 in 2008. Dostopno v spletu:

http://www.arso.gov.si/vode/reke/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/POROCILO_REKE_2007_2008.pdf

ARSO. 2010d: Vode v Sloveniji. Ocena stanja voda za obdobje 2006-2008 po določilih okvirne direktive o vodah. Dostopno v spletu:

<http://www.arso.gov.si/vode/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/vode%20v%20sloveniji.pdf>

ARSO. 2011a: Poročilo o kakovosti podzemne vode v Sloveniji v letu 2010. Dostopno v spletu:

<http://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/podzemne10.html>

ARSO. 2011b: Količinsko stanje podzemnih voda v Sloveniji - Poročilo o monitoringu v letu 2010. Dostopno v spletu:

http://www.arso.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/Koli%C4%8Dinsko_stanje_podzemnih_voda_v_Sloveniji_Poro%C4%8Dilo_o_monitoringu_2010.pdf

ARSO. 2012a: Poročilo o kakovosti podzemne vode v Sloveniji v letu 2011. Dostopno v spletu:

http://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/Poro%C4%8Dilo_kemija_podzemne_10_10_2011.pdf

ARSO. 2012b: Ocena stanja rek v Sloveniji v letih 2009 in 2010. Dostopno v spletu:

<http://www.arso.gov.si/vode/reke/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/REKE%20porocilo%202009-2010.pdf>

ARSO. 2013a: Ocena kemijskega stanja podzemnih voda v letu 2012. Dostopno v spletu:

http://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/Porocilo_podzemne_2012_JULIJ.pdf

ARSO. 2013b: Ocena stanja rek v Sloveniji v letu 2011. Dostopno v spletu:

<http://www.arso.gov.si/vode/reke/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/Poro%C4%8Dilo%20REKE%202011.pdf>

ARSO. 2014: Količinsko stanje podzemnih voda v Sloveniji Poročilo o monitoringu 2012. Dostopno v spletu:

http://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/Koli%C4%8Dinsko_stanje_podzemnih_voda_v_Sloveniji_Poro%C4%8Dilo_o_monitoringu_2012_31jul2014.pdf

Božič Kranjec, J., Žist, V. 2010: Vse bolj zastrupljena. Črnomelj. Časopis Žurnal. 7. 10. 2010. Dostopno v spletu: <http://www.zurnal24.si/vse-bolj-zastrupljena-clanek-97466>

Bračič-Železnik, B. 2002: Kje so meje rabe prostora in izkoriščanja podtalnice vodonosnika Ljubljanskega polja in barja. Zaščita vodnih virov in vizija oskrbe s pitno vodo v Ljubljani: Zbornik. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za splošno hidrotehniko in Javno podjetje Vodovod-kanalizacija, 117-127.

Bračič-Železnik, B., Pintar, M., Urbanc, J. 2005: Naravne razmere vodonosnika, v: Rejec Brancelj, I., Smrekar, A., Kladnik, D.: Podtalnica Ljubljanskega polja. Ljubljana, Založba ZRC, 17-26.

Brenčič, M., Perpar, I., Sket, B. 1999: Šimenkovo brezno. Ljubljana. Naše jame 41. Društvo za raziskovanje jam, 7-21. Dostopno v spletu: [http://stara.jamarska-zveza.si/storage/files/Na%C5%A1e%20jame%2041%20img\(1\).pdf](http://stara.jamarska-zveza.si/storage/files/Na%C5%A1e%20jame%2041%20img(1).pdf)

Brenčič, M. 2003: Poročilo o hidrogeoloških meritvah na območju železniškega mejnega prehoda Dobova. Ljubljana. Arhiv GeoZS. K-II-30d/c-2/1174-a.

Brenčič, M., Ratej, J., Rikanović R., Bole, Z., 2006: Hidrogeološko poročilo za potrebe izdelave PGD/PZI avtoceste A5 Pesnica – Ledava; odsek Lenart – Cogetinci; podosek Sp. Senarska – Cogetinci km 15+000 – km 24+490. Geološki zavod Slovenije (K-II-30d/c-29/850-6): 20 str.

Bilandžija, H. M., Morton, B., Podnar, M., Četković, H. 2013: Evolutionary history of relict *Congerina* (Bivalvia: *Dreissenidae*): unearthing the subterranean biodiversity of the Dinaric Karst. *Frontiers in Zoology*, 10/5: 1-18, doi:10.1186/1742-9994-10-5.

Bukovnik, S. in Ivanuš B. 2009: Presoja poplavne varnosti in analiza vzrokov poplav v Pesniški dolini avgusta 2009. 20. Mišičev vodarski dan: 22-29. Dostopno v spletu: <http://mvd20.com/LETO2009/R4.pdf>

Bulog, B. 2007: Okoljske in funkcionalno-morfološke raziskave močerila (*Proteus anguinus*). *Proteus* 70/3: 102–109.

Buser, S. 2010: Geološka karta Slovenije v merilu 1:250.000 . Geološki zavod Slovenije, 1 list.

Čater, M. 2002: Vpliv svetlobe in podtalnice na naravno in sajeno dobrovo mladje (*Quercus robur* L.) v nižinskem delu Slovenije = Effect of light and groundwater table on natural and planted seedlings of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in lowland parts of Slovenia (specialist and scientific works, 120). Ljubljana. Gozdarski inštitut Slovenije: 115 str.

Dakskobler, I., Kutnar, L., Šilc, U. 2013: Poplavni, močvirni in obrežni gozdovi v Sloveniji - Gozdovi vrb, jelš, dolgopecljatega bresta, velikega in ozkolistnega jesena, doba in rdečega bora ob rekah in potokih. Gozdarski inštitut Slovenije: 128 str. Dostopno v spletu: http://www.gozdis.si/data/publikacije/51_Poplavni_gozdovi_Dakskobler_et_al_celotna_2013.pdf

DARS. 2014: Poročilo o vplivih na okolje Za AC odsek Lenart – Spodnja Senarska (Zvezek 1 Povzetek poročila s sklepno oceno sprejemljivosti). Dostopno v spletu: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:pVxisy3O1S8J:https://www.dars.si/Dokument/2-Varstvo_okolja/Lenart%2520SpSenarska,%2520povzetek%2520PVO_1.doc+&cd=4&hl=sl&ct=clnk&gl=si

Direktiva o habitatih. 1992: Direktiva o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst (92/43/EGS), veljavna z dne 21. 5. 1992.

Direktiva o pticah. 1979: Direktive o ohranjanju prostoživečih ptic (79/409/EGS), veljavna z dne 2. 4. 1979.

Ekologi brez meja. 2014: Lepa jama pod Mačkovcem ponovno lepa. Dostopno v spletu: <http://ebm.si/o/sl/component/content/article/84-koristno/akcije-in-projekti-podpiramo/400-lepa-jama-pod-mackovcem-ponovno-lepa>

European Commission. 2012: Technical report on groundwater dependent terrestrial ecosystems. Dostopno v spletu: <http://bookshop.europa.eu/en/technical-report-on-groundwater-dependent-terrestrial-ecosystems-pbKHAV12006/>

Fajfar, S. 2012: Kočevje: divjih odlagališč manj, a še vedno 157. Delo. 17.03.2012. Dostopno v spletu: <http://www.delo.si/novice/slovenija/kocevje-divjih-odlagalisc-manj-a-se-vedno-157.html>

Feguš, B., Golnar, M. 2012: Vpliv nizkega vodnega stanja reke Mure in podzemnih voda Apaškega polja na količinske in kakovostne parametre črpališča Podgrad. Maribor. 23. Mišičev vodarski dan: 73-81. Dostopno v spletu: <http://mvd20.com/LETO2012/R9.pdf>

Gams, I. 1959: Geomorfologija in izraba tal v Pomurju. Ljubljana. Geografski zbornik 5: 205-251. Dostopno v spletu: http://giam.zrc-sazu.si/zbornik/GZ_0501_205-251.pdf

Globevnik, L. & Kaligarič, M. 2005: Hydrological changes of the Mura River in Slovenia, accompanied with habitat deterioration in riverine space. Materials and Geoenvironment, 52/1: 45-49.

Globevnik, L. 2007: Pregled hidromorfoloških procesov reke Mure (Hidrološke in morfološke lastnosti reke Mure v Sloveniji). 1.regionalna delavnica projekta BIOMURA. 1.6.2007. Dostopno v spletu: http://www.biomura.si/prenosi/delavnica/predstavitve/L.%20Globevnik_Hidromorfoloski%20procesi%20reke%20Mure.pdf

Globevnik, L. 2009: Celosten pogled na vode porečja Mure in upravljanja z njimi. Pomurje: trajnostni regionalni razvoj ob reki Muri. Ljutomer, Murska Sobota, 26. 3. - 28. 3. 2009. Zbornik 20. zborovanja slovenskih geografov: 84-92. Dostopno v spletu: http://www.drustvo-geografov-pomurja.si/projekti/zborovanje/zbornik/hLidija%20Globevnik_T.pdf

Globevnik, L. 2012: Pomembna območja projekta BIOMURA. Dostopno v spletu: <http://www.biomura.si/prenosi/Izvananje%20projekta/ukrepi%20za%20dosego%20ciljev/Pomembna%20obmocja%20projekta%20Biomura.pdf>

Habič, P., Kogovšek, J., Bricelj, M., Zupan, M. 1990: Izviri Dobličice in njihovo širše kraško zaledje. Ljubljana. ZRC SAZU. Acta carsologica 19: 5 - 100. Dostopno v spletu: <http://carsologica.zrc-sazu.si/Celestevilke/arhiv/ac19.pdf>

Honegger, R. E. 1981: Threatened Amphibians and Reptiles in Europe. Akademische Verlagsgesellschaft, Wiesbaden.

Hönigsfeld Adamič, M. 2003: Strokovna izhodišča za vzpostavljanje omrežja Natura 2000 za vidro (*Lutra lutra*). Ljubljana. Lutra, Inštitut za ohranjanje naravne dediščine: 50 str. Dostopno v spletu: http://www.natura2000.gov.si/uploads/tx_library/vidra.pdf

Hudoklin, A. 2001a: Krakovski gozd. Ljubljana. Društvo za opazovanje in preučevanje ptic Slovenije DOPPS: 8 str.

Hudoklin, A. 2011: Are we guaranteeing the favourable status of the *Proteus anguinus* in the Natura 2000 network in Slovenia? Postojna. Inštitut za raziskovanje krasi ZRC SAZU. Pressures and protection of the underground karst: 169 – 181.

Hudoklin, A., Galičič, M., Bogovič, B., 2011. Ekocelicekot orodje ohranjanja ugodnega stanja v nižinskem gozdu Dobrava. *Varstvo narave* (Ljubljana), 25: 87–106.

Habersack, H., Mikoš, M. 2001: "Osnove transporta voda". Načelna vodnogospodarska zasnova mejne Mure faza 1, Stalna slovensko - avstrijska komisija za Muro, Ljubljana - Wien. Dostopno v spletu: http://www.rd-mura-paloma.si/faza_porocilo.pdf

Istenič, L. 1979: Pomanjkanje kisika v Putickovem jezeru Planinske jame = The Oxygen Deficit in Putick Lake of Planinska jama. *Acta carsologica*, 8: 331-352.

IzVRS (Inštitut za vode RS). 2008: Varstvo biodiverzitete reke Mure v Sloveniji. BIOMURA (Glasilo za prebivalce krajine ob reki Muri), 2/4: 8 str. Dostopno v spletu: <http://www.biomura.si/prenosi/casopis%20Biomura/casopis%20Biomura04.pdf>

Ivanovič, M., Plut, D., Polič, S., Velkovrh, F., Škedelj-Petrič, A. 1997: Naravni spomenik reka Krupa. Turistično društvo Semič.

Jaksentič, D. 2011: Najbolj onesnaženih jam še nihče ni začel čistiti. Delo. 3.11.2011. Dostopno v spletu: <http://www.delo.si/novice/slovenija/najbolj-onesnazenih-jam-se-nihce-ni-zacel-cistiti.html>

Jamarski klub Železnikar. 2012: Čistilna akcija Šimenkova jama. Dostopno v spletu: <http://www.jkz.si/2010/11/cistilna-akcija-simenkova-jama/>

Jamarski klub Novo mesto. 2012: Kotarjeva prepadna. Dostopno v spletu: http://www.jknm.si/media/pdf/187_Kotarjeva.pdf

Janža M., Šram, D., Mezga, K., Koren, K., 2015: Priprava strokovnih podlag in strokovna podpora pri izvajanju vodne direktive za področje podzemnih voda (Direktiva 2000/60/EC). Nadaljnja opredelitev vodnih teles (končno poročilo). Geološki zavod Slovenije. 8 str.

Jasim Tahir, A., Kus Veenvliet, J., Veenvliet, P., Špendl, R., Drašler, D. 2008: Okoljsko poročilo za Občinski prostorski načrt mestne občine Novo mesto. CHRONOS, okoljske investicije, d.o.o.: 60 str. Dostopno v spletu: http://www.novomesto.si/media/objave/priponke/2008/10/OPN_MONM_VAROVANA_OBMO_CJA_okoljsko_porocilo.pdf

Kink, B. 2009: Herpetološke značilnosti in naravovarstveni pomen Krakovskega gozda. Diplomsko delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo. Dostopno v spletu: http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn_kink_barbara.pdf

Kink, B. 2011: Herpetološke značilnosti in naravovarstveni pomen Krakovskega gozda. *Varstvo narave*, 25: 71-86. Dostopno v spletu: http://www.zrsvn.si/dokumenti/63/2/2011/Kink_2586.pdf

Klasje. 2012: Jamarji očistili onesnažene jame. Ivančna Gorica. april 2012: Dostopno v spletu: http://issuu.com/ecetera/docs/klasje_april_2012_internet/12

Kogovšek, J., Prelovšek, M., Petrič, M., Turk, J., Drame, L., Zadel, M. 2007: Končno poročilo o rezultatih sledenja s ponora Farovščice. Inštitut za raziskovanje krasi ZRC SAZU: 26 str. Dostopno v spletu: http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/podrocja/narava/sledenje_farovscice_porocilo_.pdf

Kogovšek, J., Petrič, M. 2007: Smeri in dinamika odtekanja vode in prenosa kontaminantov z odlagališča odpadkov pri Sežani (JZ Slovenija). *Acta carsologica*, 36/3: 413-424.

Kogovšek, J., Petrič, M., Ravbar, N. 2008: Značilnosti pretakanja vode v krasu. Kras: trajnostni razvoj kraške pokrajine. Založba ZRC: 337 str.

Kordiš, T. 2014: Človeška ribica - skrivnostna prebivalka podzemlja. Spletna stran Turističnega društva Stična. Dostopno v spletu: <http://www.tdsticna.si/najdiscaron269e-269lovescaronke-ribice.html>

KOVA d.o.o. 2009: Poročilo o vplivih na okolje za terme Benedikt. Celje: 123 str.

Krivic, J. 2008: Mnenje o povezanosti pojava onesnaženj in znižanj gladine podzemne vode na lokacijah Grabonoš, Kupetinci in Spodnji Ivanjci z izgradnjo AC Cogetinci-Vučja vas. Geološki zavod Slovenije: 6 str.

Kovačič, G., Ravbar, N., Petrič, M., Kogovšek, J. 2012: Latest research on karst waters in Slovenia and their significance. *Geografski vestnik*, 84/1: 65–75. Dostopno v spletu: http://zgs.zrc-sazu.si/Portals/8/Geografski_vestnik/vestnik-84-1-kovacic-et al.pdf

Kralj, P. 2001: Pliocene clastic sediments in Western Goričko, Northeastern Slovenia. *Geologija*, 44/1: 73-79. Dostopno v spletu: <http://www.geologija-revija.si/dokument.aspx?id=682>

Kranjc, A. 1976. Poskus valorizacije kraških votlin v občini Kočevje z naravovarstvenega vidika. *Varstvo narave* 9: 3–20.

Ladišić, 2012. V Viru pri Stični. Jamarski klub Novo mesto, Dostopno na spletu: <http://www.jknm.si/si/?id=292&l=2012> (06.07.2014)

Leskovšek-Svete, M. 2012: V Rinži je poginilo okoli 1,5 tone rib. *Dolenjski list*. 31.8.2012. Dostopno v spletu: http://www.dolenjskilist.si/2012/08/31/84310/novice/kocevsko_ribnisko/V_Rinzi_je_poginilo_okoli_1_5_tone_rib/

Likovič, M. 2012: Načrtovanje poselitve z vidika varstva kmetijskih zemljišč na primeru občine Križevci. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta. Diplomsko delo. Dostopno v spletu: http://geo.ff.uni-lj.si/pisnadela/pdfs/dipl_201210_marija_likovic.pdf

Mencej, Z. 1982: Mnenje o možnosti zajetja podtalne vode z obsežno drenažo v prodnem zasipu Savinje na območju jugozahodno od Rečice. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije.

Mencej, Z. 1983: Vodni viri občin Kočevje in Ribnica I. Faza; Poročilo o izdelavi vodnjaka VS-1/83 pri Slovenski vasi. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije.

Meglič, P. 2007: Analiza ekosistemov odvisnih od podzemne vode (Natura 2000). Ljubljana, Geološki zavod Slovenije.

Meze, D. 1978: Poplavna področja v gornji Savinjski dolini. *Geografski zbornik*, 17: 99 – 156. Dostopno v spletu: http://giam.zrc-sazu.si/zbornik/GZ_1701_099-156.pdf

Mihevc, A., Rijavec, J. 2006: Poročilo o analizi vzorcev iz Jame 1 v Kanjeducah (kat. št. 276). *Naše jame*, 46: 131-133.

Mikulič, Z., Savič, V., Kosec, C., Gale, U. 2004: Režim podzemnih voda ob mejni Muri. Maribor. 15. Mišičev vodarski dan: 187-195. Dostopno v spletu: <http://mvd20.com/LETO2004/R25.pdf>

Mikulič, Z. 2006: Podzemne vode – ogroženo bogastvo Slovenije. Slovenski vodar, 17: 21-25. Dostopno v spletu: http://www.drustvo-vodarjev.si/SLIKE/04_SLOVENSKI_VODAR/SV17.pdf

Mlinšek, D. 1995: Kolinski gozd in manjšinske drevesne vrste: o bedi gospodarjenja z gozdnato krajino v nižavjah Slovenije, v: Kotar, M. 1995: Prezrte drevesne vrste. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 170-183

MOP. 2009: Mokrišča (zgibanka). Arhivsko spletno. Dostopno v spletu: http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/publikacije/drugo/mokrisca_zgibanka.pdf

Natura 2000. 2004: Krakovski gozd – Šentjernejsko polje, oaza narave v dolini reke Krke; Našim vnukom v dar. Ministrstvo za okolje, prostor in energijo: 4 str. Dostopno v spletu: http://www.natura2000.gov.si/uploads/tx_library/natura2000_krakovski_gozd.pdf

Občina Kostanjevica ob Krki. 2010: Kostanjeviške novice: Glasilo občine Kostanjevica na Krki. December 2010. 48: 40 str. Dostopno v spletu: http://www.kostanjevica.si/kostanjeviske_novice/KostanjeviskeNovice-december2010.pdf

Petauer, D., Sadnikar, J., Juren, A. 2007: Ureditev celovite oskrbe prebivalstva s pitno vodo in varovanje vodnih virov Pomurja – Mursko polje. Ljubljana, GEOKO d.o.o.

Pezdirc, M. 2008: Polychlorinated biphenyls – PCB in *Proteus Anguinus* (Amphibia: Urodela) and sediment from the region of River Krupa. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta. Diplomsko delo. Dostopno v spletu: http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/biologija/dn_pezdirc_marko.pdf

Pezdirc, M., Heath, E., Bizjak Mali, L., Bulog, B. 2011: PCB accumulation and tissue distribution in cave salamander (*Proteus anguinus anguinus*, Amphibia, Urodela) in the polluted karstic hinterland of the Krupa River, Slovenia. Chemosphere, 84/7: 987 - 993.

Plut, D., Trobec, T., Lampic, B. 2013: Regionalni viri Slovenije – Vodni viri Bele krajine. Znanstvena založba Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani: 107 str. Dostopno v spletu: http://geo.ff.uni-lj.si/sites/default/files/12/e-geograff_7s1.pdf

Polič, S., Leskovšek, H., Horvat, M. 2000: Onesnaženje kraške reke Krupe s PCB-ji. Acta carsologica, 29/1: 141-152. Dostopno v spletu: <http://carsologica.zrc-sazu.si/downloads/291/polic.pdf>

Prah, K. 2012: Voda kot pedogenetski dejavnik v porečju Sotle. Revija za geografijo - Journal for Geography, 7/1: 81-88. Dostopno v spletu: http://www.ff.uni-mb.si/zalozba-in-knjigarna/ponudba/zbirke-in-revije/revija-za-geografijo/clanki/stevilka-7-1-2012/071-08_prah.pdf

Prestor, J., Andjelić, J., Hoetzel, M. 1999a: Hidrogeološko poročilo za določitev primernosti postavitve bencinskega servisa med Krakovskim gozdom in potokom Lokavec na AC odseku Smlednik-Krška vas. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije, K-II-30 d/c-12/890k.

Prestor, J., Hötzl, M., Andjelić, J. 1999b: Hidrogeološko poročilo o vplivih na okolje: AC odsek Smlednik-Krška vas. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije, K-II-30d/c-10/890-i.

Prestor, J., Komac, M., Janža, M., Meglič, P., Bavec, M., Poljak, M. 2004: Hidrogeološka karta Slovenije 1:250.000 (IAH). Geološki zavod Slovenije.

Prestor, J., Urbanc, J., Janža, M., Meglič, P., Šinigoj, J., Hribernik, K., Komac, M., Strojan, M., Bizjak, M., Feguš, B., Brenčič, M., Krivic, M., Kumelj, Š., Požar, M., Hötzl, M., Sušnik, A., in Benčina, D. 2005, 2006: Vodno telo podzemne vode Dolenjski kras. Nacionalna baza hidrogeoloških podatkov za opredelitev teles podzemne vode RS. Geološki zavod Slovenije, Ljubljana, 35.str.

Prestor J., Cerar S., Meglič P., Janža M., Urbanc J., Lapanje A., Rman N., Šram D., Klasinc M. 2015. Priprava strokovnih podlag in strokovna podpora pri izvajanju vodne direktive za področje podzemnih voda (Direktiva 2000/60/EC). Ukrep DDU28: Dopolnitev in nadgradnja analize obremenitev in vplivov (končno poročilo). Geološki zavod Slovenije: 46 str.

Pro LOCO d.o.o., Ljubljana in Inštitut za varstvo okolja – ZZV Maribor, Maribor. 1999. Poročilo o vplivih na okolje za AC na odseku Cogetinci - Vučja vas. Ljubljana, 16 str.

Prosen, N. 2014: Analiza vodnega in obvodnega prostora Ljubljanske Save. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. Diplomsko delo. 87 str. Dostopno v spletu: http://drugg.fgg.uni-lj.si/4688/1/VKI223_Prosen.pdf

Pšeničnik, M. 2012: Nižinski poplavni gozdovi ob spodnjem toku Save na primeru Dobrave. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za geografijo. Zaključna seminarska naloga. 39 str. Dostopno v spletu: http://geo.ff.uni-lj.si/pisnadela/pdfs/zaksem_201212_mateja_psenicnik.pdf

Ravbar, N. 2007: Vulnerability and risk mapping for the protection of karst waters in Slovenia. Application to the catchment of the Podstenjšek springs. Univerza v Novi Gorici. Doktorska disertacija. Dostopno v spletu: <http://www.ung.si/~library/doktorati/krasoslovje/1Ravbar.pdf>

Razvojna agencija Savinja. 2014: Območje Natura 2000 Savinja Grušovlje – Petrovče. Dostopno v spletu. http://www.ra-savinja.si/pdf/tematske_poti.pdf

Roškar V. 2007: Krajinska ureditev reguliranega vodotoka na primeru reke Ščavnice. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta. Diplomsko delo. Dostopno v spletu: http://www.digitalna-knjiznica.bf.uni-lj.si/dn_roskar_vesna.pdf

Sajovic, A., Kroflič, B., Vrhovšek, D. 2009: Ekološka obnovitev reguliranih vodotokov na Goričkem. 2. Mednarodna ERM konferenca, 24. - 25. 9. 2008, 68-72.

Savič, V., 2009: Analiza podatkov opazovanj in optimizacija opazovalne mreže glede na različne potrebe izkoriščanja voda. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. 115 str.

Seibert, J. 2008: Fizikalni in kemijski parametri na lokaliteti močerila (*Proteus anguinus*) v Viru pri Stični. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta. Diplomsko delo. 78 str.

Sket, B. 1972. Zaščita jamske favne se ujema z življenjskimi interesi prebivalstva. In: Peterlin S. (ur.), 1972. Zelena knjiga o ogroženosti okolja v Sloveniji: 137–140.

Sket, B. 1997: Distribution of *Proteus* (Amphibia: Urodela: Proteidae) and its possible explanation. *Journal of Biogeography*, 24: 263-280.

Sket, B. 2000: Pregled in izbor jam v Republiki Sloveniji, ki so pomembne za ohranjanje podzemne favne.

Smolej, I. 1994: Pomen vode za uspevanje in večnamensko rabo nižinskih mokrih gozdov. Gozd in voda. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 77-90.

Smolej, I. 1995. Hydrological conditions on permanent research plots.- V: Oak decline in Slovenia: Endbericht über die Arbeiten (končno poročilo). Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana: 37 str.

Smolej, I. in Hager, H. 1995. Oak decline in Slovenia: Endbericht über die Arbeiten (končno poročilo). Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana: 99 str.

Šolar, P. 2014: Krave tacajo v lastnih iztrebkih. Dnevnik. 8.3.2014. Dostopno v spletu: <http://www.dnevnik.si/slovenija/dolenjska/krave-tacajo-v-lastnih-iztrebkih>

Turk, J., Pipan, T. 2009: Cerkniško polje. DEDI - digitalna enciklopedija naravne in kulturne dediščine na Slovenskem. Dostopno v spletu: <http://www.dedi.si/dediscina/9-cerknisko-polje>

Urbanc, J., Krivic, J., Mali, N., Ferjan Stanič, T., Koroša, A., Šram, D., Mezga, K., Bizjak, M., Medić, M., Bole, Z., Lojen, S., Pintar, M., Udovč, A., Glavan, M., Kacjan-Maršič, N., Jamšek, A., Valentar, V., Zadavec, D., Pušenjak, M., Klemenčič-Kosi, S. 2013: Možnosti kmetovanja na vodovarstvenih območjih. Ciljni raziskovalni program »Konkurenčnost Slovenije 2006-2013. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije. Zaključno poročilo projekta. 2 zvezka.

Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000). 2004. UL RS, št. 49, str. 6409.

Uredba o standardih kakovostih podzemne vode. 2005. UL RS, št. 100, str. 10553.

Verbič, T. 2009: Ivančna Gorica, arheološka izkopavanja 2009. Ljubljana. Geološko poročilo.

Zavod za gozdove Slovenije. 1997: Gozdnogospodarski načrt za GGE Krakovo 1996-2005.

Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Brežice.

ZGS (Zavod za gozdove Slovenije). 2007: Dolgoročni načrt za VIII. Pomursko LUO 2007 – 2016. Dostopno v spletu: http://www.zgs.si/fileadmin/zgs/main/img/CE/lovstvo/Dolgorocni_nac._za_LUO_2007-2016/Dolgorocni_nacrt_za_08_Pomursko_LUO.pdf

ZRSVN (Zavod RS za varstvo narave). 2004: Notranjski trikotnik, raznolikost podzemnega sveta. Dostopno v spletu: http://www.natura2000.gov.si/uploads/tx_library/natura2000_notranjskipodzemni.pdf

ZRSVN (Zavod RS za varstvo narave). 2007a: NATURA 2000 v Sloveniji – upravljavski modeli in informacijski sistem. Dostopno v spletu: http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=LIFE04_NAT_SI_000240_LAYMAN.pdf

ZRSVN (Zavod Republike Slovenije za varstvo narave), 2009. Območja ekosistemov odvisnih od podzemnih in površinskih voda (digitalni poligonski sloj).

ZRSVN (Zavod RS za varstvo narave). 2007b: Podrobnejši načrt upravljanja za projektno območje Dobrava – Jovsi. Dostopno v spletu: http://www.zrsvn.si/life/dokumenti/43/2/2008/NU_Jovsi_2008-01-16_632.pdf

ZRSVN (Zavod RS za varstvo narave). 2007d: Jovsi in Dobrava - biser narave Posavja in narave Posavja. Dostopno v spletu:

http://www.zrsvn.si/life/dokumenti/52/2/2007/Brosura_Jovsi_SLO_14032007_potrjena_575.pdf

ZRSVN (Zavod RS za varstvo narave). 2011: Ljudje z naravo, narava za ljudi - Biotska pestrost je naše življenje. Dostopno v spletu:

http://www.zrsvn.si/dokumenti/74/2/2011/Biodiverziteta_Koncna_verzija_2306.pdf

ZRSVN (Zavod RS za varstvo narave). 2014: Pregled ekosistemov odvisnih od podzemni vod (digitalni informacijski sloj v poligonski obliki).

ZRSVN (Zavod RS za varstvo narave). 2014a: Jame kot naravne vrednote in območja Natura 2000. Dostopno v spletu:

http://www.zrsvn.si/dokumenti/63/2/2008/clanek_jame_koncni_1227.pdf

ZRSVN (Zavod RS za varstvo narave). 2014b: Poročanje po 17. členu direktive o habitatih. Dostopno v spletu: http://www.zrsvn.si/sl/informacija.asp?id_informacija=579&id_meta_type=65

ZRSVN (Zavod RS za varstvo narave). 2014c: Jovsi. Dostopno v spletu: http://www.zrsvn.si/sl/informacija.asp?id_meta_type=63&id_informacija=442.

ZZV-MB (Zavod za zdravstveno varstvo Maribor). 2010: Monitoring podzemne vode in površinskih

vodotokov na območju mestne občine Ljubljana za obdobje julij 2008 - julij 2010. Zaključno poročilo. Dostopno na spletu: www.ljubljana.si/file/765508/vode_julij2008_julij2010.pdf

ZZV-MB (Zavod za zdravstveno varstvo Maribor). 2013: Monitoring podzemne vode in površinskih

vodotokov na območju mestne občine Ljubljana za obdobje november 2011 - oktober 2013. Zaključno poročilo. Dostopno v spletu:

<http://www.ljubljana.si/file/1497895/monitoring-vode-november2011oktober2013.pdf>

Žlebnik, L. 1972: Poročilo o hidrogeoloških razmerah na levem bregu Save med Medvodami in Dolom ter v Skaručenski kotlini. Ljubljana, Geološki zavod Slovenije, J-II-30d/c-2/82-a.

Žlebnik, L. 1982: Hidrogeološke razmere na Dravskem polju. Geologija, 25/1: 151-164.

Dostopno v spletu: <http://www.geologija-revija.si/dokument.aspx?id=999>

Žlebnik, L. 1991: Hidrogeološke razmere na Ptujskem polju. Geologija, 34: 337-352. Dostopno v spletu: <http://www.geologija-revija.si/dokument.aspx?id=820>

Winter, T.C., Harvey, J.W., Franke, O.L., and Alley, W.M., 1998, Ground water and surface water-- A single resource: U.S. Geological Survey Circular 1139, 79 p.

Internet 1: Murska šuma. Dostopno v spletu:

<http://www.napovednik.com/index.php?id=205889&sb=255948> (12.08.2014)

Internet 2: Krakovski gozd. Dostopno v spletu:

<http://murawildernessandadventure.files.wordpress.com/2014/05/1.jpg> (12.08.2014)

Internet 3: Wikipedija, 2014. Človeška ribica. Dostopno v spletu:

http://sl.wikipedia.org/wiki/%C4%8Clove%C5%A1ka_ribica (12.09.2014)

Internet 4: Bela krajina, 2014. Črni močeril. Dostopno v spletu:

<http://www.belakrajina.si/sl/naravna-dediscina/crni-moceril> (03.09.2014)

- Internet 3: ARSO. 2006a: Vodna telesa podzemne vode. Dostopno v spletu: <http://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page> (20.06.2014)
- Internet 4: ARSO. 2006b: Vodonosni sistemi. Dostopno v spletu: <http://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page> (20.06.2014)
- Internet 5: ARSO. 2006c: Komunalna odlagališča. Dostopno v spletu: <http://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page> (20.06.2014)
- Internet 6: Ribiči Slovenije. 2011: Sava. Dostopno v spletu: <http://www.ribici-slovenije.si/forum/viewtopic.php?f=19&t=7717&start=20> (20.06.2014)
- Internet 7: ARSO. 2010e: Register naravnih vrednost (jame). Dostopno v spletu: <http://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page> (20.06.2014)
- Internet 8: ARSO. 2010f: Industrijska odlagališča odpadkov (poligon). Dostopno v spletu: <http://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page> (20.06.2014)
- Internet 9: ARSO. 2010g: Industrijska odlagališča odpadkov (digitalni točkovni sloj). Dostopno v spletu: <http://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page> (20.06.2014)
- Internet 10: ARSO. 2011: Vodna dovoljenja (digitalni točkovni sloj). Dostopno v spletu: <http://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page> (20.06.2014)
- Internet 11: ARSO. 2011c: Merilna mesta za kakovost podzemnih voda. Dostopno v spletu: <http://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page> (20.06.2014)
- Internet 12: ARSO. 2011d: Merilna mesta za kakovost površinskih voda. Dostopno v spletu: <http://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page> (20.06.2014)
- Internet 13: ARSO. 2011e: Hidrološki monitoring podzemnih voda (meritve gladine podzemne vode). Dostopno v spletu: <http://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page> (20.06.2014)
- Internet 14: ARSO. 2011f: Komunalna odlagališča (digitalni točkovni sloj). Dostopno v spletu: <http://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page> (20.06.2014)
- Internet 15: ARSO. 2014a: Arhivski hidroloških podatkov (podzemne in površinske vode). Dostopno v spletu: <http://vode.arso.gov.si/hidarhiv/> (2014)
- Internet 16: ARSO. 2014b: Kakovost podzemnih voda (GIS pregledovalnik). Dostopno v spletu: <http://gis.arso.gov.si/apigis/podzemnevode/> (2014)
- Internet 17: ARSO. 2014: Podatki o kakovosti voda. Dostopno v spletu: <http://www.arso.gov.si/vode/podatki/> (2014)
- Internet 18: Biomura. 2014: Varstvo biodiverzitete reke Mure v Sloveniji (BIOMURA). Dostopno v spletu: <http://www.biomura.si/slo/default.aspx> (23.10.2014)
- Internet 19: GENESIS - Groundwater and Dependent Ecosystems. 2014: New Scientific and Technological Basis for Assessing Climate Change and Land-use Impacts on Groundwater. Dostopno v spletu: http://www.bioforsk.no/ikbViewer/page/prosjekt/hovedtema?p_dimension_id=16858&p_menu_id=16904&p_sub_id=16859&p_dim2=16860 (20.10.2014)

Internet 20: Ivančna Gorica. 2011: Dostopno v spletu:

http://www.ivancna-gorica.si/data/aktualno/Proracun/zakljucni_racun2011/3_2_3__POSLOVNO_POROCILO_NEPO_SREDNEGA_UPORABNIKA.pdf (03.08.2014)

Internet 21: IzVRS (Inštitut za vode RS). 2014: Pregledovalnik VTPovV in VTPodV. Dostopno v spletu: http://www.izvrs.si/pregledovalnik_vtpv/pregledovalnik_vtpodv.php (20.06.2014)

Internet 22: NARAVOVARSTVENI ATLAS - Natura 2000. 2014. Dostopno v spletu: <http://www.naravovarstveni-atlas.si/nvajavni/profile.aspx?id=N2K@ZRSVNJ> (2014)

Internet 23: Natura 2000 Network Viewer. 2014. Dostopno v spletu: <http://natura2000.eea.europa.eu/#> (2014)

Internet 24: Natura 2000. 2014: Spoznajte Naturo 2000. Dostopno v spletu: <http://www.natura2000.gov.si/> (2014)

Internet 25: Register divjih odlagališč. 2014: Dostopno v spletu: <http://register.ocistimo.si/RegisterDivjihOdlagalisc/> (20.06.2014)

Internet 26: AmphibiaWeb. 2014. Proteus anguinus. Dostopno v spletu: http://www.amphibiaweb.org/cgi/amphib_query?where-genus=Proteus&where-species=anguinus (20.11.2014)

Internet 27: ARSO. 2004b: Natura 2000. Slovenija. Dostopno v spletu: <http://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page> (20.06.2014)

Internet 30: Naredimo kraj Rače znova čist. Dostopno v spletu: <http://race.blog.siol.net/2011/04/07/kozoderceva-jama-tik-pri-racah-se-sploh-se-ni-zacela-sanirati-vsebuje-pa-neverjetnih-50-000-ton-kontaminirane-zemljine/> (20.07.2014)

Internet 31: Okoljska problematika sanacij gramoznic v občini Kidričevo. Dostopno v spletu: <https://sterntal.wordpress.com/2011/01/23/okoljska-problematika-sanacij-gramoznic-v-obcini-kidricevo/> (20.07.2014)

Internet 32: Bukovško jezero. Dostopno v spletu: <http://www.lutra.si/en/nature/34-bukovniksko-jezero> (20.10.2014)

Internet 33: Ilirska Bistrica. Dostopno v spletu: http://www.ilirska-bistrica.si/mma_bin.php?id=20131219114313 (20.06.2014)

Internet 34: Občina Kostanjevica na Krki. 2010: Pogovor s hidroinženirjem Slobodanom Novakovičem. Dostopno v spletu: http://www.kostanjevica.si/kostanjeviske_novice/KostanjeviskeNovice-december2010.pdf (20.06.2014)

Internet 35: ARSO. 2014c. Monitoring kakovosti voda v Sloveniji. Dostopno v spletu: http://vode.arso.gov.si/dist_javna/ekovode/iskalnik_mm.jsp (10.09.2014)

Internet 36: mTURIST. 2014. Kočevsko jezero. Dostopno v spletu: <http://www.mturist.si/kocevsko-jezero/> (27.8.2014)

Internet 37: e-kataster jam. 2014. Dostopno v spletu: <http://www.katasterjam.si/> (2014)