

ERICo Velenje, DP 7/02/17

**MONITORING VODA NA OSREDNJEM
VADIŠČU SLOVENSKE VOJSKE (OSVAD),
POSTOJNA
Vmesno poročilo**

Izvajalec:

ERICo Velenje, Inštitut za ekološke raziskave d.o.o.

Velenje, maj 2017

Naslov poročila: **Monitoring voda na osrednjem vadišču Slovenske vojske (OSVAD), Postojna**

Naslov projekta: Obratovalni monitoring na osrednjem vadišču Slovenske vojske (OSVAD), Postojna

Naročnik: Ministrstvo za obrambo Republike Slovenije

Pogodba: 4300-43/2016-1

Izvajalec: ERICo Velenje, Inštitut za ekološke raziskave d.o.o.

Odgovorni nosilec: doc. dr. Samar Al Sayegh Petkovšek, univ. dipl. biol.

Avtorji poročila: mag. Mojca Bole, univ. dipl. inž. kem. tehnol.
dr. Metka Petrič, univ. dipl. inž. geol. (IZRK)

Vodja področja EOR: Klemen Kotnik, univ. dipl. geog.

Datum: 31. 05. 2017

ERICo d.o.o.

mag. Marko Mavec, direktor

KAZALO VSEBINE

1.	UVOD.....	1
2.	PRIKAZ HIDROGEOLOŠKIH RAZMER.....	2
2.1	Geomorfološke in hidrološke razmere	2
2.2	Geološke razmere	7
2.2.1	Tektonske razmere	7
2.2.2	Litostatigrafske razmere.....	8
2.3	Hidrogeološke razmere.....	10
2.3.1	Pojavi podzemne vode.....	10
2.3.2	Hidrogeološke lastnosti kamnin in sedimentov	16
3.	POSNETEK NIČELNEGA STANJA	17
3.1	Opredelitev nivojev in smeri toka podzemne vode	17
4.	METODE DELA.....	21
5.	OPIS VZORČEVALNIH LOKACIJ.....	24
5.1	Vzorčevalne lokacije – I. faza	24
5.2	Vzorčevalne lokacije – II. faza.....	26
6.	OSNOVNI IN INDIKATIVNI PARAMETRI, KI SO PREDMET MONITORINGA.....	27
7.	POGOSTOST MERITEV OSNOVNIH IN INDIKATIVNIH PARAMETROV	29
8.	REZULTATI MERITEV IN ANALIZ	30
8.1	Rezultati meritev in analiz I- faza	30
8.2	Rezultati meritev in analiz II- faza	32
9.	IZRAČUN SPREMEMBE VSEBNOSTI ONESNAŽEVAL V VODI	39
9.1	Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal - POČEK.....	41
9.2	Vrednotenje spremembe vsebnosti onesnaževal v podzemni vodi glede na opozorilne spremembe, določene za ta onesnaževala	45
10.	MNENJE IN OCENA	48
10.1	Mnenje in ocena- II. faza - VODE	48
10.1.1	Primerjava z mejnimi vrednostmi za pitne vode	48
10.1.2	Primerjava z mejnimi vrednostmi za površinske vode	48
10.1.3	Vrednotenje spremembe vsebnosti onesnaževal v vodi	48
10.2	Mnenje in ocena- SEDIMENT.....	50
10.2.1	Mnenje in ocena- I. faza – izbira merilnih mest na osnovi analize sedimenta	50
10.2.2	Mnenje in ocena II- faza - SEDIMENT	51
11.	POVZETEK	54
11.1	Zaključki za vadišče Poček	54
11.2	Zaključki za vadišče Bač.....	55
12.	VIRI.....	56
13.	PRILOGE	57

KAZALO SLIK

Slika 1: Reliefná karta območja z vrisanimi lokacijami vhodov kraških jam.	3
Slika 2: Hidrogeološka karta območja reke Pivke in presihajočih Pivških jezer.	6
Slika 3: Pretoki Pivke pri Prestranku in pred ponorom v Postojnsko jamo.	7
Slika 4: Geološka karta (po OGK lista Postojna in Ilirska Bistrica) in potek profilov A-D in E-F. Legenda: 1. $K_{2,3}^{2,3}$ – apnenci z rudisti in tanjšimi polami dolomita, 2. $K_{2,2}^1$ in $K_{2,2}^{1,2}$ – apnenci in ponekod dolomiti, 3. $K_{1,2}$ – apnenec z vložki bituminoznega dolomita, apnenec in dolomitne breče na območju Snežnika, K_1 – apnenci in delno dolomiti, 4. $J_3^{1,2}$ in $J_3^{2,3}$ – apnenec, 5. J_2 – temno siv dolomit v menjavi s sivim apnencem, 6. T_3^{2+3} – zgornje triasni dolomit).	9
Slika 5: Izvir Malenščica na obrobju Planinskega polja je zajet za oskrbo s pitno vodo v občinah Postojna in Pivka.	10
Slika 6: Pretoki izvirov Malenščica in Unica v izbranem hidrološkem letu.	11
Slika 7: Izvir Mišnik je po trajnosti in izdatnosti drugi najpomembnejši izvir ob Pivki.	13
Slika 8: Vzorčenje sedimenta – I.faza na MM-3 Pivka –izvir Mišnik (29.9.2016)	30
Slika 9: Vzorčenje sedimenta – I.faza na MM-6 Pivka (29.9.2016)	30
Slika 10: Vzorčenje vod Malenščice (izvir) - zajetje za pitno vodo MM-1-1 (11. 5. 2017)	34
Slika 11: Vzorčenje vod Malenščica (izvir) – v začetnem toku ob zajetju za pitno vodo.	34

KAZALO PREGLEDNIC

Tabela 1: Sezam vodnih jam v vplivnem območju vadišča (Gauss-Krügerjeve koordinate in nadmorska višina vhoda, dolžina, globina in tip jame; vir: Kataster jam JZS)	4
Tabela 2: Podatki o vodnih gladinah (Habič 1985). Jame in vrtine omogočajo spremljanje ob nizkih in visokih vodostajih, jezera so zalita le ob visokih vodostajih (maksimalni nivoji), izviri pa predstavljajo stalni nivo.	18
Tabela 3: Analizne metode posameznih parametrov v odvzetih vzorcih sedimenta –I. in II. faza	21
Tabela 4: Analizne metode posameznih parametrov v odvzetih vzorcih vode –II. faza	22
Tabela 5: Seznam in koordinate objektov za monitoring kakovosti- I. faza	25
Tabela 6: Seznam in koordinate objektov za monitoring kakovosti - II. faza	26
Tabela 7: Seznam objektov za monitoring vpliva vadišča (A) in izven vpliva vadišča (B) kot ničelnih vrednosti za izračun spremembe opozorilne vrednosti	26
Tabela 8: Program meritev vod – SEDIMENT – I. faza monitoringa	27
Tabela 9: Program meritev vod – VODE - II. faza monitoringa	28
Tabela 10: Program meritev vod – SEDIMENT - II. faza monitoringa	28
Tabela 11: Rezultati fizikalno-kemijskih preiskav odvzetih vzorcev rečnega sedimenta na vplivnem območju poligona Poček in Bač (29. 9. 2016)- I. faza	31
Tabela 12: Rezultati fizikalno-kemijskih preiskav odvzetih vzorcev rečnega sedimenta na	32
Tabela 13: Rezultati analiz kovin v odvzetih vzorcih vod Malenščice (izvir) - zajetje za pitno	33
Tabela 14: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz odvzetih vzorcev vod na vplivnem območju	35
Tabela 15: Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal – OSNOVNI PARAMETRI za	41
Tabela 16: Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal – INDIKATIVNI PARAMETRI za	42
Tabela 17: Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal – OSNOVNI PARAMETRI za	43
Tabela 18: Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal –INDIKATIVNI PARAMETRI za	44
Tabela 19: Kriteriji za razporeditev vodotokov v kakovostne razrede glede na vsebnost kovin v sedimentu (MOP, 1996)	51
Tabela 20: Priporočila za klasificiranje sedimentov v ZDA (Cotman, 1995)	51

1. UVOD

Monitoring voda na osrednjem vadišču Slovenske vojske (OSVAD) Postojna, ki vključuje vadišči Poček in Bač, se izvaja po potrjenem Programu obratovalnega monitoringa podzemnih vod na Osrednjem vadišču Slovenske vojske (OSVAD) Postojna (ERICo Velenje DP 50a/03/15). Program je po naročilu Ministrstva za obrambo RS, Direktorat za logistiko izdelal ERICo Velenje skupaj z ZRC SAZU – Inštitut za raziskovanje krasa. Program monitoringa podzemnih voda je izdelan v skladu z zahtevami iz Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemnih voda (Ur.l. RS št. 49/06, št. 114/09) in zahtevami, ki so bile podane v 80. členu Uredbe o državnem prostorskem načrtu za Osrednje vadišče Slovenske vojske Postojna (Ur.l. RS št. 17/2014):

»(1) c) vode: pogostost in lokacija izvajanja meritev monitoringa se določijo v programu monitoringa podzemnih voda. Program monitoringa voda in merilna mesta mora potrditi ustrezna služba organa, ki je pristojen za varstvo voda.«

»(2) Pri določitvi točk in vsebine monitoringa se smiselno upoštevajo točke že izvedenih meritev ničelnega stanja in določila te uredbe. V delih, kjer je to mogoče, se monitoring prilagodi in uskladi z drugimi državnimi in lokalnimi monitoringi. Pri fizičnih meritvah stanja sestavin okolja se zagotovi vsaj tolikšno število točk, da se pridobi utemeljena informacija o stanju posamezne sestavine okolja. Točke monitoringa se zasnujejo tako, da omogočajo stalno pridobivanje podatkov.«

»(3) Monitoring se izvaja in objavlja v skladu s predpisi, ki urejajo spremljanje stanja okolja. Izsledki monitoringa so javni, investitor pa poskrbi za dostopnost podatkov.«

Pri do sedaj opravljenih analizah kakovosti vode in sedimentov v izvirih v vplivnem območju vojaškega vadišča Poček (Al Sayegh-Petkovšek 2006, 2009) se je pokazalo, da so bile povečane koncentracije kontaminantov zaznane predvsem v sedimentih, v vzorcih vode pa precej manj izrazito. Zato smo po programu obratovalnega monitoringa podzemnih vod v prvi fazi monitoringa opravili analizo sedimentov na vseh predlaganih točkah, opravili primerjavo rezultatov in izbrali najbolj reprezentativna merilna mesta. Na podlagi rezultatov fizikalno kemijskih analiz sedimentov in smeri podzemnih vodnih tokov so izbrana merilna mesta za II. fazo monitoringa voda na Osrednjem vadišču Slovenske vojske (OSVAD) Postojna. Na teh merilnih mestih smo v drugi fazi nadaljevali z analizami sedimentov in jih dopolnili še z analizami vzorcev vode.

To poročilo je poročilo za II. fazo monitoringa voda, podani so rezultati analiz sedimentov in vzorcev vode, odvzetih na posameznih merilnih mestih 11. 5. 2017.

2. PRIKAZ HIDROGEOLOŠKIH RAZMER

2.1 Geomorfološke in hidrološke razmere

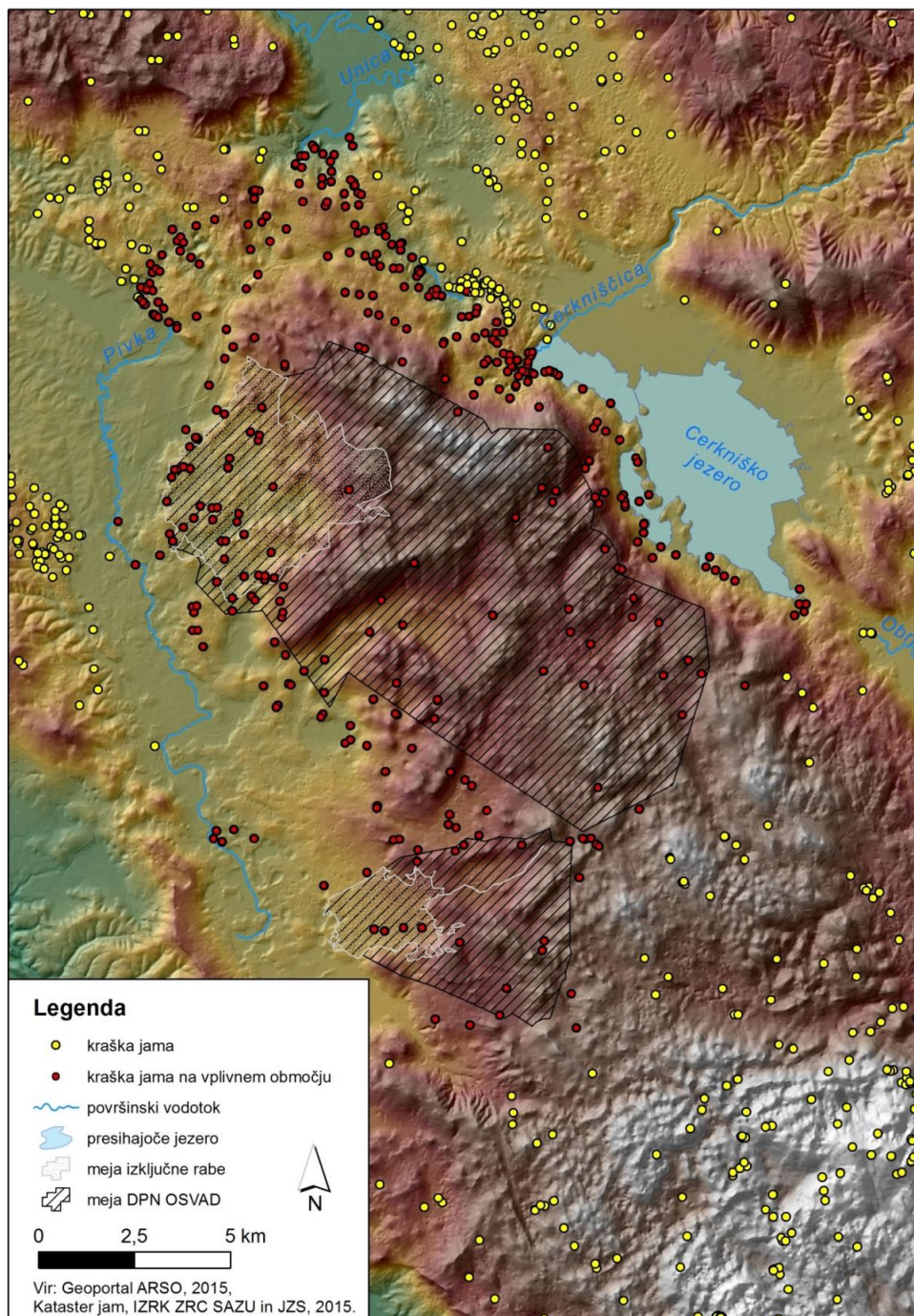
Obravnavano območje osrednjega vadišča Slovenske vojske (OSVAD) zajema osrednji del in jugozahodno obrobje Javornikov (karta 1), ki so 11 km široko ter 30 km dolgo hribovje, razpotegnjeno v smeri severozahod-jugovzhod (slika 1). Najvišji deli so v osrednjem hrbtu, kjer dosega višine do 1287 m, večji del pa je nekaj nižji. Na zahodni strani meji območje na Pivško kotlino z višinami od 500 do 600 m, na severovzhodu pa na sistem kraških polj od Loškega (580 m n.m.) in Cerkniškega (550 m n.m.) do Planinskega polja (450 m n.m.). Proti jugovzhodu prehaja v Snežnik z vrhom na nadmorski višini 1796 m.

V velikem merilu pripada območje vadišča dvema tipoma reliefa. Prvi tip predstavljajo visoki vrhovi Javornikov in njihova pobočja, drugi pa nižji, bolj uravnan planotast svet obrobja Javornikov, oziroma obrobja kraškega dela Pivške kotline. Za višji relief (nadmorske višine nad 650-700 m in vrhovi nad 1000 m) so značilni veliki kopasti vrhovi, ki so zraščeni v slemenom podobne nize. Zaradi zakraselosti masiva vsa padavinska voda odteka podzemno. Površje zato ni razčlenjeno v erozijske žlebove, grape ali rečne doline, pač pa je gladko. Naklon pobočij redko preseže 30°. Mestoma se na pobočjih dvigujejo še manjši kopasti vrhovi. Med temi vrhovi so nastale večje ali manjše kraške globeli, na manj nagnjenih površjih pa tudi skupine manjših vrtač. Vrtače imajo premere do nekaj deset metrov ter so povečini plitvejšje od 10 m.

Nižji relief pripada obrobju Javornikov, ki brez ostrega prehoda preidejo v bolj ali manj razgibano nižjo kraško uravnano. To površje je nižje, med višinami od 550 m do 650-700 m. V velikem je uravnano ter se spušča od vzhoda proti zahodu. Na njem so posamezni kopasti vrhovi, ki se dvigujejo do sto metrov nad okoliškim vrtačastim svetom, njihova pobočja pa so v glavnem nerazčlenjena. Tudi v tem delu površja ni površinsko tekočih voda, ki bi oblikovale relief v doline in slemena. Vsa padavinska voda odteka v podzemlje. Najpogostejše reliefne oblike so vrtače. V tem delu je gostota vrtač večja, vendar pa so velika razlike v njihovi razporeditvi in gostoti. Prevladujejo vrtače, ki so do 50 m široke ter do 15 m globoke. Razporejene so v nizih na najnižjih delih med kopastimi vrhovi ali pa so nepravilno razporejene po uravnanem površju. Dosegajo gostote do okrog 50 na km².

Površje večinoma prekrivajo tanke rjave prsti tipa redzina, njihova debelina v povprečju ne presega 20 cm. Pogosto pa plast prsti ni sklenjena, zato je površje zelo kamnito. Kamnitost površja je odvisna od lokalnih lastnosti apnenca, predvsem od njegove fizikalne odpornosti na razpadanje. Odpornejši, bolj debelo plastoviti ali neplastoviti apnenci dajo praviloma bolj kamnito površje. Na najbolj kamnitih površinah se je ohranil gozd, drugod je bil gozd spremenjen v travnike in pašnike, ki pa se v poslednjih letih intenzivno zaraščajo.

V dnu depresij ali vrtač so ponekod nastale debelejšje plasti koluvialne prsti. Del teh je bil spran v preteklih stoletjih med procesom spreminjanja gozdov v pašnike in travnike. Količina odnesene prsti pa je bila le majhna. Razlog za majhno erozijo je v tem, da v osnovi na površju ni bilo veliko prsti. Prst na apnencih namreč nastaja le počasi, saj vso kameninsko maso v raztopini odnese prenikajoča voda v kras proti izviro. Netopnega ostanka, ki bi bil osnovni mineralni agregat za nastanek prsti, pa je v apnencih le nekaj odstotkov.



Slika 1: Reliefna karta območja z vrisanimi lokacijami vhodov kraških jam.

Na širšem vplivnem območju vadiščja je 379 kraških jam. Podatki o njih so zbrani v Katastru jam Jamarske zveze Slovenije, lega vhodov pa je prikazana na reliefni karti (slika 1). Vodnih jam je 32 (tabela 1), njihovi vhodi so označeni na hidrogeološki karti (karta 2). Jame, ki delujejo kot stalni ali občasni izviri, se večinoma nahajajo na robu kraškega masiva v dolini Pivke (Fužina pri Stari vasi) ali na obrobju kraških polj (Planinska jama, Škratovka, Očesa-Kotličiči, Zelške jame, Suhadolca, Vranja jama pri Cerknici, Jama Otoškega Obrha, Obrh-Čolničiči, Špilja). Podobno velja za ponorne jame. Največji je jamski sistem Postojnska jama (z

Otoško, Magdaleno, Črno in Pivko jamo), v katerega ponika reka Pivka, številne pa so ponorne jame v Rakovem Škocjanu (Tkalca jama, Zapirač pri Velikem naravnem mostu) in na Cerkniskem polju (Velika in Mala Karlovica, Narti, Svinjska jama). V zaledju omenjenih izvirov je dostop do vode možen v brezni Bruhalnik pod Milčevim gričem, Brezno nad Kotliči, Jama v Kotlu in Brezno na Drvošču.

Znotraj kraškega masiva Javornikov so le tri jame z vodnim tokom. Na območju Palškega jezera je brezno Matijeva jama (katastrska številka k.š. 270), ki občasno ob visokem vodostaju deluje kot izvir. V bližini je še Jama v Filajevem Grabnu (k.š. 2649), ki je vpisana v Kataster, a ni bila bolj podrobno raziskana. Edina vodna jama znotraj območja vadišča pa je Brezno v Kobiljih Grižah (k.š. 166).

Tabela 1: Sezam vodnih jam v vplivnem območju vadišča (Gauss-Krügerjeve koordinate in nadmorska višina vhoda, dolžina, globina in tip jame; vir: Kataster jam JZS)

K.š.	Ime	GKY	GKX	Z	d	g	Tip jame
748	Planinska jama	441755	75350	453	6656	65	jama stalni izvir
3994	Očesa-Kotliči	445433	72103	502	90	30	jama stalni izvir
576	Zelške jame	446220	72060	504	4783	45	jama stalni izvir
9964	Obrh Čolnici	454905	64281	550	699	13	jama stalni izvir
269	Fužina pri Stari Vasi	438900	68445	523	125	14	jama občasni izvir
800	Škratovka	443165	76080	452	165	22	jama občasni izvir
1011	Vranja jama pri Cerknici	450320	66740	552	20	4	jama občasni izvir
9779	Špilja	455082	63899	575	16	2	jama občasni izvir
280	Suhadolca	449980	69140	553	480	24	jama občasni izvir ob stalnem toku
10363	Jama Otoškega Obrha	451290	65393	560	82	12	jama občasni izvir ob stalnem toku
5905	Bruhalnik pod Milčevim gričem	445574	71938	505	5	5	brezno občasni izvir
2649	Jama v Filajevem Grabnu	443050	60260	556	10	0	brezno občasni izvir ob stalnem toku
857	Tkalca jama	444920	72450	496	2885	71	Jama stalni ponor
87	Velika Karlovica	447890	70370	548	8057	12	jama stalni ponor
171	Mala Karlovica	447815	70140	550	1453	20	jama stalni ponor
1006	Narti 5	448262	69963	548	0	0	jama občasni ponor
3894	Narti 1	448610	69870	548	21	1	jama občasni ponor
3895	Narti 2	448494	69936	548	80	2	jama občasni ponor
3896	Narti 3	448424	69967	548	50	1	jama občasni ponor
3897	Narti 4	448377	69989	548	60	7	jama občasni ponor
747	Jamski sistem Postojnska jama	438450	71250	529	20620	115	jama občasni ponor ob stalnem toku
270	Matijeva jama	443185	60720	547	50	36	estavela brezno
471	Črna jama	438750	73120	540	3294	39	jama s stalnim tokom
534	Svinjska jama pri Dolenji vasi	447780	69950	570	436	42	jama s stalnim tokom
779	Otoška jama	437950	72270	532	632	25	jama s stalnim tokom
820	Magdalena jama	438280	73010	562	1395	89	jama s stalnim tokom
472	Pivka jama	438540	73680	540	794	77	jama s stalnim tokom
7542	Zapirač pri Vel. naravnem mostu	445000	72550	500	23	11	jama z občasnim tokom
166	Brezno v Kobiljih Grižah	440033	67700	585	72	72	brezno vodokaz
3361	Brezno nad Kotliči	445420	72030	511	11	9	brezno vodokaz
3363	Jama v Kotlu	445340	72060	506	15	10	brezno vodokaz
5915	Brezno na Drvošču	450680	67600	560	10	10	brezno vodokaz

Osrednje vadišče na kraškem območju Javornikov je brez površinsko tekočih voda. Kraški masiv pa obdajajo dolina reke Pivke s pritoki na zahodni ter Loško in Cerknisko polje, Rakov Škocjan in Planinsko polje na vzhodni in severni strani (karta 2). Na teh območjih se vode



pretakajo tudi površinsko. Za vse pa je značilno, da jih večinoma napajajo kraške vode in da po različno dolgih odsekih površinskega toka spet ponikajo v kraško podzemlje.

Reka Pivka izvira pri Zagorju in njena celotna dolžina je 26 km, od tega je le v spodnjem delu 11 km stalnega površinskega toka, predvsem v zgornjem delu pa v sušnih obdobjih reka presahne (slika 2). Glavni pritok Pivke je Nanoščica, ostalo pa so manjši in večinoma le občasni pritoki (le dobrih 7 km je stalnih). V sušnih obdobjih je v zgornjem toku nivo podzemne vode tudi 10 in več metrov pod strugo Pivke, ki je zato večinoma suha (Gospodarič et al. 1968). Po močnejših padavinah pa se dvigne in aktivirajo se številni pritoki, od katerih mnoge (predvsem na desnem bregu) napajajo občasni izviri iz kraškega vodonosnika Javornikov.

Ob visokih vodah Pivka tudi poplavlja in sicer obsegajo poplavne površine 7,5 km² (Kranjc 1985). Največ poplav je jeseni, razmeroma pogoste so zimske poplave, občasne tudi pomladne. Posebna značilnosti zahodnega obrobja Javornikov so presihajoča kraška jezera. Kraške depresije, ki so običajno suhe, ob visokem vodostaju zalije kraška voda in nastane več jezer. Ta se razlikujejo po velikosti, nadmorskih višinah in po času trajanja. Večinoma so aktivna samo kratek čas ob najvišjem vodostaju, najdlje pa se voda zadržuje v najnižjem Petelinjskem jezeru, ki ima vodo skoraj polovico leta. Največje je Palško jezero s površino več kot 1 km², ki lahko zbere tudi več kot 1,5 milijona m³ vode. Na Palškem jezeru je estavela Matijeva jama, ki ob visokih vodah deluje kot izvir, ob nizkih vodah pa lahko nivo podzemne vode opazujemo globlje v jami. Severni rokav jezera sega v območje vadišča.

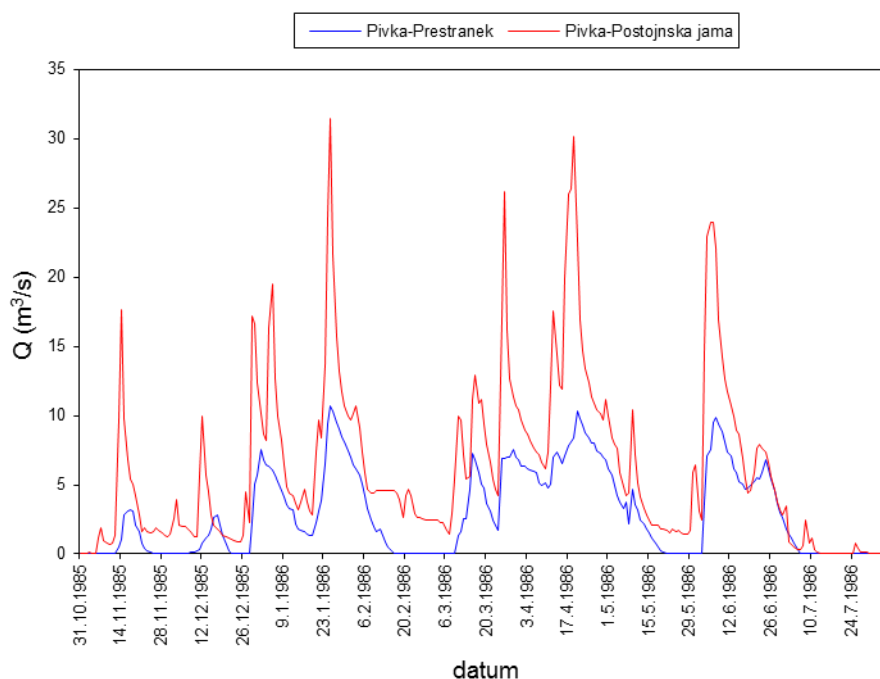
V celoti znotraj območja izključne rabe vadišča je jezero Jeredovce z dnom na nadmorski višini 537 m, ki se napolni le ob najvišjih vodostajih. Ob poplavah v novembru 2000 je vodna gladina dosegla 542 m, voda pa se je pojavila tudi v nekaj vrtačah proti severovzhodu in v najvišji dosegla nivo 546 m nad morjem (Kovačič & Habič 2005). V neposredni bližini spodnjega dela vadišča pri Baču (zahodno od meje) sta Bačko in Laneno jezero. Večje je prvo z dnom na nadmorski višini 560 m, ki se napolni z vodo običajno do višine 2 m le v letih z obilnimi padavinami. Ob poplavah v novembru 2000 so bile poplavljene tudi sosednje vrtače z dnom na nadmorski višini 570 m. Laneno jezero je najvišje v območju zgornje Pivke in je zato poplavljen le izjemoma. Ob poplavah novembra 2000 je voda segala do 572 m n.m. in se je po površju izlivala v sto metrov oddaljeno Bačko jezero, kjer se je gladina dvignila na 568 m n.m. Vsa ostala presihajoča Pivška jezera so izven območja vadišča.

Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO) meri vodostaje in pretoke Pivke na več postajah, podatki pa so objavljeni na njihovi spletni strani. Za postaji Prestranek in Postojnska jama so sočasni dnevni podatki o pretokih razpoložljivi le za hidrološko leto 1985-1986 (slika 3). V srednjem toku pri Prestranku Pivka ni stalna in se pojavlja le v obdobjih višjega vodostaja. V spodnjem toku tik pred ponorom v Postojnsko jamo pa je Pivka suha le izjemoma. K značilno višjim pretokom v tem delu nekaj prinese pritok Nanoščice in drugih, manjših potokov s fliša, pa tudi dodatno napajanje iz številnih kraških izvirov. V obdobju 1971-2000 je bil srednji pretok Pivke pri Prestranku 2,65 m³/s, maksimalni pa 26,4 m³/s (Frantar 2008).



Slika 2: Hidrogeološka karta območja reke Pivke in presihajočih Pivških jezer.

Legenda: 1. kraški vodonosnik, 2. medzrnski vodonosnik, 3. zelo slabo prepustne plasti, 4. stalni površinski tok, 5. občasni površinski tok, 6. presihajoče jezero, 7. kraški izvir, 8. kraška jama, 9. ponor.



Slika 3: Pretoki Pivke pri Prestranku in pred ponorom v Postojnsko jamo.

Stalni in občasni površinski tokovi se pojavljajo tudi na območju kraških polj severovzhodno od vadišča. Obrh, ki ponika na robu Loškega polja, izvira spet na površje na jugovzhodnem robu Cerkniškega polja in teče tam po površju kot Stržen. Ta dobiva vodo še iz več desnih površinskih pritokov, ki jih napajajo kraški izviri pod Blokami, najpomembnejši desni pritok pa je Cerkniščica, ki zbira površinsko vodo z dolomitnega območja na severozahodnem obrobju Blok. Del te voda, ki ponikajo na severozahodnem robu Cerkniškega polja, se pojavi kot površinski tok Raka v Rakovem Škocjanu, po ponikanju v Tkalca jamo pa napaja izvire na Planinskem polju. Ob visokih vodostajih lahko omenjena kraška polja tudi poplavlja. Območje vadišča je z opisanimi površinskimi vodami na območju kraških polj povezano prek kraških izvirov, ki drenirajo območje masiva Javornikov in napajajo površinske vodotoke. Zato je program monitoringa usmerjen v opazovanje kraških izvirov in ne podajamo bolj podrobnega opisa površinskih vodotokov.

2.2 Geološke razmere

2.2.1 Tektonske razmere

V regionalnem pogledu prištevamo območje osrednjega vadišča Slovenske vojske Poček Zunanjim Dinaridom. Narivna zgradba severozahodnega dela Zunanjih Dinaridov je pogojena s paleogeografskimi razmerami Jadransko-Dinarske mezozojske karbonatne platforme (Placer et al. 2010).

Prvotne zametke starejših deformacij narivanja uvrščamo v obdobje po kredi, predvsem pa so glavna narivanja ob ali po odložitvi eocenskega fliša. Na obravnavanem območju poleg starejših deformacij narivanja zasledimo tudi neotektonske strukture, kot npr. Predjamski

prelom ter sekundarne strukture narivanja, kot npr. gube. Številni prelomi so bili ob kasnejših tektonskih dogodkih reaktivirani. Glede na potresno aktivnost je območje Javornikov, Pivške kotline in Snežnika med potresno bolj aktivnimi predeli v Sloveniji. Večfazna tektonika je povzročila močno tektonsko pretrtost karbonatnih kamnin na obravnavanem območju.

Hruški pokrov (obsega Nanos, Hrušico in severovzhodni del Vipavske doline, na severovzhodni strani Idrijskega preloma pa tudi območje Cerkniškega in Planinskega polja) je narinjen na Snežniško narivno grudo (obsega del Pivške kadunje, Postojnski ravnik, Javornike, Snežniško pogorje in obsežno območje jugovzhodno od tod), ta pa na Komensko narivno grudo (obsega tržaško-komenski antiklinorij, jugozahodno obrobje Vipavske doline, reški antiklinorij, čičarijsko antiklinalo in območje jugovzhodno od tod) (Placer 1999). Obravnavano vplivno območje vojaškega vadišča torej pripada Snežniški narivni grudi. Ponekod je na obrobju Pivške kotline viden narivni stik med zgornje krednim apnencem in eocenskim flišem (npr. Sovič, Podstenjšek), ponekod najdemo erozijsko mejo, ponekod pa normalen prehod med zgornje krednim apnencem in eocenskim flišem z vmesnimi bazalnimi flišnimi sedimenti (Pc₂, E₁).

Glavna smer podzemeljskih vodnih tokov proti izvirov na Planinskem polju je proti severu in severovzhodu. Številne tektonske razpoke so odlični prevodniki vode. Karbonatne kamnine so na območju vojaškega vadišča pretrte v več smereh, od katerih prevladujejo zdrobljene cone v smereh SZ-JV in SV-JZ. Za vertikalno in horizontalno pretakanje vode so posebej ugodne razpoke v smeri S-J in SV-JZ. To so odprte razpoke, ki so se oblikovale v relaksacijskih tektonskih pogojih. Voda ima skozi te razpoke najlažjo pot, pri čemer si jo s korozijo še povečuje v vertikalni in horizontalni smeri.

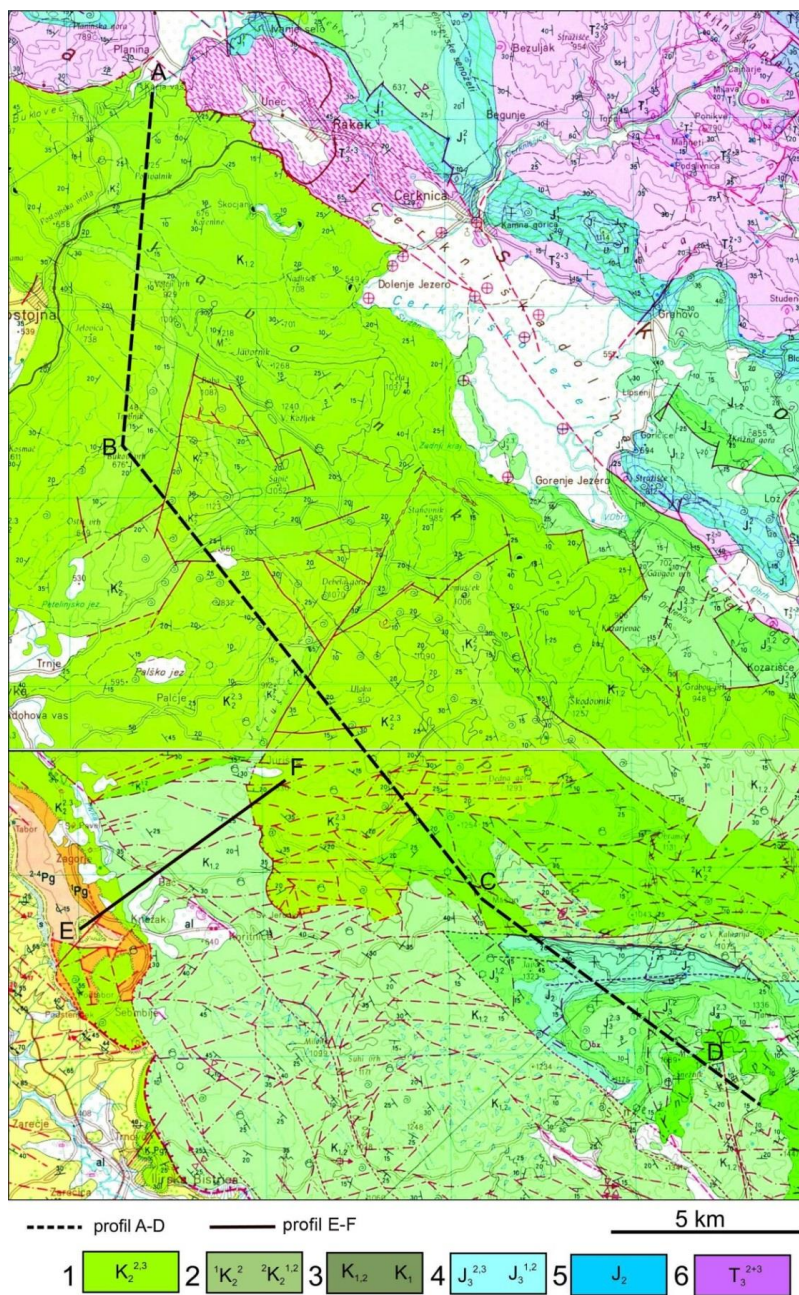
2.2.2 Litostratigrafske razmere

Osnovne litostratigrafske značilnosti (slika 4) povzemamo po Osnovni geološki karti 1:100.000 – lista Postojna (Buser et al. 1967; Pleničar 1970) in Ilirska Bistrica (Šikić et al. 1972; Šikić & Pleničar 1975). Najstarejši na širšem obravnavanem območju so norijsko-retijski dolomiti T₃²⁺³ med Planinskim in Cerkniškim poljem. So tanko plastoviti ali masivni, v prelomnih conah pa so zdrobljeni v milonit.

Na obravnavanem terenu močno prevladujejo karbonatne kamnine kredne starosti, ki dosegajo skupno debelino okoli 3300 m. Kamnine spodnje krede (K_{1,2}), ki gradijo vrhove Javornikov, Mašuna, Leskovo dolino in jugozahodni del Snežniškega pogorja gradijo plastnati apnenci in apnene breče. Zgornje kredne kamnine (K₂^{2,3}), ki so bolj pogoste severno in severozahodno od Snežnika, sestavljajo predvsem plastnati in debelo plastnati apnenci z rudisti, ki ponekod prehajajo v masivne apnenice in dolomitizirane apnenice.

Eocenski fliš pokriva skoraj vso Pivško kotlino, razteza pa se tudi v Vipavsko dolino. Na debelo je prekrit s preperino, zato njegov razvoj podrobno ni poznan, v splošnem pa se v njem menjavajo apneni in kremenovi peščenjaki z glinovci in laporji. Ponekod se pojavljajo apnene breče in konglomerati.

Kvartarne starosti so nanosi rek in potokov v dolinah in na kraških poljih. V Pivški kotlini ni jasne meje med flišno ilovico in rečno naplavino. Nanosi na kraških poljih so sestavljeni iz peščene glin, grušča in delno iz proda. Njihova povprečna debelina je 3 do 4 m, ponekod (zapolnjene vrtače ali razpoke) pa doseže 15 do 25 m.



Slika 4: Geološka karta (po OGK lista Postojna in Ilirska Bistrica) in potek profilov A-D in E-F. Legenda: 1. $K_2^{2,3}$ – apnenci z rudisti in tanjšimi polami dolomita, 2. ${}^1K_2^2$ in ${}^2K_2^{1,2}$ – apnenci in ponekod dolomiti, 3. $K_{1,2}$ – apnenc z vložki bituminoznega dolomita, apnenc in dolomitne breče na območju Snežnika, K_1 – apnenci in delno dolomiti, 4. $J_3^{1,2}$ in $J_3^{2,3}$ – apnenc, 5. J_2 – temno siv dolomit v menjavi s sivim apnencem, 6. T_3^{2+3} – zgornje triasni dolomit).

2.3 Hidrogeološke razmere

2.3.1 Pojavi podzemne vode

Območje vadišča je del vodnega telesa Kraška Ljubljana in sicer njegovega osrednjega kraškega dela v masivu Javornikov in Snežnika, ki ga omejujejo dolina reke Pivke na zahodni in dolina Reke na južni strani ter niz kraških polj med Loškim, Cerkniškim in Planinskim poljem na vzhodni in severni strani. Območje obeh masivov gradijo karbonatne kamnine mezozojske starosti. Prevladujejo apnenci kredne starosti, ki so dobro zakraseli. V njih so razvite površinske in podzemne kraške oblike. Veliko je škrapelj in vrtač, številne pa so tudi kraške jame, ki imajo večinoma obliko brezna. Na obrobju kraškega masiva so na stiku s slabše prepustnimi kamninami številni kraški izviri, skozi katere se kraški vodonosnik prazni. Po apnencih zahodnega roba Javornikov se deloma površinsko in deloma podzemno pretaka tudi Pivka v svojem zgornjem toku do stika s flišem pod Prestrankom.

Celotno območje kraškega masiva se neposredno ali posredno drenira proti izvirov na Planinskem polju, od katerih je najpomembnejši izvir Malenščica, ki je zajet za oskrbo s pitno vodo v občinah Postojna in Pivka. Del podzemne vode odteka tudi pod flišem Pivške kotline proti izvirov Vipave, ki pa niso več v uporabi kot vir pitne vode. Ostale izvire lahko razvrstimo v dve skupini. Izviri v dolini Pivke so večinoma aktivni samo ob visokih vodostajih. Na severovzhodni strani Javornikov pa se voda pojavlja v številnih izvirov v Rakovem Škocjanu in na obrobju Cerkniškega polja.

Izvir Malenščica in ostali izviri na Planinskem polju

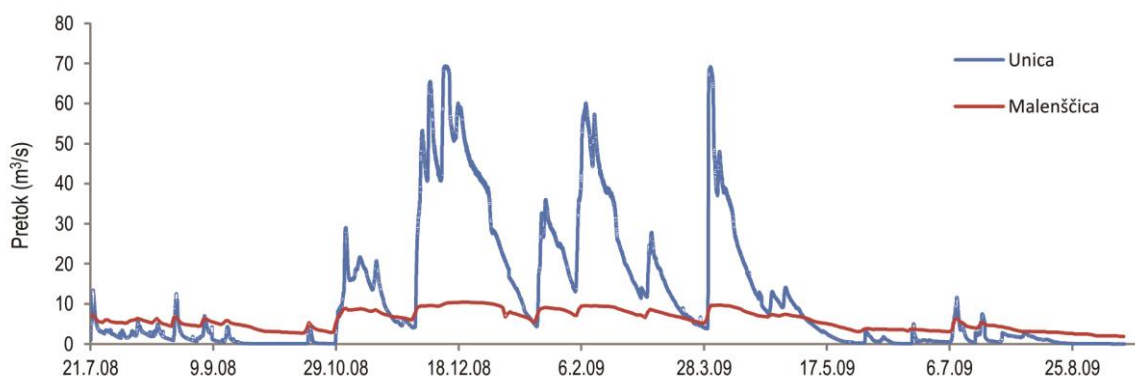
Glavna smer pretakanja podzemne vode z območja vadišča je proti izvirov na južnem robu Planinskega polja. Najpomembnejši med njimi je izvir Malenščica, ki je zajet za oskrbo s pitno vodo približno 21.000 prebivalcev občin Postojne in Pivke. Prvo zajetje izvira je bilo namenjeno oskrbi bližnje vasi Planine, ob koncu šestdesetih let pa je začela Postojna graditi zajetje za svoj vodovod. Podrobne raziskave značilnosti izvira je opravil Inštitut za raziskovanje krasa ZRC SAZU v okviru študije za izdelavo predloga sanacije obstoječega zajetja in strokovnih podlag za zaščito izvira (Habič 1987).



Slika 5: Izvir Malenščica na obrobju Planinskega polja je zajet za oskrbo s pitno vodo v občinah Postojna in Pivka.



Več izvirov je razporejenih v izraziti, skoraj 1 km dolgi in 200 m široki zatrejni dolini ob jugozahodnem robu Planinskega polja. Ločimo 4 skupine glavnih izvirov. Stalno aktiven je samo spodnji izvir. Gladino vode v njem lahko delno uravnava z zapornico, sicer pa je odvisna od dotoka in niha med 448 in 449,5 m n.m. Ostali izviri so aktivni občasno, najvišji aktivni izvir pa je ob visokih vodah na 470 m n.m. Precejšnje višinske razlike med sosednjimi izviri kažejo, da je kapaciteta dotočnih žil omejena in je zato dotok vode ob visokem vodostaju relativno manjši. Pretoki izvira se po podatkih za obdobje 1971-2000 gibljejo med 1,1 m³/s in 10,5 m³/s, srednji pretok pa je 6,59 m³/s (po podatkih na spletni strani ARSO). V letu 2002 je bil izmerjen še višji pretok 11,2 m³/s. Izvir je zanimiv predvsem zaradi relativno visokih pretokov ob nizkem vodostaju.



Slika 6: Pretoki izvirov Malenščica in Unica v izbranem hidrološkem letu.

Zaledje izvirov Malenščice vključuje hidrografske enote s podzemnim in površinskim odtokom. Z barvanji je bilo dokazano, da se proti njim stekajo vode iz območja Cerkniškega jezera in Rakovega Škocjana, torej zaledje vključuje prispevno območje zgornjega toka Ljubljanice od izvirov pri Prezidu do Rakovega Škocjana. Iz Javornikov odteka znatni del podzemnih voda tudi neposredno proti izvirov Malenščice. Poleg tega pa jih deloma napajajo še vode iz bazena površinske Pivke. Ker gre večinoma za podzemeljske razvodnice, je položaj meje zaledja praktično nemogoče natančno določiti, obseg zaledja pa smo ocenili na približno 746 km² (Petrič 2010)

Izvir Unice iz 6,7 km dolge Planinske jame je največji ob visokih vodah, ko doseže okrog 80 m³/s, precej manjši pa je pretok ob suši z le nekaj 100 l/s (Gospodarič & Habič 1976). V Planinski jami se združita vodotoka iz Rakovega in Pivškega rokava, ki zbirata podzemno vodo iz smeri Rakovega Škocjana in Cerkniškega jezera, oz. iz Pivške kotline. Poleg tega Unico tudi neposredno napajajo podzemne vode iz Javornikov.

Pod sotočjem Malenščice in Unice je še občasni izvir Škratovka pri Hasbergu, ki ob visokem vodostaju doseže pretok do 7 m³/s.

Izviri v Rakovem Škocjanu

Območje Rakovega Škocjana gradijo pretežno apnenci kredne starosti, ki jih v dolini Raka prekrivajo holocenske naplavine. Rakov Škocjan je specifična kraška depresija ob severnem vznožju Javornikov z dolžino okrog 1,5 km in širino 200 m. Po njej se na nadmorskih višinah



med 510 in 500 m površinsko pretaka Rak, ki izvira iz Zelških jam na vzhodnem robu. Izvir napajajo podzemne vode iz območja Cerkniškega jezera. Na zahodni strani doline sta pomembnejša leva pritoka, ki ju napajata kraška izvira Prunkovec in Kotlič. Rak spet ponika v Tkalco jamo in se podzemno pretaka proti izvirov na Planinskem polju. Pretoki Raka pred ponorom so bili redno merjeni le v letih 1972-1975, ko je bil ugotovljen minimalni pretok 0 m³/s, srednji 10,28 m³/s in maksimalni 45,3 m³/s (Gospodarič & Habič 1976). Ob visokem vodostaju dotoki v Rakov Škocjan presegajo sposobnost odtekanja in dolina je poplavljen.

Izviri na Cerkniškem polju

Cerkniško polje med Javorniki in Slivnico spada po morfoloških in hidrografskih značilnostih med klasična kraška polja z obsežnim presihajočim jezerom. Na površini 36 km² ima večinoma ravninsko dno, ki je velik del leta v različno velikem obsegu poplavljen. Glavni ponori se nahajajo v Jamskem zalivu na severozahodnem robu polja, velik del vode pa se izgublja tudi skozi številne ponore v dnu polja. Vode z območja Cerkniškega polja odtekajo podzemno proti Rakovem Škocjanu in nato proti Planinskemu polju, pa tudi neposredno proti izvirov Ljublanice. Dotoki na polje so poleg površinske Cerkniščice še izviri na vzhodnem in južnem, deloma pa tudi na zahodnem obrobju. Skozi izvire, od katerih imajo nekateri tudi značilnosti estavel, pritekajo podzemne vode z območja Javornikov in Snežnika, Loškega polja, Blok in Slivnice. Omenjamo samo nekaj izvirov na jugozahodnem obrobju polja, ki bi vsaj ob visokem vodostaju lahko dobivali tudi vodo z območja vadišča: Laški studenci, Tresenc, Otoški Obrh, Mrzlik. Vendar pa niso bile opravljene raziskave, na osnovi katerih bi lahko bolj natančno določili obseg zaledja teh izvirov in njihove karakteristične pretoke. Dotok na polje pogosto presega kapaciteto ponorov, zato je Cerkniško polje povprečno 8 mesecev na leto poplavljen in lahko zadržuje do 80 milijonov m³ vode.

Izviri Vipave

Sedem stalnih izvirov reke Vipave je razporejenih ob zahodnem vznožju Nanosa v mestu Vipavi na nadmorski višini 98 m. Eden izmed njih je bil zajet za vodovod, a sedaj ni več del rednega sistema oskrbe s pitno vodo. Skupni pretok vseh stalnih izvirov se po podatkih za obdobje 1971-2000 giblje med 0,65 in 74,9 m³/s, srednji pretok pa je 6,54 m³/s (Frantar 2008).

Na osnovi vodne bilance je bilo zaledje izvirov Vipave ocenjeno na okrog 150 km², od tega je 140 km² kraškega (Petrič 2002). Osrednji del predstavlja kraški vodonosnik Nanosa in Hrušice, s sledenjem pa je bilo dokazano, da se tudi vode iz ponorov v strugi Pivke in zahodnega dela Javornikov pod flišem Pivške kotline stekajo proti izvirov Vipave.

Izviri ob reki Pivki

Za območje zgornje Pivke je značilno prepletanje med površinskimi in podzemnimi vodami. V izvirnem območju Pivke pri Zagorju je več izvirov (slika 2), ki dajejo skupaj do 3,5 m³ vode na sekundo, ob nizkem vodostaju pa pretoka ni. Izvir Pivke (imenovan tudi Pivščica) doseže pretoke do 1,5 m³/s, dobro poznan pa je tudi izvir Videmščica. Ob prvem je obzidan 9 m globok vodnjak, v katerem je zajeta stalna kraška voda.



Iz izvirov pri Kljunovem ribniku teče do 2 m³ vode na sekundo. Ob izviru je bila izvrtana kaptažna vrtina K-1, ki pa trenutno ni v uporabi. Ob visokem vodostaju iz nje bruha voda.

Severno od vasi Parje so Parski studenec ter izvira Mlaka pri Parju in Mišnik (slika 7), ki je po trajnosti in izdatnosti drugi najpomembnejši ob Pivki (za Žejskimi izviri). Aktiven je do nekaj mesecev na leto.



Slika 7: Izvir Mišnik je po trajnosti in izdatnosti drugi najpomembnejši izvir ob Pivki.

Na Palškem jezeru je največji izvir iz Matijev jame, iz katere odteka do 6 m³/s, ob nizkem vodostaju pa lahko nivo podzemne kraške vode spremljamo globlje v jami. Matijeva jama (k.š. 270) je 36 m globoka in 50 m dolga jama. V jamo vodita dva vhoda in več razpok okrog prvega, horizontalnega vhoda, ki je obzidan s cementnim okvirjem. Velikost odprtine znaša 1,6 x 1,6 m. Še 7 m višje pa je vertikalni vhod v jamo z velikostjo 1,2 x 3,7 m. Od tega vhoda je v globino 27,6 m brezna, nato pa se jama spušča bolj položno skozi dva razširjena rova. V zadnjem je stalni nivo podzemne vode. Deluje kot estavela, ki ob visokem vodostaju polni jezero, ob upadanju pa voda iz jezera skozi odteka. V njej lahko opazujemo nihanje nivoja podzemne vode, ki se v sušnih obdobjih spusti 40 m pod površje, tudi pod nivo površinske Pivke. V novembru 2000 ob izjemno visokih vodah je bil vhod v jamo 8 m pod gladino jezera (Ravbar & Šebela 2004).

S Palškim jezerom so dokazano povezani Trnski izviri, ki napajajo desni pritok Pivke. Neposredno ob Pivki pa je izvir pod Slovensko vasjo.

Kot izvir je registrirana tudi estavela na Petelinjskem jezeru, ki je s podzemnimi tokovi povezano z Žejskimi izviri. To je najmočnejši in najtrajnejši izvir ob Pivki (maksimalni pretok okrog 6 m³/s; povprečno aktiven vsaj pol leta). S sledenjem je bilo dokazano napajanje iz Petelinjskega jezera. Vendar pa naj bi ob pretoku izvira 3,5 m³/s odtok iz jezera prispeval le 0,5 m³/s vode, ostala voda pa priteka ali pod jezerom ali ob njem iz obsežnejšega kraškega zaledja (Habič 1975). Zanimivo je, da se Žejski izviri posušijo nekoliko prej, preden odteče vsa voda iz Petelinjskega jezera, po deževju pa se najprej pojavi v jezeru in šele nato tudi na

izviru. Pri raziskavah za oskrbo z vodo so nad izviro izvrtali okrog 100 m globoko vrtino. V vasi Žeje je še manjši izvir, ki pa deluje le takrat, ko je zalito jezero Jeredovci (najbolj severno izmed Pivških presihajočih jezer). Manjši je tudi izvir v Dobju.

Še bolj severno je izvir iz jame Fužina pri Stari vasi (k.š. 269). V stopnjasti jami z dolžino 125 m in globino 14 m je stalna podzemna voda, ob visokem vodostaju pa jama deluje kot kraški izvir. Pri raziskavah za oskrbo s pitno vodo so v bližini jame izvrtali okrog 100 m globoko vrtino, iz katere pa so v danih pogojih lahko črpali le 5 l/s vode (Habič 1975). Vrtina je sedaj zamašena in v njej odvzem vzorcev ni možen. Po podatkih iz katastra je jama onesnažena z različnimi odpadki. Glavni iztok je skozi najnižje vhodno brezno, voda pa lahko prihaja na površje še na številnih mestih na polju nad jamo. Iz vhodnega brezna odteka voda po umetni strugi kot potok Stržen, ki se pri Rakitniku izliva v Pivko, iz manjših izvirov pa se preliva po travnikih. Po daljšem deževju v februarju 1957 so izmerili skupni pretok vseh izvirov 2,6 m³/s (po podatkih iz Katastra jam JZS). Ob nizkem vodostaju je stalna voda v jami. V Stari vasi je zajetje, v katerem je v preteklosti železnica črpala vodo za parni pogon lokomotiv (Gospodarič & Habič 1984). Danes je voda iz zajetja napeljana v vaško napajališče za živino.

Brezno v Kobiljih Grižah

Stalen dostop do vode znotraj območja vadišča je možen le v Breznu v Kobiljih Grižah (k.š. 166). Brezno je razvito v škrapljah, ki so nastale ob prelomni coni in je široko do 3 m. Ustje je na nadmorski višini 581 m v vzhodnem pobočju vrtače, dno na globini 72 m pa je zalito z vodo. Gladina vode, ki predstavlja višino podzemeljske vode v tem delu vodonosnika, niha za 25 m. V bližini je bila v okviru raziskav za oskrbo Postojne z vodo izvrtana raziskovalna vrtina, ki pa sedaj ni več uporabna za vzorčenje.

Ponori

Za obrobje obravnavanega območje (dolina Pivke in sistem kraških polj) je značilno ponikanje površinskih tokov v podzemlje. Pogosto so razvite kraške jame, ki so navedene pri opisu geomorfoloških razmer. Ugotovljeno pa je bilo tudi ponikanje v strugi površinske Pivke. Na tem mestu posebej omenjamo le požiralnike pri Trnju, za katerega je bila s sledilnim poskusom dokazana podzemne vodna povezava z izviri na Planinskem polju (Habič 1989).

Vodonosniki

Vplivno območje vojaškega vadišča delimo glede na prepustnost in tip poroznosti litoloških členov v 4 osnovne hidrogeološke enote (karte 2, 4 in 5):

- vodonosniki s kraško-razpoklinsko poroznostjo – zelo dobra prepustnost;
- vodonosniki z razpoklinsko poroznostjo – srednje dobra prepustnost;
- vodonosniki z medzrnsko poroznostjo;
- zelo slabo prepustna območja z manjšimi lokalnimi vodonosniki.



Vodonosniki s kraško-razpoklinsko poroznostjo – zelo dobra prepustnost

To hidrogeološko enoto predstavljajo kredni apnenci Javornikov in območja ob zgornji Pivki. Gre za odprti vodonosnik z neposrednim napajanjem s površja. Na severni in vzhodni strani ga omejujejo Planinsko in Cerkniško polje ter Rakov Škocjan. S hidrogeološkega stališča je kot pregraja pomembna prelomna cona Idrijskega preloma, ki poteka preko Planinskega in Cerkniškega polja.

Na zahodni strani je kraški vodonosnik v stiku z eocenskim flišem Pivške kotline, ki ima v splošnem vlogo hidrogeološke pregraje. Vendar pa je njegova debelina majhna in kras je razvit tudi pod flišem. S sledenjem ponikalnice Stržena in v vrtači na Počku je bila ugotovljena povezava z izviri Vipave, zato v isto hidrogeološko enoto uvrščamo tudi zakrasele karbonatne kamnine pod flišem Pivške kotline, ki so tako povezane tudi s kraškim vodonosnikom Nanosa. V smislu pretakanja podzemne vode z območja vadišča proti izvirov Vipave predstavlja torej mejo kraškega vodonosnika eocenski fliš Vipavske doline.

Na jugu se Javorniki nadaljujejo v kraški masiv Snežnika. V tem delu je pomembna kraška razvodnica s prispevnim območjem rek Reke, Riječine in Kolpe. Njen položaj je zaradi posebnih značilnosti krasa in pomanjkanja ustreznih podatkov praktično nemogoče natančno določiti. Ker pa za odtekanje podzemnih vod z območja vojaškega vadišča na osnovi hidrogeološke zgradbe, podatkov o nivojih podzemne vode in rezultatov sledenj lahko sklepamo, da ni usmerjeno proti jugu, za izdelavo načrta monitoringa vpliva vadišča na podzemne vode ni potrebna natančna določitev meje obravnavanega kraškega vodonosnika na južni strani.

Spodnjo mejo vodonosnika v splošnem predstavlja fliš Komenske narivne grude, na katero je narinjena Snežniška narivna gruda. Ta je relativno blizu pod površjem v območju Pivškega bazena, precej globlje pa v osrednjem delu kraškega masiva Javornikov in Snežnika. Tam je debelina apnencev velika in kot spodnjo mejo kraškega vodonosnika lahko privzamemo bazo zakrasevanja. Na osnovi obstoječih podatkov bolj natančna omejitev ni možna.

Vodonosniki z razpoklinsko poroznostjo – srednje dobra prepustnost

Območje med Planinskim in Cerkniškim poljem gradi predvsem zgornje triasni dolomit, ki je relativno slabše prepusten kot apnenci. Seka ga tudi prelomna cona Idrijskega preloma, ki ima zaradi milonitiziranega dolomita vlogo hidrogeološke pregraje. Podzemne vode tako na obrobju polj prihajajo na površje v številnih izvirih, se površinsko pretočijo čez polje in nato na drugi strani poniknejo v podzemlje. Obe polji pokrivajo povprečno 3 – 4 m, ponekod pa tudi do 25 m debele plasti holocenskih naplavin.

Vodonosniki z medzrnsko poroznostjo

Kot območja z medzrnsko poroznostjo lahko opredelimo več različnih enot. Holocenske naplavine ob Pivki in Strženu so večinoma slabo prepustne in območja so pogosto zamočvirjena. V težkih glinastih tleh je podtalnica skoraj na površju, nekateri majhni izviri in močila nikoli ne presahnejo. Tudi bazalni sedimenti fliša, ki jih gradi breča s kosi paleocenskega apnenca in vložki konglomerata in laporja, so slabo prepustni. Nanosi na

Planinskem in Cerkniskem kraškem polju, ki so sestavljeni iz peščene gline, grušča in delno proda, so slabo prepustni in na njih je razvita površinska drenažna mreža.

V splošnem lahko omenjena območja z medzrnsko poroznostjo opredelimo kot slabo prepustna, glede na položaj vadišča pa kot hidrogeološko pregrajo, ob kateri se pojavljajo izviri. V majhnih debelinah na apnencu imajo vlogo viseče hidrogeološke pregraje, saj je na njih razvita površinska drenažna mreža, ki pa v posameznih točkah komunicira s spodaj ležečim kraškim vodonosnikom.

Zelo slabo prepustne kamnine z manjšimi lokalnimi vodonosniki

Lastnosti zelo slabo prepustnih kamnin imajo eocenski fliši v Pivški kotlini in Vipavski dolini. Vode se pretakajo površinsko, glavne vodne žile imajo številne manjše pritoke. Glavna tokova v Pivški kotlini sta reka Pivka in njen največji pritok Nanoščica. Pivka teče po flišu v spodnjem delu in na stiku z apnencem pri Postojni ponika v Postojnsko jamo. V zgornjem toku pa se pretaka deloma površinsko in deloma podzemno po zahodnem robu kraških Javornikov. Dodatno jih napajajo podzemne kraške vode, ki ob stiku s flišem izvirajo na površje.

Debelina fliša Pivške kotline pa je relativno majhna in vode iz kraškega vodonosnika Javornikov se pod njim pretakajo podzemno proti izvirom Vipave, kjer vode prihajajo na površje ob hidrogeološki pregraji fliša Vipavske doline.

Površinske vode s fliša so ponekod povezane s spodaj ležečim kraškim vodonosnikom, saj se skozi nekatere ponore izgubljajo v kraško podzemlje. Tako je bila z injiciranjem sledila v enega izmed grezov v strugi Stržena dokazana zveza z izviri Vipave.

Tudi znotraj fliša najdemo bolj prepustne konglomeratne in kalkarenitne vložke, ki imajo vlogo kolektorja in se v njih lokalno zadržuje podtalnica. V okolici Postojne se zbira v številnih vodnjakih, na nekaterih lokacijah pa se pojavljajo tudi manjši izviri. V preteklosti so bili pomemben vir za vodooskrbo mesta.

2.3.2 Hidrogeološke lastnosti kamnin in sedimentov

Za karbonatne kamnine, večinoma apnenec, na katerem leži območje osrednjega vadišča (karte 2, 4 in 5), je značilna dobra zakraselost z razvitimi tipičnimi površinskimi in podzemnimi kraškimi oblikami, značilno kraški pa je tudi način pretakanja podzemne vode. Prsti na apnencih je relativno malo in še ta je pogosto nezvezna, zato je ponekod površje precej kamnito. Kamnina je razpokana, razvite so razpoklinske in porušene cone, ki dobro prevajajo vodo. Ob njih so se razvile različne površinske kraške oblike, predvsem škraplje in vrtače. Padavine, ki padejo na kraško površje, neposredno prenikajo v bolj ali manj vertikalni smeri skozi razpokane karbonatne kamnine vadozne cone globlje v kras, kjer se pretakajo podzemni kraški tokovi. Na obravnavanem območju smo ugotavljali, da padavinska voda po izdatnih in intenzivnih padavinah preide 100 m debele apnenice že v nekaj urah, medtem ko se v sušnih poletnih obdobjih z manjšimi, neintenzivnimi padavinami lahko pojavlja tudi šele po dveh do treh mesecih (Kogovšek et al. 1999). Kako globoko so podzemni vodni tokovi in



kako se pretaka voda skozi vadozno cono krasa, je odvisno predvsem od hidroloških pogojev, ki jih narekujejo padavine, njihova količina in razporeditev.

Podzemna voda se pretaka večinoma po razširjenih razpokah in kraških kanalih v različnih smereh proti izvirov na obrobju, značilnosti pretakanja pa se spreminjajo ob različnih hidroloških pogojih. Za kraške izvire je značilno veliko nihanje pretokov in hitra reakcija s povečanjem pretoka ob padavinah v zaledju. Opravljeni sledilni poskusi so pokazali, da je hitrost pretakanja v apnencih velika. V poskusih z injiciranjem sledila na površju so bile ugotovljene navidezne hitrosti med 10 in 25 m/h. Vse to kaže na dobro prepusten, odprt vodonosnik s kraško-raspoklinsko poroznostjo.

Gladina podzemne vode je ob nizkem vodostaju dosegljiva le v 3 kraških jamah v zahodnem delu Javornikov (Fužina pri Stari vasi, Brezno v Kobiljih Grižah, Matijeva jama) ter v stalnih izviroh na obrobju. Ob visokem vodostaju pa se nivo dvigne in delovati začnejo tudi občasni izviri. Takrat so zalita tudi presihajoča Pivška jezera. Nihanje gladine podzemne vode je veliko in sicer v odvisnosti od položaja znotraj masiva in zgradbe mikrolokacije nekako med 5 in 40 m. V osrednjem delu kraškega masiva je določitev nivoja podzemne vode zaradi pomanjkanja ustreznih podatkov zelo nezanesljiva in praktično nemogoča.

3. POSNETEK NIČELNEGA STANJA

3.1 Opredelitev nivojev in smeri toka podzemne vode

Pomembne informacije o značilnostih pretakanja podzemne vode lahko pridobimo s spremljanjem nihanja nivoja podzemne vode. V območju Javornikov je podzemna voda dosegljiva v jami Fužina pri Stari vasi, v Breznu v Kobiljih Grižah in v Matijevi jami ob Palškem jezeru. V okviru raziskav za vodooskrbo so bile v preteklosti izvrtane tudi 3 vrtine in sicer v Stari vasi, pri Kobiljih Grižah in pri Žejskih izviroh. Tudi v njih so v osemdesetih letih občasno spremljali nihanje nivoja podzemne vode, kasneje pa so bile vrtine zamašene in merjenje ni več možno. Ob visokem vodostaju gladina vode doseže površje v občnih izviroh ob Pivki in v presihajočih Pivških jezerih. Podatke o nivojih pa smo zbrali tudi za stalne kraške izvire na obrobju masiva Javornikov (tabela 2).

Raziskave širšega območja Notranjskega in Primorskega krasa, ki jih je opravil Habič (1985), so pokazale na značilen kraški pojav bifurkacije ali raztekanja podzemne vode v različne smeri ob različnih vodostajih. Na območju reke Pivke se giblje nivo kraških vod med 512 in 537 m n.m. To pomeni, da je ob nizkem vodostaju pod nivojem struge Pivke (okrog 525 m n.m.), ob visokih vodah pa nad njim. Skladno s tem se spreminja tudi hidrološka povezava med podzemnimi kraškimi vodami in reko Pivko. Ob visokem vodostaju se aktivirajo številni kraški izviri ob strugi, ki dodatno napajajo površinski tok Pivke. V tem času se lahko napolnijo tudi presihajoča kraška jezera. Obratno pa ob nizkem vodostaju reka Pivka na številnih mestih ponika in napaja kraški vodonosnik.

Glede na nagib gladine podzemne vode lahko pričakujemo odtekanje iz obravnavanega dela Javornikov proti severu v izvire na Planinskem polju, proti severovzhodu v izvire v Rakovem Škocjanu in na Cerkniskem jezeru ter proti zahodu v izvire ob ali v strugi reke Pivke. Seveda so zaradi zapletenih hidrodinamičnih razmer znotraj kraških vodonosnikov zaključki o smereh in značilnostih pretakanja podzemne vode samo na osnovi opazovanja njene gladine v

posameznih točkah zelo tvegani. Za bolj zanesljivo potrditev predpostavk so bili opravljeni sledilni poskusi ob različnih hidroloških pogojih. Njihovi rezultati so predstavljeni v nadaljevanju, ugotovljene smeri podzemnega toka pa prikazane na hidrogeološki karti (karta 2).

V jamo Požiralnik pod Kremenco v Postojni so 26. septembra 1955 injicirali 10 kg uranina in ugotovili povezavo z Rakovim in Pivškim rokavom v Planinski jami ter izviro Malenščica (Jenko 1959). Navidezno hitrost pretakanja so ocenili na okrog 18 – 22 m/h.

Tabela 2: Podatki o vodnih gladinah (Habič 1985). Jame in vrtine omogočajo spremljanje ob nizkih in visokih vodostajih, jezera so zalita le ob visokih vodostajih (maksimalni nivoji), izviri pa predstavljajo stalni nivo.

	Nivo vode
Kraške jame in vrtine	nizek – visok
Stara vas - vrtina	513 – 525 m
Brezno pri Kobiljih grižah	514 – 529 m
Žeje - vrtina	505 – 530 m
Matijeva jama	516 – 557 m
Jezera	visok
Jeredovci	542 m
Petelinjsko jezero	545 m
Palško jezero	557 m
Bačko jezero	568 m
Laneno jezero	572 m
Izviri	
Malenščica	446 m
Unica	453 m
Prunkovec	503 m
Kotličiči	502 m
Vipava	98 m

Potok Stržen, ki ga napajajo vode izvira Fužina pri Stari vasi, smo sodelavci Inštituta za raziskovanje krasa ZRC SAZU obarvali dvakrat. Najprej smo ob nizkem vodostaju (pretok Stržena 30 l/s) 23. februarja 1982 v požiralnik v strugi Stržena pri Rakitniku injicirali 10 kg uranina in opazovali vodni tok v Planinski jami ter izvire Malenščice, Škratovko in Kotličiče. Vendar pa kljub daljšemu opazovanju sledila nikjer nismo zaznali (Habič 1989). Zato smo sledenje Stržena izvedli še enkrat 9. avgusta 1988. Tudi v tem primeru je bil vodostaj nizek s pretokom Stržena 10 l/s. Injicirali smo 20 kg rodamina in dodatno opazovali še izvire Vipave in Timave (Habič 1989). V prej omenjenih izviri na obrobju Planinskega polja in Rakovega Škočjana se sledilo spet ni pojavilo, ugotovljena pa je bila podzemna vodna zveza z izviri Vipave (navidezna hitrost pretakanja okrog 14 m/h).

Hkrati smo 9. avgusta 1988 v Pivko pri Trnju injicirali 20 kg uranina. Na tem mestu je v strugi več požiralnikov, v katere ob nizkem vodostaju Pivka v celoti ponikne, ob višjem pa je kapaciteta požiralnikov premajhna in vode delno odteka naprej po strugi. Sledenje je potekalo ob nizkem vodostaju, ko se je Pivka v celoti izgubljala v požiralnik. Ugotovljene so bile naslednje navidezne hitrosti podzemnega pretakanja: proti vodnemu toku v Planinski jami

in izviru Malenščica okrog 18 m/h ter proti Pivki pri Prestranku in Strženu pri Rakitniku okrog 7 m/h.

Najbolj podobno razmeram pri odtekanju izcednih voda z območja vadišča v kraško podzemlje je bilo sledenje na Počku, kjer smo 10. junija 1997 injicirali 4 kg uranina v skalno dno vrtače. Ker pa je poskus potekal v sušnem obdobju, so bile ugotovljene hitrosti pretakanja manjše, kot so značilne za visoke vodostaje (Kogovšek 1999; Kogovšek & Petrič 2004). Prenos sledila v izvir Malenščice se je začel šele po prvih izdatnejših padavinah (41 mm) 10 dni po injiciranju. Maksimalna koncentracija sledila je bila dosežena približno 120 ur po padavinah, kar da hitrost pretakanja okoli 25 m/h. V bolj namočenih razmerah konec julija 1997 je bil prenos hitrejši. Sledilo se je pojavilo v maksimalni koncentraciji že po 46 urah, kar pomeni navidezno hitrost pretakanja okrog 200 m/h. Izredno intenzivne in izdatne prve jesenske padavine po dolgem poletnem sušnem obdobju so pogojevale iztiskanje in prenos sledila z manjšo hitrostjo kot v namočenem obdobju, vendar pa z večjo kot v sušnem obdobju po manjši količini padavin. Krivulja prehoda sledila zaostaja za krivuljo pretoka od pol do 2 dni, kar je pomemben podatek za smiselno organizacijo podrobnega monitoringa. Skozi izvir Malenščica je izteklo približno 55 % injiciranega sledila.

V manjših deležih se je sledilo pojavilo še v drugih izviri na Planinskem polju (Planinsko jezero – sotočje, Škratovka) in v Rakovem Škocjanu (Rak pred Prunkovcem, Prunkovec, Kotlič). Najbolj počasno, a zanesljivo dokazano, pa je bilo pretakanje proti najbližjemu zajetju v Stari vasi (navidezna dominantna hitrost 10 m/h). Čeprav je najbližje točki injiciranja, se je sledilo pojavilo šele 14 dni po začetku poskusa. Pojav sledila v Žejskih izviri ter v Pivki pri Prestranku in Grobiščah ni bil dovolj prepričljiv, da bi lahko podzemno vodno zvezo zanesljivo potrdili. Zanimiva je ugotovitev, da se je sledilo pojavljalo v izviri Malenščice po vsakih močnejših padavinah še eno leto po injiciranju. Zaključimo torej lahko, da se vsako onesnaženje na kraškem površju deloma že zelo hitro pojavi v izviri na obrobju, deloma pa se zadrži v podzemlju in ga potem vsake močnejše padavine v daljšem časovnem obdobju spet spirajo na površje. Tudi hitrosti pretakanja se spreminjajo s hidrološkimi pogoji in ob višjem vodostaju bi bile verjetno večje od navedenih.

Na lokaciji Blatna dolina na Javornikih smo v sklopu čezmejnega slovensko-hrvaškega projekta »Škocjan-Risnjak« 3. decembra 2014 injicirali 38 kg uranina. Poskus še poteka in rezultati še niso dokončno obdelani, potrjena pa je glavna smer odtekanja proti izviri Malenščica in Unica na Planinskem polju. V majhnih koncentracijah se je sledilo pojavilo še v izviri v Rakovem Škocjanu. V razmerah upadajočega vodostaja je bila ugotovljena navidezna dominantna hitrost proti izviri Malenščica 22 m/h. S tem sledilnim poskusom so bile potrjene ugotovljene značilnosti podzemnega pretakanja v obravnavanem kraškem vodonosniku ter generalna smer odtekanja z območja osrednjega vadišča proti izviri na Planinskem polju. Ker pa je bil poskus izveden v obdobju upadanja vodostaja, še ne moremo izključiti možnosti odtekanja podzemne vode proti izviri ob zgornji Pivki ali na območju Cerkniškega polja, do katerega bi lahko prišlo ob visokem vodostaju.

Tudi območje zgornje Pivke pripada v strukturnem smislu Snežniški narivni grudi, ki je narinjena na Komensko narivno grudo (Placer 1999). Eocenski fliš slednje predstavlja neprepustno podlago kraškega vodonosnika. Na površje se izpod apnenca prikaže v tektonskem oknu pri Knežaku. Fliš v podlagi omejuje podzemno odtekanje proti reki Reki in njenim pretokom. Tako se večji del plitvega kraškega vodonosnika drenira proti izviri ob Pivki.

Na širšem območju Bača je Geološki zavod Ljubljana izvajal v letih med 1983 in 1985 hidrogeološke raziskave za izboljšanje oskrbe s pitno vodo. Izvrtanih je bilo 13 piezometriških vrtin. Najgloblja je dosegla 82 m, nobena pa ni dosegla flišne podlage. Posamične meritve so pokazale, da nivoji podzemne vode upadajo od približno 570 m n.m. pri Koritnicah na jugovzhodu proti 530 m n.m. v smeri proti severozahodu. Po tem poročilu (Krivic & Juren 1983) povzemamo tudi hidrogeološki profil E-F med izviro Pivke pri Zagorju in Bačem.

Južno od izvirov pri Zagorju je kraška razvodnica med Pivko in Reko, torej med črnomsrim in jadranskim povodjem. Zaradi spreminjanja njenega položaja ob različnih hidroloških pogojih, pa tudi zaradi pomanjkanja ustreznih hidrogeoloških podatkov, njene natančne lege ne moremo zanesljivo določiti. Pomembne informacije so dali sledilni poskusi, ki so bili v preteklosti opravljeni na širšem območju. V Kneške ponikve so 26. februarja 1968 ob pretoku 5 l/s injicirali 1 kg uranina in ugotovili povezavo z izviro Videmščica z navidezno hitrostjo pretakanja 43 m/h (Habič 1975). Pri raziskavah zaledja izvira Podstenjšek je dve kombinirani sledenji izvedla Nataša Ravbar (Ravbar 2007). V marcu 2006 je ob višjem vodostaju na apnenčasto površje s škrapljami pod Milanko injicirala 0,5 kg eozina, v estavelo na Šembijskem jezeru pa 94 g sulforodamina B. Prvo sledilo se je z navidezno dominantno hitrostjo (izračunana glede na zračno razdaljo med točko injiciranja in točko pojava sledila ter časom od injiciranja do dosežene maksimalne koncentracije sledila v točki pojava) 22 m/h pretakalo predvsem proti izviro Bistrica pri Ilirski Bistrici, v manjšem delu pa z navidezno dominantno hitrostjo 40 m/h proti izviro Podstenjšek. Oba izvira sta v porečju Reke. Drugo sledilo je z navidezno dominantno hitrostjo 22 m/h potovalo proti izviro Podstenjšek. V novembru 2006 ob nizkem vodostaju je pri kombiniranem poskusu sledila injicirala razpršeno po površju. Na Pušlem hribu je uporabila 5 kg litijevega klorida, severovzhodno od Šembij pa 5 kg kalijevega jodida. Prvi se je z navidezno dominantno hitrostjo 95 m/h pojavil v izviro Pivščice, drugi pa v zelo majhnem deležu z navidezno dominantno hitrostjo 18 m/h v izviro Podstenjšek.

4. METODE DELA

Vzorčevanje sedimenta je bilo izvedeno v skladu z akreditirano metodo SIST ISO 5667-12:1996 (Water quality – Sampling – Part 12: Guidance on sampling of bottom sediments). Dne 29.9.2016 je bilo odvzetih 7 vzorcev sedimentov na merilnih mestih, ki so podani v Tabeli 5 (I. faza). Merilna mesta, kjer so bili odvzeti vzorci vode in sedimenta 11. 5. 2017 (II. faza), pa so podana v Tabeli 6.

V tabeli 3 so zbrane analizne metode, po katerih so bile izvedene analize posameznih parametrov v odvzetih vzorcih sedimenta, ki so predmet I. in II. faze monitoringa. V tabeli 4 pa analizne metode, po katerih so bile izvedene analize posameznih parametrov v odvzetih vzorcih vode, ki so predmet II. faze monitoringa

Tabela 3: Analizne metode posameznih parametrov v odvzetih vzorcih sedimenta –I. in II. faza

PARAMETER	ENOTA	METODA
vzorčevanje		IST ISO 5667- 12:1996
pH _{H2O}		SIST ISO 10390:2006
suha snov	%	SIST ISO 11465:1996/Cor 1:2005
žarina	%	PM 2.32
Žarilna izguba	%	PM 2.32
Celotni dušik	% s.s.	SIST ISO 11261:1996 mod.
Celotni fosfor	mg/kg s.s.	PM 2.49
Celotni organski ogljik -TOC	%	SIST EN 13137:2002 modif.
Celotni ogljikovodiki (C10-C40)	mg/kg s.s.	ISO 16703:2004
živo srebro	mg/kg _{s.s.}	ISO 16772:2004(E)
svinec	mg/kg _{s.s.}	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif.
arzen	mg/kg _{s.s.}	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif.
nikelj	mg/kg _{s.s.}	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif.
kadmij	mg/kg _{s.s.}	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif.
selen	mg/kg _{s.s.}	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif.
baker	mg/kg _{s.s.}	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif.
cink	mg/kg _{s.s.}	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif.
krom	mg/kg _{s.s.}	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif.
aluminij	g/kg _{s.s.}	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif.

Tabela 4: Analizne metode posameznih parametrov v odvzetih vzorcih vode –II. faza

PARAMETER	ENOTA	METODA
<i>Terenske meritve</i>		
Tvode	°C	DIN 38404-4
pH		SIST ISO 10523
konc. O ₂	mg O ₂ /l	SIST EN 25814
nas. z O ₂	% O ₂	SIST EN 25814
redoks potencial	mV	DIN 38404-6
SEP	μS/cm	SIST EN 27888:1988
motnost	FTU	SIST EN ISO 7027
<i>Osnovni parametri</i>		
TOC	mg C/l	SIST ISO 8245:2000
AOX	mg Cl/l	SIST ISO 9562:2005
Amonij	mg/l	SIST ISO 7150-1:1996
Natrij	mg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif.
Kalij	mg/l	PM 1.59
Kalcij	mg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif.
Magnezij	mg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif.
Železo	μg/l	PM 1.101
Hidrogenkarbonati	mg/l	PM 1.21
Nitrati	mg/l	ISO 10304-1:2007
Sulfati	mg/l	ISO 10304-1:2007
Koridi	mg/l	ISO 10304-1:2007
fosfati	mg/l	SIST EN ISO 6878, pogl.4
<i>Indikativni parametri</i>		
Sulfidi	mg/l	SIST ISO 10530:1996 modif.
Celotni ogljikovodiki	μg/l	Laboratorijska metoda M 705/1, NM NLZOH Novo mesto
Živo srebro	ng/l	EPA 1631, rev.E:2002 modif.
Vanadij	μg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005
Telur	μg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005
Talij	μg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005
Svinec	μg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005
Srebro	μg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005
Selen	μg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005
Nikelj	μg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005
Molibden	μg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005
Mangan	μg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005
Krom-celot.	μg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005
kositer	μg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005
Kobalt	μg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005
Kadmij	μg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005

PARAMETER	ENOTA	METODA
Cink	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005
Bor	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005modif.
Berilij	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005modif.
Barij	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005
Baker	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005
Arzen	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005
antimon	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005
aluminij	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005modif.
Lahkohlapni klorirani ogljikovodiki- LKCH	µg/l	SIST EN ISO 10301:1998, sek.3b
Lahkohlapni aromatski ogljikovodiki-BTX	µg/l	SIST ISO 11423-1:1998



5. OPIS VZORČEVALNIH LOKACIJ

5.1 Vzorčevalne lokacije – I. faza

Za monitoring v vplivnem območja osrednjega vadišča Slovenske vojske Poček kot vira onesnaževanja na krasu je bila predlagana uporaba naravnih hidrogeoloških objektov. Pri izbiri objektov je najbolj zanesljivo upoštevanje rezultatov sledilnih poskusov. Na vplivnem območju vojaškega vadišča je bilo v preteklih letih izvedeno več sledenj, na osnovi katerih lahko za večji del kraškega vodonosnika dokaj zanesljivo napovemo smer in značilnosti toka podzemne vode. Najpomembnejši so rezultati poskusa, ko je bilo v juniju 1997 sledilo injicirano v vrtačo v coni izključne rabe na Počku. Ugotovljena je bila glavna smer odtekanja proti izviru Malenščica, del sledila pa se je pojavil tudi v izvirih Vipave ter drugih izvirih na robu Planinskega polja in v Rakovem Škocjanu. Koristne dodatne informacije smo pridobili s sledenjem v Blatni dolini na Javornikih z injiciranjem sledila v decembru 2014. Poskus še traja, trenutni rezultati pa kažejo na glavno smer odtekanja proti izvirov na Planinskem polju. Poskus je bil izveden v obdobju upadanja vodostaja, zato še ne moremo izključiti možnosti odtekanja podzemne vode proti izvirov ob zgornji Pivki ali na območju Cerkniškega polja, do katerega bi lahko prišlo ob visokem vodostaju. Gre pa seveda tudi v tem primeru za posredno odtekanje proti izvirov na Planinskem polju.

V hidrogeološkem delu »Programa obratovalnega monitoringa podzemnih vod na Osrednjem vadišču Slovenske vojske (OSVAD) Postojna, ERICO Velenje DP 50/03/15« v poglavju 2.4. Lokacije ter opis izdelave in opreme opazovalnih vrtin je pri določitvi mernih mest za izvedbo monitoringa voda navedeno:

⇒ Kot glavni objekt za monitoring vod za ovrednotenje vpliva vadišča Poček sta predlagana:

- **izvir Malenščica (MM-1)**, saj se s celotnega območja osrednjega vadišča podzemne vode stekajo proti temu izviru, poleg tega pa je izjemno pomemben kot vir za oskrbo s pitno vodo.
- **izvir Kotličiči (MM-2)** v Rakovem Škocjanu- za dodatno spremljanje vpliva vojaškega vadišča na podzemne vode.

Izvir Malenščica in Kotličiči se napajata iz obsežnega kraškega zaledja, zato se v njuni kakovosti odražajo vplivi različnih onesnaževalcev. Pomemben je predvsem bolj obremenjen dotok iz smeri Cerkniškega polja, ki ga je potrebno upoštevati pri ovrednotenju vpliva vojaškega vadišča. Za oceno obremenjenosti posameznih prispevnih območij se je predlagalo v I. fazi najprej vzporedno analizo sedimentov na naslednjih mernih mestih:

- **Cerkniščica pred ponorom v Veliko Karlovico (MMN-1)** na Cerkniskem polju
- **Stržen pred ponorom v Svinjsko jamo (MMN-2)** na Cerkniskem polju
- **Raka pred Velikim naravnim mostom (MMN-3)** v Rakovem Škocjanu.

Na osnovi rezultatov te analize sedimentov se izbere najbolj reprezentativno od teh točk (2 merni mesti), ki bo za ovrednotenje opozorilne spremembe služila za določitev vrednosti, izmerjenih izven vplivnega območja vojaškega vadišča.

⇒ Kot drugo cono monitoringa je predlagano območje zgornje Pivke zaradi potrebe po ločenem ovrednotenju vpliva vadišča Bač. Na tem območju je ocena smeri odtekanja podzemnih vod manj zanesljiva. Z gotovostjo se lahko potrdi generalno smer odtekanja

proti izvirov na Planinskem polju, tja se stekajo vode ob nižjem in srednjem vodostaju. Ob visokem vodostaju pa je zelo verjetno tudi odtekanje proti občasnim izvirov ob zgornji Pivki.

V Programu obratovalnega monitoringa podzemnih vod na Osrednjem vadišču Slovenske vojske (OSVAD) Postojna je predlagana dvofazna izvedba monitoringa:

V prvi fazi se za izbiro najbolj primerne objekta za monitoring na območju zgornje Pivke izvedejo vzporedne analize sedimentov na več izbranih točkah, v katerih lahko pričakujemo zaznavanje posledic onesnaženja na vadišču. Vzorčenje sedimenta se izvede na naslednjih točkah: *Mišnik (MM-3)*, *Trnski izvir (MM-4)* in *Žejski izviri (MM-5)*. Ker obstaja tudi možnost neposrednega napajanje reke Pivke, je kot točka monitoringa predlagana še *Pivko gorvodno od mostu na cesti Pivka – Klenik (MM-6)*. Izbira te točke vsaj ob višjih vodostajih omogoča ločeno oceno vpliva jugozahodnega dela vadišča, izključuje pa obremenitve z onesnaženjem v mestu Pivka.

Kot glavni objekt za monitoring, ki bo pri ovrednotenju opozorilne spremembe služila za določitev vrednosti, izmerjenih izven vplivnega območja vojaškega vadišča na območju Bača, je predlagan *izvir Pivke (MMN-4)*.

Za izbor najbolj primerne objekta za monitoring na območju zgornje Pivke se v I. fazi monitoringa se izvede prav tako vzporedna analiza sedimentov na več izbranih točkah, v katerih lahko pričakujemo zaznavanje posledic onesnaženja na vadišču. Predlagana merna mesta za vzorčenje sedimenta so :

- *Mišnik (MM-3)*,
- *Trnski izvir (MM-4)*
- *Žejski izviri (MM-5)*.
- *Pivka gorvodno od mostu na cesti Pivka – Klenik (MM-6)* - ker obstaja tudi možnost neposrednega napajanje reke Pivke. Izbira te točke vsaj ob višjih vodostajih omogoča ločeno oceno vpliva jugozahodnega dela vadišča, izključuje pa obremenitve z onesnaženjem v mestu Pivka.

Na osnovi rezultatov te analize sedimentov se izbere najbolj reprezentativno od teh točk (2 merni mesti), ki bo za ovrednotenje opozorilne spremembe služila za določitev vrednosti, izmerjenih v vplivnem območju vojaškega vadišča Bač.

Tabela 5: Seznam in koordinate objektov za monitoring kakovosti- I. faza

Območje Počka:

Ime objekta	Šifra	Lokacija vzorčenja	GKY	GKX	Z
Cerkniščica	MMN-1	pred ponorom Velika Karlovica	447766	70310	548
Stržen	MMN-2	pred ponorom Svinjska jama	447998	69945	548
Rak	MMN-3	pred Velikim naravnim mostom	445042	72596	500

Območje Bača:

Ime objekta	Šifra	Lokacija vzorčenja	GKY	GKX	Z
Mišnik	MM-3	izvir	439709	58533	539
Trnski izvir	MM-4	Izvir	440578	64084	539
Žejski izviri	MM-5	izvir	438330	63730	528
Pivka	MM-6	nad mostom na cesti Pivka-Klenik	438984	59680	535

Seznam in koordinate vseh predlaganih objektov za monitoring vode I- faza so podani v Tabeli 5.

5.2 Vzorčevalne lokacije – II. faza

Na podlagi rezultatov analiz sedimentov, odvzetih v I. fazi monitoringa, so se določila merilna mesta za izvedbo II. faze monitoringa za območje vadišča Počka in območje vadišča Bač. Na posameznem merilnem mestu so se odvzeli vzorci vode in sedimenta.

Tabela 6: Seznam in koordinate objektov za monitoring kakovosti - II. faza

Območje Počka:

Ime objekta	Šifra	Lokacija vzorčenja	GKY	GKX	Z
Malenščica	MM-1	izvir	442530	75600	446
Kotličiči	MM-2	izvir	445400	72100	502
Cerkniščica	MMN-1	pred ponorom Velika Karlovica	447766	70310	548
Stržen	MMN-2	pred ponorom Svinjska jama	447998	69945	548

Območje Bača:

Ime objekta	Šifra	Lokacija vzorčenja	GKY	GKX	Z
Trnski izvir	MM-4	Izvir	440578	64084	539
Pivka	MM-6	nad mostom na cesti Pivka-Klenik	438984	59680	535
Pivka	MMN-4	izvir	440181	55227	555

Seznam in koordinate vseh predlaganih objektov za monitoring vode in sedimentov II- faza so podani v Tabeli 6.

Tabela 7: Seznam objektov za monitoring vpliva vadišča (A) in izven vpliva vadišča (B) kot ničelnih vrednosti za izračun spremembe opozorilne vrednosti

Monitoring vpliva vadišča (A):

Izbrani objekti	Izbira na osnovi analize sedimentov
MM-1 MM-2	MM-4, MM-6

Monitoring izven vpliva vadišča (B):

Izbrani objekti	Izbira na osnovi analize sedimentov
MMN-4	MMN-1, MMN-2

6. OSNOVNI IN INDIKATIVNI PARAMETRI, KI SO PREDMET MONITORINGA

Pri do sedaj opravljenih analizah kakovosti vode in sedimentov v izvirih v vplivnem območju vojaškega vadišča Poček (Al Sayegh-Petkovšek 2006, 2009) se je pokazalo, da so bile povečane koncentracije kontaminantov zaznane predvsem v sedimentih, v vzorcih vode pa precej manj izrazito. V programu monitoringa je bilo predlagano, da se v prvi fazi monitoringa opravi analize sedimentov na izbranih merilnih mestih, ki so podana v tabeli 8, potem pa se na osnovi primerjave rezultatov izbere najbolj reprezentativna merilna mesta. Na teh merilnih mestih se v naslednji fazi nadaljuje z analizami sedimentov in vzorcev vode.

I. Faza monitoringa

V tabeli 8 so zbrane meritve in osnovni ter indikativni parametri, ki so bili predmet I. faze monitoringa in jih je potrebno meriti oz. analizirati v odvzetih vzorcih sedimentov za določitev reprezentativnih mernih mest.

Tabela 8: Program meritev vod – SEDIMENT – I. faza monitoringa

PARAMETRI - sediment	Št. vzorčevalnih mest
<i>pH, suha snov, žarina, Hg, Pb, As, Ni, Cd, Se, Cu, Zn, Cr, Al, N-cel., P- celotni, TOC, mineralna olja</i>	<p><u>5 vzorčevalnih mest (v vplivnem območju vadišča Poček):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Malenščica (MM-1) • Kotličiči (MM-2) • Cerknjščica - (MMN-1), • Stržen (MMN-2), • Rak (MMN-3) <p><u>5 vzorčevalnih mest (v vplivnem območju vadišča Bač):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pivka (MMN-4) • Mišnik (MM-3), • Trnski izvir (MM-4), • Žejski izvir (MM-5), • Pivka (MM-6)

II. Faza monitoringa

V tabeli 9 so zbrane terenske meritve in osnovni ter indikativni parametri, ki so predmet II. faze monitoringa in jih je potrebno meriti oz. analizirati v podzemni vodi na vplivnem območju OSVAD Postojna na osnovi zahtev Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur.l. RS št.49/06, št. 114/09) in potrjenega »Programa obratovalnega monitoringa podzemnih vod na Osrednjem vadišču Slovenske vojske (OSVAD) Postojna, ERICo Velenje DP 50/03/15«, ko so na podlagi rezultatov analiz I. faze monitoringa določena vsa merna mesta.

V tabeli 10 pa so zbrani parametri, ki jih je potrebno meriti oz. analizirati v sedimentu vod na vplivnem območju OSVAD Postojna v II. fazi monitoringa, ko so na podlagi rezultatov analiz I. faze monitoringa določena vsa merilna mesta.

Tabela 9: Program meritev vod – VODE - II. faza monitoringa

Terenske meritve	Št. vzorčevalnih mest
PARAMETRI -voda	
<p><u>TERENSKI</u> - Temperatura zraka, temperatura vode, pH, električna prevodnost, raztopljeni kisik, redoks potencial</p> <p><u>OSNOVNI</u>- obarvanost, motnost, TOC, AOX, amonij, natrij, kalij, kalcij, magnezij, železo, hidrogenkarbonati, nitrati, sulfati, sulfidi, kloridi, fosfati</p> <p><u>INDIKATIVNI</u>- celotni ogljikovodiki (mineralna olja), kovine (Hg, V, Te, Tl, Pb, Ag, Se, Ni, Mo, Mn, Cr-cel., Sn, Co, Cd, Zn, B, Be, Ba, Cu, As, Sb, Al), lahkohlapni klorirani ogljikovodiki - LKCH, lahkohlapni aromatski ogljikovodiki – BTX</p>	<p><u>4 vzorčevalna mesta (v vplivnem območju vadišča Poček):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Malenščica (MM-1) • Kotličiči (MM-2) • Cerknjščica(MMN-1) • Stržen (MMN-2) <p><u>3 vzorčevalna mesta (v vplivnem območju vadišča Bač):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pivka (MMN-4) • Trnski izvir(MM-4) • Pivka (MM-6)

Tabela 10: Program meritev vod – SEDIMENT - II. faza monitoringa

PARAMETRI - sediment	Št. vzorčevalnih mest
<p><i>pH, suha snov, žarina, Hg, Pb, As, Ni, Cd, Se, Cu, Zn, Cr,Al, N-cel., P- celotni, TOC, mineralna olja</i></p>	<p><u>4 vzorčevalna mesta (v vplivnem območju vadišča Poček):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Malenščica (MM-1) • Kotličiči (MM-2) • Cerknjščica(MMN-1) • Stržen (MMN-2) <p><u>3 vzorčevalna mesta (v vplivnem območju vadišča Bač):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pivka (MMN-4) • Trnski izvir(MM-4) • Pivka (MM-6)



7. POGOSTOST MERITEV OSNOVNIH IN INDIKATIVNIH PARAMETROV

I. Faza monitoringa

V prvi fazi se izvedejo enkratne analize sedimenta na naslednjih mernih mestih:

- Območje vadišča Poček: Rak MMN-3, Cerknjščica MMN-1, Stržen MMN-2 → na podlagi rezultatov analiz sedimenta se določi dve najbolj reprezentativni mesti za monitoring vod.
- Območje vadišča Bač: Žejski izvir MM-5, Trnski izvir MM-4, Pivka MM-6, Mišnik MM-3 → na podlagi rezultatov analiz sedimenta se določi dve najbolj reprezentativni mesti za monitoring vod.

II. Faza monitoringa

V nadaljevanju se monitoring vod izvaja na 7 mernih mestih, ki so bila izbrana glede na rezultate prve faze – analiz sedimenta na izbranih mernih mestih.

Vzorčenje podzemnih vod ter analize osnovnih in indikativnih parametrov se izvajajo 1 x letno - ***enkrat letno opazovanje vodnega vala, ki se pojavi kot posledica prvih močnejših jesenskih padavin po poletnem sušnem obdobju.*** V takem valu se na vsakem opazovalnem mestu za analizo vode odvzame 10 vzorcev (glede na osnovne fizikalne karakteristike vode se nato za delno analizo kovin (nabor kovin podan v Tabeli 8) izbere 5 najbolj reprezentativnih vzorcev; za celotno analizo (nabor parametrov podan v Tabeli 8) pa se izbere 2 reprezentativna vzorca). Prav tako se 1x letno odvzamejo vzorci sedimentov na izbranih mernih mestih. Nabor parametrov, ki se analizirajo v odvzetih vzorcih sedimenta, je podan v Tabeli 10.

Vzorčenje vod in sedimentov v II. fazi je bilo izvedeno 11.5.2017 na izbranih 7 merilnih mestih.

8. REZULTATI MERITEV IN ANALIZ

8.1 Rezultati meritev in analiz I- faza

V Tabeli 11 so podani rezultati analiz odvzetih vzorcev sedimenta 29.9.2016. Posamezna merilna mesta so prikazana tudi na Slikah 8 in 9.



Slika 8: Vzorčenje sedimenta – I.faza na MM-3 Pivka –izvir Mišnik (29.9.2016)



Slika 9: Vzorčenje sedimenta – I.faza na MM-6 Pivka (29.9.2016)

Tabela 11: Rezultati fizikalno-kemijskih preiskav odvzetih vzorcev rečnega sedimenta na vplivnem območju poligona Poček in Bač (29. 9. 2016)- I. faza

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA						
		Cerkniščica MMN-1	Stržen MMN-2	Rakov Škocjan MMN-3	Mišnik MM-3	Trnski izvir MM4	Žejski izvir MM-5	Pivka MM-6
pH _{H2O}		8,15	8,24	8,26	8,24	8,16	8,14	7,82
suha snov	%	99,7	98,9	99,1	98,0	98,0	98,0	98,8
žarina	%	94,6	91,6	90,3	85,4	87,3	87,6	87,6
Žarilna izguba	%	5,4	8,4	9,7	14,6	12,7	12,4	12,4
Celotni dušik	% s.s.	0,154	0,263	0,136	0,443	0,421	0,472	0,415
Celotni fosfor	mg/kg s.s.	576	994	631	1660	1210	1340	1520
Celotni organski ogljik -TOC	%	1,14	3,00	1,63	6,49	4,57	5,05	5,44
Celotni ogljikovodiki (C10-C40)	mg/kg s.s.	<50	<50	<50	<50	<50	<50	1470
živo srebro	mg/kg _{s.s.}	<0,10	<0,10	<0,10	0,11	0,21	0,14	0,14
svinec	mg/kg _{s.s.}	18,7	80,2	20,1	33,6	40,6	45,3	59,8
arzen	mg/kg _{s.s.}	7,0	52,5	7,8	17,2	21,8	19,3	4,6
nikelj	mg/kg _{s.s.}	14,0	66,4	27,1	84,1	92,1	99,7	32,1
kadmij	mg/kg _{s.s.}	< 0,5	0,734	0,598	1,156	1,487	1,585	1,048
selen	mg/kg _{s.s.}	<35,0	<35,0	<35,0	<35,0	<35,0	<35,0	<35,0
baker	mg/kg _{s.s.}	13,7	32,0	12,9	39,3	35,8	38,2	50,9
cink	mg/kg _{s.s.}	52,2	133	59,0	130	142	158	267
krom	mg/kg _{s.s.}	19,3	68,8	34,7	94,3	111	127	54,9
aluminij	g/kg _{s.s.}	27,4	60,3	34,0	73,1	91,7	103	25,2

8.2 Rezultati meritev in analiz II- faza

V Tabeli 12 so podani rezultati analiz odvzetih vzorcev sedimenta 11.5.2016.

Tabela 12: Rezultati fizikalno-kemijskih preiskav odvzetih vzorcev rečnega sedimenta na vplivnem območju poligona Poček in Bač (11. 5. 2017)

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA							Mejna vrednost
		Malenščica (izvir) MM-1	Cerkniščica (pred ponorom Velika Karlovica) MMN-1	Stržen (pred ponorom Svinjska jama) MMN-2	Kotličji (izvir) MM-2	Trnski izvir MM4	Pivka (med mostom na cesti Pivka – Klenik) MM-3	Pivka (izvir) MMN-4	
pH _{H2O}		8,81	8,05	8,24	8,12	8,02	7,93	8,16	/
suha snov	%	99,8	99,8	98,7	98,0	96,8	99,3	98,0	/
žarina	%	94,3	99,1	90,8	90,8	86,2	93,0	88,7	/
Žarilna izguba	%	5,70	0,90	9,20	9,20	13,8	7,0	11,3	/
Celotni dušik	% s.s.	0,250	0,287	0,165	0,184	0,369	0,451	0,342	/
Celotni fosfor	mg/kg s.s.	850	671	420	763	587	1150	1120	/
Celotni organski ogljik -TOC	%	2,59	3,36	1,50	1,67	4,03	6,04	3,58	/
Celotni ogljikovodiki (C10-C40)	mg/kg s.s.	<50	<50	<50	<50	<50	1900	<50	/
živo srebro	mg/kg _{s.s.}	0,26	0,20	0,12	0,15	0,11	0,21	0,16	/
svinec	mg/kg _{s.s.}	39,9	26,0	28,7	39,0	32,2	55,9	47,5	I.: <50 II.: 50-120 III.:120-1000 IV.:>1000 Neonesnažen:<20 Srednje onesnažen:20-50 Močno onesnažen:>60
arzen	mg/kg _{s.s.}	10,0	<7,0	10,1	25,8	17,6	<7,0	17,6	
nikelj	mg/kg _{s.s.}	32,2	12,8	21,9	43,1	54,1	33,6	60,6	I.: <50 II.: 50-100 III.: 100-360 Neonesnažen:<20 Srednje onesnažen:20-50 Močno onesnažen:>50
kadmij	mg/kg _{s.s.}	0,796	<0,5	<0,5	1,293	0,971	1,036	3,8	I.: <1 II.: 1-12 III.: 12-40 IV.:>40 Neonesnažen:- Srednje onesnažen:- Močno onesnažen:>6
selen	mg/kg _{s.s.}	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	<30,0	
baker	mg/kg _{s.s.}	27,2	35,9	14,6	20,9	25,3	66,5	39,6	I.: <40 II.: 40-100 III.: 100-340 IV.: >340 Neonesnažen:<25 Srednje onesnažen:25-50 Močno onesnažen:>50
cink	mg/kg _{s.s.}	96,9	80,8	65,2	88,9	77,4	270	109	I.: <200 II.: 200-1300 III.:1300:4600 IV.:>4600 Neonesnažen:<90 Srednje onesnažen:90-200 Močno onesnažen:>200
krom	mg/kg _{s.s.}	34,9	18,7	28,3	46,4	67,1	54,7	93,9	I.: <50 II.: 50-150 III.: 150-540 IV.:>540 Neonesnažen:<25 Srednje onesnažen:25-75 Močno onesnažen:>75
aluminij	g/kg _{s.s.}	20,9	19,1	14,1	18,1	37,0	15,0	26,0	

Tabela 13: Rezultati analiz kovin v odvzetih vzorcih vod Malenščice (izvir) - zajetje za pitno vodo (10.5.2017- 11. 5. 2017) na vplivnem območju poligona Poček in Bač

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA			
		Malenščica (izvir) MM-1 A - (10.5.2017 ob 11h)	Malenščica (izvir) MM-1 B - (10.5.2017 ob 17h)	Malenščica (izvir) MM-1 C - (10.5.2017 ob 23h)	Malenščica (izvir) MM-1 D - (11.5.2017 ob 5h)
železo	µg Fe/l	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
Živo srebro	ng Hg/l	<15	<15	<15	<15
vanadij	µg V/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Telur	µg Te/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Talij	µg Tl/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
svinec	µg Pb/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
srebro	µg Ag/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
nikelj	µg Ni/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
molibden	µg Mo/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Kobalt	µg Co/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
cink	µg Zn/l	5,3	5,2	7,7	5,5
bor	µg B/l	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
barij	µg Ba/l	4,3	4,2	4,4	4,3
baker	µg Cu/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
arzen	µg As/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
antimon	µg Sb/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
aluminij	µg Al/l	2,5	1,9	4,8	2,4
Selen	µg Se/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
krom	µg Cr/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
kadmij	µg Cd/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Berilij	µg Be/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
mangan	µg Mn/l	0,6	0,6	0,8	0,2

V Tabeli 13 so podani rezultati analiz kovin v vzorcih vode, odvzetih v Malenščici (izvir)-zajetje pitne vode z avtomatskim vzorčevalnikom ISCO. Merilno mesto Malenščica (izvir) MM-1 je prikazano na Sliki 10.

Prvi vzorec vode (A) se je 10.5.2017 odvezel ob 11h, drugi vzorec (B) od 11ure do 17ure, tretji vzorec (C) od 17 ure do 23 ure. Četrty vzorec (D) se je odvezel od 23 ure (10.5.2017) do 5 ure (11.5.2017).

Rezultati analiz odvzetih vzorcev v različnih časovnih obdobjih od 10.5.2017 do 11-5.2017 so pokazali, da je bila večina analiziranih parametrov pod mejo zaznavnosti metode; le vsebnosti cinka (5,2 – 7,7 µg Zn/l), barija (4,2- 4,4 µg Ba/l), aluminija (1,9-4,8 µg Al/l) in mangana (0,2-0,8 µg Mn/l) so bile nekoliko nad mejo zaznavnosti analize metode.



Slika 10: Vzorčenje vod Malenščice (izvir) - zajetje za pitno vodo **MM-1-1** (11. 5. 2017)



Slika 11: Vzorčenje vod Malenščica (izvir) – v začetnem toku ob zajetju za pitno vodo **MM-1-2** (11. 5. 2017)

Tabela 14: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz odvzetih vzorcev vod na vplivnem območju poligona Poček in Bač (11. 5. 2017)

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA						MV za pitne vode *	MDK za površinske vode **	
		Malenščica (izvir) MM-1-1	Malenščica (ob zajetju) M-1-2	Cerkniščica (pred ponorom Velika Karlovica) MMN-1	Stržen (pred ponorom Svinjska jama) MMN-2	Kotličji (izvir) MM-2	Pivka (med mostom na cesti Pivka - Klenik) MM-6		LP-OSK	NDK-OSK
<i>Terenske meritve</i>										
Tvode	°C	12,1	11,9	10,8	13,0	13,1	12,0			
pH	/	8,53	8,25	8,70	8,44	8,25	8,55	6,5-9,5		
konc. O ₂	mg O ₂ /l	9	9,1	9,60	8,30	8,30	12,6			
nas. z O ₂	% O ₂	85	89	92	83	80	127			
redoks potencial	mV	268	270	230	210	275	246			
SEP	μS/cm	342	344	492	342	338	449	2500		
motnost	FTU	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			
barva	/	b.b	b.b	b.b	b.b	b.b	b.b			
<i>Osnovni parametri</i>										
TOC	mg/l	1,49	1,31	1,81	3,02	1,34	1,19			
AOX	μg /l	<2,0	<2,0	3,2	2,5	<2,0	<2,0		20	
Amonij	mg/l	0,02	0,02	0,14	0,10	0,13	0,12	0,50		
Natrij	mg/l	1,4	1,5	3,8	1,4	1,3	2,3	200		
Kalij	mg/l	1,9	0,9	2,1	0,4	0,3	1,6			
Kalcij	mg/l	61,1	61,4	56,1	59,0	61,6	90,9			
Magnezij	mg/l	6,9	7,0	32,6	8,3	7,1	4,4			
Železo	μg /l	<10,0	<10,0	<10,0	12,9	<10,0	<10,0	200		
Hidrogenkarbonati	mg/l	192	157	183	146	125	141			
Nitrati	mg/l	3,16	3,20	1,69	1,36	2,02	2,16	50	3,2-7,0**** 6,5-9,5	
Sulfati	mg/l	3,24	2,86	8,62	2,44	2,47	3,56	250	150	
Kloridi	mg/l	2,99	2,54	6,67	2,22	1,92	3,89	250		
fosfati	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
<i>Indikativni parametri</i>										
Sulfidi	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04			
Celotni ogljikovodiki	μg /l	<5	<5	<5	5	<5	<5		50	
Živo srebro	μg Hg/l	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	<0,015	1,0		0,07+NO
Vanadij	μg V/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			
Telur	μg Te/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA						MV za pitne vode *	MDK za površinske vode **	
		Malenštica (izvir) MM-1-1	Malenštica (ob zajetju) M-1-2	Cerkništica (pred ponorom Velika Karlovica) MMN-1	Stržen (pred ponorom Svinjska jama) MMN-2	Kotličiči (izvir) MM-2	Pivka (med mostom na cesti Pivka – Klenik) MM-6		LP-OSK	NDK-OSK
Talij	µg Tl/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			
Svinec	µg Pb/l	0,6	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	10	1,2	14
Srebro	µg Ag/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			
Selen	µg Se/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	10	6	72
Nikelj	µg Ni/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	20	4	34
Molibden	µg Mo/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		24	200
Mangan	µg Mn/l	0,7	<0,2	1,1	0,4	<0,2	0,5	50		
Krom-celot.	µg Cr/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	50	12	160
kositer	µg Sn/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			
Kobalt	µg Co/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2		0,3	2,8
Kadmij	µg Cd/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	5,0	r1: ≤0,45+NO r2: 0,45+NO r3: 0,60+NO r4: 0,9+NO r5: 1,5+NO	r1: ≤0,45+NO r2: ≤0,45+NO r3: 0,60+NO r4: 0,9+NO r5: 1,5+NO
Cink	µg Zn/l	4,6	6,1	5,3	<2,0	3,1	9,2		100	/
Bor	µg B/l	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	1000	100	/
Berilij	µg Be/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2			
Barij	µg Ba/l	4,5	4,8	9,1	4,0	4,2	8,0			
Baker	µg Cu/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	2,0	8,2	73
Arzen	µg As/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	10,0	7	21
antimon	µg Sb/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	5,0	3,2	30
aluminij	µg Al/l	2,8	2,9	3,1	3,2	2,7	2,1	200		
Lahkohlapni klorirani ogljikovodiki- LKCH	µg /l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			
1,1,1-trikloroetan	µg /l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
1,1,2,2-tetrakloroetilen	µg /l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	10	10	ni relevantno
1,1,2-trikloroetilen	µg /l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	10	10	ni relevantno
1,2-dikloroetan	µg /l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	3,0	10	ni relevantno
diklorometan	µg /l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		20	ni relevantno
tetraklorometan	µg /l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
triklorometan	µg /l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	2,5		se ne uporablja
Lahkohlapni aromatski ogljikovodiki-BTX	µg /l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			
benzen	µg /l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,0	10	50
etilbenzen	µg /l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA						MV za pitne vode *	MDK za površinske vode **	
		Malenščica (izvir) MM-1-1	Malenščica (ob zajetju) M-1-2	Cerkniščica (pred ponorom Velika Karlovica) MMN-1	Stržen (pred ponorom Svinjska jama) MMN-2	Kotličiči (izvir) MM-2	Pivka Klenik (med mostom na cesti Pivka – Klenik) MM-6		LP-OSK	NDK-OSK
Ksilen	µg /l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			
toluen	µg /l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		74	740
trimetilbenzen	µg /l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		2	20

Legenda:

b.b.- brez barve

Opombe:

*MV (mejne vrednosti) za pitne vode - Pravilnik o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/04, št. 35/04 št. 26/06, št. 92/06, št. 25/09, št. 74/15)

** površinske vode

Mejna vrednost (Ur.l. RS št. 14/09, št. 98/10, št. 96/13, št. 24/16- Uredba o stanju površinskih voda)

LP-OSK: letna povprečna vrednost parametra kemijskega stanja v vodi

NDK-OSK: največja dovoljena koncentracija parametra kemijskega stanja v vodi

NO – vrednost naravnega ozadja iz priloge 10 te Uredbe

*Priloga 8: Mejne vrednosti razredov ekološkega stanja za posebna onesnaževala

**Priloga 2: Okoljski standardi kakovosti za parametre kemijskega stanja (OSK)

(e) Pri vrednotenju rezultatov monitoringa glede na letno povprečno vrednost se lahko upoštevajo koncentracije naravnega ozadja, trdota vode, pH ali drugi parametri; način njihovega upoštevanja se obrazloži v poročilu o monitoringu v skladu s predpisom, ki ureja monitoring stanja površinskih voda.

***Priloga 7: Mejne vrednosti parametrov ekološkega stanja za splošno fizikalno-kemijske parametre; spodnja meja razreda za zelo dobro oz. dobro ekološko stanje.

(a) Splošni fizikalno-kemijski parameter se vrednoti na podlagi izračuna 90-tega percentila, če je na voljo vsaj 10 podatkov; sicer se splošni fizikalno-kemijski parameter vrednoti na podlagi največje izmerjene vrednosti

V Tabeli 14 so podani rezultati fizikalno-kemijskih analiz odvzetih vzorcev vod na vplivnem območju poligona Poček in Bač (11. 5. 2017), Vzorce vode Malenščice smo odvzeli na dveh merilnih mestih in sicer:

- MM-1-1 Malenščica (izvir) - zajetje za pitno vodo (slika 10)
- MM-1-2 Malenščica (izvir) – v začetnem toku ob zajetju za pitno vodo (slika 11)

Trnski izvir (MM 4) in Pivka - izvir (MMN 4) sta bila suha in na teh dveh merilnih mestih, ki so bila izbrana za ugotavljanje vpliva vojaške dejavnosti na Baču, ni bilo možno odvzeti vzorcev vode.

Vsebnosti posameznega parametra v odvzetih vzorcih vode smo primerjali z mejnimi vrednostmi za pitne vode (Pravilnik o pitni vodi, Ur.l. RS, št. 19/04, št. 35/04 št. 26/06, št. 92/06, št. 25/09, št. 74/15).

Vsebnosti posameznega parametra v odvzetih vzorcih vode smo primerjali tudi z mejnimi vrednostmi za površinske vode (*Uredba o stanju površinskih vod, Ur.l RS št. 14/09, št. 98/10, št. 96/13, št. 24/16*).

Primerjave kažejo, da so vsebnosti posameznih analiziranih parametrov precej pod mejnimi vrednostmi za površinske vode in za pitne vode. Pri mnogih analiziranih parametrih pa so vrednosti v posameznem vzorcu tudi pod mejo zaznavnosti analizne metode.

Primerjava rezultatov analiz vsebnosti svinca (Tabela 13 in Tabela 14) na merilnem mestu Malenščica (MM-1) kažejo, da so bile vsebnosti svinca v vseh odvzetih vzorcih na tem merilnem mestu MM-1-1 in tudi na merilnem mestu MM-1-2, , pod mejo zaznavnosti analizne metode (za svinec = 0,5 µg Pb/l) . Le v vzorcu vode, odvzetem 11.5.2017, na merilnem mestu MM-1-1 je bila vsebnost svinca (0,6 µg Pb/l) malo nad mejo zaznavnosti analizne metode.

9. IZRAČUN SPREMEMBE VSEBNOSTI ONESNAŽEVAL V VODI

Vpliv objekta onesnaženja (vadišče Poček in Bač) na kvaliteto podzemne vode se spremlja na osnovi rezultatov terenskih meritev in analiz osnovnih in indikativnih parametrov v toku podzemne vode pred in za odlagališčem (Ur.l. RS št. 49/06, št. 114/09). Iz primerjave rezultatov analiz na dotoku in odtoku podzemnih vod ugotavljamo morebitno spremembo kvalitete podzemne vode, ki jo povzroča posamezno vadišče in jo izračunamo kot spremembo parametra (d). Sprememba osnovnega ali indikativnega parametra (d) je enaka:

$$d (\%) = 100 \times (C_{N1} - C_{N2}) / C_{N2},$$

kjer je :

d.....sprememba parametra (%)

C_{N1}.....vrednost koncentracije onesnaževala, izmerjena na vplivnem območju

- ⇒ na vplivnem območju vadišča Poček: **MM-1, MM-2**
- ⇒ na vplivnem območju vadišča Bač: 2 merilni mesti (na podlagi analiz sedimenta na mernih mestih **MM-4, MM-6**)

C_{N2}.....povprečna vrednost koncentracije onesnaževala, izmerjenega izven vplivnega območja ali v okviru posnetka ničelnega stanja podzemne vode, pri čemer je povprečna vrednost izračunana kot povprečje rezultatov meritev, izmerjenih na opazovalni vrtini v zadnjih petih letih, če pa teh za to obdobje ni, pa povprečje rezultatov meritev, izmerjenih v obdobju izvajanja obratovalnega monitoringa.

- ⇒ za območje vadišča Poček: 2 merilni mesti (na podlagi analiz sedimenta na mernih mestih **MMN-1, MMN-2**)
- ⇒ za območje vadišča Bač: **MMN-4**

Opozorilna sprememba je za onesnaževala, za katera vrednost **C_{N2}** iz prejšnjega odstavka ni več kot 5-krat večja od meje zaznavnosti koncentracije tega onesnaževala, enaka vrednosti A iz tabele 1 iz Priloge 2, ki je sestavni del Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur. list RS št. 49/06, 114/09).

Opozorilna sprememba je za onesnaževala, za katera je vrednost **C_{N2}** iz prvega odstavka 8. člena Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur. list RS št. 49/06, 114/09) 5-krat večja ali več kot 5-krat večja od meje zaznavnosti koncentracije tega onesnaževala, enaka vrednosti B iz tabele 1 iz Priloge 2, ki je sestavni del Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur. list RS št. 49/06, 114/09).

V skladu s Pravilnikom o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur. list RS št. 49/06, 114/09) se, v okviru izvedbe monitoringa podzemnih vod, izdelava poročilo o opravljenih meritvah in analizah za vsak odvzem podzemnih vod ter letno poročilo za koledarsko leto. Letno poročilo za koledarsko leto mora vsebovati izračun spremembe parametrov in vrednotenje spremembe parametrov glede na opozorilno spremembo.

Spremembo vsebnosti onesnaževala v podzemni vodi za vzorce vode, odvzete 11.5.2017 smo izračunali za vsako meritev posameznega onesnaževala v podzemni vodi, ki je vključen v program obratovalnega monitoringa.

Sprememba vsebnosti onesnaževala v podzemni vodi smo izračunali kot razmerje med izmerjeno spremembo vrednosti koncentracij onesnaževala in vrednostjo koncentracije istega onesnaževala v podzemni vodi, v kateri ni opaznih posledic zaradi posrednega ali neposrednega izliva, na način iz prvega odstavka 8. člena *Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode, Ur.l. RS, št. 49/06, št. 114/09*:

$$SV (\%) = 100 \times (C_{N1} - C_{N2}) / C_{N2}$$

kjer je:

C_{N1}vrednost koncentracije onesnaževala, izmerjena na vplivnem območju

- ⇒ na vplivnem območju vadišča Poček: **MM-1, MM-2**
- ⇒ na vplivnem območju vadišča Bač: 2 merilni mesti (na podlagi analiz sedimenta na mernih mestih **MM-4, MM-6**)

C_{N2}povprečna vrednost koncentracije onesnaževala, izmerjenega izven vplivnega območja ali v okviru posnetka ničelnega stanja podzemne vode, pri čemer je povprečna vrednost izračunana kot povprečje rezultatov meritev, izmerjenih na opazovalni vrtini v zadnjih petih letih, če pa teh za to obdobje ni, pa povprečje rezultatov meritev, izmerjenih v obdobju izvajanja obratovalnega monitoringa.

- ⇒ za območje vadišča Poček: 2 merilni mesti (na podlagi analiz sedimenta na mernih mestih **MMN-1, MMN-2**)
- ⇒ za območje vadišča Bač: **MMN-4**

V primeru, da je bila izmerjena vrednost koncentracij onesnaževala na vplivnem območju manjša od povprečne vrednosti koncentracije onesnaževala, izmerjene izven vplivnega območja, spremembe vsebnosti za to onesnaževalo v podzemni vodi nismo ugotavljali.

Če je za posamezno onesnaževalo izmerjena vrednost koncentracije manjša od meje zaznavnosti, se pri določitvi C_{N1} oziroma izračunu povprečne vrednosti C_{N2} za koncentracijo tega onesnaževala upošteva vrednost, ki je enaka polovici meje zaznavnosti, razen za onesnaževalo, ki se izraža kot vsota koncentracij več onesnaževal, za katerega se za koncentracijo upošteva vrednost nič.

Če je izračunana opozorilna vrednost za posamezno onesnaževalo manjša od meje zaznavnosti koncentracije tega onesnaževala, se za opozorilno spremembo upošteva vrednost, ki je enaka meji zaznavnosti koncentracije tega onesnaževala.

Izračuni spremembe vrednosti posameznih onesnaževal (osnovni in indikativni parametri) za vadišče Poček so podani v poglavju 9.1., vrednotenje spremembe vsebnosti onesnaževal v podzemni vodi glede na opozorilne spremembe, določene za ta onesnaževala, pa v poglavju 9.2.

Za vadišče Bač pa se niso računale spremembe vrednosti posameznih onesnaževal (osnovni in indikativni parametri), ker ni bilo vode na merilnih mestih Pivka (MMN-4; izven vplivnega območja vadišča Bač) in Trnski izvir (MM-4; na vplivnem območju vadišča Bač).

9.1 Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal - POČEK

Tabela 15: Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal – OSNOVNI PARAMETRI za merno mesto Malenščica (MM-1-1 in MM-1-2) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Cerkniščica (MMN-1) na vplivnem območju poligona Poček (11. 5. 2017)

OSNOVNI PARAMETRI		Meja zaznavnosti	Opozorilna sprememba (%) A	Opozorilna sprememba (%) B	Cerkniščica	Malenščica	Malenščica	Kotliči
					11.5.2017 MMN-1	11.5.2017 SV (MM-1-1) (%)	11.5.2017 SV (MM-1-2) (%)	11.5.2017 SV (MM-2) (%)
TOC	mg C/l	0,5	100	50	1,81	-18	-28	-26
AOX	ug/l	2	100	50	3,2	-69	-69	-69
amonij	mg/l	0,01	200	100	0,14	-86	-86	-7
natrij	mg/l	1	500	1000	3,8	-63	-61	-66
kalij	mg/l	1	500	1000	2,1	-10	-57	-86
kalcij	mg/l	1	100	50	56,1	9	9	10
magnezij	mg/l	1	100	50	32,6	-79	-79	-78
železo	μg/l	10	300	150	<10,0	0	0	0
hidrogen karbonat	mg/l	3	100	50	183	5	-14	-32
nitрати	mg/l	1	100	50	1,69	87	89	20
sulfati	mg/l	1	500	1000	8,62	-62	-67	-71
kloridi	mg/l	1	500	1000	6,67	-55	-62	-71
fosfati	mg/l	0,05	100	50	<0,05	0	0	0

Tabela 16: Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal – INDIKATIVNI PARAMETRI za merno mesto Malenščica (MM-1-1 in MM-1-2) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Cerknjščica (MMN-1) na vplivnem območju poligona Poček (11. 5. 2017)

INDIKATIVNI PARAMETRI		Meja zaznavnosti	Opozorilna sprememba (%) A	Opozorilna sprememba (%) B	Cerknjščica	Malenščica	Malenščica	Kotliči
					11.5.2017 MMN-1	11.5.2017 SV (MM-1-1) (%)	11.5.2017 SV (MM-1-2) (%)	11.5.2017 SV (MM-2) (%)
Sulfidi	mg/l	0,05	200	100	<0,04	0	0	0
Celotni ogljikovodiki	µg /l	5	100	50	<5	0	0	0
Živo srebro	ng Hg/l	0,015	100	100	<0,015	0	0	0
Vanadij	µg V/l	1	300	100	<1,0	0	0	0
Telur	µg Te/l	1	300	100	<1,0	0	0	0
Talij	µg Tl/l	1	300	100	<1,0	0	0	0
Svinec	µg Pb/l	1	300	100	<0,5	140	0	0
Srebro	µg Ag/l	1	300	100	<1,0	0	0	0
Selen	µg Se/l	1	300	100	<1,0	0	0	0
Nikelj	µg Ni/l	1	300	100	<1,0	0	0	0
Molibden	µg Mo/l	1	300	100	<0,5	0	0	0
Mangan	µg Mn/l	1	300	100	1,1	-36	0	0
Krom-celot.	µg Cr/l	1	300	100	<1,0	0	0	0
kositer	µg Sn/l	2	300	100	<1,0	0	0	0
Kobalt	µg Co/l	1	300	100	<0,2	0	0	0
Kadmij	µg Cd/l	0,1	300	100	<0,1	0	0	0
Cink	µg Zn/l	5	300	100	5,3	-13	33	-42
Bor	µg B/l	10	100	50	<10,0	0	0	0
Berilij	µg Be/l	0,2	300	100	<0,2	0	0	0
Barij	µg Ba/l	10	300	100	9,1	-51	7	-54
Baker	µg Cu/l	1	300	100	<1,0	0	0	0
Arzen	µg As/l	1	300	100	<1,0	0	0	0
antimon	µg Mn/l	0,2	300	100	<0,2	0	0	0
aluminij	µg Sb/l	1	300	100	3,1	-10	4	-13
Lahkohlapni klorirani ogljikovodiki- LKCH	µg /l	2,0	200	100	<0,5	0	0	0
1,1,1-trikloroetan	µg /l	0,1	100	100	<0,1	0	0	0
1,1,2,2-tetrakloroetilen	µg /l	0,1	100	100	<0,1	0	0	0
1,1,2-trikloroetilen	µg /l	0,1	100	100	<0,1	0	0	0
1,2-dikloroetan	µg /l	0,5	100	100	<0,5	0	0	0
diklorometan	µg /l	0,5	100	100	<0,5	0	0	0
tetraklorometan	µg /l	0,1	100	100	<0,1	0	0	0
triklorometan	µg /l	0,3	100	100	<0,1	0	0	0
Lahkohlapni aromatski ogljikovodiki-BTX	µg /l	0,5	200	100	<0,5	0	0	0
benzen	µg /l	0,5	100	100	<0,5	0	0	0
etilbenzen	µg /l	0,5	100	100	<0,5	0	0	0
Ksilen	µg /l	0,5	100	100	<0,5	0	0	0
toluen	µg /l	0,5	100	100	<0,5	0	0	0
trimetilbenzen	µg /l	0,5	100	100	<0,5	0	0	0

Tabela 17: Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal – OSNOVNI PARAMETRI za merno mesto Malenščica (MM-1-1 in MM-1-2) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Stržen (MMN-2) na vplivnem območju poligona Poček (11. 5. 2017)

OSNOVNI PARAMETRI		Meja zaznavnosti	Opozorilna sprememba (%) A	Opozorilna sprememba (%) B	Stržen	Malenščica	Malenščica	Kotliči
					11.5.2017 MMN-2	11.5.2017 SV (MM-1-1) (%)	11.5.2017 SV (MM-1-2) (%)	11.5.2017 SV (MM-2) (%)
TOC	mg C/l	0,5	100	50	3,02	-51	-57	-56
AOX	ug/l	2	100	50	2,5	-60	-60	-60
amonij	mg/l	0,01	200	100	0,1	-80	-80	30
natrij	mg/l	1	500	1000	1,4	0	7	-7
kalij	mg/l	1	500	1000	0,4	375	125	-25
kalcij	mg/l	1	100	50	59	4	4	4
magnezij	mg/l	1	100	50	8,3	-17	-16	-14
železo	μg/l	10	300	150	12,9	-61	-61	-61
hidrogen karbonat	mg/l	3	100	50	146	32	8	-14
nitрати	mg/l	1	100	50	1,36	132	135	49
sulfati	mg/l	1	500	1000	2,44	33	17	1
kloridi	mg/l	1	500	1000	2,22	35	14	-14
fosfati	mg/l	0,05	100	50	<0,05	0	0	0

Tabela 18: Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal –INDIKATIVNI PARAMETRI za merno mesto Malenščica (MM-1-1 in MM-1-2) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Stržen (MMN-2) na vplivnem območju poligona Poček (11. 5. 2017)

INDIKATIVNI PARAMETRI		Meja zaznavnosti	Opozorilna sprememba (%) A	Opozorilna sprememba (%) B	Stržen 11.5.2017 MMN-2	Malenščica 11.5.2017 SV (MM-1-1) (%)	Malenščica 11.5.2017 SV (MM-1-2) (%)	Kotliči 11.5.2017 SV (MM-2) (%)
Sulfidi	mg/l	0,05	200	100	<0,04	0	0	0
Celotni ogljikovodiki	µg /l	5	100	50	5	-50	0	0
Živo srebro	ng Hg/l	0,015	100	100	<0,015	0	0	0
Vanadij	µg V/l	1	300	100	<1,0	0	0	0
Telur	µg Te/l	1	300	100	<1,0	0	0	0
Talij	µg Tl/l	1	300	100	<1,0	0	0	0
Svinec	µg Pb/l	1	300	100	<0,5	140	0	0
Srebro	µg Ag/l	1	300	100	<1,0	0	0	0
Selen	µg Se/l	1	300	100	<1,0	0	0	0
Nikelj	µg Ni/l	1	300	100	<1,0	0	0	0
Molibden	µg Mo/l	1	300	100	<0,5	0	0	0
Mangan	µg Mn/l	1	300	100	0,4	75	-86	-75
Krom-celot.	µg Cr/l	1	300	100	<1,0	0	0	0
kositer	µg Sn/l	2	300	100	<1,0	0	0	0
Kobalt	µg Co/l	1	300	100	<0,2	0	0	0
Kadmij	µg Cd/l	0,1	300	100	<0,1	0	0	0
Cink	µg Zn/l	5	300	100	<2,0	360	510	210
Bor	µg B/l	10	100	50	<10,0	0	0	0
Berilij	µg Be/l	0,2	300	100	<0,2	0	0	0
Barij	µg Ba/l	10	300	100	4,0	13	7	5
Baker	µg Cu/l	1	300	100	<1,0	0	0	0
Arzen	µg As/l	1	300	100	<1,0	0	0	0
antimon	µg Mn/l	0,2	300	100	<0,2	0	0	0
aluminij	µg Sb/l	1	300	100	3,2	-13	4	-16
Lahkohlapni klorirani ogljikovodiki- LKCH	µg /l	2,0	200	100	<0,5	0	0	0
1,1,1-trikloroetan	µg /l	0,1	100	100	<0,1	0	0	0
1,1,2,2-tetrakloroetilen	µg /l	0,1	100	100	<0,1	0	0	0
1,1,2-trikloroetilen	µg /l	0,1	100	100	<0,1	0	0	0
1,2-dikloroetan	µg /l	0,5	100	100	<0,5	0	0	0
diklorometan	µg /l	0,5	100	100	<0,5	0	0	0
tetraklorometan	µg /l	0,1	100	100	<0,1	0	0	0
triklorometan	µg /l	0,3	100	100	<0,1	0	0	0
Lahkohlapni aromatski ogljikovodiki-BTX	µg /l	0,5	200	100	<0,5	0	0	0
benzen	µg /l	0,5	100	100	<0,5	0	0	0
etilbenzen	µg /l	0,5	100	100	<0,5	0	0	0
Ksilen	µg /l	0,5	100	100	<0,5	0	0	0
toluen	µg /l	0,5	100	100	<0,5	0	0	0
trimetilbenzen	µg /l	0,5	100	100	<0,5	0	0	0



9.2 Vrednotenje spremembe vsebnosti onesnaževal v podzemni vodi glede na opozorilne spremembe, določene za ta onesnaževala

Vpliv vira onesnaženja (vadišče Poček) na kvaliteto podzemne vode se spremlja na osnovi rezultatov terenskih meritev in analiz osnovnih in indikativnih parametrov. Iz primerjave rezultatov analiz se ugotavlja morebitno spremembo kvalitete podzemne vode, ki jo povzroča vir onesnaženja.

V skladu s *Pravilnikom o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode* (Ur.l. RS, št. 49/06, št. 114/09) smo pri vrednotenju spremembe vsebnosti onesnaževal v podzemni vodi upoštevali naslednje:

- Opozorilna sprememba je za onesnaževala, za katera vrednost C_{N2} iz enačbe izračuna spremembe vsebnosti onesnaževala v podzemni vodi ni več kot 5-krat večja od meje zaznavnosti koncentracije tega onesnaževala, enaka vrednosti A iz tabele 1 iz priloge 2, ki je sestavni del navedenega pravilnika.
- Opozorilna sprememba je za onesnaževala, za katera je vrednost C_{N2} iz enačbe izračuna spremembe vsebnosti onesnaževala v podzemni vodi 5-krat večja ali več kot 5-krat večja od meje zaznavnosti koncentracije tega onesnaževala, enaka vrednosti B iz tabele 1 iz priloge 2 navedenega pravilnika.

Vir onesnaževanja *ne vpliva* na kakovost podzemne vode, če je sprememba vsebnosti onesnaževala v podzemni vodi manjša od opozorilne spremembe.

Vir onesnaževanja *ima vpliv* na kakovost podzemne vode, če je sprememba vsebnosti onesnaževala v podzemni vodi enaka ali večja od opozorilne spremembe.

Vrednotenje spremembe vsebnosti onesnaževal v podzemni vodi glede na opozorilne spremembe, določene za ta onesnaževala, je za merilno mesto Malenščica (MM-1-1) in merilno mesto Malenščica (MM-1-2) ter Kotličiči (MM-2) glede na merilno mesto Cerknjiščica (MMN-1) je podano v Tabeli 15 (osnovni parametri) in v Tabeli 17 (indikativni parametri).

Vrednotenje spremembe vsebnosti onesnaževal v podzemni vodi glede na opozorilne spremembe, določene za ta onesnaževala, je za merilno mesto Malenščica (MM-1-1) in merilno mesto Malenščica (MM-1-2) ter Kotličiči (MM-2) glede na merilno mesto Stržen (MMN-2) je podano v Tabeli 16 (osnovni parametri) in v Tabeli 18 (indikativni parametri).

Izračun spremembe vsebnosti onesnaževal v podzemni vodi glede na opozorilne spremembe, določene za ta onesnaževala za merilno mesto **Malenščica (MM-1-1)** – zajetje za pitno vodo, ki je podano v Tabeli 15 (osnovni parametri) in v Tabeli 17 (indikativni parametri) kaže, da so glede na merilno mesto **Cerknjiščica (MMN-1)** povečane spremembe naslednjih parametrov:

- kalcij (9 %; opozorilna sprememba B za kalcij= 50 %)
- hidrogenkarbonat (5 %; opozorilna sprememba B za hidrogenkarbonat= 50 %).
- nitrat (87 %; opozorilna sprememba A za nitrat = 100 %).
- svinec (140 %; opozorilna sprememba A za svinec= 300 %).



Izračun spremembe vsebnosti onesnaževal v podzemni vodi glede na opozorilne spremembe, določene za ta onesnaževala za merilno mesto **Malenščica (MM-1-2)**- izvir, ki je podano v Tabeli 15 (osnovni parametri) in v Tabeli 17 (indikativni parametri) kaže, da so glede na merilno mesto **Cerkniščica (MMN-1)** povečane spremembe naslednjih parametrov:

- kalcij (9 %; opozorilna sprememba B za kalcij= 50 %)
- nitrat (89 %; opozorilna sprememba A za nitrat= 100 %).
- cink (33 %; opozorilna sprememba A za cink= 300 %).
- barij (7 %; opozorilna sprememba A za barij= 300 %).
- aluminij (4 %; opozorilna sprememba A za aluminij= 300 %).

Izračun spremembe vsebnosti onesnaževal v podzemni vodi glede na opozorilne spremembe, določene za ta onesnaževala za merilno mesto **Kotliči (MM-2)**, ki je podano v Tabeli 15 (osnovni parametri) in v Tabeli 17 (indikativni parametri) kaže, da so glede na merilno mesto **Cerkniščica (MMN-1)** povečane spremembe naslednjih parametrov:

- kalcij (10 %; opozorilna sprememba B za kalcij= 50 %)
- nitrat (20 %; opozorilna sprememba A za nitrat = 100 %).

Izračun spremembe vsebnosti onesnaževal v podzemni vodi glede na opozorilne spremembe, določene za ta onesnaževala za merilno mesto **Malenščica (MM-1-1)** – zajetje za pitno vodo, ki je podano v Tabeli 16 (osnovni parametri) in v Tabeli 18 (indikativni parametri) kaže, da so glede na merilno mesto **Stržen (MMN-2)** povečane spremembe naslednjih parametrov:

- kalij (375 %; opozorilna sprememba A za kalij= 500 %)
- kalcij (4 %; opozorilna sprememba B za kalcij= 500 %)
- hidrogenkarbonat (32 %; opozorilna sprememba B za hidrogenkarbonat= 50 %).
- **nitrat (132 %; opozorilna sprememba A za nitrat= 100 %).**
- sulfat (33 %; opozorilna sprememba A za sulfat= 500 %).
- klorid (35 %; opozorilna sprememba A za klorid= 500 %).
- svinec (140 %; opozorilna sprememba A za svinec= 300 %).
- mangan (75 %; opozorilna sprememba A za mangan= 300 %).
- **cink (360 %; opozorilna sprememba A za cink= 300 %).**
- barij (13 %; opozorilna sprememba A za barij= 300 %).

Izračun spremembe vsebnosti onesnaževal v podzemni vodi glede na opozorilne spremembe, določene za ta onesnaževala za merilno mesto **Malenščica (MM-1-2)** - izvir, ki je podano v Tabeli 16 (osnovni parametri) in v Tabeli 18 (indikativni parametri) kaže, da so glede na merilno mesto **Stržen (MMN-2)** povečane spremembe naslednjih parametrov:

- kalij (125 %; opozorilna sprememba A za kalij= 500 %)
- kalcij (4 %; opozorilna sprememba B za kalcij= 50 %)
- hidrogenkarbonat (8 %; opozorilna sprememba B za hidrogenkarbonat= 50 %).
- **nitrat (135 %; opozorilna sprememba A za nitrat = 100 %).**
- sulfat (17 %; opozorilna sprememba A za sulfat= 500 %).
- klorid (14 %; opozorilna sprememba A za klorid= 500 %).
- **cink (510 %; opozorilna sprememba A za cink= 300 %).**
- barij (7 %; opozorilna sprememba A za barij= 300 %).
- aluminij (4 %; opozorilna sprememba A za aluminij= 300 %).

Izračun spremembe vsebnosti onesnaževal v podzemni vodi glede na opozorilne spremembe, določene za ta onesnaževala za merilno mesto **Kotličiči (MM-2)**, ki je podano v Tabeli 16 (osnovni parametri) in v Tabeli 18 (indikativni parametri) kaže, da so glede na merilno mesto **Stržen (MMN-2)** povečane spremembe naslednjih parametrov:

- amonij (30 %; opozorilna sprememba B za amonij = 100 %)
- kalcij (4 %; opozorilna sprememba B za kalcij = 50 %)
- nitrat (49 %; opozorilna sprememba A za nitrat = 100 %).
- sulfat (1 %; opozorilna sprememba A za sulfat = 500 %).
- cink (210 %; opozorilna sprememba A za cink = 300 %).
- barij (5 %; opozorilna sprememba A za barij = 300 %).

10. MNENJE IN OCENA

10.1 Mnenje in ocena- II. faza - VODE

10.1.1 Primerjava z mejnimi vrednostmi za pitne vode

Vsebnosti posameznega parametra v odvzetih vzorcih vode smo primerjali z mejnimi vrednostmi za pitne vode (*Pravilnik o pitni vodi, Ur.l. RS, št. 19/04, št. 35/04 št. 26/06, št. 92/06, št. 25/09, št. 74/15*). Iz rezultatov analiz vzorcev vode na vplivnem območju vojaškega poligona Poček in vadišča Bač (vzorci odvzeti 11. 5. 2017), ki so podani v Tabeli 13 in Tabeli 14, je razvidno, da posamezni analizirani parametri na nobenem merilnem mestu ne presegajo mejnih vrednosti za pitne vode (*Pravilnik o pitni vodi, Ur.l. RS, št. 19/04, št. 35/04 št. 26/06, št. 92/06, št. 25/09, št. 74/15*).

Primerjave kažejo, da so vsebnosti posameznih analiziranih parametrov precej pod mejnimi vrednostmi za pitne vode. Pri mnogih analiziranih parametrih pa so vrednosti v posameznem vzorcu tudi pod mejo zaznavnosti analizne metode.

10.1.2 Primerjava z mejnimi vrednostmi za površinske vode

Vsebnosti posameznega parametra v odvzetih vzorcih vode smo primerjali tudi z mejnimi vrednostmi za površinske vode (*Uredba o stanju površinskih vod, Ur.l. RS št. 14/09, št. 98/10, št. 96/13, št. 24/16*). Iz rezultatov analiz vzorcev vode na vplivnem območju vojaškega poligona Poček in vadišča Bač (vzorci odvzeti 11. 5. 2017), ki so podani v Tabeli 13 in Tabeli 14, je razvidno, da posamezni analizirani parametri na nobenem merilnem mestu ne presegajo mejnih vrednosti LP-OSK (letna povprečna vrednost parametra kemijskega stanja v vodi; Uredba o stanju površinskih voda- Ur.l. RS št. 14/09, št. 98/19, št. 96/13, št. 24/16). Prav tako nobeden od analiziranih parametrov na nobenem od merilnih mest ne presega mejnih vrednosti NDK-OSK (največja dovoljena koncentracija parametra kemijskega stanja v vodi; Uredba o stanju površinskih voda- Ur.l. RS št. 14/09, št. 98/19, št. 96/13, št. 24/16).

Primerjave kažejo, da so vsebnosti posameznih analiziranih parametrov precej pod mejnimi vrednostmi za površinske vode. Pri mnogih analiziranih parametrih pa so vrednosti v posameznem vzorcu tudi pod mejo zaznavnosti analizne metode.

10.1.3 Vrednotenje spremembe vsebnosti onesnaževal v vodi

Primerjava z rezultati kemijskih analiz vode na lokaciji izven vpliva vadišča - Cerknishčica MMN-1 je pokazala nekoliko povišano vsebnost nitratov v Malenščici (87 %; opozorilna sprememba A za nitrat = 100 %) in Kotličih (20 %; opozorilna sprememba A za nitrat = 100 %), ki pa je zaradi drugih možnih vplivov ne moremo zanesljivo povezati z aktivnostmi na vojaškem vadišču. Nekoliko povišana sta bili v Malenščici še vsebnosti svinca (izmerjena vrednost 0,6 µg Pb/L, meja določljivosti 0,5 µg Pb/L; 140 %; opozorilna sprememba A za svinec = 300 %) in cinka (33 %; opozorilna sprememba A za cink = 300 %), vendar za nobenega od omenjenih parametrov ni bila presežena opozorilna sprememba. Primerjava rezultatov analiz vsebnosti svinca (Tabela 13 in Tabela 14) na merilnem mestu Malenščica (MM-1)

kažejo, da so bile vsebnosti svineca v vseh odvzetih vzorcih na tem merilnem mestu MM-1-1 in tudi na merilnem mestu MM-1-2, pod mejo zaznavnosti analizne metode (za svinec = 0,5 µg Pb/l) . Le v vzorcu vode, odvzetem 11.5.2017, na merilnem mestu MM-1-1 je bila vsebnost svineca (0,6 µg Pb/l) malo nad mejo zaznavnosti analizne metode (za svinec = 0,5 µg Pb/l).

Primerjava z rezultati kemijskih analiz vode na lokaciji izven vpliva vadišča – Stržen MMN-2 je pokazala povišano vsebnost nitratov v Malenščici (132 %; opozorilna sprememba $A_{za\ nitrat} = 100\%$), ki pa je zaradi drugih možnih vplivov ne moremo zanesljivo povezati z aktivnostmi na vojaškem vadišču. Nekoliko povišana sta bili v Malenščici še vsebnosti cinka (360 %; opozorilna sprememba $A_{za\ cink} = 300\%$) in je tudi presežala opozorilne spremembe za prej naštete parametre (nitrat, cink).

Podobno velja tudi za merilno mesto Malenščica (MM-1-2) v primerjavi z lokacijo izven vpliva vadišča – Stržen MMN-2 in sicer: nitrat (135 %; opozorilna sprememba $A_{za\ nitrat} = 100\%$), ki pa je zaradi drugih možnih vplivov ne moremo zanesljivo povezati z aktivnostmi na vojaškem vadišču in za cink (510 %; opozorilna sprememba $A_{za\ cink} = 300\%$).

Primerjava rezultatov kemijskih analiz vode na lokaciji Kotlički (MM-2) z lokacijo izven vpliva vadišča – Stržen MMN-2 je pokazala nekoliko povišano vsebnost nitratov (49 %; opozorilna sprememba $A_{za\ nitrat} = 100\%$) in cinka (210 %; opozorilna sprememba $A_{za\ cink} = 300\%$).

Povišane vsebnosti nitratov zaradi drugih možnih vplivov ne moremo zanesljivo povezati z aktivnostmi na vojaškem vadišču. Za ostale parametre niso bile presežene opozorilne spremembe, razen za cink na merilnih mestih MM-1-1 in MM-1-2.

Na merilnih mestih vadišča Bač je bilo zaradi nizkega vodostaja vzorec vode mogoče odvzeti samo na lokaciji Pivka_Klenik. So pa bile na tem mestu v primerjavi z izvorom Malenščica izmerjene nekoliko višje vsebnosti cinka in barija.



10.2 Mnenje in ocena- SEDIMENT

10.2.1 Mnenje in ocena- I. faza – izbira merilnih mest na osnovi analize sedimenta

Glavna smer odtekanja z območja vadišča Poček je proti izviru Malenščica na Planinskem polju, s sledilnim poskusom pa je bila dokazana tudi podzemna vodna povezava z izviro Kotlič v Rakovem Škocjanu. Oba izvira se napajata iz obsežnega kraškega zaledja, zato se v njihovi kakovosti odražajo vplivi različnih onesnaževalcev. Pomemben je predvsem bolj obremenjen dotok iz smeri Cerkniskega polja, ki ga je potrebno upoštevati pri ovrednotenju vpliva vojaškega vadišča Poček. V prvi fazi monitoringa so bile tako opravljene kemijske analize sedimenta pred ponoroma Cerknishčice in Stržena na Cerkniskem polju ter pred ponorom Raka v Rakovem Škocjanu. Rezultati analiz (Tabela 11) kažejo na nekoliko večjo obremenjenost Stržena, v Cerknishčici in Raku pa značilno povišanih koncentracij nismo zaznali. Na osnovi teh rezultatov in glede na poznavanje hidrogeoloških značilnosti območja predlagamo, da za določitev vrednosti, izmerjenih izven vplivnega območja vojaškega vadišča Poček, izberemo merilni mesti na Cerkniskem polju: ***Cerkniščica pred ponorom Velika Karlovica (MMN-1)*** in ***Stržen pred ponorom Svinjska jama (MMN-2)***, ki sta zanesljivo izven vpliva območja izključne rabe na vadišču.

Glavna smer odtekanja podzemne vode z območja vadišča Bač je proti izviro na Planinskem polju. Ob visokem vodostaju pa je zelo verjetno tudi odtekanje proti občasnim izviro ob zgornji Pivki. Kot možne točke za ovrednotenje vpliva vadišča na vode smo predlagali izvire Mišnik, Trnski izvir in Žejski izvir ter površinski tok Pivke pri Kleniku. Na vseh lokacijah smo odvzeli vzorec sedimenta in opravili kemijsko analizo. Rezultati so pokazali na nekoliko povišane vrednosti večine analiziranih parametrov, razlike med posameznimi merilnimi mesti pa niso posebej izrazite (Tabela 11). Sklepamo lahko, da imajo dokaj enotno napajalno zaledje, ki se mu obseg značilno spreminja ob različnih hidroloških razmerah. Glede na rezultate analiz in poznavanje hidrogeoloških značilnosti območja zato predlagamo, da kot najbolj reprezentativni merilni mesti za ovrednotenje opozorilne spremembe v vplivnem območju vojaškega vadišča Bač izberemo ***površinski tok Pivke pri Kleniku (MM-6) in Trnski izvir (MM-4)***. Površinski tok Pivke pri Kleniku zbira vodo iz občasnih kraških izvirov v zgornjem toku Pivke, tudi Mišnika, in tako omogoča spremljanje morebitnih pojavov onesnaženja v možni smeri podzemnega pretakanja vode po najkrajši poti proti Pivki. Napajalno zaledje Trnskega izvira, ki je hidrološko povezan tudi s Palškim jezerom, pa pokriva območje severno od vadišča in na ta način omogoča spremljanje morebitnih pojavov onesnaženja v tej smeri možnega podzemnega pretakanja vode. Žejski izvir je zaradi večje oddaljenosti in bližine Počka manj primeren kot merilno mesto za ovrednotenje vpliva vadišča Bač.



10.2.2 Mnenje in ocena II-faza - SEDIMENT

V Tabeli 12 so podani rezultati analiz odvzetih vzorcev rečnega sedimenta na vplivnem območju poligona Poček in Bač 11.5.2016 – II. faza.

Dobljene vrednosti smo primerjali še s kriteriji za razporeditev vodotokov v kakovostne razrede glede na vsebnost kovin v sedimentih, ki so podani v Tabeli 19 (MOP 1996). V ZDA, kjer se s preiskavami sedimentov ukvarjajo najdlje in so metode za preiskave sedimentov najbolj razvite, so sedimenti razdeljeni na neonesnažene, srednje onesnažene in močno onesnažene (Cotman, 1995) - Tabela 20. Zakonski predpisi sicer teh kriterijev ne vsebujejo, vendar smo jih za ovrednotenje izmerjenih vsebnosti kovin vseeno uporabili. Kriteriji so postavljeni za baker, krom, nikelj, cink, svinec in kadmij.

Tabela 19: Kriteriji za razporeditev vodotokov v kakovostne razrede glede na vsebnost kovin v sedimentu (MOP, 1996)

Parametri	Razporeditev po razredih (koncentracije kovine v mg/kg)			
	I.	II.	III.	IV.
Baker	<40	40-100	100-340	>340
Krom	<50	50-150	150-540	>540
Nikelj	<50	50-100	100-360	>360
Cink	<200	200-1300	1300-4600	>4600
Svinec	<50	50-120	120-1000	>1000
kadmij	<1	1-12	12-40	>40

Tabela 20: Priporočila za klasificiranje sedimentov v ZDA (Cotman, 1995)

sediment	neonesnažen	srednje onesnažen	močno onesnažen
KPK (mg/kg)	<40 000	40 000-80 000	>80 000
Cink (mg/kg)	<90	90-200	>200
baker(mg/kg)	<25	25-50	>50
krom(mg/kg)	<25	25-75	>75
Nikelj (mg/kg)	<20	20-50	>50
Svinec (mg/kg)	<40	40-60	>60
kadmij(mg/kg)	-	-	>6

V vplivnem območju vojaškega vadišča Poček so bile v II. fazi opravljene kemijske analize sedimenta na merilnih mestih Malenščica (MM-1) in Kotličiči (MM-2). Primerjava z rezultati kemijskih analiz sedimenta na dveh lokacijah izven vpliva vadišča (Cerkniščica MMN-1 in Stržen MMN-2) kaže na nekoliko povišane vrednosti večine parametrov v Malenščici in Kotličičih. V obeh izviri so povišane vsebnosti celotnega fosforja, svinca, niklja, kadmija, cinka in kroma, samo v Malenščici živega srebra in aluminija, samo v Kotličičih pa arzena. Če bi uporabili metodo za izračun opozorilnih sprememb, ki je opisana v poglavju 9.2, bi kot značilno povišano lahko ocenili le vsebnost arzena in kadmija v Kotličičih. Vendar pa tovrstna ocena v obstoječih predpisih ni predvidena.

V sedimentu izvira Malenščica od naštetih parametrov nobeden ne presega meje, ki bi kazala na onesnaženje, v Kotličih pa to mejo presega vsebnost kadmija.

V vplivnem območju vojaškega vadišča Bač so bile v II. fazi opravljene kemijske analize sedimenta na merilnih mestih Trnski izvir (MM-4) in Pivka_Klenik (MM-6). Primerjava z rezultati kemijskih analiz sedimenta na lokaciji izven vpliva vadišča (izvir Pivke MMN-4) kaže na povišane vrednosti celotnega dušika, svinca, bakra in cinka na lokaciji Pivka_Klenik ter celotnega fosforja in aluminija na lokaciji Trnski izvir. Če bi uporabili metodo za izračun opozorilnih sprememb, ki je opisana v poglavju 9.2, bi kot značilno povišano lahko ocenili le vsebnost cinka na lokaciji Pivka_Klenik. Vendar pa tovrstna ocena v obstoječih predpisih ni predvidena.

Posebej je potrebno opozoriti na zelo visoko vrednost celotnih ogljikovodikov (C10-C40) na lokaciji Pivka_Klenik v I. in II. fazi, ko sta bili izmerjeni vrednosti 1470 in 1900 mg/kg s.s. Na vseh ostalih lokacijah so bile vrednosti pod mejo določljivosti. Ocenjujemo, da gre za lokalno onesnaženje, vendar pa je to potrebno preveriti z odvzemom sedimenta na izbranih lokacijah gorvodno v strugi Pivke.

Primerjava po MOP, 1996 - Tabela 19:

Sedimenti so na posameznih merilnih mestih glede na vsebnosti posameznih kovin v I.razredu, razen:

- svinec: Pivka (med mostom na cesti Pivka-Klenik) MM-6 (vsebnost Pb = 55,9 mg/kg_{s.s.}; mejna vrednost za I.razred = <50 mg/kg_{s.s.})
- nikelj: Pivka (izvir) MMN-4 (vsebnost Ni = 60,6 mg/kg_{s.s.}; mejna vrednost za I.razred = <50 mg/kg_{s.s.})
- kadmij: Kotlički-izvir (MM-2) (vsebnost Cd = 1,293 mg/kg_{s.s.}; mejna vrednost za I.razred = <1 mg/kg_{s.s.})
- baker: Pivka (med mostom na cesti Pivka-Klenik) MM-6 (vsebnost Cu = 66,5 mg/kg_{s.s.}; mejna vrednost za I.razred = <40 mg/kg_{s.s.})
- cink: Pivka (med mostom na cesti Pivka-Klenik) MM-6 (vsebnost Zn = 270 mg/kg_{s.s.}; mejna vrednost za I.razred = <200 mg/kg_{s.s.})
- krom: Trnski izvir MM-4 (vsebnost Cr = 67,1 mg/kg_{s.s.}; mejna vrednost za I.razred = <50 mg/kg_{s.s.}), Pivka (med mostom na cesti Pivka-Klenik) MM-6 (vsebnost Cr = 54,7 mg/kg_{s.s.}; mejna vrednost za I.razred = <50 mg/kg_{s.s.}), Pivka (izvir) MMN-4 (vsebnost Cr = 93,9 mg/kg_{s.s.}; mejna vrednost za I.razred = <50 mg/kg_{s.s.})

Primerjava po Cotman, 1995 - Tabela 20:

svinec	Srednje onesnažen: MM-1, MMN-1, MMN-2, MM-2, MM-4, MMN-4 Močno onesnažen: MM-6
nikelj	Srednje onesnažen: MM-1, MMN-2, MM-2 Močno onesnažen: MM-4, MMN-4
kadmij	Srednje onesnažen: MM-4, MMN-4, MM-1, MMN-2, MM-2
baker	Srednje onesnažen: MM-1, MMN-1, MM-4, MMN-4 Močno onesnažen: MM-6
cink	Srednje onesnažen: MM-1, MMN-4 Močno onesnažen: MM-6
krom	Srednje onesnažen: MM-1, MMN-2, MM-2, MM-4, MM-6 Močno onesnažen: MMN-4

Primerjava z rezultati analiz sedimentov Malenščice v letu 2005 (Bole et al. 2011) pokaže, da so višje vsebnosti živega srebra (0,13 mg/kg s.s. v 2005 in 0,26 mg/kg s.s. v 2017) in kadmija (0,75 mg/kg s.s. v 2005 in 0,796 mg/kg s.s. v 2017), za ostale parametre pa so vsebnosti nižje.

Opravljeni dve seriji analiz sta seveda premalo, da bi lahko naredili kakršen koli zaključek o morebitnih trendih.

11. POVZETEK

11.1 Zaključki za vadišče Poček

- Glavna smer odtekanja z območja vadišča Poček je **proti izvira Malenščica (MM-1)** na Planinskem polju, s sledilnim poskusom pa je bila dokazana tudi podzemna vodna povezava z izvira **Kotliči** v Rakovem Škocjanu (**MM-2**). Oba izvira se napajata iz obsežnega kraškega zaledja, zato se v njuni kakovosti odražajo vplivi različnih onesnaževalcev. Pomemben je predvsem bolj obremenjen dotok iz smeri Cerkniškega polja, ki ga je potrebno upoštevati pri ovrednotenju vpliva vojaškega vadišča Poček. Zato sta v monitoring vod in sedimentov določeni tudi merilni mesti na Cerkniškem polju: **Cerkniščica pred ponorom Velika Karlovica (MMN-1)** in **Stržen pred ponorom Svinjska jama (MMN-2)**, ki sta zanesljivo izven vpliva območja izključne rabe na vadišču.
- Vsebnosti kovin v sedimentih izvira Malenščice ne presegajo mejnih vrednosti, ki bi kazale na onesnaženje. V Kotličih pa to mejo presega kadmij. V obeh izvirih smo sicer izmerili v primerjavi s sedimentom Cerkniščice in Stržena nekoliko povečane vsebnosti svinca, niklja, kadmija, cinka in kroma, samo v Malenščici živega srebra in aluminija, samo v Kotličih pa arzena. **Vendar pa je število do sedaj opravljenih analiz premalo, da bi lahko naredili kakršen koli zaključek o morebitnih trendih.**
- Vsebnosti vseh analiziranih parametrov v vzorcih vode (kovine + organska onesnažila) so zelo nizke ali celo pod mejo zaznavnosti analizne metode. Vsebnosti posameznega parametra v odvzetih vzorcih vode smo primerjali z mejnimi vrednostmi za pitne vode (Pravilnik o pitni vodi, Ur.l. RS, št. 19/04, št. 35/04 št. 26/06, št. 92/06, št. 25/09, št. 74/15) in z mejnimi vrednostmi za površinske vode (Uredba o stanju površinskih vod, Ur.l RS št. 14/09, št. 98/10, št. 96/13, št. 24/16). Iz rezultatov je razvidno, da analizirani parametri v vodnih vzorcih izvira Malenščice in tudi na vseh ostalih lokacijah ne presegajo mejnih vrednosti za pitne in površinske vode.

11.2 Zaključki za vadišče Bač

- Glavna smer odtekanja podzemne vode z območja vadišča Bač je proti izvirom na **Planinskem polju**. Ob visokem vodostaju pa je zelo verjetno tudi odtekanje proti občasnim izvirovom ob zgornji Pivki. Merilna mesta **za ovrednotenje vpliva vadišča na vode so Trnski izvir (MM-4) in površinski tok Pivke pri Kleniku (MM-6)**. Kot merilno mesto izven vpliva vadišča Bač je bilo določeno merilno mesto **Pivka-izvir (MMN-4)**
- Vsebnosti kovin v sedimentih Trnskega izvira in površinskega tok Pivke pri Kleniku v primerjavi s sedimentom na lokaciji izven vpliva vadišča (izvir Pivke) kaže na povišane vrednosti svineca, bakra in cinka na lokaciji Pivka_Klenik ter aluminija na lokaciji Trnski izvir. Navedene vsebnosti so nekoliko nad mejnimi vrednostmi za I. razred in jih zato uvrščamo v II. razred. **Vendar pa je število do sedaj opravljenih analiz premalo, da bi lahko naredili kakršen koli zaključek o morebitnih trendih.**
- Vsebnosti vseh analiziranih parametrov v vzorcih vode (kovine + organska onesnažila) so zelo nizke ali celo pod mejo zaznavnosti analizne metode. Vsebnosti posameznega parametra v odvzetih vzorcih vode smo primerjali z mejnimi vrednostmi za pitne vode (Pravilnik o pitni vodi, Ur.l. RS, št. 19/04, št. 35/04 št. 26/06, št. 92/06, št. 25/09, št. 74/15) in z mejnimi vrednostmi za površinske vode (Uredba o stanju površinskih vod, Ur.l RS št. 14/09, št. 98/10, št. 96/13, št. 24/16). Iz rezultatov je razvidno, da analizirani parametri v vodnih vzorcih na vseh ostalih lokacijah za vadišče Bač ne presegajo mejnih vrednosti za pitne in površinske vode.

V vodnih vzorcih izvirov iz vplivnega območja vojaškega poligona Poček in Bač so bile sicer izmerjene zelo nizke vsebnosti kovin, vendar pri vrednotenju vpliva vojaškega poligona Poček na vodne vire velja upoštevati, da so bile izmerjene povečane vsebnosti kovin v sedimentih. Tudi v teh opozorilne vrednosti niso bile presežene, a je nadaljnje spremljanje zelo pomembno in bo lahko dalo bolj zanesljivo oceno.

12. VIRI

1. Al Sayegh Petkovšek, S., Pokorny, B., Bole, M., Vrbič, Kugonič N., Končnik, D., Špeh, N., Flis, J., Pavšek, Z., Šešerko, M., Druks Gajšek, P., Zaluberšek, M., Petrič, M., Kogovšek, J., Grebenc, T. & H. Kraigher, 2006: Določitev vpliva vojaškega poligona na okolje kot modelna študija za varovanje in sanacijo okolja na območju delovanja Slovenske vojske, poročilo DP 16/02/06.- ERICO, 286 str, Velenje.
2. Al Sayegh-Petkovšek, S., Kugonič, N., Finžgar, L., Šešerko, M., Glinšek, A., Bole, M., Druks Gajšek, P., Petrič, M., Kogovšek, J., Jelenko, I., Košir, P., Čarni, A., Marinšek, A., Šilc, U., Zelnik, I., Tome, D., Božič, G., Levanič, T., Kraigher, H. & B. Pokorny, 2009: Pehotna strelišča kot dejavnik tveganja za okolje s poudarkom na ekološki sanaciji pehotnega strelišča na vojaškem poligonu Poček: končno poročilo.- ERICO, Velenje.
3. Bricka R. M., Rivera Y. B., Deliman P. N., 1998: Vertical Migration Potential of Metal Contaminants at Small Arms Firing Ranges, Camp Edwards Military Reservation, Massachusetts, Technical Report IRRP-98-3, U.S. Army Corps of Engineers Waterways Experiment Station, Vicksburg, MS.
4. Buser, S. & K. Grad & M. Planičar, 1967: Osnovna geološka karta SFRJ, list Postojna 1:100000.- Zvezni geološki zavod, Beograd.
5. Cotman, M.: Izdelava metodologije za ugotavljanje emisijskih vrednosti industrijskih izpustov glede na tehnologije čiščenja in značilnosti odvodnika, magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, FNT- Oddelek za kemijo in kemijsko tehnologijo, Ljubljana 1995.
6. Čar, J. & R. Gospodarič, 1984: O geologiji krasa med Postojno, Planino in Cerknico.- *Acta carsologica*, 12, 91-106, Ljubljana.
7. Frantar, P. (ur.), 2008: Vodna bilanca Slovenije 1971-2000.- MOP-ARSO, 119 str, Ljubljana.
8. Gospodarič, R. & F. Habe & P. Habič, 1968: Vodni viri za oskrbo Postojne.- Elaborat, IZRK, 114 str, Postojna.
9. Gospodarič, R. & P. Habič, 1976: Underground water tracing. Investigations in Slovenia 1972-1975.- Institute for Karst Research, 312 str, Ljubljana.
10. Gospodarič, R. & P. Habič, 1984: Vodnogospodarske osnove občine Postojna. Poročilo 1. faze 1983.- Elaborat, IZRK, 27 str, Postojna.
11. Habič, P., 1975: Pivka in njena kraška jezera.- *Ljudje in kraji ob Pivki*, 41-50, Kulturna skupnost Postojna.
12. Habič, P., 1985: Vodna gladina v Notranjskem in Primorskem krasu Slovenije.- *Acta carsologica*, 13, 37-74, Ljubljana.
13. Habič, P., 1987: Izviri v Malnih in zaledje vodnih virov v SO Postojna.- Elaborat, IZRK, 75 str, Postojna.
14. Habič, P., 1989: Kraška bifurkacija Pivke na jadransko črnomoškem razvodju.- *Acta carsologica*, 18, 233-264, Ljubljana.
15. Idzelis R. L., Greičiute K., Paliulis D., 2006: Investigation and Evaluation of Surface Water Pollution with Heavy Metals and Oil products in Kairiai Military Ground Territory, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, Vol XIV, No.4, (183-190) (16-18).
16. Jenko, F., 1959: Poročilo o novejših raziskavah podzemeljskih voda na slovenskem krasu.- *Acta carsologica*, 2, 209-227, Ljubljana.
17. Kogovšek, J. & M. Knez & A. Mihevc & M. Petrič & T. Slabe & S. Šebela, 1999: Military training area in Kras (Slovenia).- *Environmental Geology*, 38/1, 69-76, Berlin.
18. Kogovšek, J., 1999: Nova spoznanja o podzemnem pretakanju vode v severnem delu Javornikov (Visoki kras).- *Acta carsologica*, 28/1, 161-200, Ljubljana.
19. Kogovšek, J., Pipan, T., 2008a: Kemijsko-fizikalne in biološke metode za ocenjevanje kakovosti kraških vodnih virov. V: Luthar, O. et al. (ur.), *Kras [trajnostni razvoj kraške pokrajine]*.- Založba ZRC, str. 69-71, Ljubljana
20. Kogovšek, J., Pipan, T., 2008b: Monitoring fizikalnih, kemijskih in bioloških parametrov v izbranih kraških izvirih, rekah in jami. V: Luthar, O. et al. (ur.), *Kras [trajnostni razvoj kraške pokrajine]*.- Založba ZRC, str. 72-76, Ljubljana.

21. Kogovšek, J., Petrič, M., 2008: Onesnaženje z avtocest in odlagališč odpadkov. V: Luthar, O. et al. (ur.), Kras [trajnostni razvoj kraške pokrajine].- Založba ZRC, str. 77-81, Ljubljana.
22. Kovačič, G. & Š. Habič, 2005: Kraška presihajoča jezera Pivke (JZ Slovenija) ob visokih vodah novembra 2000.- Acta carsologica, 34/3, 619-649, Ljubljana.
23. Kranjc, A., 1985: Poplavni svet ob Pivki.- Ljudje in kraji ob Pivki, druga knjiga, 155-172, Kulturna skupnost Postojna.
24. Krivic, P. & A. Juren, 1983: Letno poročilo – Hidrogeološke raziskave zaledja zgornje Pivke.- Tipkano poročilo, Geološki zavod Ljubljana.
25. Petrič M, Viršek Ravbar N., Kogovšek J., Šebela S., Mihevc A. 2015, Hidrogeološko poročilo za Program obratovalnega monitoringa podzemnih vod za osrednje vadišče Slovenske vojske Postojna- Poček, ZRC SAZU, Inštitut za raziskovanje krasa, Postojna, maj 2015
26. Petrič, M., 2002: Characteristics of recharge-discharge relations in karst aquifer.- Založba ZRC, 154 str, Ljubljana.
27. Petrič, M., 2010: Characterization, exploitation, and protection of the Malenščica karst spring, Slovenia: case study.- In: Krešič, N. & Z. Stevanović (eds.). Groundwater hydrology of springs: engineering, theory, management, and sustainability. Burlington, MA: Butterworth-Heinemann, p. 428-441.
28. Placer, L., 1999: Prispevek k makrotektonski rajonizaciji mejnega ozemlja med Južnimi Alpami in Zunanji Dinaridi.- Geologija 41, 223-255, Ljubljana.
29. Placer, L., Vrabc, M. & B. Celarc, 2010: Osnove razumevanja tektonske zgradbe SZ Dinaridov in polotoka Istre.- Geologija 53/1, 55-86, Ljubljana.
30. Pleničar, M., 1970: Tolmač za list Postojna, Osnovna geološka karta 1:100000.- Beograd, 62 str., Zvezni geološki zavod Beograd.
31. Poljak, M., 2000: Strukturno-tektonska karta Slovenije 1:250000.- Mladinska knjiga tiskarna d.d., Ljubljana.
32. Pravilnik o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur.l RS št. 49/06, št. 114/09).
33. Prebilič V., 2002: Zavezniške vojaške baze v Republiki Sloveniji, Teorija in praksa, XXXIX (3), 442-453.
34. Prebilič, V., 2001. Temeljni modeli konverzije vojaških objektov (na primeru ZDA, Velike Britanije in Nemčije).- Magistrsko delo. Fakulteta za družbene vede, Univerza v Ljubljani.
35. Prebilič, V., 2004. Vojska kot dejavnik obremenjevanja okolja. Znanstveno delo podiplomskih študentov v Sloveniji, s. 511-519.
36. Pribilič, V. / Oder, K, 2004. Obrambni sistemi in ekologija – vloga severno atlantskega zavezništva. Teorija in praksa, letnik XLI, št. 3-4.: 598-614.
37. Ravbar, N. & S. Šebela, 2004: The karst periodical lakes of Upper Pivka, Slovenia.- Acta carsologica, 33/1, 159-173, Ljubljana.
38. Ravbar, N., 2007: The protection of karst waters – a comprehensive Slovene Approach to vulnerability and contamination risk mapping.- Založba ZRC, 254 str, Ljubljana.
39. Šikić D. & M. Pleničar, 1975: Tumač za list Ilirska Bistrica, Osnovna geološka karta 1:100000.- Beograd, 50 str, Savezni geološki zavod, Beograd.
40. Šikić D., Pleničar M. & M. Šparica, 1972: Osnovna geološka karta SFRJ, list Ilirska Bistrica 1:100000.- Stručno-tehnička redakcija Seizmološkega zavoda SRS, Beograd.
41. Uredba o državnem prostorskem načrtu za Osrednje vadišče Slovenske vojske Postojna, Ur.l RS št. 17/2014.
42. Program obratovalnega monitoringa podzemnih vod na Osrednjem vadišču Slovenske vojske (OSVAD) Postojna, ERICo Velenje DP 50a/03/15, avgust 2015.
43. Pravilnik o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur.l RS št. 49/06, št. 114/09)
44. Uredba o stanju površinskih vod, Ur.l RS št. 14/09, št. 98/10, št. 96/13, št. 24/16

13. PRILOGE

Priloga 1:	Karta 3: Karta objektov za monitoring (M= 1:50.000)
-------------------	--