

DP 307/08/19

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

Končno poročilo

Izvajalec:

Eurofins ERICo Slovenija d.o.o.

Velenje, december 2019

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

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

Naročnik: Ministrstvo za obrambo Republike Slovenije

Pogodba: 4300-43/2016-1

Izvajalec: Eurofins ERICo Slovenija d.o.o.

Avtorji poročila: Polona Druks Gajšek, univ.dipl. inž. kem. inž.
 dr. Zdenka Mazej Grudnik, univ. dipl. biol.
 dr. Metka Petrič, univ. dipl. inž. geol.
 dr. Nives Vrbič Kugonič, univ. dipl. biol.

Vodja laboratorija: Matej Šuštaršič, univ. dipl. biol.

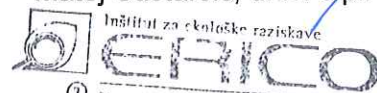
Vodja področja OTO: dr. Nives Vrbič Kugonič, univ. dipl. biol.

Datum: 13.12.2019

Eurofins ERICo Slovenija d.o.o.

Direktor:

Matej Šuštaršič, univ. dipl. biol.


 Inštitut za ekološke raziskave
 ERICo
 Koroška 58, SI-3320 Velenje

KAZALO VSEBINE

1.	UVOD	6
2.	PRIKAZ HIDROGEOLOŠKIH RAZMER.....	7
2.1	Geomorfološke in hidrološke razmere	7
2.2	Geološke razmere.....	12
2.2.1	Tektonske razmere	12
2.2.2	Litostratigrafske razmere.....	13
2.3	Hidrogeološke razmere	15
2.3.1	Pojavi podzemne vode.....	15
2.3.2	Hidrogeološke lastnosti kamnin in sedimentov	22
3.	POSNETEK NIČELNEGA STANJA	23
3.1	Opredelitev nivojev in smeri toka podzemne vode	23
4.	METODE DELA.....	27
5.	OPIS LOKACIJ VZORČENJA.....	30
5.1	Vzorčevalne lokacije – I. faza	30
5.2	Vzorčevalne lokacije – II. faza.....	32
6.	OSNOVNI IN INDIKATIVNI PARAMETRI, KI SO PREDMET MONITORINGA.....	33
7.	POGOSTOST MERITEV OSNOVNIH IN INDIKATIVNIH PARAMETROV	35
8.	REZULTATI MERITEV IN ANALIZ.....	36
8.1	Rezultati meritev in analiz I. faza.....	36
8.2	Rezultati meritev in analiz II. faza.....	38
9.	IZRAČUN SPREMEMBE VSEBNOSTI ONESNAŽEVAL V VODI	61
9.1	Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal in vrednotenje spremembe vsebnosti onesnaževal v podzemni vodi glede na opozorilne spremembe – vadišče Poček	62
10.	MNENJE IN OCENA.....	69
10.1	Mnenje in ocena – SEDIMENT	69
10.1.1	Mnenje in ocena - I. faza - izbira mernih mest na osnovi analize sedimenta	69
10.1.2	Mnenje in ocena II. faza - SEDIMENT	70
10.2	Mnenje in ocena - II. faza - VODE.....	71
10.2.1	Primerjava z mejnimi vrednostmi za pitne vode.....	71
10.2.2	Primerjava z mejnimi vrednostmi za površinske vode	71
10.2.3	Vrednotenje spremembe vsebnosti onesnaževal v vodi - preseganje opozorilnih sprememb.....	72
11.	POVZETEK	74
11.1	Zaključki za vadišče Poček	75
11.2	Zaključki za vadišče Bač	75
12.	VIRI.....	77

KAZALO SLIK

Slika 1: Reliefna karta območja z vrisanimi lokacijami vhodov kraških jam.	8
Slika 2: Hidrogeološka karta območja reke Pivke in presihajočih Pivških jezer.	11
Slika 3: Pretoki Pivke pri Prestranku in pred ponorom v Postojnsko jamo.	12
Slika 4: Geološka karta	14
Slika 5: Izvir Malenščica na obrobju Planinskega polja je zajet za oskrbo s pitno vodo v občinah Postojna in Pivka.....	15
Slika 6: Pretoki izvirov Malenščica in Unica v izbranem hidrološkem letu.....	16
Slika 7: Izvir Mišnik je po trajnosti in izdatnosti drugi najpomembnejši izvir ob Pivki.	18
Slika 8: Vzorčenje sedimenta – I. faza na MM-3 izvir Mišnik (29.9.2016).	36
Slika 9: Vzorčenje sedimenta – I. faza na MM-6 Pivka (29.9.2016).	36
Slika 10: Vzorčenje vod Malenščice (izvir) - zajetje za pitno vodo MM-1-1 (11.5.2017).	45
Slika 11: Vzorčenje vod Malenščica (izvir) - v začetnem toku ob zajetju za pitno vodo MM-1-2 (11.5.2017).	45
Slika 12: Analiza sprememb vsebnosti izbranih kovin (aluminij – Al in cink – Zn) v izviru Malenščica v času vodnega vala v septembru 2017.	60

KAZALO TABEL

Tabela 1: Seznam vodnih jam v vplivnem območju vadišča	9
Tabela 2: Podatki o vodnih gladinah.....	24
Tabela 3: Analizne metode posameznih parametrov v odvzetih vzorcih sedimenta – I. in II. faza	27
Tabela 4: Analizne metode posameznih parametrov v odvzetih vzorcih vode – II. faza.....	28
Tabela 5: Seznam in koordinate objektov za monitoring kakovosti - I. faza.....	32
Tabela 6: Seznam in koordinate objektov za monitoring kakovosti - II. faza.....	32
Tabela 7: Seznam objektov za monitoring vpliva vadišča (A) in izven vpliva vadišča (B) kot ničelnih vrednosti za izračun spremembe opozorilne vrednosti.....	32
Tabela 8: Program meritev vod – SEDIMENT - I. faza monitoringa.....	33
Tabela 9: Program meritev vod – VODE - II. faza monitoringa	34
Tabela 10: Program meritev vod – SEDIMENT - II. faza monitoringa.....	34
Tabela 11: Rezultati fizikalno-kemijskih preiskav odvzetih vzorcev sedimenta na vplivnem območju poligona Poček in Bač (29.9.2016) - I. faza.....	37
Tabela 12: Rezultati fizikalno-kemijskih preiskav odvzetih vzorcev sedimenta na vplivnem območju poligona Poček in Bač (11.5.2017).....	38
Tabela 13: Rezultati fizikalno-kemijskih preiskav odvzetih vzorcev sedimenta na vplivnem območju poligona Poček in Bač (20.9.2017).....	39
Tabela 14: Rezultati fizikalno-kemijskih preiskav odvzetih vzorcev sedimenta na vplivnem območju poligona Poček in Bač (8.10.2018).....	40
Tabela 15: 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.....	42
Tabela 16: Rezultati analiz kovin v odvzetih vzorcih vod Malenščice (izvir) - zajetje za pitno vodo (19.9.2017- 20.9.2017) na vplivnem območju poligona Poček in Bač.....	43
Tabela 17: Rezultati analiz kovin v odvzetih vzorcih vod Malenščice (izvir) - zajetje za pitno vodo (11.4.2019 - 12.4.2019) na vplivnem območju poligona Poček in Bač.....	43
Tabela 18: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz odvzetih vzorcev vod na vplivnem območju poligona Poček in Bač (11.5.2017).....	46
Tabela 19: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz odvzetih vzorcev vod na vplivnem območju poligona Poček in Bač (20.9.2017).....	49

Tabela 20: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz odvzetih vzorcev vod na vplivnem območju poligona Poček in Bač (11.4.2019).....	52
Tabela 21: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz odvzetih vzorcev vod na vplivnem območju poligona Poček in Bač (12.4.2019).....	55
Tabela 22: Rezultati analiz kovin v odvzetih vzorcih vod Malenščice (izvir) - zajetje za pitno vodo (jesenski vodni val 7.9.2017-21.9.2017) na vplivnem območju poligona Poček in Bač	58
Tabela 23: Izračun spremembe vrednosti (SV) 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).....	63
Tabela 24: Izračun spremembe vrednosti (SV) posameznih onesnaževal – INDIKATIVNI 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).....	63
Tabela 25: Izračun spremembe vrednosti (SV) 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).....	64
Tabela 26: Izračun spremembe vrednosti (SV) 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).....	64
Tabela 27: Izračun spremembe vrednosti (SV) posameznih onesnaževal – OSNOVNI PARAMETRI za merno mesto Malenščica (MM-1-1) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Cerkniščica (MMN-1) na vplivnem območju poligona Poček (11.4.2019).....	65
Tabela 28: Izračun spremembe vrednosti (SV) posameznih onesnaževal – INDIKATIVNI PARAMETRI za merno mesto Malenščica (MM-1-1) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Cerkniščica (MMN-1) na vplivnem območju poligona Poček (11.4.2019).....	65
Tabela 29: Izračun spremembe vrednosti (SV) posameznih onesnaževal – OSNOVNI PARAMETRI za merno mesto Malenščica (MM-1-1) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Stržen (MMN-2) na vplivnem območju poligona Poček (11.4.2019).....	66
Tabela 30: Izračun spremembe vrednosti (SV) posameznih onesnaževal – INDIKATIVNI PARAMETRI za merno mesto Malenščica (MM-1-1) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Stržen (MMN-2) na vplivnem območju poligona Poček (11.4.2019).....	66
Tabela 31: Izračun spremembe vrednosti (SV) posameznih onesnaževal – OSNOVNI PARAMETRI za merno mesto Malenščica (MM-1-1) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Cerkniščica (MMN-1) na vplivnem območju poligona Poček (12.4.2019).....	67
Tabela 32: Izračun spremembe vrednosti (SV) posameznih onesnaževal – INDIKATIVNI PARAMETRI za merno mesto Malenščica (MM-1-1) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Cerkniščica (MMN-1) na vplivnem območju poligona Poček (12.4.2019).....	67
Tabela 33: Izračun spremembe vrednosti (SV) posameznih onesnaževal – OSNOVNI PARAMETRI za merno mesto Malenščica (MM-1-1) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Stržen (MMN-2) na vplivnem območju poligona Poček (12.4.2019).....	68
Tabela 34: Izračun spremembe vrednosti (SV) posameznih onesnaževal – INDIKATIVNI PARAMETRI za merno mesto Malenščica (MM-1-1) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Stržen (MMN-2) na vplivnem območju poligona Poček (12.4.2019).....	68

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 Eurofins ERICo Slovenija skupaj z ZRC SAZU – Inštitut za raziskovanje krasa. Program monitoringa podzemnih voda je bil izdelan v skladu z zahtevami iz *Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemnih voda* (Ur.l. RS št. 49/06, št. 114/09), ki je bil veljaven v času priprave programa in zahtevami, ki so bile podane v 80. členu *Uredbe o državnem prostorskem načrtu za Osrednje vadišče Slovenske vojske Postojna* (Ur.l. RS št. 17/14):

»(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 in sod., 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 merna mesta. Na podlagi rezultatov fizikalno kemijskih analiz sedimentov in smeri podzemnih vodnih tokov so izbrana merna mesta za II. fazo monitoringa voda na Osrednjem vadišču Slovenske vojske (OSVAD) Postojna. Na teh mernih mestih smo v drugi fazi nadaljevali z analizami sedimentov in jih dopolnili še z analizami vzorcev vode.

V poročilu so podani so rezultati analiz sedimentov in vzorcev vode, odvzetih na posameznih mernih mestih v sklopu I. (2016) in II. faze (2017-2019) monitoringa.

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 Cerkniskega (550 m n.m.) do Planinskega polja (450 m n.m.). Proti jugovzhodu prehaja v Snežnik z vrhom na nadmorski višini 1796 m.

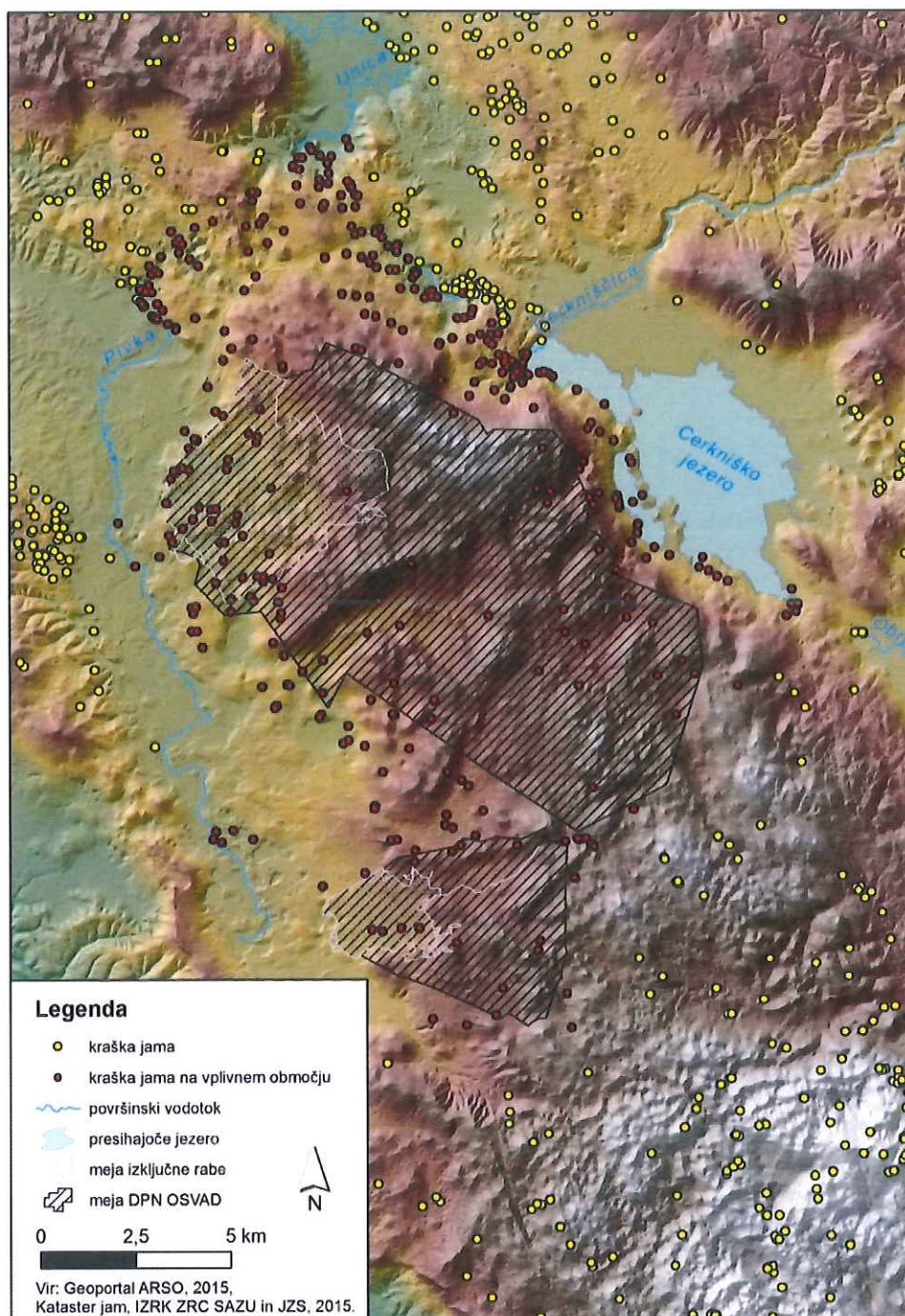
V velikem merilu pripada območje vadišča dvema tipoma reliefa. Prvi tip predstavljajo visoki vrhovi Javornikov in njihova pobočja, drugi pa nižji, bolj uravnan planotast svet obrobja Javornikov, oziroma obrobja kraškega dela Pivške kotline. Za višji relief (nadmorske višine nad 650-700 m in vrhovi nad 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 km^2 .

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 kolumialne 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 vadišča 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 (slika 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-Čolnici, 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: Seznam 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 (slika 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. 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 in sod. 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.

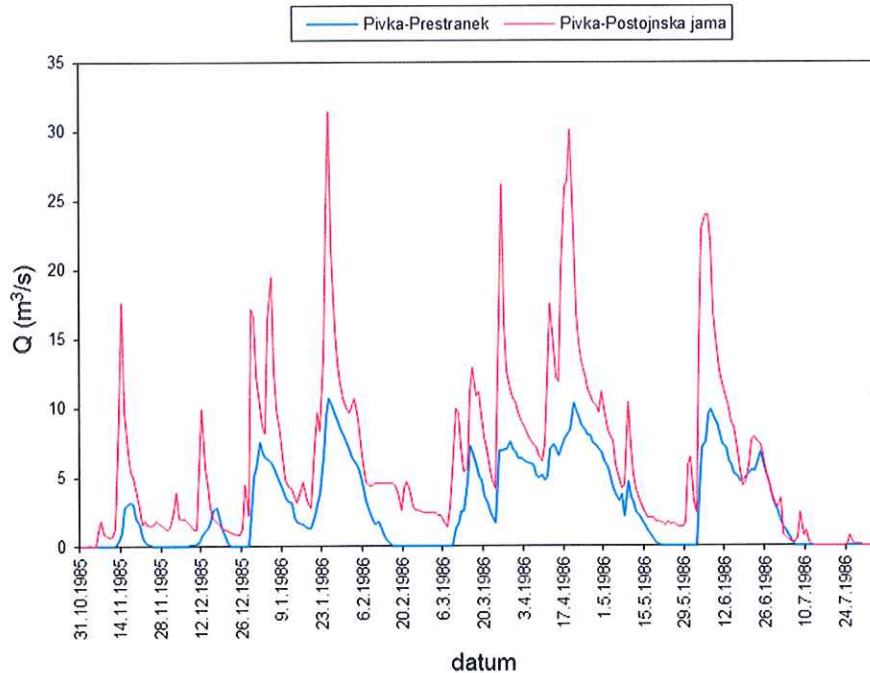
V celoti znotraj območja izključne rabe vadišča je jezero Jeredovce z dnom na nadmorski višini 537 m, ki se napolni le ob najvišjih vodostajih. Ob poplavih v novembru 2000 je vodna gladina dosegla 542 m, voda pa se je pojavila tudi v nekaj vrtačah proti severovzhodu in v najvišji dosegla nivo 546 m nad 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 poplavih v novembru 2000 so bile poplavljeni tudi sosednje vrtače z dnom na nadmorski višini 570 m. Laneno jezero je najvišje v območju zgornje Pivke in je zato poplavljeno le izjemoma. Ob poplavih 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 jama.

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 Cerkniskega 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 Cerknishčica, ki zbira površinsko vodo z dolomitnega območja na severozahodnem obrobju Blok. Del teh voda, ki ponikajo na severozahodnem robu Cerkniskega polja, se pojavi kot površinski tok Raka v Rakovem Škocjanu, po ponikanju v Tkalca jama 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 in sod. 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.

Hrušiški pokrov (obsega Nanos, Hrušico in severovzhodni del Vipavske doline, na severovzhodni strani Idrijskega preloma pa tudi območje Cerkniskega in Planinskega polja) je narinjen na Snežniško narivno grudo (obsega del Pivške kadunje, Postojnski ravniki, 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.

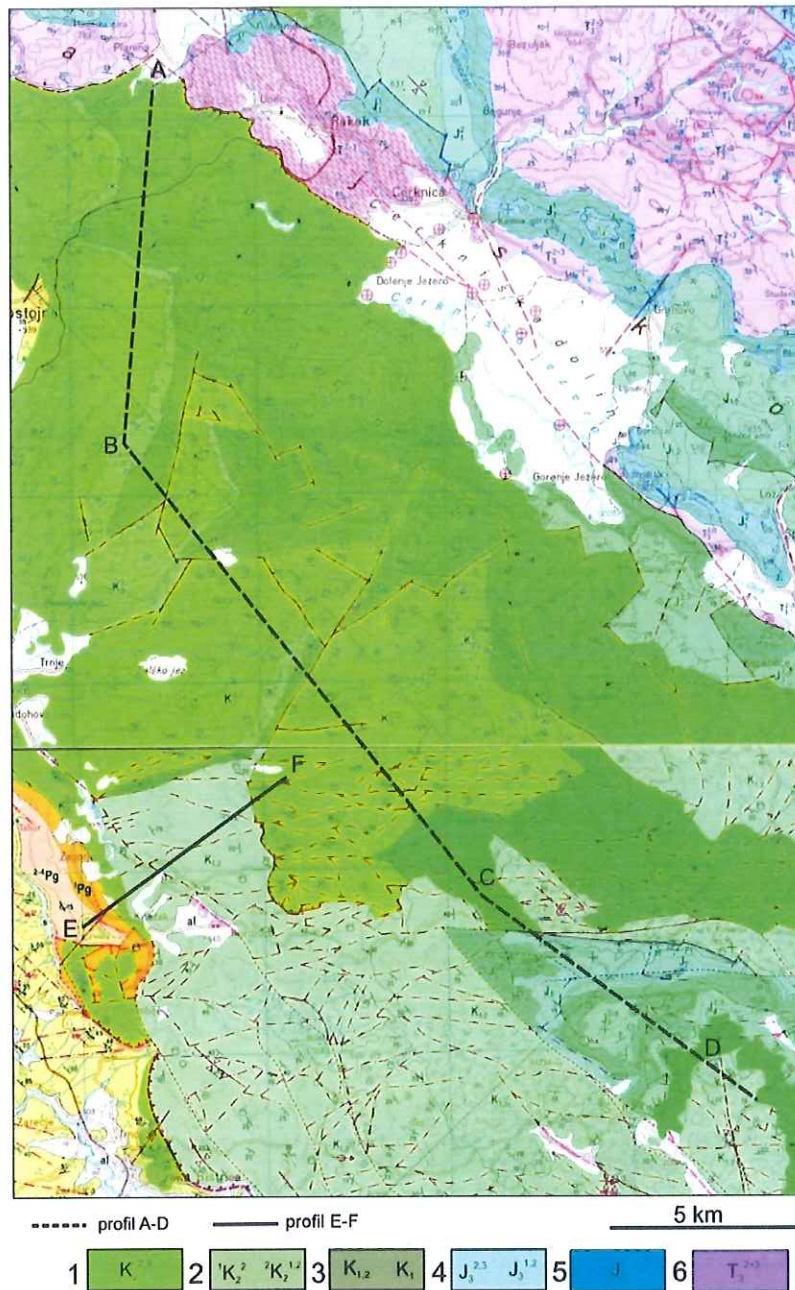
2.2.2 Litostratigrafske razmere

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 Cerkniskim poljem. So tanko plastoviti ali masivni, v prelomnih conah pa so zdrobljeni v milonit.

Na obravnavanem terenu močno prevladujejo karbonatne kamnine kredne starosti, ki dosega 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 apnence in dolomitizirane apnence.

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, Cerknjskim 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 Cerknjskega polja.

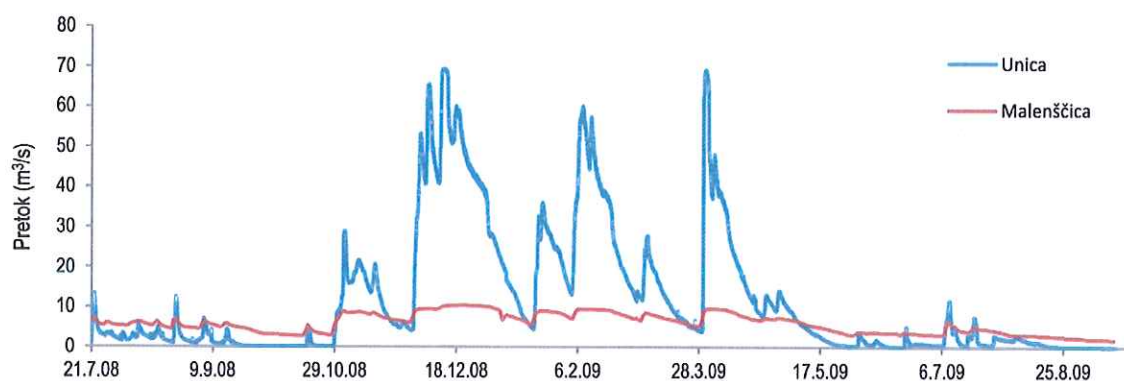
Izvir Malenščica in ostali izviri na Planinskem polju

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 zatrepni 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 Cerknškega jezera. Na zahodni strani doline sta pomembnejša leva pritoka, ki ju napajata kraška izvira Prunkovec in Kotličiči. 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 Cerknškem 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 Cerknškega polja odtekajo podzemno proti Rakovem Škocjanu in nato proti Planinskemu polju, pa tudi neposredno proti izvirov Ljublanice. Dotoki na polje so poleg površinske Cerknšičice 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 Cerknško 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 $3,5 \text{ m}^3$ vode na sekundo, ob nizkem vodostaju pa pretoka ni. Izvir Pivke (imenovan tudi Pivščica) doseže pretoke do $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$, 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 m^3 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 $6 \text{ m}^3/\text{s}$, 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 $1,6 \times 1,6 \text{ m}$. Še 7 m višje pa je vertikalni vhod v jamo z velikostjo $1,2 \times 3,7 \text{ m}$. 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 (sliki 2 in 4):

- 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 Cerknjsko polje ter Rakov Škocjan. S hidrogeološkega stališča je kot pregraja pomembna prelomna cona Idrijskega preloma, ki poteka preko Planinskega in Cerknjskega 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 Cerknjskim 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 izviroh, 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 Cerknškem 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 pregrado, 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 izviru 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 (sliki 2 in 4), 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 in sod. 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-razpoklinsko 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 izvirov 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 izviri. 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 občasnih izviri 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 odtokanje 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 (slika 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 izvirom 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 Škocjana 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 odtekajo 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, Kotlički). 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 izviriroma 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 izviriroma na Planinskem polju. Ker pa je bil poskus izveden v obdobju upadanja vodostaja, še ne moremo izključiti možnosti odtekanja podzemne vode proti izviriroma 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 izviriroma 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 izviriroma Pivke pri Zagorju in Bačem.

Južno od izvirov pri Zagorju je kraška razvodnica med Pivko in Reko, torej med črnomorskim 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 izvirov 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 izvirov Bistrica pri Ilirski Bistrici, v manjšem delu pa z navidezno dominantno hitrostjo 40 m/h proti izvirov Podstenjšek. Oba izvira sta v porečju Reke. Drugo sledilo je z navidezno dominantno hitrostjo 22 m/h potovalo proti izvirov 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 izvirov Pivščice, drugi pa v zelo majhnem deležu z navidezno dominantno hitrostjo 18 m/h v izvirov Podstenjšek.

4. METODE DE LA

Dne 29.9.2016 je bilo odvzetih 7 vzorcev sedimentov na mernih mestih, ki so podani v tabeli 5 (I. faza).

Merna mesta, kjer so bili odvzeti vzorci vode in sedimenta 10.5. in 11.5.2017, 19.9. in 20.9.2017, 08.10.2018 ter 11.4. in 12.4.2019 (II. faza), so podana v Tabelah 5 in 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		SIST ISO 5667- 12:1996
pH _{H2O}		SIST ISO 10390:2006
suha snov	%	SIST ISO 11465:1996/Cor 1:2005
žarina	%	hišna metoda PM 2.32
žarilna izguba	%	hišna metoda PM 2.32
celotni dušik	% s.s.	SIST ISO 11261:1996 mod.
celotni fosfor	mg/kg s.s.	hišna metoda 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./ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
arzen	mg/kg _{s.s.}	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif./ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
nikelj	mg/kg _{s.s.}	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif./ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
kadmij	mg/kg _{s.s.}	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif./ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
selen	mg/kg _{s.s.}	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif./ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
baker	mg/kg _{s.s.}	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif./ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
cink	mg/kg _{s.s.}	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif./ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
krom	mg/kg _{s.s.}	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif./ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
aluminij	g/kg _{s.s.}	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif./ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.

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

PARAMETER	ENOTA	METODA
Vzorčevanje podzemne vode		SIST ISO 5667-11:2010
Vzorčevanje površinske vode		SIST ISO 5667-6:2015
Terenske meritve		
Tvode	°C	DIN 38404-4: 2000
pH		SIST ISO 10523: 2008
konc. O ₂	mg O ₂ /l	SIST EN 5814: 2013
nas. z O ₂	% O ₂	SIST EN 5814: 2013
redoks potencial	mV	DIN 38404-6: 1984
spec. električna prevodnost - SEP	µS/cm	SIST EN 27888:1998
motnost	FTU	SIST EN ISO 7027: 2000
barva		SIST EN ISO 7887: 1996
Osnovni parametri		
celotni organski ogljik - TOC	mg C/l	SIST ISO 8245:2000
adorbljivi organski halogeni - 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./ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
kalij	mg/l	hišna metoda PM 1.59
kalcij	mg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif./ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
magnezij	mg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif./ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
železo	µg/l	hišna metoda PM 1.101
hidrogenkarbonat	mg/l	hišna metoda PM 1.21
nitrat	mg/l	ISO 10304-1:2007
sulfat	mg/l	ISO 10304-1:2007
klorid	mg/l	ISO 10304-1:2007
fosfat	mg/l	SIST EN ISO 6878, pogl.4
Indikativni parametri		
sulfid	mg/l	SIST ISO 10530:1996 modif.
celotni ogljikovodiki	µg/l	hišna 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/ SIST EN ISO 17294-2:2017
telur	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif./ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
talij	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif./ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
svinec	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005/ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
srebro	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005/ SIST EN ISO 17294-2:2017
selen	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005/ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
nikelj	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005/ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
molibden	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005/ SIST EN ISO 17294-2:2017

PARAMETER	ENOTA	METODA
mangan	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005/ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
krom-celot.	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005/ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
kositer	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005/ SIST EN ISO 17294-2:2017
kobalt	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005/ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
kadmij	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005/ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
cink	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005/ SIST EN ISO 17294-2:2017
bor	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif./ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
berilij	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif./ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
barij	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005/ SIST EN ISO 17294-2:2017
baker	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005/ SIST EN ISO 17294-2:2017
arzen	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005/ SIST EN ISO 17294-2:2017
antimon	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005/ SIST EN ISO 17294-2:2017
aluminij	µg/l	SIST EN ISO 17294-2:2005 modif./ SIST EN ISO 17294-2:2017 modif.
lahkohlapni klorirani ogljikovodiki - LKCH	µg/l	SIST EN ISO 10301:1998, sekc.3
lahkohlapni aromatski ogljikovodiki - BTX	µg/l	SIST ISO 11423-1:1998

5. OPIS LOKACIJ VZORČENJA

5.1 Vzorčevalne lokacije – I. faza

Za monitoring v vplivnem območja osrednjega vadišča SV 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 izviri 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.

Seznam in koordinate vseh predlaganih objektov za monitoring vode v I. fazi so podani v tabeli 5.

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

5.2 Vzorčevalne lokacije – II. faza

Na podlagi rezultatov analiz sedimentov, odvzetih v I. fazi monitoringa, so se določila merna mesta za izvedbo II. faze monitoringa za območje vadišča Poček in območje vadišča Bač. Seznam in koordinate vseh predlaganih objektov za monitoring vode in sedimentov v II. fazi so podani v Tabeli 6. Na posameznem mernem 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
Kotliči	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

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 izviri v vplivnem območju vojaškega vadišča Poček (Al Sayegh Petkovšek in sod. 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 mernih mestih, ki so podana v tabeli 8, potem pa se na osnovi primerjave rezultatov izbere najbolj reprezentativna merna mesta. Na teh mernih 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
pH, suha snov, žarina, Hg, Pb, As, Ni, Cd, Se, Cu, Zn, Cr, Al, N-cel., P- celotni, celotni organski ogljik - TOC, celotni ogljikovodiki (mineralna olja)	5 vzorčevalnih mest (v vplivnem območju vadišča Poček): <ul style="list-style-type: none"> • Malenščica (MM-1) • Kotličiči (MM-2) • Cerknjščica - (MMN-1) • Stržen (MMN-2) • Rak (MMN-3)
	5 vzorčevalnih mest (v vplivnem območju vadišča Bač): <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 bilo 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 in št. 114/09), ki je bil veljaven v času izdelave programa, 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.

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

Parametri - voda	Št. vzorčevalnih mest
<p>TERENSKI - temperatura zraka, temperatura vode, pH, električna prevodnost, raztopljeni kisik, redoks potencial</p> <p>OSNOVNI - obarvanost, motnost, celotni organski ogljik - TOC, adsorbiljivi organski halogeni - AOX, amonij, natrij, kalij, kalcij, magnezij, železo, hidrogenkarbonat, nitrat, sulfat, sulfid, klorid, fosfati</p> <p>INDIKATIVNI - 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), lahkoahlapni klorirani ogljikovodiki - LKCH, lahkoahlapni aromatski ogljikovodiki - BTX</p>	<p>4 vzorčevalna mesta (v vplivnem območju vadišča Poček):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Malenščica (MM-1) • Kotliči (MM-2) • Cerknjščica(MMN-1) • Stržen (MMN-2) <p>3 vzorčevalna mesta (v vplivnem območju vadišča Bač):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pivka (MMN-4) • Trnski izvir(MM-4) • Pivka (MM-6)

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 merna mesta.

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

Parametri - sediment	Št. vzorčevalnih mest
<p>pH, suha snov, žarina, Hg, Pb, As, Ni, Cd, Se, Cu, Zn, Cr,Al, N-cel., P- celotni, celotni organski ogljik - TOC, celotni ogljikovodiki (mineralna olja)</p>	<p>4 vzorčevalna mesta (v vplivnem območju vadišča Poček):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Malenščica (MM-1) • Kotliči (MM-2) • Cerknjščica(MMN-1) • Stržen (MMN-2) <p>3 vzorčevalna mesta (v vplivnem območju vadišča Bač):</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 so se izvedle enkratne analize sedimenta na naslednjih mernih mestih:

- Območje vadišča Poček: Rak MMN-3, Cerkniščica 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.

Vzorčenje sedimentov je bilo izvedeno 29.9.2016.

II. Faza monitoringa

V nadaljevanju se monitoring vod izvaja na predvidoma 7 mernih mestih (odvisno od hidroloških razmer), 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.

Prvo vzorčenje vod (6 mernih mest) in sedimentov (7 mernih mest) v II. fazi je bilo izvedeno 11.5.2017; drugo vzorčenje vod (7 mernih mest) in sedimentov (3 merna mesta) je bilo izvedeno 20.9.2017 (v času jesenskega vodnega vala); tretje vzorčenje sedimenta (7 mernih mest) 08.10.2018 in vod (5 mernih mest) 11.4. in 12.4. 2019.

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. Merni mesti Mišnik (MM-3) in Pivka (MM-6) sta prikazani na slikah 8 in 9.



Slika 8: Vzorčenje sedimenta – I. faza na MM-3 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 sedimenta na vplivnem območju poligona Poček in Bač (29.9.2016) - I. faza

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA							Imisijska vrednost
		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 org. 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	MV = 50 OPV = 2500 KV = 5000
živo srebro	mg/kg _{s.s.}	<0,10	<0,10	<0,10	0,11	0,21	0,14	0,14	MV = 0,8 OPV = 2 KV = 10
svinec	mg/kg _{s.s.}	18,7	80,2	20,1	33,6	40,6	45,3	59,8	MV = 85 OPV = 100 KV = 530
arzen	mg/kg _{s.s.}	7,0	52,5	7,8	17,2	21,8	19,3	4,6	MV = 20 OPV = 30 KV = 55
nikelj	mg/kg _{s.s.}	14,0	66,4	27,1	84,1	92,1	99,7	32,1	MV = 50 OPV = 70 KV = 210
kadmij	mg/kg _{s.s.}	<0,5	0,734	0,598	1,156	1,487	1,585	1,048	MV = 1 OPV = 2 KV = 12
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	MV = 60 OPV = 100 KV = 300
cink	mg/kg _{s.s.}	52,2	133	59,0	130	142	158	267	MV = 200 OPV = 300 KV = 720
krom	mg/kg _{s.s.}	19,3	68,8	34,7	94,3	111	127	54,9	MV = 100 OPV = 150 KV = 380
aluminij	g/kg _{s.s.}	27,4	60,3	34,0	73,1	91,7	103	25,2	

MV – mejna vrednost, OPV – opozorilna vrednost, KV – kritična vrednost iz Priloge 1 Uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, št. 68/96 in št. 41/04 –ZVO-1).

8.2 Rezultati meritev in analiz II. faza

SEDIMENT

V tabeli 12 so podani rezultati analiz odvzetih vzorcev sedimenta 11.5.2017; v tabeli 13 so podani rezultati analiz odvzetih vzorcev sedimenta 20.9.2017; v tabeli 14 pa so podani rezultati analiz odvzetih vzorcev sedimenta 8.10.2018.

Tabela 12: Rezultati fizikalno-kemijskih preiskav odvzetih vzorcev sedimenta na vplivnem območju poligona Poček in Bač (11.5.2017)

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA							Imisijska vrednost
		Malenšičica (izvir) MM-1	Cerknišičica (pred ponorom Velika Karlova) MMN-1	Stržen (pred ponorom Svinjska jama) MMN-2	Kotličji (izvir) MM-2	Trnski izvir MM4	Pivka (med mostom na cesti Pivk – lenik) MM-6	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	MV = 50 OPV = 2500 KV = 5000
živo srebro	mg/kg _{s.s.}	0,26	0,20	0,12	0,15	0,11	0,21	0,16	MV = 0,8 OPV = 2 KV = 10
svinec	mg/kg _{s.s.}	39,9	26,0	28,7	39,0	32,2	55,9	47,5	MV = 85 OPV = 100 KV = 530
arzen	mg/kg _{s.s.}	10,0	<7,0	10,1	25,8	17,6	<7,0	17,6	MV = 20 OPV = 30 KV = 55
nikelj	mg/kg _{s.s.}	32,2	12,8	21,9	43,1	54,1	33,6	60,6	MV = 50 OPV = 70 KV = 210
kadmij	mg/kg _{s.s.}	0,796	<0,5	<0,5	1,293	0,971	1,036	3,8	MV = 1 OPV = 2 KV = 12
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	MV = 60 OPV = 100 KV = 300
cink	mg/kg _{s.s.}	96,9	80,8	65,2	88,9	77,4	270	109	MV = 200

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA							Imisijska 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 Pivk – lenik) MM-6	Pivka (izvir) MMN-4	
									OPV = 300 KV = 720
krom	mg/kg _{s.s.}	34,9	18,7	28,3	46,4	67,1	54,7	93,9	MV = 100 OPV = 150 KV = 380
aluminij	g/kg _{s.s.}	20,9	19,1	14,1	18,1	37,0	15,0	26,0	

MV – mejna vrednost, OPV – opozorilna vrednost, KV – kritična vrednost iz Priloge 1 Uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, št. 68/96 in št. 41/04 –ZVO-1).

Tabela 13: Rezultati fizikalno-kemijskih preiskav odvzetih vzorcev sedimenta na vplivnem območju poligona Poček in Bač (20.9.2017)

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA			Imisijska vrednost
		Trnski izvir MM4	Pivka (med mostom na cesti Pivka – Klenik) MM-6	Pivka (izvir) MMN-4	
pH _{H2O}		8,02	8,34	8,38	
suha snov	%	98,8	99,2	98,6	
žarina	%	87,0	85,6	88,6	
žarilna izguba	%	13,0	14,4	11,4	
celotni dušik	% s.s.	0,384	0,434	0,365	
celotni fosfor	mg/kg _{s.s.}	867	1080	1470	
celotni organski ogljik - TOC	%	4,41	4,98	4,09	
celotni ogljikovodiki (C10-C40)	mg/kg _{s.s.}	<50	<50	<50	MV = 50 OPV = 2500 KV = 5000
živo srebro	mg/kg _{s.s.}	0,12	0,13	0,22	MV = 0,8 OPV = 2 KV = 10
svinec	mg/kg _{s.s.}	32,1	37,8	57,0	MV = 85 OPV = 100 KV = 530
arzen	mg/kg _{s.s.}	25,2	14,7	24,2	MV = 20 OPV = 30 KV = 55
nikelj	mg/kg _{s.s.}	76,4	58,9	85,9	MV = 50 OPV = 70

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA			Imisijska vrednost
		Trnski izvir MM4	Pivka (med mostom na cesti Pivka – Klenik) MM-6	Pivka (izvir) MMN-4	
					KV = 210
kadmij	mg/kg _{s.s.}	0,956	1,279	5,0	MV = 1 OPV = 2 KV = 12
selen	mg/kg _{s.s.}	23,7	16,5	30,0	
baker	mg/kg _{s.s.}	32,4	32,3	45,1	MV = 60 OPV = 100 KV = 300
cink	mg/kg _{s.s.}	95,3	104	144	MV = 200 OPV = 300 KV = 720
krom	mg/kg _{s.s.}	82,9	62,5	109	MV = 100 OPV = 150 KV = 380
aluminij	g/kg _{s.s.}	64,1	42,9	54,8	

MV – mejna vrednost, OPV – opozorilna vrednost, KV – kritična vrednost iz Priloge 1 Uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, št. 68/96 in št. 41/04 –ZVO-1).

Tabela 14: Rezultati fizikalno-kemijskih preiskav odvzetih vzorcev sedimenta na vplivnem območju poligona Poček in Bač (8.10.2018)

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA							Imisijska 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)	Pivka (izvir) MMN-4	
pH _{H2O}		7,95	8,30	8,21	7,88	7,97	8,48	7,83	
suha snov	%	97,9	99,8	99,8	99,1	98,7	99,3	98,7	
žarina	%	83,8	78,0	96,0	93,9	86,9	90,2	86,3	
žarilna izguba	%	16,2	22,0	4,0	6,10	13,1	9,80	13,7	
celotni dušik	% s.s.	0,430	0,355	0,170	0,341	0,334	0,144	0,485	
celotni fosfor	mg/kg _{s.s.}	1150	728	628	1620	886	991	2490	
celotni organski ogljik -TOC	%	5,36	3,61	1,17	4,56	4,58	1,33	4,81	
celotni ogljikovodiki (C10-C40)	mg/kg _{s.s.}	79	62	<15	1082	34	<15	185	MV = 50 OPV = 2500

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA							Imisijska vrednost
		Malenščica (izvir) MM-1	Cerkniščica (pred ponorom Velika Karlovica) MMN-1	Stržen (pred ponorom Svinjska jama) MMN-2	Kotliči (izvir) MM-2	Trnski izvir MM4	Pivka (med mostom na cesti Pivka – Klenik)	Pivka (izvir) MMN-4	
									KV = 5000
živo srebro	mg/kg _{s.s.}	1,52	0,35	<0,10	0,13	0,15	0,12	0,17	MV = 0,8 OPV = 2 KV = 10
svinec	mg/kg _{s.s.}	44,6	33,5	29,6	56,2	34,8	33,7	34,6	MV = 85 OPV = 100 KV = 530
arzen	mg/kg _{s.s.}	11,5	<7,0	17,6	<7,0	17,2	26,0	10,3	MV = 20 OPV = 30 KV = 55
nikelj	mg/kg _{s.s.}	37,9	26,2	34,0	32,3	58,8	373	106	MV = 50 OPV = 70 KV = 210
kadmij	mg/kg _{s.s.}	0,9	<0,5	<0,5	0,9	1,0	1,0	0,5	MV = 1 OPV = 2 KV = 12
selen	mg/kg _{s.s.}	<35,0	<35,0	<35,0	<35,0	<35,0	<35,0	<35,0	
baker	mg/kg _{s.s.}	32,1	45,1	16,0	45,8	28,3	25,9	47,7	MV = 60 OPV = 100 KV = 300
cink	mg/kg _{s.s.}	93,0	103	73,7	214	88,3	560	196	MV = 200 OPV = 300 KV = 720
krom	mg/kg _{s.s.}	42,3	5,3	12,7	46,4	72,1	17,9	21,3	MV = 100 OPV = 150 KV = 380
aluminij	g/kg _{s.s.}	39,2	24,1	39,0	27,2	49,2	43,3	41,2	

MV – mejna vrednost, OPV – opozorilna vrednost, KV – kritična vrednost iz Priloge 1 Uredbe o mejnih, opozorilnih in kritičnih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, št. 68/96 in št. 41/04 –ZVO-1).

VODA

V tabeli 15 so podani rezultati analiz kovin v vzorcih vode, odvzetih v Malenščici (izvir) (MM-1) - zajetje pitne vode 10.5.2017-11.5.2017; v tabeli 16 so podani rezultati za odvzete vzorce 19.9.2017-20.9.2017; v tabeli 17 pa za odvzete vzorce 11.4.2019-12.4.2019. Vzorci so bili odvzeti z avtomatskim vzorčevalnikom ISCO.

Tabela 15: 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 11 h)	Malenščica (izvir) MM-1 B - (10.5.2017 ob 17 h)	Malenščica (izvir) MM-1 C - (10.5.2017 ob 23 h)	Malenščica (izvir) MM-1 D - (11.5.2017 ob 5 h)
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

Tabela 16: Rezultati analiz kovin v odvzetih vzorcih vod Malenščice (izvir) - zajetje za pitno vodo (19.9.2017- 20.9.2017) na vplivnem območju poligona Poček in Bač

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA			
		Malenščica (izvir) MM-1 A - (19.9.2017 ob 11 h)	Malenščica (izvir) MM-1 B - (19.9.2017 ob 17 h)	Malenščica (izvir) MM-1 C - (19.9.2017 ob 23 h)	Malenščica (izvir) MM-1 D - (20.9.2017 ob 5 h)
železo	µg Fe/l	13,3	<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 l/l	<1,0	<0,5	<0,5	<1,0
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	0,7	<0,5	<0,5	<0,5
kobalt	µg Co/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
cink	µg Zn/l	7,5	7,9	12,3	4,1
bor	µg B/l	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
barij	µg Ba/l	5,4	4,8	5,0	4,9
baker	µg Cu/l	1,5	1,1	<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	6,1	4,4	4,9	5,0
selen	µg Se/l	1,7	1,3	<1,0	<1,0
krom	µg Cr/l	1,3	<1,0	3,1	<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	<0,2	<0,2	0,2	<0,2

Tabela 17: Rezultati analiz kovin v odvzetih vzorcih vod Malenščice (izvir) - zajetje za pitno vodo (11.4.2019 - 12.4.2019) na vplivnem območju poligona Poček in Bač

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA							
		Malenščica (izvir) MM-1 A - (11.4.2019 ob 9 h)	Malenščica (izvir) MM-1 B - (11.4.2019 ob 12 h)	Malenščica (izvir) MM-1 C - (11. 4. 2019 ob 15 h)	Malenščica (izvir) MM-1 D - (11.4.2019 ob 18 h)	Malenščica (izvir) MM-1 E - (11.4.2019 ob 21 h)	Malenščica (izvir) MM-1 F - (12.4.2019 ob 0 h)	Malenščica (izvir) MM-1 G - 12.4.2019 ob 3 h)	Malenščica (izvir) MM-1 H - (12.4.2019 ob 6 h)
živo srebro	ng Hg/l	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15	<15
vanadij	µg V/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
telur	µg Te/l	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
talij	µg Tl/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA							
		Malenščica (izvir) MM-1 A - (11.4.2019 ob 9 h)	Malenščica (izvir) MM-1 B - (11.4.2019 ob 12 h)	Malenščica (izvir) MM-1 C - (11. 4. 2019 ob 15 h)	Malenščica (izvir) MM-1 D - (11.4.2019 ob 18 h)	Malenščica (izvir) MM-1 E - (11.4.2019 ob 21 h)	Malenščica (izvir) MM-1 F - (12.4.2019 ob 0 h)	Malenščica (izvir) MM-1 G - 12.4.2019 ob 3 h)	Malenščica (izvir) MM-1 H - (12.4.2019 ob 6 h)
svinec	µg Pb/l	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12
srebro	µg Ag/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
nikelj	µg Ni/l	0,16	0,12	0,10	0,10	0,16	0,09	0,09	0,18
molibden	µg Mo/l	<0,5	0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	0,5
kobalt	µg Co/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
cink	µg Zn/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
bor	µg B/l	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0
barij	µg Ba/l	4,6	4,6	4,6	4,6	4,7	4,6	4,6	4,8
baker	µg Cu/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
arzen	µg As/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
antimon	µg Sb/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
aluminij	µg Al/l	23,8	15,6	14,5	14,5	14,4	14,8	14,9	15,6
selen	µg Se/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
krom	µg Cr/l	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
kadmij	µg Cd/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
berilij	µg Be/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
mangan	µg Mn/l	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0
kositer	µg Sn/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0

V tabeli 18 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 mernih 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 mernih mestih, ki so bila izbrana za ugotavljanje vpliva vojaške dejavnosti na Baču, ni bilo možno odvzeti vzorcev vode.

Merno mesto Malenščica (izvir) MM-1 je prikazano na slikah 10 in 11.



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 18: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz odvzetih vzorcev vod na vplivnem območju poligona Poček in Bač (11.5.2017)

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA						MDK za pitne vode	MDK za površinske vode **	
		Malenščica (izvir) MM-1-1	Malenščica (ob zajetju) MM-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
Terenske meritve										
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 oz/l	9,0	9,1	9,6	8,3	8,3	12,6		1,6-2,4*** 2,0-5,4	
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			
Osnovni parametri										
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	ni določena
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		
hidrogen karbonat	mg/l	192	157	183	146	125	141			
nitrat	mg/l	3,16	3,20	1,69	1,36	2,02	2,16	50	3,2-7,0*** 6,5-9,5	
sulfat	mg/l	3,24	2,86	8,62	2,44	2,47	3,56	250	150	ni določena
klorid	mg/l	2,99	2,54	6,67	2,22	1,92	3,89	250		
fosfat	mg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05			
Indikativni parametri										
sulfid	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	ni določena
živo srebro	µg Hg/l	<0,01 5	<0,015	<0,015	<0,015	<0,01 5	<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			
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

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA						MV za pitne vode*	MDK za površinske vode**	
		Malenšičica (izvir) MM-1-1	Malenšičica (ob zajetju) MM-1-2	Cerknišičica (pred ponorom Velika Karlovnica) 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
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 + NO	2,8 + NO
kadmij	µg Cd/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	5,0	r1: ≤0,08+NO r2: 0,08+NO r3: 0,09+NO r4: 0,15+NO r5: 0,25+NO	r1: ≤0,45+NO r2: 0,45+NO r3: 0,6+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		7,8 ^a +NO 35,1 ¹ +NO 52 ⁹ +NO	78 ^a +NO 351 ¹ +NO 520 ⁹ +NO
bor	µg B/l	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	1000	180 + NO	1800 + NO
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	2000	8,2 + NO	73 + NO
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 + NO	30 + NO
aluminij	µg Al/l	2,8	2,9	3,1	3,2	2,7	2,1	200		
lahkohlapni klorirani ogljikovodik-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-tetrakloroeten	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

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA						MV za pitne vode	MDK za površinske vode **	
		Malenščica (izvir) MM-1-1	Malenščica (ob zajetju) MM-1-2	Cerkniščica (pred ponorom Velika Karloviča) MMN-1	Stržen (pred ponorom Svinjska jama) MMN-2	Kotlički (izvir) MM-2	Pivka (med mostom na cesti Pivka – Klenik) MM-6		LP-OSK	NDK-OSK
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	ni relevantno
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			
ksilen	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		185	1850
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 (Ur.l. RS, št. 19/04, št. 35/04 št. 26/06, št. 92/06, št. 25/09, št. 74/15 in št. 51/17)

** 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 procentila, če je na voljo vsaj 10 podatkov; sicer se splošni fizikalno-kemijski parameter vrednoti na podlagi največje izmerjene vrednosti

V tabeli 19 so podani rezultati fizikalno-kemijskih analiz odvzetih vzorcev vod na vplivnem območju poligona Poček in Bač (20.9.2017).

Tabela 19: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz odvzetih vzorcev vod na vplivnem območju poligona Poček in Bač (20.9.2017)

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA							MV za pitne vode*	MDK za površinske vode**	
		Malenščica (izvir) MMN-1	Pivka (izvir) MMN-4	Cerkniščica (pred ponorom Velika Karlovica) MMN-1	Stržen (pred ponorom Svinjska jama) MMN-2	Kotličji (izvir) MMN-2	Pivka (med mostom na cesti Pivka – Klerik) MMN-6	Trnski zvir MMN-4		LP-OSK	NDK-OSK
Terenske meritve											
Tvode	°C	12,2	11,3	11,0	10,9	10,7	11,0	9,9			
pH	/	7,9	7,57	8,6	8,08	7,9	7,82	7,74	6,5-9,5		
konc. O ₂	mg oz/l	9	10,7	9,60	8,30	8,30	10,5	8,20		1,6-2,4** * 2,0-5,4	
nas. z O ₂	% O ₂	85	104	92	83	80	103	85			
redoks potencial	mV	202	222	185	206	208	195	211			
SEP	µS/cm	350	407	415	345	345	436	373	250 0		
motnost	FTU	<1,0	<1,0	3	1,0	2	<1,0	<1,0			
barva	/	b.b	b.b	m.r.	m.r.	b.b	b.b	b.b			
Osnovni parametri											
TOC	mg/l	3,08	0,84	4,21	3,12	2,38	2,06	1,89			
AOX	µg/l	4,7	2,8	5,2	6,7	4,1	4,1	3,7		20	ni določena
amonij	mg/l	0,08	<0,01	0,11	0,11	0,02	<0,01	<0,01	0,50		
natrij	mg/l	1,6	3,0	2,6	1,3	1,2	2,8	1,2	200		
kalij	mg/l	1,0	1,0	0,8	0,7	0,4	2,0	0,2			
kalcij	mg/l	60,4	78,3	54,6	62,9	64,9	88,3	70,5			
magnezij	mg/l	8,1	1,2	24,1	7,0	6,7	5,3	5,9			
železo	µg/l	<10,0	<10,0	15,4	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	200		
hidrogen karbonat	mg/l	181	139	245	209	182	135	147			
nitrat	mg/l	3,24	5,13	1,51	3,63	3,28	4,81	3,58	50	3,2-7,0** * 6,5-9,5	
sulfat	mg/l	3,16	3,81	2,95	2,54	2,70	3,33	2,48	250	150	ni določena
klorid	mg/l	2,49	4,08	3,02	2,07	1,77	3,28	1,61	250		
fosfat	mg/l	<0,05	0,1	0,05	0,06	0,05	0,13	<0,05			
Indikativni parametri											
sulfid	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04			
celotni ogljikovodiki	µg/l	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5		50	ni določena

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA							MV za pitne vode*	MDK za površinske vode**	
		Malenščica (izvir) MMN-1	Pivka (izvir) MMN-4	Cerknišnica (pred ponorom Velika Karlovica) MMN-1	Stržen (pred ponorom Svinjska jama) MMN-2	Kotiči (izvir) MMN-2	Pivka (med mostom na cesti Pivka - Klenik) MMN-6	Trnski zvir MM-4		LP-OSK	NDK-OSK
živo srebro	µg Hg/l	<0,015	<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	<1,0			
telur	µg Te/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			
talij	µg Tl/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			
svinec	µg Pb/l	<0,5	<0,5	<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	<1,0			
selen	µg Se/l	<1,0	<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	<1,0	20	4	34
molibden	µg Mo/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		24	200
mangan	µg Mn/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	50		
krom-celot.	µg Cr/l	<1,0	<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	<1,0			
kobalt	µg Co/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2		0,3 + NO	2,8 + NO
kadmij	µg Cd/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	5,0	r1: ≤ 0,08 +NO r2: 0,08 +NO r3: 0,09 +NO r4: 0,15 +NO r5: 0,25 +NO	r1: ≤ 0,45 +NO r2: 0,45 +NO r3: 0,6 +NO r4: 0,9 +NO r5: 1,5 +NO
cink	µg Zn/l	7,1	5,1	3,3	14,0	4,9	4,1	3,4		7,8 ^e +NO 35,1 ^f +NO 52 ^g +NO	78 ^e +NO 351 ^f +NO 520 ^g +NO
bor	µg B/l	<10,0	<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	<0,2			
barij	µg Ba/l	5,4	10,3	7,0	5,2	5,6	11,5	5,3			

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA							MV za pitne vode*	MDK za površinske vode**	
		Malenščica (izvir) MMN-1	Pivka (izvir) MMN-4	Cerkniščica (pred ponorom Velika Karlovica) MMN-1	Stržen (pred ponorom Svinjska jama) MMN-2	Kotličji (izvir) MMN-2	Pivka (med mostom na cesti Pivka – Klenik) MMN-6	Trnski zvir MMN-4		LP-OSK	NDK-OSK
baker	µg Cu/l	1,0	<1,0	<1,0	1,1	3,3	<1,0	<1,0	2000	8,2 + NO	73 + NO
arzen	µg As/l	<1,0	<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	<0,2	5,0	3,2 + NO	30 + NO
aluminij	µg Al/l	4,6	1,9	24,7	6,0	4,0	3,6	2,6	200		
lahkohlapni klorirani ogljikovodiki-LKCH	µg/l	<0,5	<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	<0,1			
1,1,2,2-tetrakloroetilen	µg/l	<0,1	<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	<0,1	10	10	ni relevantno
1,2-dikloroetan	µg/l	<0,5	<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	<0,5		20	ni relevantno
tetraklorometan	µg/l	<0,1	<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	<0,1		2,5	ni relevantno
lahkohlapni aromatski ogljikovodiki-BTX	µg/l	<0,5	<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	<0,5	1,0	10	50
etilbenzen	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			
ksilen	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		185	1850
toluen	µg/l	<0,5	<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	<0,5		2	20

Legenda: b.b. - brez barve; m.r. - malo rjavo

Opombe:

*MV (mejne 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 in št. 51/17)

** 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 tabelah 20 in 21 so podani rezultati fizikalno-kemijskih analiz odvzetih vzorcev vod na vplivnem območju poligona Poček in Bač 11.4. in 12.4.2019.

Tabela 20: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz odvzetih vzorcev vod na vplivnem območju poligona Poček in Bač (11.4.2019)

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA						MV za pitne vode*	MDK za površinske vode **	
		Malensčica (izvir) MM-1-1	Cerkniščica (pred ponorom Velika Karlovica) MMN-1	Stržen (pred ponorom Svirjska jama) MMN-2	Kotiči (izvir) MM-2	Pivka (med mostom na cesti Pivka - Klenik) MM-6			LP-OSK	NDK-OSK
Terenske meritve										
Tvode	°C	9,0	9,4	9,3	8,7	11,8				
pH	/	8,17	8,14	8,10	8,60	7,47	6,5-9,5			
konc. O ₂	mg O ₂ /l	9,4	7,7	8,8	10,0	7,8		1,6-2,4***		
nas. z O ₂	% O ₂	87	73	84	95	80				
redoks potencial	mV	216	236	209	222	250				
SEP	µS/cm	370	396	401	475	861	250 0			
motnost	FTU	<1,0	1,5	<1,0	4,5	5				
barva	/	b.b	b.b	m.r.	b.b	z.r.				
Osnovni parametri										
TOC	mg/l	1,23	1,93	2,10	1,29	9,27				
AOX	µg/l	3,8	3,5	3,0	4,4	75		20		ni določena
amonij	mg/l	0,15	0,20	0,18	0,15	0,83	0,50			
natrij	mg/l	2,9	4,4	2,9	2,8	85,2	200			
kalij	mg/l	1,4	0,9	0,7	1,9	36				
kalcij	mg/l	64,3	62,9	66,9	63,8	62,5				
magnezij	mg/l	10,8	29,3	13,2	12,9	7,5				
železo	µg/l	<10,0	10,9	14,8	<10,0	95,0	200			
hidrogen karbonat	mg/l	300	395	318	313	154				
nitrat	mg/l	3,66	2,22	3,15	3,22	182	50	3,2-7,0***		
sulfat	mg/l	5,24	6,53	4,04	4,46	36,2	250	150		ni določena
klorid	mg/l	5,22	6,90	4,26	4,13	68,2	250			
fosfat	mg/l	0,05	<0,05	<0,05	<0,05	>2,5				

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA					MV za pitne vode	MDK za površinske vode **	
		Malenščica (izvir) MM-1-1	Cerkniščica (pred ponorom Velika Karloviča) 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
Indikativni parametri									
sulfid	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04			
celotni ogljikovodiki	µg /l	<5	<5	<5	<5	<5		50	
živo srebro	µg Hg/l	<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			
telur	µg Te/l	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0			
talij	µg Tl/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			
svinec	µg Pb/l	<0,12	<0,12	<0,12	<0,12	1,5	10	1,2	14
srebro	µg Ag/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			
selen	µg Se/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	8,0	10	6	72
nikelj	µg Ni/l	1,8	3,2	26,6	1,7	3,3	20	4	34
molibden	µg Mo/l	0,6	<0,5	0,6	0,6	2,0		24	200
mangan	µg Mn/l	<3,0	<3,0	4,5	<3,0	12,3	50		
krom-celot.	µg Cr/l	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	50	12	160
kositer	µg Sn/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			
kobalt	µg Co/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		0,3 + NO	2,8 + NO
kadmij	µg Cd/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	5,0	r1: ≤0,08+NO r2: 0,08+NO r3: 0,09+NO r4: 0,15+NO r5: 0,25+NO	r1: ≤0,45+NO r2: 0,45+NO r3: 0,6+NO r4: 0,9+NO r5: 1,5+NO
cink	µg Zn/l	5,8	<2,0	<2,0	3,7	31,7		7,8 ^e +NO 35,1 ^f +NO 52 ^g +NO	78 ^e +NO 351 ^f +NO 520 ^g +NO
bor	µg B/l	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	73,3	100 0	180 + NO	1800 + NO
berilij	µg Be/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA						MDK za površinske vode **	
		Malenščica (izvir) MM-1-1	Cerkniščica (pred ponorom Velika Karlovnica) MMN-1	Štržen (pred ponorom Svinjska jama) MMN-2	Kotličji (izvir) MM-2	Pivka (med mostom na cesti Pivka – Klenik) MM-6	MV za pitne vode*	LP-OSK	NDK-OSK
barij	µg Ba/l	4,8	9,6	5,1	4,7	15,9			
baker	µg Cu/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	4,4	200 0	8,2 + NO	73 + NO
arzen	µg As/l	<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	0,5	5,0	3,2 + NO	30 + NO
aluminij	µg Al/l	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	61,7	200		
lahkohlapni klorirani ogljikovodiki-LKCH	µg /l	<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			
1,1,2,2-tetrakloroetil en	µg /l	<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	10	10	ni relevantno
1,2-dikloroetan	µg /l	<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		20	ni relevantno
tetraklorometan	µg /l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
triklorometan	µg /l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,26		2,5	ni relevantno
lahkohlapni aromatski ogljikovodiki-BTX	µg /l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			
benzen	µg /l	<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			
ksilen	µg /l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		185	1850
toluen	µg /l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		74	740
trimetilbenzen	µg /l	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06		2	20

Legenda:

b.b. - brez barve, m.r. - malo rjavo, z.r. - zelo rjavo

Opombe: *MV (mejne 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 in št. 51/17)

** 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 procentila, če je na voljo vsaj 10 podatkov; sicer se splošni fizikalno-kemijski parameter vrednoti na podlagi največje izmerjene vrednosti

Tabela 21: Rezultati fizikalno-kemijskih analiz odvzetih vzorcev vod na vplivnem območju poligona Poček in Bač (12.4.2019)

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA				MV za pitne vode	MDK za površinske vode **	
		Malenščica (izvir) MMN-1-1	Cerkniščica (pred ponorom Velika Karloviča) MMN-1	Stržen (pred ponorom Svinjska jama) MMN-2	Kotličji (izvir) MMN-2		LP-OSK	NDK-OSK
Terenske meritve								
Tvode	°C	8,8	8,2	9,2	7,1			
pH	/	8,11	8,16	8,12	8,53	6,5-9,5		
konc. O ₂	mg O ₂ /l	9,5	7,9	8,7	10,3		1,6-2,4*** 2,0-5,4	
nas. z O ₂	% O ₂	90	75	82	95			
redoks potencial	mV	220	220	246	213			
SEP	µS/cm	378	390	392	438	2500		
motnost	FTU	<1,0	1,5	<1,0	6,0			
barva	/	b.b	b.b	b.b.	b.b			
Osnovni parametri								
TOC	mg/l	2,27	3,94	2,78	3,42			
AOX	µg /l	2,4	<2,0	3,1	4,6		20	ni določena
amonij	mg/l	0,13	0,25	0,16	0,13	0,50		
natrij	mg/l	3,8	4,2	2,7	2,5	200		
kalij	mg/l	1,2	2,3	0,8	1,2			
kalcij	mg/l	63,4	57,5	66,0	64,1			
magnezij	mg/l	10,4	28,1	11,7	11,4			
železo	µg /l	15,0	57,2	11,8	<10,0	200		
hidrogen karbonat	mg/l	304	343	302	310			
nitrat	mg/l	3,51	2,38	2,95	3,16	50	3,2-7,0*** 6,5-9,5	
sulfat	mg/l	5,46	4,20	3,82	4,26	250	150	ni določena
klorid	mg/l	5,72	6,58	4,75	4,17	250		
fosfat	mg/l	0,06	0,06	<0,05	<0,05			
Indikativni parametri								

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA				MV za pitne vode	MDK za površinske vode **	
		Malenščica (izvir) MM-1-1	Cerkniščica (pred ponorom Velika Karlovica) MMN-1	Stržen (pred ponorom Svinjska jama) MMN-2	Kotličji (izvir) MM-2		LP-OSK	NDK-OSK
sulfid	mg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04			
celotni ogljikovodiki	µg /l	<5	<5	<5	<5		50	ni določena
živo srebro	µg Hg/l	<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			
telur	µg Te/l	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0			
talij	µg Tl/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			
svinec	µg Pb/l	<0,12	0,18	<0,12	<0,12	10	1,2	14
srebro	µg Ag/l	<1,0	2,8	<1,0	<1,0			
selen	µg Se/l	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	10	6	72
nikelj	µg Ni/l	1,6	0,46	0,29	2,01	20	4	34
molibden	µg Mo/l	0,5	<0,5	0,5	<0,5		24	200
mangan	µg Mn/l	<3,0	<3,0	3,3	<3,0	50		
krom-celot.	µg Cr/l	<3,0	<3,0	<3,0	<3,0	50	12	160
kositer	µg Sn/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			
kobalt	µg Co/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		0,3 + NO	2,8 + NO
kadmij	µg Cd/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	5,0	r1: ≤0,08+NO r2: 0,08+NO r3: 0,09+NO r4: 0,15+NO r5: 0,25+NO	r1: ≤0,45+NO r2: 0,45+NO r3: 0,6+NO r4: 0,9+NO r5: 1,5+NO
cink	µg Zn/l	<2,0	<2,0	<2,0	2,9		7,8 ^e +NO 35,1 ¹ +NO 52 ⁹ +NO	78 ^e +NO 351 ¹ +NO 520 ⁹ +NO
bor	µg B/l	<10,0	<10,0	<10,0	<10,0	1000	180 + NO	1800 + NO
berilij	µg Be/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0			
barij	µg Ba/l	5,1	7,8	4,8	4,6			

PARAMETER	ENOTA	MESTO VZORČENJA				MV za pitne vode	MDK za površinske vode **	
		Malenščica (izvir) MM-1-1	Cerkniščica (pred ponorom Velika Karlovica) MMN-1	Stržen (pred ponorom Svinjska jama) MMN-2	Kotličiči (izvir) MM-2		LP-OSK	NDK-OSK
baker	µg Cu/l	<1,0	1,3	<1,0	<1,0	2000	8,2 + NO	73 + NO
arzen	µg As/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	10,0	7	21
antimon	µg Sb/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	5,0	3,2 + NO	30 + NO
aluminij	µg Al/l	<10,0	88,9	<10,0	<10,0	200		
lahkohlapni klorirani ogljikovodiki-LKCH	µg /l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			
1,1,1-trikloroetan	µg /l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
1,1,2,2-tetrakloroeten	µg /l	<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	10	10	ni relevantno
1,2-dikloroetan	µg /l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	3,0	10	ni relevantno
diklorometan	µg /l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		20	ni relevantno
tetraklorometan	µg /l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1			
triklorometan	µg /l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1		2,5	ni relevantno
lahkohlapni aromatski ogljikovodiki-BTX	µg /l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			
benzen	µg /l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,0	10	50
etilbenzen	µg /l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5			
ksilen	µg /l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		185	1850
toluen	µg /l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5		74	740
trimetilbenzen	µg /l	<0,06	<0,06	<0,06	<0,06		2	20

Legenda:

b. b. - brez barve

Opombe: *MV (mejne 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 in št. 51/17)

** 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 procentila, če je na voljo vsaj 10 podatkov; sicer se splošni fizikalno-kemijski parameter vrednoti na podlagi največje izmerjene vrednosti

Na izviru Malenščica smo izvedli zelo podrobno vzorčenje v času prvega jesenskega vodnega vala po daljšem sušnem obdobju. Namen te podrobne analize je bil ugotoviti spreminjanje kakovosti izvira ob spreminjanju hidroloških razmer. Do sedaj opravljene raziskave kraških izvirov so namreč pokazale, da je njihova kakovost najslabša v času iztekanja vod, ki so bile dalj časa uskladiščena v kraškem podzemlju in jih je potem novo infiltrirana padavinska voda ob prvih močnejših padavinskih dogodkih iztisnila iz kraškega vodonosnika skozi izvir.

V letu 2017 so bile take razmere v začetku septembra. Z vzorčenjem smo začeli 7.9.2017 pred napovedanimi močnejšimi padavinami, potem od 10.9. naprej nadaljevali vsaj dvakrat dnevno do 18.9., zadnji vzorec pa odvzeli po ustalitvi visokega vodostaja 21.9.2017. Skupaj je bilo odvzeto 22 vzorcev. Rezultati analiz so zbrani v tabeli v nadaljevanju.

Tabela 22: Rezultati analiz kovin v odvzetih vzorcih vod Malenščice (izvir) - zajetje za pitno vodo (jesenski vodni val 7.9.2017-21.9.2017) na vplivnem območju poligona Poček in Bač

Merno mesto	Datum	Ura	Al (ug/l)	Sb (ug/l)	As (ug/l)	Cu (ug/l)	Ba (ug/l)	Be (ug/l)	B (ug/L)	Zn (ug/l)	Cd (ug/l)	Co (ug/l)	Cr (ug/l)
Malenščica	7.9.2017	13:15	2,1	<0,2	<1,0	<1,0	13	<0,2	14,5	6,3	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	10.9.2017	19:20	2,7	<0,2	<1,0	<1,0	4,5	<0,2	<10,0	5,7	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	11.9.2017	9:20	3,1	<0,2	<1,0	<1,0	6,2	<0,2	<10,0	2,3	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	11.9.2017	16:55	6,3	<0,2	<1,0	<1,0	5,3	<0,2	<10,0	8,2	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	12.9.2017	7:50	5,0	<0,2	<1,0	<1,0	7,2	<0,2	<10,0	7,0	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	12.9.2017	18:30	3,1	<0,2	<1,0	<1,0	6,6	<0,2	<10,0	5,9	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	13.9.2017	7:50	3,4	<0,2	<1,0	<1,0	6,4	<0,2	<10,0	7,2	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	13.9.2017	17:50	3,0	<0,2	<1,0	<1,0	6,5	<0,2	<10,0	4,0	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	14.9.2017	12:00	3,2	<0,2	<1,0	<1,0	3,9	<0,2	<10,0	5,4	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	15.9.2017	10:40	6,2	<0,2	<1,0	1,0	4,0	<0,2	<10,0	3,8	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	15.9.2017	17:00	4,7	<0,2	<1,0	1,7	5,0	<0,2	<10,0	4,3	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	15.9.2017	23:00	6,7	<0,2	<1,0	<1,0	5,5	<0,2	<10,0	7,2	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	16.9.2017	5:00	13	<0,2	<1,0	<1,0	5,5	<0,2	<10,0	6,8	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	16.9.2017	11:00	4,4	<0,2	<1,0	<1,0	9,4	<0,2	<10,0	3,4	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	16.9.2017	17:00	10,7	<0,2	<1,0	<1,0	6,3	<0,2	<10,0	12,6	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	16.9.2017	23:00	4,7	<0,2	<1,0	<1,0	4,9	<0,2	<10,0	2,7	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	17.9.2017	5:00	6,1	<0,2	<1,0	<1,0	4,9	<0,2	<10,0	4,8	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	17.9.2017	11:00	7,5	<0,2	<1,0	1,0	4,9	<0,2	<10,0	6,9	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	17.9.2017	17:00	7,9	<0,2	<1,0	<1,0	4,8	<0,2	<10,0	10	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	17.9.2017	23:00	7,5	<0,2	<1,0	<1,0	4,6	<0,2	<10,0	4,3	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	18.9.2017	13:00	7,2	<0,2	<1,0	<1,0	5,1	<0,2	<10,0	9,5	<0,1	<0,2	<1,0
Malenščica	21.9.2017	11:00	5,9	<0,2	<1,0	<1,0	5,0	<0,2	<10,0	7,1	<0,1	<0,2	<1,0

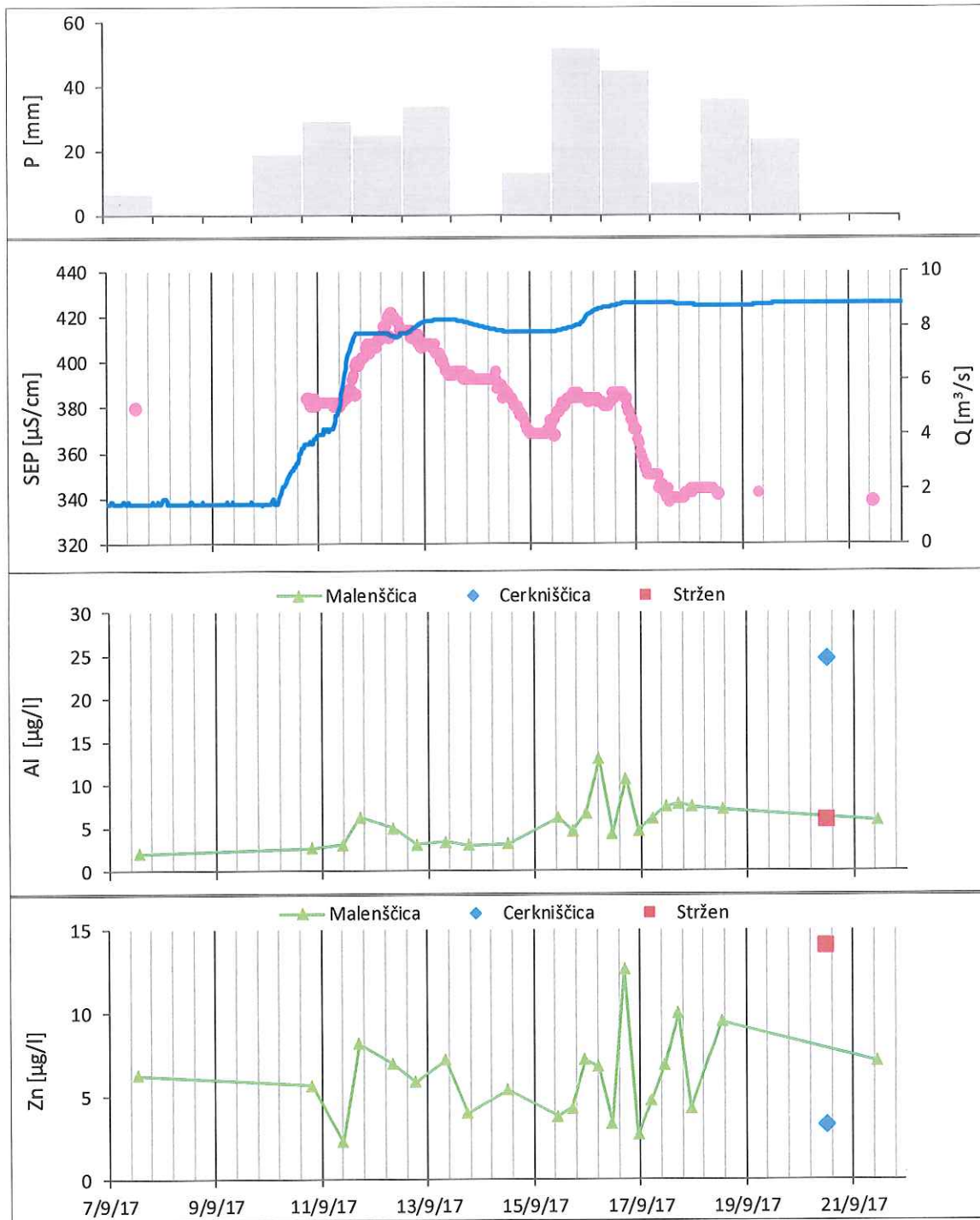
Merno mesto	Datum	Ura	Mo (ug/l)	Ni (ug/l)	Se (ug/l)	Ag (ug/l)	Pb (ug/l)	Tl (ug/l)	Te (ug/l)	V (ug/l)	Fe (ug/l)	Hg (ug/l)	Mn (ug/l)
Malenščica	7.9.2017	13:15	0,7	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2
Malenščica	10.9.2017	19:20	0,6	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2
Malenščica	11.9.2017	9:20	0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2
Malenščica	11.9.2017	16:55	0,7	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2
Malenščica	12.9.2017	7:50	0,6	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2
Malenščica	12.9.2017	18:30	0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2
Malenščica	13.9.2017	7:50	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2
Malenščica	13.9.2017	17:50	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2
Malenščica	14.9.2017	12:00	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2
Malenščica	15.9.2017	10:40	0,4	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2
Malenščica	15.9.2017	17:00	0,6	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2
Malenščica	15.9.2017	23:00	0,8	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2
Malenščica	16.9.2017	5:00	0,8	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2
Malenščica	16.9.2017	11:00	1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2
Malenščica	16.9.2017	17:00	0,6	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	0,2

Merno mesto	Datum	Ura	Mo (ug/l)	Ni (ug/l)	Se (ug/l)	Ag (ug/l)	Pb (ug/l)	Tl (ug/l)	Te (ug/l)	V (ug/l)	Fe (ug/l)	Hg (ug/l)	Mn (ug/l)
Malenščica	16.9.2017	23:00	0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2
Malenščica	17.9.2017	5:00	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2
Malenščica	17.9.2017	11:00	0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2
Malenščica	17.9.2017	17:00	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2
Malenščica	17.9.2017	23:00	0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2
Malenščica	18.9.2017	13:00	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2
Malenščica	21.9.2017	11:00	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<0,5	<1,0	<1,0	<1,0	<10,0	<15	<0,2

V večini vzorcev so bile koncentracije analiziranih kovin pod mejo določljivosti analizne metode, zato sta kot primera spreminjanja koncentracij v času vodnega vala na sliki spodaj prikazana grafa za aluminij (Al) in cink (Zn). Spreminjanje hidroloških razmer je predstavljeno z dnevnimi padavinami na ARSO postaji Postojna (P) in pretoki izvira Malenščica (Q). Prikazane so tudi vrednosti specifične električne prevodnosti (SEP), ki jo lahko dokaj enostavno merimo na terenu in odraža spreminjanje kakovosti izvira.

Koncentracije kovin se v času vodnega vala značilno spreminjajo (Al med 2,1 in 13 µg/l in Zn med 2,3 in 12,6 µg/l). Spremembe so vzporedne naraščanju SEP, ki odraža iztiskanje dalj časa uskladiščene vode iz kraškega vodonosnika. Za nadaljnje izvajanje monitoringa je torej smiselno, da v času vodnega vala za analizo izberemo vzorce v času naraščanja SEP, saj bomo na ta način bolj zanesljivo zaznali morebitno poslabšanje kakovosti vode na izviru.

Zaradi zahtevnosti podrobnega vzorčenja in večjega števila opravljenih analiz vzorcev izvira Malenščice je bil za analizo vsebnosti kovin jeseni 2017 odvzet samo po en vzorec na vsakem od ostalih mernih mest. Vzorčenje je bilo opravljeno 20.9.2017 v obdobju višjega vodostaja, ko so koncentracije onesnaževal zaradi razredčenja z novo infiltrirano padavinsko vodo že nižje, torej je bila zabeležena kakovost vode izven območja vpliva vadišča (gorvodno) relativno višja. Vendar se je pokazalo, da je bila v območju izven vpliva v primerjavi z izvirom Malenščica kakovost glede na parameter Al slabša v Cerkniščici, glede na parameter Zn pa v Strženu (slika 12).



Slika 12: Analiza sprememb vsebnosti izbranih kovin (aluminij – Al in cink – Zn) v izviru Malenščica v času vodnega vala v septembru 2017. Prikazane so dnevne padavine na ARSO postaji Postojna (P), pretoki izvira Malenščica (Q) in vrednosti specifične električne prevodnosti (SEP) v izviru Malenščica. Analiza vsebnosti Al in Zn izven vplivnega območja vadišča je bila opravljena v Cerknjščici in Strženu 20.9.2017.

9. IZRAČUN SPREMEMBE VSEBNOSTI ONESNAŽEVAL V VODI

V skladu s Programom obratovalnega monitoringa podzemnih vod na Osrednjem vadišču slovenske vojske (OSVALD) Postojna smo izračunali spremembe vsebnosti onesnaževal v vodi med mernimi mesti pred in za vadišči in s tem ugotavljali morebitno spremembo kvalitete podzemne vode, ki jo povzroča posamezno vadišče. Izračunane spremembe vsebnosti onesnaževal smo, kakor je zahtevano v omenjenem Programu, primerjali z opozorilnimi spremembami navedenimi v Tabeli 1, Priloge 2, Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur.l. RS, št. 49/06 in št. 114/09). Ta Pravilnik je do 31. decembra 2019 v nekaterih členih veljaven še samo za odlagališča. Nadomestil ga je Pravilnik o obratovalnem monitoringu stanja podzemne vode (Ur.l. RS, št. 66/17 in št. 4/18), kjer takšno vrednotenje ni več predvideno.

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

V kolikor je sprememba vsebnosti onesnaževala v podzemni vodi manjša od opozorilne spremembe, vir onesnaževanja ne vpliva na kakovost podzemne vode. Vir onesnaževanja pa ima vpliv na kakovost podzemne vode, če je sprememba vsebnosti onesnaževala v podzemni vodi enaka ali večja od opozorilne spremembe.

Spremembo vsebnosti onesnaževala v podzemni vodi smo izračunali kot razmerje med 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 in št. 114/09:

Izračun spremembe vsebnosti onesnaževala:

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

kjer je :

d.....sprememba vsebnosti onesnaževala (%)

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

⇒ na vplivnem območju vadišča Poček: **MM-1-1, MM-1-2, MM-2**

⇒ na vplivnem območju vadišča Bač: **MM-4, MM-6**

C_{N2}..... povprečna vrednost koncentracije onesnaževala, izmerjenega izven vplivnega območja.

⇒ za območje vadišča Poček: **MMN-1, MMN-2**

⇒ za območje vadišča Bač: **MMN-4**

Povprečna vrednost **C_{N2}** se izračuna kot povprečje rezultatov meritev, izmerjenih na mernem mestu v zadnjih petih letih, če pa teh za to obdobje ni, pa povprečje rezultatov meritev, izmerjenih v obdobju izvajanja obratovalnega monitoringa.

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.l. RS, št. 49/06 in št. 114/09).

Opozorilna sprememba je za onesnaževala, za katera je vrednost C_{N_2} 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.l. RS, št. 49/06, 114/09).

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 iz Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur.l. RS, št. 49/06 in št. 114/09) smo pri izračunu za koncentracijo tega onesnaževala upoštevali vrednost, ki je enaka polovici meje zaznavnosti iz omenjenega Pravilnika, razen za onesnaževalo, ki se izraža kot vsota koncentracij več onesnaževal, za katerega se za koncentracijo upošteva vrednost nič.

Za vadišče Bač se spremembe vrednosti posameznih onesnaževal niso računale, ker ni bilo vode na mernih 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 in vrednotenje spremembe vsebnosti onesnaževal v podzemni vodi glede na opozorilne spremembe – vadišče Poček

Vzorčenje v letu 2017 – 11.5.2017

V letu 2017 je bilo izvedena ena meritev dne 11.5.2017. Pri izračunu opozorilnih sprememb smo za merno mesto izven vplivnega območja uporabili koncentracijo posameznega parametra izmerjenega v istem dnevu.

Vrednotenje glede na merno mesto Cerknjščica (MMN-1)

Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal za merna mesta Malenščica (MM-1-1 in MM-1-2) in Kotličiči (MM-2) glede na merno mesto Cerknjščica (MMN-1) kaže, da ob vzorčenju 11.5.2017 posamezni parametri niso presegali opozorilnih sprememb iz Tabele 1, Priloga 2, Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur.l. RS, št. 49/06 in št. 114/09).

Tabela 23: Izračun spremembe vrednosti (SV) posameznih onesnaževal – OSNOVNI 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)

OSNOVNI PARAMETRI		Meja zaznavnosti	Opozorilna sprememba (%) A	Opozorilna sprememba (%) B	Cerkniščica 11.5.2017 MMN-1	Malenščica 11.5.2017 SV (MM-1-1)	Malenščica 11.5.2017 SV (MM-1-2)	Kotliči 11.5.2017 SV (MM-2)
kalcij	mg/l Ca	1	100	50	56,1	9 %	9 %	10 %
hidrogen karbonat	mg/l HCO ₃	3	100	50	183	5 %	-	-
nitriti	mg/l NO ₂	1	100	50	1,69	87 %	89 %	20 %

Tabela 24: Izračun spremembe vrednosti (SV) 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	Cerkniščica 11.5.2017 MMN-1	Malenščica 11.5.2017 SV (MM-1-1)	Malenščica 11.5.2017 SV (MM-1-2)	Kotliči 11.5.2017 SV (MM-2)
svinec	µg Pb/l	1	300	100	<0,5	140 %	0 %	0 %
cink	µg Zn/l	5	300	100	5,3	-	33 %	-
barij	µg Ba/l	10	300	100	9,1	-	7 %	-
aluminij	µg Sb/l	1	300	150	3,1	-	4 %	-

Vrednotenje glede na merno mesto Stržen (MMN-2)

Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal za merno mesto Malenščica (MM-1-1) glede na merno mesto Stržen (MMN-2) kaže, da so bile ob vzorčenju 11.5.2017 presežene opozorilne spremembe naslednjih parametrov:

- nitrat (132 %; opozorilna sprememba A za nitrat = 100 %).

Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal za merno mesto Malenščica (MM-1-2) glede na merno mesto Stržen (MMN-2) kaže, da so bile ob vzorčenju 11.5.2017 presežene opozorilne spremembe naslednjih parametrov:

- nitrat (135 %; opozorilna sprememba A za nitrat = 100 %).

Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal za merno mesto Kotliči (MM-2), glede na merno mesto Stržen (MMN-2) kaže, da ob vzorčenju 11.5.2017 posamezni parametri niso presegali opozorilnih sprememb iz Tabele 1, Priloga 2, Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur.l. RS, št. 49/06 in št. 114/09).

Tabela 25: Izračun spremembe vrednosti (SV) 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 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)
amonij	mg/l NH ₄	0,01	200	100	0,10	-	-	30%
natrij	mg/l Na	1	500	1000	1,40	0 %	7 %	-
kalij	mg/l K	1	500	1000	0,40	375 %	125 %	-
kalcij	mg/l Ca	1	100	50	59,0	4 %	4 %	4 %
hidrogen karbonat	mg/l HCO ₃	3	100	50	146	32 %	8%	-
nitрати	mg/l NO ₃	1	100	50	1,36	132 %	135 %	49 %
sulfati	mg/l SO ₄	1	500	1000	2,44	33 %	17 %	1 %
kloridi	mg/l Cl	1	500	1000	2,22	35 %	14 %	-

Tabela 26: Izračun spremembe vrednosti (SV) 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)
svinec	µg Pb/l	1	300	100	<0,5	140 %	0 %	0 %
cink	µg Zn/l	5	300	100	<2,0	84 %	144 %	24 %
barij	µg Ba/l	10	300	100	4,0	13 %	7 %	5 %
aluminij	µg Al/l	1	300	150	3,2	-	4 %	-

Vzorčenje v letu 2019

V letu 2019 sta bili izvedeni dve meritvi v dveh zaporednih dneh. Pri izračunu opozorilnih sprememb smo, glede na zahteve iz Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur.l. RS, št. 49/06 in št. 114/09), za merno mesto izven vplivnega območja koncentracijo posameznega parametra izračunali kot povprečno vrednost koncentracije onesnaževala, izmerjenega v vseh dosedanjih meritvah v okviru obratovalnega monitoringa - 11.5.2017, 11.4.2019 in 12.4.2019.

Vzorčenje v letu 2019 – 11.4.2019

Vrednotenje glede na merno mesto Cerknjščica (MMN-1)

Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal za merni mesti Malenščica (MM-1-1 in MM-1-2) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Cerknjščica (MMN-1) kaže, da ob vzorčenju 11.4.2019 posamezni parametri niso presegali opozorilnih sprememb iz Tabele 1, Priloga 2, Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur.l. RS, št. 49/06 in št. 114/09).

Tabela 27: Izračun spremembe vrednosti (SV) posameznih onesnaževal – OSNOVNI PARAMETRI za merno mesto Malenščica (MM-1-1) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Cerknjščica (MMN-1) na vplivnem območju poligona Poček (11.4.2019)

OSNOVNI PARAMETRI		Meja zaznavnosti	Opozorilna sprememba (%) A	Opozorilna sprememba (%) B	Cerkniščica Povprečje 2017-2019 MMN-1	Malenščica 11.4.2019 SV (MM-1-1)	Kotliči 11.4.2019 SV (MM-2)
AOX	ug/l Cl	2	100	50	3,4	13 %	31 %
kalij	mg/l K	1	500	1000	1,77	-	8 %
kalcij	mg/l Ca	1	100	50	58,8	9 %	8 %
nitrat	mg/l NO ₃	1	100	50	2,10	75 %	54 %

Tabela 28: Izračun spremembe vrednosti (SV) posameznih onesnaževal – INDIKATIVNI PARAMETRI za merno mesto Malenščica (MM-1-1) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Cerknjščica (MMN-1) na vplivnem območju poligona Poček (11.4.2019)

INDIKATIVNI PARAMETRI		Meja zaznavnosti	Opozorilna sprememba (%) A	Opozorilna sprememba (%) B	Cerkniščica Povprečje 2017-2019 MMN-1	Malenščica 11.4.2019 SV (MM-1-1)	Kotliči 11.4.2019 SV (MM-2)
nikelj	µg Ni/l	1	300	100	1,39	30 %	23 %
molibden	µg Mo/l	1	300	100	<0,5	20 %	20 %
cink	µg Zn/l	5	300	100	2,43	132 %	48 %

Vrednotenje glede na merno mesto Stržen (MMN-2)

Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal za merno mesto Malenščica (MM-1-1) kaže, da so bile glede na merno mesto Stržen (MMN-2) presežene opozorilne spremembe za parametre:

- hidrogenkarbonati (105 %; opozorilna sprememba B za hidrogenkarbonati = 50 %).
- nitrat (169 %; opozorilna sprememba A za nitrat = 100 %).

Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal za merno mesto Kotliči (MM-2) kaže, da so bile glede na merno mesto Stržen (MMN-2) presežene opozorilne spremembe za parametre:

- magnezij (55 %; opozorilna sprememba B za magnezij = 50 %).
- hidrogenkarbonati (114 %; opozorilna sprememba B za hidrogenkarbonat = 50 %).
- nitrat (137 %; opozorilna sprememba A za nitrat = 100 %).

Tabela 29: Izračun spremembe vrednosti (SV) posameznih onesnaževal – OSNOVNI PARAMETRI za merno mesto Malenščica (MM-1-1) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Stržen (MMN-2) na vplivnem območju poligona Poček (11.4.2019)

OSNOVNI PARAMETRI		Meja zaznavnosti	Opozorilna sprememba (%) A	Opozorilna sprememba (%) B	Stržen Povprečje 2017-2019 MMN-2	Malenščica 11.4.2019 SV (MM-1-1)	Kotliči 11.4.2019 SV (MM-2)
AOX	ug/l Cl	2	100	50	2,5	52 %	76 %
amonij	mg/l NH ₄	0,01	200	100	0,10	50 %	50 %
natrij	mg/l Na	1	500	1000	1,40	107 %	100 %
kalij	mg/l K	1	500	1000	0,40	250 %	375 %
kalcij	mg/l Ca	3	100	50	59,0	9 %	8 %
magnezij	mg/l Mg	1	100	50	8,30	30 %	55 %
hidrogenkarbonati	mg/l HCO ₃	3	100	50	146	105 %	114 %
nitriti	mg/l NO ₂	1	100	50	1,36	169 %	137 %
sulfati	mg/l SO ₄	1	500	1000	2,44	115 %	83 %
kloridi	mg/l Cl	1	500	1000	2,22	135 %	86 %

Tabela 30: Izračun spremembe vrednosti (SV) posameznih onesnaževal – INDIKATIVNI PARAMETRI za merno mesto Malenščica (MM-1-1) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Stržen (MMN-2) na vplivnem območju poligona Poček (11.4.2019)

INDIKATIVNI PARAMETRI		Meja zaznavnosti	Opozorilna sprememba (%) A	Opozorilna sprememba (%) B	Stržen Povprečje 2017-2019 MMN-2	Malenščica 11.4.2019 SV (MM-1-1)	Kotliči 11.4.2019 SV (MM-2)
molibden	µg Mo/l	1	300	100	<0,5	20 %	20 %
cink	µg Zn/l	5	300	100	<2,0	132 %	48 %

Vzorčenje v letu 2019 – 12.4.2019

Vrednotenje glede na merno mesto Cerknjščica (MMN-1)

Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal za merni mesti Malenščica (MM-1-1 in MM-1-2) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Cerknjščica (MMN-1) kaže, da ob vzorčenju 12.4.2019 posamezni parametri niso presegali opozorilnih sprememb iz tabele 1, Priloga 2, Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur.l. RS, št. 49/06 in št. 114/09).

Tabela 31: Izračun spremembe vrednosti (SV) posameznih onesnaževal – OSNOVNI PARAMETRI za merno mesto Malenščica (MM-1-1) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Cerknjščica (MMN-1) na vplivnem območju poligona Poček (12.4.2019)

OSNOVNI PARAMETRI		Meja zaznavnosti	Opozorilna sprememba (%) A	Opozorilna sprememba (%) B	Cerkniščica Povprečje 2017-2019 MMN-1	Malenščica 12.4.2019 SV (MM-1-1)	Kotliči 12.4.2019 SV (MM-2)
TOC	mg/l C	0,5	100	50	2,56	-	34 %
AOX	ug/l Cl	2	100	50	3,4	-	37 %
kalcij	mg/l Ca	1	100	50	58,8	8 %	9 %
nitрати	mg/l NO ₃	1	100	50	2,10	67 %	51 %

Tabela 32: Izračun spremembe vrednosti (SV) posameznih onesnaževal – INDIKATIVNI PARAMETRI za merno mesto Malenščica (MM-1-1) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Cerknjščica (MMN-1) na vplivnem območju poligona Poček (12.4.2019)

INDIKATIVNI PARAMETRI		Meja zaznavnosti	Opozorilna sprememba (%) A	Opozorilna sprememba (%) B	Cerkniščica Povprečje 2017-2019 MMN-1	Malenščica 12.4.2019 SV (MM-1-1)	Kotliči 12.4.2019 SV (MM-2)
nikelj	µg Ni/l	1	300	100	1,39	15 %	45 %
cink	µg Zn/l	5	300	100	2,43	-	16 %

Vrednotenje glede na merno mesto Stržen (MMN-2)

Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal za merno mesto Malenščica (MM-1-1) kaže, da so bile glede na merno mesto Stržen (MMN-2) presežene opozorilne spremembe za parametre:

- hidrogenkarbonati (108 %; opozorilna sprememba B za hidrogenkarbonati = 50 %).
- nitrat (158 %; opozorilna sprememba A za nitrat = 100 %).
- ortofosfati (140 %; opozorilna sprememba A za fosfati = 100 %).

Izračun spremembe vrednosti posameznih onesnaževal za merno mesto Kotliči (MM-2), kaže, da so bile glede na merno mesto Stržen (MMN-2) presežene opozorilne spremembe za parametre:

- hidrogenkarbonati (112 %; opozorilna sprememba B za hidrogenkarbonati = 50 %).
- nitrat (132 %; opozorilna sprememba A za nitrat = 100 %).

Tabela 33: Izračun spremembe vrednosti (SV) posameznih onesnaževal – OSNOVNI PARAMETRI za merno mesto Malenščica (MM-1-1) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Stržen (MMN-2) na vplivnem območju poligona Poček (12.4.2019)

OSNOVNI PARAMETRI		Meja zaznavnosti	Opozorilna sprememba (%) A	Opozorilna sprememba (%) B	Stržen Povprečje 2017-2019 MMN-2	Malenščica 12.4.2019 SV (MM-1-1) (%)	Kotliči 12.4.2019 SV (MM-2) (%)
TOC	mg/l C	0,5	100	50	3,02	-	13 %
AOX	ug/l Cl	2	100	50	2,5	-	84 %
amonij	mg/l NH ₄	0,01	200	100	0,10	30 %	30 %
natrij	mg/l Na	1	500	1000	1,40	171 %	79 %
kalij	mg/l K	1	500	1000	0,40	200 %	200 %
kalcij	mg/l Ca	3	100	50	59,0	7 %	9 %
magnezij	mg/l Mg	1	100	50	8,30	25 %	37 %
železo	mg/l Fe	1	300	150	12,9	16 %	-
hidrogenkarbonati	mg/l HCO ₃	3	100	50	146	108 %	112 %
nitriti	mg/l NO ₂	1	100	50	1,36	158 %	132 %
sulfati	mg/l SO ₄	1	500	1000	2,44	124 %	75 %
kloridi	mg/l Cl	1	500	1000	2,22	158 %	88 %
ortofosfati	mg/l PO ₄	0,05	100	50	<0,05	140 %	0 %

Tabela 34: Izračun spremembe vrednosti (SV) posameznih onesnaževal – INDIKATIVNI PARAMETRI za merno mesto Malenščica (MM-1-1) in Kotliči (MM-2) glede na merno mesto Stržen (MMN-2) na vplivnem območju poligona Poček (12.4.2019)

INDIKATIVNI PARAMETRI		Meja zaznavnosti	Opozorilna sprememba (%) A	Opozorilna sprememba (%) B	Stržen Povprečje 2017-2019 MMN-2	Malenščica 12.4.2019 SV (MM-1-1)	Kotliči 12.4. 019 SV (MM-2)
cink	µg Zn/l	5	300	100	<2,0	-	16 %
barij	µg Ba/l	10	300	100	4,0	2 %	-

10. MNENJE IN OCENA

10.1 Mnenje in ocena – SEDIMENT

Pri vrednotenju osnovnih parametrov onesnaženosti sedimenta smo upoštevali Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur.l. RS, št. 68/96), ki določa mejne, opozorilne in kritične imisijske vrednosti nevarnih snovi v tleh:

- Mejna imisijska vrednost pomeni gostoto posamezne nevarne snovi v tleh, ki pomeni takšno obremenitev tal, da se zagotavljajo življenjske razmere za rastline in živali, in pri katerih se ne poslabšuje kakovost podtalnice ter rodovitnost tal. Pri tej vrednosti so učinki ali vplivi na zdravje človeka ali okolja še sprejemljivi.
- Opozorilna imisijska vrednost pomeni gostoto posamezne nevarne snovi v tleh, ki pomeni pri določenih vrstah rabe tal verjetnost škodljivih učinkov ali vplivov na zdravje človeka ali okolja.
- Kritična imisijska vrednost pomeni določeno koncentracijo nevarnih snovi, pri katerih tla niso primerna za pridelavo rastlin, namenjenih prehrani ljudi in živali in za zadrževanje ali filtriranje padavinske vode. Pri tej vrednosti se izvajajo ukrepi spremembe rabe tal in ukrepi sanacije zaradi onesnaženja degradiranih tal.

10.1.1 Mnenje in ocena - I. faza – izbira mernih 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 Kotlički v Rakovem Škocjanu. 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 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 (presežena opozorilna imisijska vrednost za arzen in mejna imisijska vrednost za nikelj), v Cerknishčici in Raku pa značilno povišanih koncentracij nismo zaznali. Na osnovi teh rezultatov in glede na poznavanje hidrogeoloških značilnosti območja je bilo predlagano, da se za določitev vrednosti, izmerjenih izven vplivnega območja vojaškega vadišča Poček, izbere merni 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 (MM-3), Trnski izvir (MM4) in Žejski izvir (MM-5) ter površinski tok Pivke pri Kleniku (MM-6)**. Na vseh lokacijah smo odvzeli vzorec sedimenta in opravili kemijsko analizo. Rezultati so pokazali na nekoliko višje vrednosti večine analiziranih parametrov. Na mernem mestu Mišnik je bila presežena opozorilna imisijska vrednost za nikelj in mejna imisijska vrednost za kadmij, na mernem mestu Trnski izvir je bila

presežena opozorilna imisijska vrednost za nikelj in mejna imisijska vrednost za arzen, kadmij in krom, na mernem mestu Žejski izvir je bila presežena opozorilna imisijska vrednost za nikelj in mejna imisijska vrednost za kadmij in krom, na mernem mestu Pivka pa so bile presežene mejne imisijske vrednosti za celotne ogljikovodike, kadmij in cink.

Razlike med posameznimi mernimi 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 smo zato predlagali, da kot najbolj reprezentativni merni 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 merno mesto za ovrednotenje vpliva vadišča Bač.

10.1.2 Mnenje in ocena II. faza - SEDIMENT

V tabeli 12 so podani rezultati analiz odvzetih vzorcev sedimenta 11.5.2017; v tabeli 13 so podani rezultati analiz odvzetih vzorcev sedimenta 20.9.2017; v tabeli 14 pa so podani rezultati analiz odvzetih vzorcev sedimenta 8.10.2018.

Rezultati opravljenih analiz, upoštevajoč Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, št. 68/96) kažejo, da so vsebnosti anorganskih onesnažil (živo srebro, svinec, arzen, nikelj, kadmij, baker, cink, krom) in organskih onesnažil (celotni ogljikovodiki) na splošno nižje od predpisane mejne imisijske vrednosti za posamezen parameter vendar pa občasno prihaja do preseganj.

V odvzetih vzorcih sedimenta 11.5.2017 sta bili na mernem mestu Kotličiči (izvir) preseženi mejni imisijski vrednosti za arzen in kadmij, na mernem mestu Trnski izvir je bila presežena mejna imisijska vrednost za nikelj, na mernem mestu Pivka (med mostom na cesti Pivka-Klenik) za celotne ogljikovodike, kadmij, baker in cink ter na mernem mestu Pivka (izvir) je bila presežena opozorilna imisijska vrednost za kadmij in mejna imisijska vrednost za nikelj.

V odvzetih vzorcih sedimenta 20.9.2017 je bila na mernem mestu Trnski izvir presežena opozorilna imisijska vrednost za nikelj in mejna imisijska vrednost za arzen, na mernem mestu Pivka (med mostom na cesti Pivka-Klenik) je bila presežena mejna imisijska vrednost za nikelj in kadmij, na mernem mestu Pivka (izvir) pa je bila presežena opozorilna imisijska vrednost za nikelj in kadmij ter mejna imisijska vrednost za arzen in krom.

V odvzetih vzorcih sedimenta 8.10.2018 je bila na mernem mestu Malenščica (izvir) presežena mejna imisijska vrednost za živo srebro, na mernem mestu Kotličiči (izvir) je bila presežena mejna imisijska vrednost za celotne ogljikovodike in cink, na mernem mestu

Trnski izvir je bila presežena mejna imisijska vrednost za nikelj, na mernem mestu Pivka (med mostom na cesti Pivka-Klenik) je bila presežena kritična imisijska vrednost za nikelj, opozorilna imisijska vrednost za cink in mejna imisijska vrednost za arzen ter na mernem mestu Pivka (izvir) opozorilna imisijska vrednost za nikelj in mejna imisijska vrednost za celotne ogljikovodike.

10.2 Mnenje in ocena - II. faza - VOĐE

10.2.1 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 in št. 51/17*). Iz rezultatov analiz vzorcev vode na vplivnem območju vojaškega poligona Poček in vadišča Bač (vzorci odvzeti 11.5.2017, 20.9.2017, 11.4.2019 in 12.4.2019), ki so podani v Tabelah 18 do 21, je razvidno, da posamezni analizirani parametri na nobenem mernem 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 in št. 51/17*), z izjemo parametrov amonij in nitrat v odvzetem vzorcu na MM-6 Pivka (med mostom na cesti Pivka – Klenik) ter nikelj (MMN-2 Stržen (pred ponorom Svinjska jama)) 11.4.2019.

Primerjave kažejo, da so vsebnosti posameznih analiziranih parametrov bistveno nižje od predpisanih mejnimih vrednosti za pitne vode oziroma za posamezne parametre pod mejo določljivosti za analizno metodo.

10.2.2 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, 20.9.2017, 11.4.2019 in 12.4.2019), ki so podani v Tabelah 18 do 21, je razvidno, da posamezni analizirani parametri na nobenem mernem mestu ne presegajo predpisane letne povprečne vrednosti parametra kemijskega stanja v vodi (LP-OSK) oziroma največje dovoljene koncentracije parametra kemijskega stanja v vodi (NDK-OSK) iz Uredbe o stanju površinskih voda (Ur.l. RS, št. 14/09, št. 98/19, št. 96/13 in št. 24/16), z izjemo parametra nitrat v odvzetem vzorcu na MM-6 Pivka (med mostom na cesti pivka – Klenk) ter nikelj (MMN-2 Stržen (pred ponorom Svinjska jama)) 11.4.2019, kjer je presežena LP-OSK.

Primerjave kažejo, da so vsebnosti posameznih analiziranih parametrov bistve nižje od predpisanih letnih povprečnih vrednosti (LP-OSK) in predpisanih največjih dovoljenih koncentracij parametra kemijskega stanja v vodi (NDK-OSK) oziroma za posamezne parametre pod mejo določljivosti za analizno metodo.

Rezultati analiz odvzetih vzorcev v različnih časovnih obdobjih od 10.5.2017 do 11.5.2017 (tabela 15) so pokazali, da je bila večina analiziranih parametrov pod mejo določljivosti 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 določljivosti analizne metode.

Rezultati analiz odvzetih vzorcev v različnih časovnih obdobjih od 19.9.2017 do 20.9.2017 (tabela 16) so pokazali, da je bila večina analiziranih parametrov pod mejo določljivosti metode; le vsebnosti železa pri vzorcu A (13,3 µg Fe/l), cinka (4,1 - 12,3 µg Zn/l), barija (4,8 - 5,4 µg Ba/l), aluminija (4,4 - 6,1 µg Al/l), selena pri vzorcih A in B (1,7 in 1,3 µg Se/l), bakra pri vzorcih A in B (1,5 in 1,1 µg Cu/l), molibdena pri vzorcu A (0,7 µg Mo/l) in kroma pri vzorcih A in C (1,3 in 3,1 µg Cr/l) so bile nekoliko nad mejo določljivosti analizne metode.

Rezultati analiz odvzetih vzorcev v različnih časovnih obdobjih od 11.4.2019 do 12.4.2019 (tabela 17) so pokazali, da je bila večina analiziranih parametrov pod mejo določljivosti metode; le vsebnosti niklja (0,09 – 0,18 µg Ni/l), molibdena pri vzorcu B in H (0,5 µg Mo/l), barija (4,6 - 4,8 µg Ba/l) in aluminija (14,4 – 23,8 µg Al/l) so bile nekoliko nad mejo določljivosti analizne metode.

10.2.3 Vrednotenje spremembe vsebnosti onesnaževal v vodi - preseganje opozorilnih sprememb

Spremembe vsebnosti onesnaževal v vodi smo lahko izračunali samo za območje vadišča Poček. Na mernih mestih vadišča Bač je bilo zaradi nizkega vodostaja vzorce vode mogoče odvzeti samo na lokaciji Pivka (med mostom na cesti Pivka - Klenik, zaradi česar sprememb vrednosti ni bilo mogoče izračunati.

Vrednotenje spremembe vsebnosti onesnaževal v podzemni vodi na območju vadišča Poček je pokazalo, da pri večini parametrov ni prišlo do preseganja opozorilnih sprememb iz tabele 1, Priloga 2, Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur.l. RS, št. 49/06, št. 114/09) tako ob vzorčenjih v letu 2017 kot v letu 2019. Do preseganj je prišlo samo pri nekaterih osnovnih parametrih in sicer samo glede na merno mesto Stržen (MMN-2): nitrati, hidrogenkarbonati, ortofosfat in magnezij. Glede na merno mesto Cerknjščica (MMN-1) preseganj opozorilnih sprememb ni bilo.

Ob vzorčenju v letu 2017 so bile glede na merno mesto Stržen (MMN-2) presežene samo opozorilne spremembe za parameter nitrat na obeh mernih mestih na Malenščici (MM-1-1 in MM-1-2). Na mernem mestu Kotlički (MM-2) preseganj ni bilo zaznati.

V letu 2019 pa sta ob obeh vzorčenjih glede na merno mesto Stržen (MMN-2) na obeh mernih mestih Malenščica (MM-1-1) in Kotlički (MM-2) opozorilno vrednost presegala parametra hidrogenkarbonat in nitrati. V prvem dnevu vzorčenja (11. 4. 2019) je opozorilno spremembo presegal tudi parameter magnezij na mernem mestu Kotlički (MM-2), v drugem dnevu vzorčenja (12. 4. 2019) pa parameter ortofosfati na mernem mestu Malenščica (MM-1-1), oba v primerjavi z mernim mestom Stržen (MMN-2).

Poudariti je treba, da so razlike med letoma 2017 (ERICo Velenje, DP 84/08/18, april 2018) in 2019 lahko med drugim tudi odraz tega, da smo pri izračunu opozorilnih sprememb uporabili različne vrednosti parametrov na mernih mestih izven vplivnega območja. Glede na zahteve Pravilnika o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode (Ur.l. RS, št. 49/06 in št. 114/09) se povprečna vrednost na mernem mestu izven vplivnega območja izračuna kot povprečje rezultatov meritev, izmerjenih na mernem mestu v zadnjih petih letih, če pa teh za to obdobje ni, pa povprečje rezultatov meritev, izmerjenih v obdobju izvajanja obratovalnega monitoringa. Pri izračunu opozorilnih sprememb smo tako v letu 2017 za merni mesti izven vplivnega območja uporabili koncentracijo posameznega parametra izmerjenega v istem dnevu, v letu 2019 pa smo izračunali povprečno vrednost koncentracije parametra, izmerjenega v vseh dosedanjih meritvah v okviru obratovalnega monitoringa - 11.5.2017, 11.4.2019 in 12.4.2019.

Povišane vsebnosti parametrov (nitrati, hidrogenkarbonati, ortofosfat in magnezij), za katere so bile na mernih mestih Malenščica (MM-1-1 in MM-1-2) in Kotlički (MM2) ugotovljene presežene opozorilne spremembe, zaradi drugih možnih vplivov ne moremo zanesljivo povezati z aktivnostmi na vojaškem vadišču.

11. POVZETEK

Glavna smer odtekanja z območja vadišča Poček je proti izviro 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 njuni 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 kažejo na nekoliko večjo obremenjenost Stržena (presežena opozorilna imisijska vrednost za arzen in mejna imisijska vrednost za nikelj), v Cerknishčici in Raku pa značilno povišanih koncentracij nismo zaznali. Na osnovi teh rezultatov in glede na poznavanje hidrogeoloških značilnosti območja je bilo predlagano, da se za določitev vrednosti, izmerjenih izven vplivnega območja vojaškega vadišča Poček, izbere merni 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 (MM-3)**, **Trnski izvir (MM-4)** in **Žejski izvir (MM-5)** ter **površinski tok Pivke pri Kleniku (MM-6)**. Na vseh lokacijah smo odvzeli vzorec sedimenta in opravili kemijsko analizo. Rezultati so pokazali na nekoliko višje vrednosti večine analiziranih parametrov. Na mernem mestu Mišnik je bila presežena opozorilna imisijska vrednost za nikelj in mejna imisijska vrednost za kadmij, na mernem mestu Trnski izvir je bila presežena opozorilna imisijska vrednost za nikelj in mejna imisijska vrednost za arzen, kadmij in krom, na mernem mestu Žejski izvir je bila presežena opozorilna imisijska vrednost za nikelj in mejna imisijska vrednost za kadmij in krom, na mernem mestu Pivka pa so bile presežene mejne imisijske vrednosti za celotne ogljikovodike, kadmij in cink.

Razlike med posameznimi mernimi mesti pa niso posebej izrazite. 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 smo zato predlagali, da kot najbolj reprezentativni merni 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 merno mesto za ovrednotenje vpliva vadišča Bač.

11.1 Zaključki za vadišče Poček

Rezultati opravljenih analiz sedimenta, upoštevajoč Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, št. 68/96) kažejo, da so vsebnosti anorganskih onesnažil (živo srebro, svinec, arzen, nikelj, kadmij, baker, cink, krom) in organskih onesnažil (celotni ogljikovodiki) na splošno nižje od predpisane mejne imisijske vrednosti za posamezen parameter vendar pa občasno prihaja do preseganj.

- V odvzetih vzorcih sedimenta 11.5.2017 sta bili na mernem mestu Kotliči (izvir) (MM-2) preseženi mejni imisijski vrednosti za arzen in kadmij.
- V odvzetih vzorcih sedimenta 8.10.2018 je bila na mernem mestu Malenščica (izvir) (MM-1) presežena mejna imisijska vrednost za živo srebro, na mernem mestu Kotliči (izvir) (MM-2) je bila presežena mejna imisijska vrednost za celotne ogljikovodike in cink.

Iz rezultatov analiz vzorcev vode na vplivnem območju vojaškega poligona Poček je razvidno, da posamezni analizirani parametri na nobenem mernem mestu ne presegajo mejnih vrednosti za pitne vode iz *Pravilnika 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 št. 51/17)* oziroma predpisanih letnih povprečnih vrednosti (LP-OSK) in predpisanih največjih dovoljenih koncentracij parametra kemijskega stanja v vodi (NDK-OSK) iz *Uredbe o stanju površinskih vod (Ur.l RS, št. 14/09, št. 98/10, št. 96/13, in št. 24/16)*, z izjemo parametra nikelj (MMN-2 Stržen (pred ponorom Svinjska jama)) v odvzetem vzorcu 11.4.2019.

Primerjave kažejo, da so vsebnosti posameznih analiziranih parametrov bistveno nižje od predpisanih mejnih vrednosti za pitne vode oziroma površinske vode (za posamezne parametre pod mejo določljivosti za analizno metodo).

11.2 Zaključki za vadišče Bač

Rezultati opravljenih analiz sedimenta, upoštevajoč Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS, št. 68/96) kažejo, da so vsebnosti anorganskih onesnažil (živo srebro, svinec, arzen, nikelj, kadmij, baker, cink, krom) in organskih onesnažil (celotni ogljikovodiki) na splošno nižje od predpisane mejne imisijske vrednosti za posamezen parameter vendar pa občasno prihaja do preseganj.

- V odvzetih vzorcih sedimenta 11.5.2017 je bila na mernem mestu Trnski izvir (MM-4) presežena mejna imisijska vrednost za nikelj, na mernem mestu Pivka (med mostom na cesti Pivka-Klenik) (MM-6) za celotne ogljikovodike, kadmij, baker in cink ter na mernem mestu Pivka (izvir) (MMN-4) je bila presežena opozorilna imisijska vrednost za kadmij in mejna imisijska vrednost za nikelj.
- V odvzetih vzorcih sedimenta 20.9.2017 je bila na mernem mestu Trnski izvir (MM-4) presežena opozorilna imisijska vrednost za nikelj in mejna imisijska vrednost za arzen, na mernem mestu Pivka (med mostom na cesti Pivka-Klenik) (MM-6) je bila presežena mejna imisijska vrednost za nikelj in kadmij, na mernem mestu Pivka

(izvir) (MMN-4) pa je bila presežena opozorilna imijska vrednost za nikelj in kadmij ter mejna imisijska vrednost za arzen in krom.

- V odvzetih vzorcih sedimenta 8.10.2018 je bila mernem mestu Trnski izvir (MM-4) presežena mejna imisijska vrednost za nikelj, na mernem mestu Pivka (med mostom na cesti Pivka-Klenik) (MM-6) je bila presežena kritična imijska vrednost za nikelj, opozorilna imisijska vrednost za cink in mejna imisijska vrednost za arzen ter na mernem mestu Pivka (izvir) (MMN-4) opozorilna imijska vrednost za nikelj in mejna imisijska vrednost za celotne ogljikovodike.

Iz rezultatov analiz vzorcev vode na vplivnem območju vojaškega poligona Bač je razvidno, da posamezni analizirani parametri na nobenem mernem mestu ne presegajo mejnih vrednosti za pitne vode iz *Pravilnika 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 št. 51/17)* oziroma predpisanih letnih povprečnih vrednosti (LP-OSK) in predpisanih največjih dovoljenih koncentracij parametra kemijskega stanja v vodi (NDK-OSK) iz *Uredbe o stanju površinskih vod (Ur.l. RS, št. 14/09, št. 98/10, št. 96/13, in št. 24/16)*, z izjemo parametrov amonij in nitrat v odvzetem vzorcu na MM-6 Pivka (med mostom na cesti Pivka – Klenik) 11.4.2019.

Primerjave kažejo, da so vsebnosti posameznih analiziranih parametrov bistveno nižje od predpisanih mejnih vrednosti za pitne vode oziroma površinske vode (za posamezne parametre pod mejo določljivosti za analizo metodo).

V vodnih vzorcih izvirov iz vplivnega območja vojaškega poligona Poček in Bač so bile na splošno izmerjene zelo nizke vsebnosti kovin, vendar pri vrednotenju vpliva na vodne vire velja upoštevati, da so bile občasno izmerjene povečane vsebnosti posameznih kovin v sedimentih, zato je nadaljnje spremljanje zelo pomembno in bo lahko dalo bolj zanesljivo oceno. Obseg do sedaj opravljenih meritev je premajhen, da bi lahko naredili kakršen koli zaključek o morebitnih trendih.

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. Al Sayegh-Petkovšek, S., Bole, M., Petrič, M., 2016: Monitoring voda na osrednjem vadišču slovenske vojske (OSVAD), Postojna: vmesno poročilo. DP 19/02/16. ERICo, Velenje.
4. Al Sayegh-Petkovšek, S., Bole, M., Petrič, M., 2017: Monitoring voda na osrednjem vadišču slovenske vojske (OSVAD), Postojna: vmesno poročilo. DP 7/02/17. ERICo, Velenje.
5. Al Sayegh-Petkovšek, S., Bole, M., Petrič, M., 2018: Monitoring voda na osrednjem vadišču slovenske vojske (OSVAD), Postojna: vmesno poročilo. DP 84/08/18. Eurofins ERICo Slovenija, Velenje.
6. 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.
7. Buser, S. & K. Grad & M. Planičar, 1967: Osnovna geološka karta SFRJ, list Postojna 1:100000.- Zvezni geološki zavod, Beograd.
8. Čar, J. & R. Gospodarič, 1984: O geologiji krasa med Postojno, Planino in Cerknico.- *Acta carsologica*, 12, 91-106, Ljubljana.
9. Druks Gajšek, P., Mazej Grudnik, Z., Petrič, M., Vrbič Kugonič. N., 2019: Monitoring voda na osrednjem vadišču slovenske vojske (OSVAD), Postojna: vmesno poročilo. DP 263/08/19. Eurofins ERICo Slovenija, Velenje.
10. Frantar, P. (ur.), 2008: Vodna bilanca Slovenije 1971-2000.- MOP-ARSO, 119 str, Ljubljana.
11. Gospodarič, R. & F. Habe & P. Habič, 1968: Vodni viri za oskrbo Postojne.- Elaborat, IZRK, 114 str, Postojna.
12. Gospodarič, R. & P. Habič, 1976: Underground water tracing. Investigations in Slovenia 1972-1975.- Institute for Karst Research, 312 str, Ljubljana.
13. Gospodarič, R. & P. Habič, 1984: Vodnogospodarske osnove občine Postojna. Poročilo 1. faze 1983.- Elaborat, IZRK, 27 str, Postojna.
14. Habič, P., 1975: Pivka in njena kraška jezera.- *Ljudje in kraji ob Pivki*, 41-50, Kulturna skupnost Postojna.
15. Habič, P., 1985: Vodna gladina v Notranjskem in Primorskem krasu Slovenije.- *Acta carsologica*, 13, 37-74, Ljubljana.
16. Habič, P., 1987: Izviri v Malnih in zaledje vodnih virov v SO Postojna.- Elaborat, IZRK, 75 str, Postojna.
17. Habič, P., 1989: Kraška bifurkacija Pivke na jadransko črnomorskem razvodju.- *Acta carsologica*, 18, 233-264, Ljubljana.
18. 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).
19. Jenko, F., 1959: Poročilo o novejših raziskavah podzemeljskih voda na slovenskem krasu.- *Acta carsologica*, 2, 209-227, Ljubljana.
20. 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.
21. Kogovšek, J., 1999: Nova spoznanja o podzemnem pretakanju vode v severnem delu Javornikov (Visoki kras).- *Acta carsologica*, 28/1, 161-200, Ljubljana.
22. 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.
23. 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.

24. 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.
25. Kovačič, G. & Š. Habič, 2005: Kraška presihajoča jezera Pivke (JZ Slovenija) ob visokih vodah novembra 2000.- *Acta carsologica*, 34/3, 619-649, Ljubljana.
26. Kranjc, A., 1985: Poplavni svet ob Pivki.- Ljudje in kraji ob Pivki, druga knjiga, 155-172, Kulturna skupnost Postojna.
27. Krivic, P. & A. Juren, 1983: Letno poročilo – Hidrogeološke raziskave zaledja zgornje Pivke.- Tipkano poročilo, Geološki zavod Ljubljana.
28. 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
29. Petrič, M., 2002: Characteristics of recharge-discharge relations in karst aquifer.- Založba ZRC, 154 str, Ljubljana.
30. 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.
31. Placer, L., 1999: Prispevek k makrotektonski rajonizaciji mejnega ozemlja med Južnimi Alpami in Zunanji Dinaridi.- *Geologija* 41, 223-255, Ljubljana.
32. Placer, L., Vrabc, M. & B. Celarc, 2010: Osnove razumevanja tektonske zgradbe SZ Dinaridov in polotoka Istre.- *Geologija* 53/1, 55-86, Ljubljana.
33. Pleničar, M., 1970: Tolmač za list Postojna, Osnovna geološka karta 1:100000.- Beograd, 62 str., Zvezni geološki zavod Beograd.
34. Poljak, M., 2000: Strukturno-tektonska karta Slovenije 1:250000.- Mladinska knjiga tiskarna d.d., Ljubljana.
35. Pravilnik o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode, Ur.l RS, št. 49/06 in št. 114/09.
36. Pravilnik o obratovalnem monitoringu onesnaževanja podzemne vode, Ur.l RS, št. 66/17 in št. 4/18.
37. 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 št. 51/17.
38. Prebilič V., 2002: Zavezniške vojaške baze v Republiki Sloveniji, Teorija in praksa, XXXIX (3), 442-453.
39. Prebilič, V., 2001. Temeljni modeli konverzije vojaških objektov (na primeru ZDA, Velike Britanije in Nemčije).- Magistrsko delo. Fakulteta za družbene vede, Univerza v Ljubljani.
40. Prebilič, V., 2004. Vojska kot dejavnik obremenjevanja okolja. Znanstveno delo podiplomskih študentov v Sloveniji, s. 511-519.
41. Pribilič, V. / Oder, K, 2004. Obrambni sistemi in ekologija – vloga severno atlantskega zavezništva. Teorija in praksa, letnik XLI, št. 3-4.: 598-614.
42. Program obratovalnega monitoringa podzemnih vod na Osrednjem vadišču Slovenske vojske (OSVAD) Postojna, ERICo Velenje DP 50a/03/15, avgust 2015.
43. Ravbar, N. & S. Šebela, 2004: The karst periodical lakes of Upper Pivka, Slovenia.- *Acta carsologica*, 33/1, 159-173, Ljubljana.
44. Ravbar, N., 2007: The protection of karst waters – a comprehensive Slovene Approach to vulnerability and contamination risk mapping.- Založba ZRC, 254 str, Ljubljana.
45. Šikić D. & M. Pleničar, 1975: Tumač za list Ilirska Bistrica, Osnovna geološka karta 1:100000.- Beograd, 50 str, Savezni geološki zavod, Beograd.
46. Šikić D., Pleničar M. & M. Šparica, 1972: Osnovna geološka karta SFRJ, list Ilirska Bistrica 1:100000.- Stručno-tehniška redakcija Seizmološkega zavoda SRS, Beograd.
47. Uredba o državnem prostorskem načrtu za Osrednje vadišče Slovenske vojske Postojna, Ur.l RS št. 17/2014.
48. Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, Ur. l. RS, št. 68/96 in št. 41/04 – ZVO-1.
49. Uredba o stanju površinskih vod, Ur.l RS, št. 14/09, št. 98/10, št. 96/13 in št. 24/16.