GeoZS
Geološki zavod
Slovenije

Strokovno mnenje na ugotovitve regionalnega numeričnega modela glede sprememb mej vodovarstvenih območij za Pomurje Sistem A, Sistem B in Sistem C

Končno poročilo izdelano avgusta 2022 dopolnjeno avgusta 2022 po reviziji

Ljubljana, avgust 2022

Naročnik:	**Ministrstvo za okolje in prostor, Dunajska cesta 48, 1000 Ljubljana**
Izvajalec:	GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana
Št. pogodbe:	2550 – 22 – 441008
Evidenčna številka:	631-277/2022
Število izvodov:	5
Naloga/Projekt:	**Strokovne naloge za vodovarstvena območja – program dela za leti 2022/2023**
Naslov poročila:	**Strokovno mnenje na ugotovitve regionalnega numeričnega modela glede sprememb mej vodovarstvenih območij za Pomurje Sistem A, Sistem B in Sistem C**
Datum izdelave:	31. 8. 2022
Avtor:	Timotej Pepelnik, dipl. inž. geol.
Tehnična podpora:	Lidija Levičnik
Nosilec naloge:	dr. Nina Mali, univ. dipl. inž. geol.
Vodja organizacijske enote:	dr. Nina Rman, univ. dipl. inž. geol.
Direktor:	dr. Miloš Bavec, univ. dipl. inž. geol.

GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE LJUBLJANA 1

Ključne besede:	Model, podzemna voda, vodovarstvena območja, strokovne podlage, zajetja, vodni viri, pitna voda, aluvialni vodonosniki
Datum:	Ljubljana, avgust 2022

VSEBINA

1. UVOD 1

2. SPREMEMBE MEJ VODOVARSTVENIH OBMOČIJ 4

2.1. Gaberje 4

2.2. Hraščica – primer uporabe Hraščica ČRP-1 in ČRP-2 4

2.2.1. VVO I Hraščica – primer uporabe Hraščica ČRP-1 in ČRP-2 6

2.2.2. VVO II Hraščica – primer uporabe Hraščica ČRP-1 in ČRP-2 7

2.2.3. VVO IIIA Hraščica – primer uporabe Hraščica ČRP-1 in ČRP-2 8

2.3. Hraščica – primer uporabe ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4 8

2.3.1. VVO I Hraščica – primer uporabe Hraščica ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4 8

2.3.2. VVO II Hraščica – primer uporabe Hraščica ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4 8

2.3.3. VVO IIIA Hraščica – primer uporabe Hraščica ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4 9

2.4. Turnišče 11

2.4.1. VVO I Turnišče 12

2.4.2. VVO II Turnišče 12

2.4.3. VVO IIIA Turnišče 13

2.4.4. VVO IIIB Turnišče 15

2.5. Velika Polana 15

2.5.1. VVO I Velika Polana 16

2.5.2. VVO II Velika Polana 16

2.5.3. VVO IIIA Velika Polana 16

2.6. Dokležovje 17

2.6.1. VVO I Dokležovje 18

2.6.2. VVO II Dokležovje 18

2.6.3. VVO IIIA Dokležovje 19

2.6.4. VVO IIIB Dokležovje 19

2.7. Krog 19

2.7.1. VVO I Krog 20

2.8. Fazanerija 20

2.8.1. VVO I Fazanerija 21

2.8.2. VVO II Fazanerija 21

2.8.3. VVO IIIA Fazanerija 21

2.8.4. VVO IIIB Fazanerija 21

2.8.5. Razvojne dejavnosti v ŠRC Fazanerija 22

2.9. Črnske meje ... 23
2.9.1. VVO II Črnske meje ... 23
2.10. Murski Črnci ... 24
2.10.1. VVO I Murski Črnci ... 24
2.10.2. VVO II Murski Črnci ... 24
2.11. Rankovci ... 25
2.11.1. VVO I Rankovci ... 25
2.11.2. VVO II Rankovci ... 25
2.12. Mota ... 26
2.12.1. VVO I Mota ... 26
2.12.2. VVO II Mota ... 26
2.12.3. VVO IIIA Mota ... 27
2.12.4. VVO IIIB Mota ... 27
3. ANALIZA USTREZNOSTI DOLOČITVE POVRŠIN SPREMENJENIH VVO ... 28
4. IZOHRONA NA MEJI VVO IIIA IN VVO IIIB ... 29
5. SKLEP ... 30
6. LITERATURA/VIRI ... 31

KAZALO SLIK

Slika 1: Preveritev VVO I in VVO II iz regionalnega numeričnega modela ... 2
Slika 2: Povečanje VVO I Gaberje ... 4
Slika 3: VVO I Hraščica (v uporabi sta ČRP-1 in ČRP-2) ... 7
Slika 4: VVO I Hraščica (v uporabi sta ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4) ... 9
Slika 5: Primerjava VVO Hraščice ob uporabi dveh vodnjakov (ČRP-1 in ČRP-2) ter ob uporabi štirih vodnjakov (ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4) ... 10
Slika 6: Primerjava VVO Hraščice ob uporabi dveh vodnjakov (ČRP-1 in ČRP-2) ter ob uporabi štirih vodnjakov (ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4) ... 11
Slika 7: VVO Turnišče ob prikazu hidroizohips na vodno stanje dne 5. 5. 2011 ... 13
Slika 8: Prekrivanje VVO Turnišče z VVO Hraščice ob uporabi štirih vodnjakov (ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4) ... 14
Slika 9: Prekrivanje VVO Turnišče z VVO Hraščice ob uporabi dveh vodnjakov (ČRP-1 in ČRP-2) ... 15
Slika 10: Primerjava VVO Velika Polana (Pepelnik in Prestor, 2018) ter nov predlog VVO Velika Polana (2022) (svetlo zelena barva je VVO IIIB vodnega vira Gaberje) ... 17
Slika 11: Primerjava VVO Dokležovje (Pepelnik in Prestor, 2019b) ter nov predlog VVO Dokležovje (2022) ... 19
Slika 12: Primerjava VVO I Krog (Pepelnik in Prestor, 2019b) ter nov predlog VVO I Krog (2022) ... 20
Slika 13: Primerjava VVO Fazanerija (Pepelnik in Prestor, 2019b) ter nov predlog VVO Fazanerija (2022) ... 21
Slika 14: Predlagana vodovarstvena območja (2022) in predlagan OPPN ... 23

Slika 15: Primerjava VVO II Črnske meje (Pepelnik in Prestor, 2019b) ter nov predlog VVO II Črnske meje (2022) 24
Slika 16: Primerjava VVO Murski Črnci (Pepelnik in Prestor, 2019b) ter nov predlog VVO Murski Črnci (2022) 25
Slika 17: Primerjava VVO Rankovci (Pepelnik in Prestor, 2019b) ter nov predlog VVO Rankovci (2022) 26
Slika 18: Primerjava VVO Mota (Pepelnik in Prestor, 2019a) ter nov predlog VVO Mota (2022)..... 27

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Uporabljeni podatki za regionalni numerični model 3
Preglednica 2: Izračunani vrednosti depresijskega lijaka za vodni vir Hraščica..... 5
Preglednica 3: Izračun hitrosti toka podzemne vode – območje Hraščic..... 5
Preglednica 4: Izračun depresijskega lijaka za vodni vir Turnišče..... 12
Preglednica 5: Hitrost podzemne vode na območju Velike Polane (Pepelnik in Prestor, 2018)..... 16
Preglednica 6: Izračun depresijskega lijaka za vodni vir Dokležovje..... 18
Preglednica 7: Analiza ustreznosti določitve površine vodovarstvenega območja 28
Preglednica 8: Izohrona na meji VVO IIIA in VVO IIIB..... 29

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Vižintin, G., 2021: Izračun izohron za območje Murskega polja s pomočjo Modflow-a. HGEM, d.o.o.

Priloga 2: Izrisane meje VVO za Pomurje Sistem A, Sistem B in Sistem C (digitalna priloga)

1. UVOD

V sklopu delovnih sestankov o delovnih osnutkih Uredb o vodovarstvenih območjih za Pomurje Sistem A in Sistem B smo ugotovili, da prihaja do novih dejstev, oziroma ugotovitev na obravnavanem prostoru. Glede na nova dejstva smo ugotovili, da bo treba nekatera vodovarstvena območja, ki so bila predlagana v strokovnih podlagah (Strokovna podlaga o vodovarstvenih območjih za območje Pomurja – Sistem A. Pepelnik in Prestor, 2018; Strokovne podlage za predpis o vodovarstvenih območjih – Pomurski vodovodi Sistem C. Pepelnik in Prestor, 2019a; Strokovne podlage za predpis o vodovarstvenih območjih – Pomurski vodovodi Sistem B. Pepelnik in Prestor, 2019b) spremeniti. Prav tako je bilo predlagano, da se za preveritev dodatno uporabi regionalni numerični model. Podrobnosti o novih dejstvih, oziroma ugotovitev so podane v nadaljevanju.

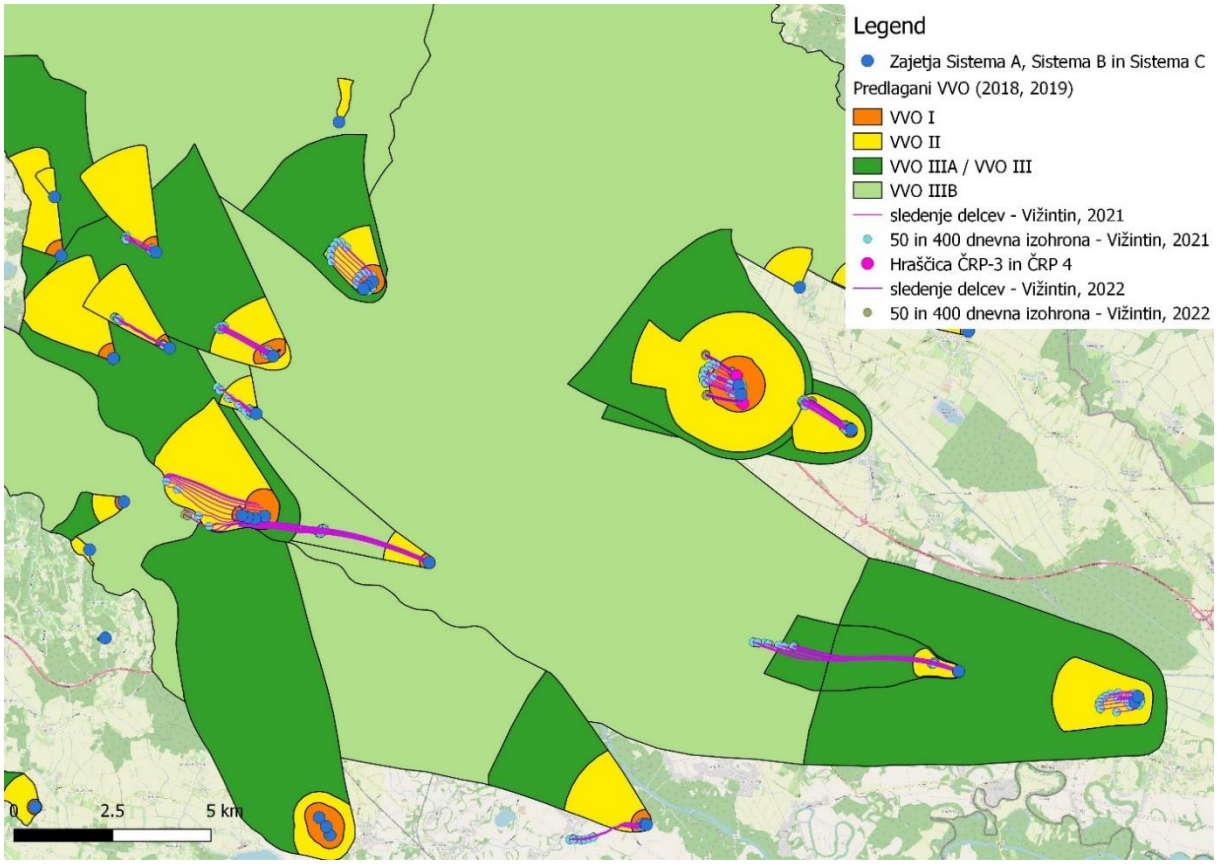
Glede na zabeležko št. 3552-3/2017-2550-74 z dne 30. 9. 2021 delovnega sestanka o delovnem osnutku uredbe o vodovarstvenih območjih (v nadaljevanju: VVO) na področju Pomurja Sistem A in delno Sistem B so bile pobude o spremembi vodovarstvenih območij na podlagi sprememb količine odvzema za zajetja Dobrovnik (iz 4 na 2,5 l/s), Strehovcev (iz 2 na 1,5 l/s) in Turnišča (iz 55 na 25 l/s). Dodatno je po delovnem sestanku Komuna Beltinci d.o.o. poslala hidrogeološko poročilo za povečanje količin črpanja na vodnjaku Hraščica HR-2v (ČRP-2, vodnjak je bil povečan ter na novo aktiviran) ter priskrbela informacijo, da je izgradnja tretjega in četrtega vodnjaka Hraščica ČRP-3 in ČRP-4 predvidena v obdobju do leta 2035.

Na dodatnem delovnem sestanku glede iste teme z Direkcijo za vode RS (v nadaljevanju: DRSV) in Agencijo RS za okolje (v nadaljevanju: ARSO) (zabeležka št. 3552-3/2017-2550-87, dne 29. 10. 2021) je bilo dogovorjeno, da se regionalni numerični model za Mursko kotlino izdelan v sklopu projekta BOBER uporabi za verifikacijo in novelacijo že izdelanih strokovnih podlag (Pepelnik in Prestor, 2018; Pepelnik in Prestor, 2019a; Pepelnik in Prestor, 2019b). Prav tako je bila predlagana preveritev na kateri izohroni se pojavljajo meje VVO IIIA in pregled možnosti sistematizacije meje VVO IIIA na izohrone. ARSO je predlagal, da velikosti VVO v regionalnem numeričnem modelu preveri izdelovalec tega modela doc. dr. Goran Vižintin.

Ob pripravi podatkov za regionalni numerični model smo prav tako prišli do ugotovitve, da se razlikujejo podatki uporabljeni v strokovni podlagi za Sistem A in Vodno dovoljenje za vodni vir Velika Polana. V času priprave Strokovne podlage je Občina Velika Polana posredovala vlogo za spremembo vodne pravice (dne 21. 3. 2018), na katerem je bil podan največji trenutni odvzem za Kopani vodnjak Velika Polana 6 l/s ter za VP-1/71 8 l/s. Ker zraven ni bilo podane vrednosti o največjem letnem odvzemu je bila predpostavljena največjo vrednost, kar bi bilo 441.504 m^3/leto. Vodno dovoljenje za vodnjaka v Veliki Polani je bilo izdano 28. 5. 2019 (št. VD: 35527-27/2019-6), v katerem je največji možni odvzem omejen na 121.800 m^3/leto (3,6x manjša količina kot predvidena v strokovni podlagi).

Občina Turnišče je z dopisom 51/2021-Ž, dne 26. 10. 2021, poslala vlogo za spremembo vodne pravice na DRSV. Nov največji dovoljen odvzem je tako postavljen **na 25 l/s**, kar bi pomenilo, da je lahko največji dovoljen letni odvzem 788.400 m^3/s (v prejšnjem vodnem dovoljenju sta bili dovoljeni količini odvzema postavljeni na 55 l/s ter 1.734.480 m^3/s). Te količine so se upoštevale v regionalnem numeričnem modelu ter v tem strokovnem mnenju. Občina Dobrovnik ni poslala vloge za spremembo vodne pravice za vodna vira Dobrovnik in Strehovci, zato ostanejo strokovne meje v isti obliki.

Doc. dr. Vižintin je naredil preveritev izohron: 50 in 400 dnevna izohrona / VVO I in VVO II (»Izračun izohron za območje Murskega polja s pomočjo Modflow-a« (Vižintin, 2021), Priloga 1). Regionalni numerični model je preveril izohrone na območju vodnega telesa Murske kotline (Sistem A, Sistem B in Sistem C, brez Apaškega polja) za zajetja, ki se nahajajo na območju aluvialnega zasipa. Regionalni numerični model je bil narejen v letu 2013 za oceno nizkega količinskega stanja podzemnih voda, za obdobje, ko so pritiski na rabo vode največji. Regionalni numerični model je postavljen na obdobje med majem in septembrom 1992. Velikosti celic v modelu so 100 x 100 m, za umeritev modela pa je bilo na voljo 34 merjenih točk. Napajanje se je predpisalo (na posamezno celico) s padavinami značilnimi za t.i. kritično hidrološko obdobje iz leta 1992 (242,5 mm/leto). Rezultati numeričnega modela glede na strokovne podlage kažejo dobro ujemanje za Gaberje, Turnišče, Fazanerijo, Črnske meje, Murske Črnce ter Tišino. Slabše ujemanje se pokaže pri zajetjih Krog (model kaže večjo hitrost), Velika Polana (model kaže večjo hitrost), Dokležovje (model kaže večjo hitrost), Hraščica (model kaže manjšo hitrost), Rankovci (model kaže drugo smer toka podzemne vode) ter Mota (model kaže drugo smer toka podzemne vode). Izračun ni bil možen za zajetja Krajna, Petanjci in Sodišinci zaradi bližine roba modela, kar pomeni, da se v celoti ali deloma nahajajo izven območja veljavnosti/zanesljivosti modela. Na sliki (Slika 1) so prikazani predlogi VVO za Pomurje Sistem A, Sistem B in Sistem C s 50 in 400 dnevnimi izohronami (s sledenjem delcev), ki jih je izračunal regionalni numerični model.



Slika 1: Preveritev VVO I in VVO II iz regionalnega numeričnega modela

Dodatno sta na sliki 1 prikazani še lokaciji vodnjakov Hraščica ČRP-3 in ČRP-4, ki bi se naj izkopala/izvrtala do leta 2035, s 50 in 400 dnevnimi izohronami (s sledenjem delcev), ki jih je izračunal regionalni numerični model. Tudi ta dva »bodoča vodnjaka« je doc. dr. Vižintin preveril z regionalnim numeričnim modelom (Vižintin, 2022).

Uporabljeni podatki za regionalni numerični model so podani v preglednici (Preglednica 1; Priloga 1, stran 8 in 9). V regionalnem numeričnem modelu, se je za modeliranje uporabilo vrednosti »Največji dovoljen trenutni odvzem (l/s)«, da smo na varni strani.

Preglednica 1: Uporabljeni podatki za regionalni numerični model

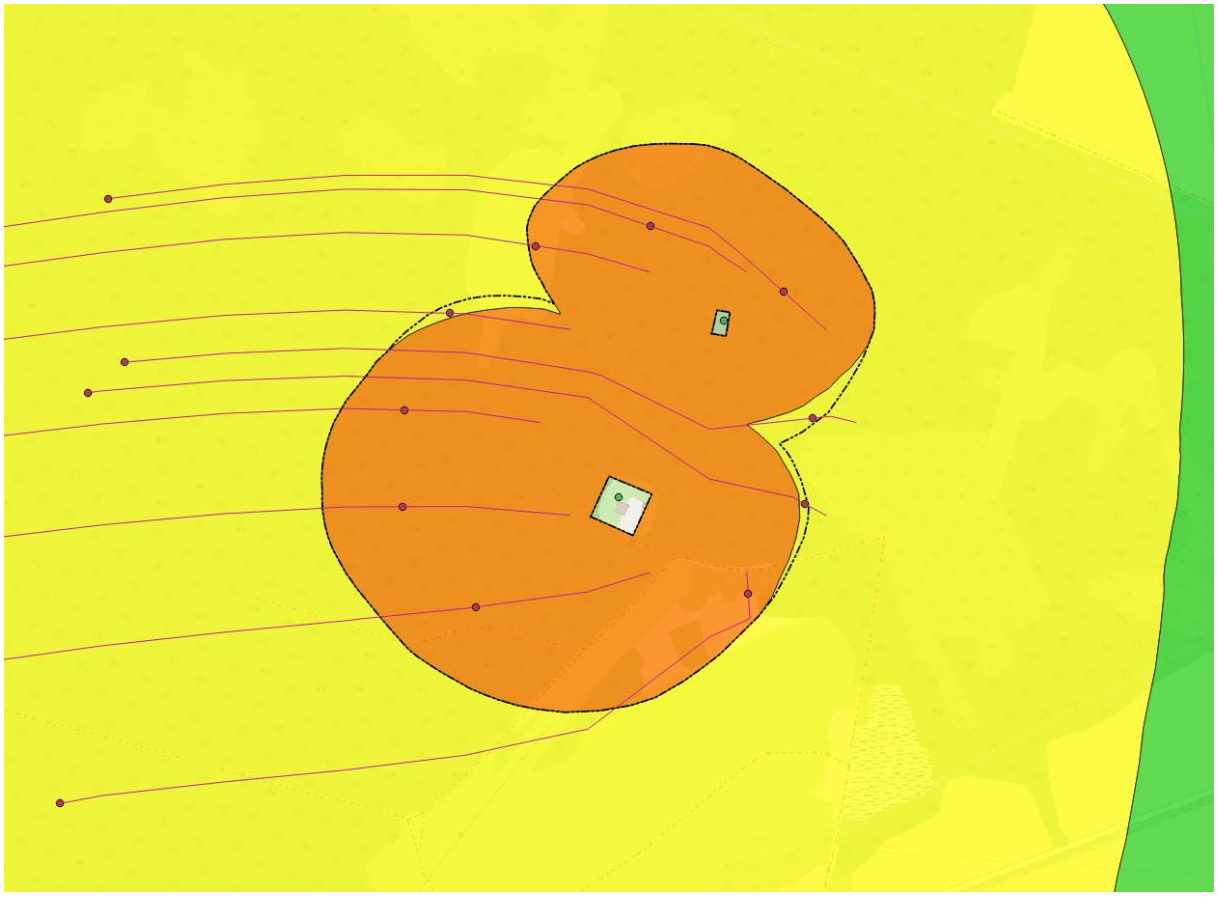
ZAJETJE	KOORDINATA D48			Največji dovoljeni letni odvzem (m^3/leto)	Največji dovoljen trenuten odvzem (l/s)	VODNO DOVOLJENJE
	X	Y	Z			
Vodnjak V-1/87 (črpališče Gaberje)	159200	608125	163,1	2.049.840	65	35527-69/2012
Gaberje-2/12	159345	608212	161,5	946.080	34	35527-69/2012
B-1/88 (črpališče Turnišče)	166107	600938	172,5	788.400	25	Dopis za spremembo VD 51/2021-Ž, dne 26. 10. 2021
Vrtina VP-1/71	159971	603653	166	121.800	8	35527-27/2019
Kopani vodnjak Velika Polana	159985	603658	166		6	
Dokležovje	162739	590219	183	60.000	4	35527-96/2009
Hraščica (ČRP-2)	167230	598074	177	650.000	25	35527-23/2008
Hraščica (ČRP-1)	166992	598140	177	800.000	25	35527-81/2012
Hraščica (ČRP-3)	167475	598021	177	800.000	25	Pobuda Komuna Beltinci d.o.o. – Vižintin, 2022
Hraščica (ČRP-4)	166772	598185	177	800.000	25	
Fazanerija (V1)	169859	588789	190	1.419.120 (473.040 posebej)	45 (vsak 15 posebej)	35527-21/2020
Fazanerija (V2)	169736	588631	190			
Fazanerija (V3)	169673	588554	190			
Krog glavni	163916	586049	189	5.203.440	165	35527-21/2020
Krog-poizkusni vodnjak	163856	585802	190			
Krog-vodnjak 1	163886	585610	189			
Krog-vodnjak 2	163932	585463	189			
Črnske meje	167971	586264	192	1.892.160	60	35527-21/2020
Krajna	172004	580710	203	17.000	5,8	35527-105/2009 (35527-139/2013-2)
Murski Črnci	166511	585829	192,6	39.000	5,8	35527-99/2009 (35527-3/2015, 35527-16/2019-3)
Petanjci	167912	582202	197	41.000	5,8	35527-103/2009 (35527-131/2013, 35527-5/2015-2)
Rankovci	170607	583283	198	17.000	5,8	35527-106/2009 (35527-135/2013, 35527-21/2019-3)
Sodišinci	170518	580878	200	26.500	5,8	35527-104/2009
Tišina	168176	583630	195	22.000	5,8	35527-102/2009 (35527-134/2013-2)
Mota V-1	156115	595709	175	473.040	60	35527-96/2004 (35527-108/2015-3)
Mota V-2/91	156099	595737	175		60	

Občina Tišina je z dopisom št. 355-0003/2022-1, dne 21. 2. 2022 na DRSV posredovala podatek, da se je **ukinil vodni vir Tišina**. Prav tako so sporočili, da se bosta v približno dveh letih (izgradnja II. faze Sistema B) ukinila tudi vodna vira Petanjci in Krajna. V upravljanju režijskega obrata občine Tišina bi po izgradnji II. faze Sistema B, kot rezervni vodni viri ostali Murski Črnci, Rankovci in Sodišinci. Vodni vir Tišina smo izbrisali iz novega predloga strokovnih mej VVO.

2. SPREMEMBE MEJ VODOVARSTVENIH OBMOČIJ

2.1. Gaberje

Na območju Gaberja, smo VVO I povečali minimalno, tako, da so sedaj vsi delci, ki potujejo 50 dni (regionalni numerični model) do vodnjakov zajeti na območju VVO I Gaberje. Na sliki (Slika 2) je s črtkano črto označeno območje, ki smo ga dodali k VVO I Gaberje.



Slika 2: Povečanje VVO I Gaberje

2.2. Hraščica – primer uporabe Hraščica ČRP-1 in ČRP-2

V tem podpoglavju smo predpostavili, da delujeta samo vodnjaka Hraščica ČRP-1 in ČRP-2 s črpalnimi količinami, ki so podane v preglednici (Preglednica 1).

V strokovnih podlagah (Pepelnik in Prestor, 2019b) je navedeno: »Upravljavec in občina Beltinci predlagajo, da se izdela varovanje ob črpanju 80 l/s. Trenutno se črpa maksimalno 40 l/s. Varovanje smo predpostavili tako, da vodnjak Hraščica (ČRP-1) črpa 25 l/s, vodnjaku Hraščica (ČRP-3), ki še ni zgrajen smo predpostavili, da ima iste lastnosti kot vodnjak Hraščica (ČRP-1). Za vodnjak Hraščica (ČRP-2) je bila podana vloga za povečanje črpalnih količin iz 15 l/s na 25 l/s (oziroma iz 350.000 m^3/leto na 650.000 m^3/leto). Glede na lastnosti vodnjaka in vodonosnika menimo, da konstantno črpanja 25 l/s iz tega vodnjaka ni možno, zato smo privzeli konstantno črpanje 20,6 l/s, kolikor bi bilo še teoretično

možno glede na prvotne črpalne poskuse.«

Pri strokovnih podlagah (Pepelnik in Prestor, 2019b), se je privzelo, da je cevitev premera 254 mm in da bi pri črpanju že 20,6 l/s povzročilo znižanje v vodnjaku 19,69 m, kar bi pomenilo, da bi bil vodnjak ČRP-2 blizu tega, da bi presušil. V letu 2018 se je vodnjak ČRP-2 (Vižintin, 2019) povrtal za povečanje premera, prav tako so se precevili filtri in zamenjal filterski zasip.

Novi podatki so, da je kopan vodnjak ČRP-2 globok 20 m, premer vodnjaka je 609 mm, medtem ko so filtrske cevi vgrajene na odsekih med 6 in 8 m ter med 12 in 18 m. Na drugih odsekih so vgrajene polne cevi. Cevi so iz nerjavečega jekla, dno ni cevljeno. Glede na črpalni preizkus je ob črpanju 27,85 l/s znižanje do 44 cm (velika sprememba od prej!). Po obnovi je bil izdelan nov črpalni preizkus, ki pokaže, da je koeficient prepustnosti izračunan na $k = 5{,}1*10^{-3}$ m/s (višja prepustnost, kot prej, saj je po precevitvi zajet tudi zgornji (kvartarni) vodonosnik). To pomeni, da je pri črpanju 25 l/s znižanja v vodnjaku približno za 39,5 cm.

Glede na črpalni preizkus iz leta 2012 (Tancar in sod., 2012) je ob črpanju 25 l/s v vodnjaku ČRP-1 znižanje **1 m**, katere vrednost bomo uporabili pri izračunu. Znižanje 1,49 m, ki je bilo uporabljeno v strokovnih podlagah je bilo iz črpalnega preizkusa iz leta 2000. Koeficient prepustnosti je izračunan na $k = 6{,}54*10^{-3}$ m/s.

Izračunali smo velikost depresijskega lijaka (po Sichardtu) glede na enačbo (1), podana je v preglednici 2:

$$R = 3000\Delta s\sqrt{k} \qquad (1)$$

Preglednica 2: Izračunani vrednosti depresijskega lijaka za vodni vir Hraščica

Vodnjak	Vplivni polmer (m)	Znižanje v vodnjaku (m)
Hraščica (ČRP-1)	242,6	1
Hraščica (ČRP-2)	94,3	0,44

Hitrost toka podzemne vode, smo ponovno izračunali (v_{dej}) s pomočjo naslednje enačbe (2), podana je v preglednici 3.

$$v_{dej} = \frac{ki}{m_{ef}} \qquad (2)$$

Preglednica 3: Izračun hitrosti toka podzemne vode – območje Hraščic

Litologija	k (m/s)	i	m_{ef}	V_{dej} (m/dan)
Aluvij (Hraščica (ČRP-1))	$6{,}54*10^{-3}$	0,0015	0,15	5,6
Aluvij (Hraščica (ČRP-2))	$1{,}01*10^{-3}$	0,0015	0,15	4,4

Glede postavitev mej vodovarstvenih območij dolvodno se postavijo notranja območja glede na 28. člen Pravilnika o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (Uradni list RS, št. 64/04, 5/06, 58/11

in 15/16; v nadaljevanju: Pravilnik) v 28. členu, 2 odstavku, 6 točki z grafičnim načrtovanjem zunanjih tokovnic in izohron z modeliranjem značilnih točk zunanjih robnih tokovnic – spodnje kulminacijske točke in teoretične širine zajema.

Kulminacijska točka ali stagnantna točka (x_s) je točka dolvodno od vodnjaka, na kateri je hitrost nič – teoretično je to točka, do katere bi moralo segati vodovarstveno območje. Kulminacijska točka je vedno manjša od depresijskega lijaka (enačba 3).

$$x_s = -\frac{Q}{2\prod Ti} \tag{3}$$

T je transmisivnost, ki se izračuna T = k x D. D je debelina omočenega sloja (nekateri avtorji pa uporabljajo debelino omočenega sloja, ki je zajeta s filterskimi cevmi). Ker različni avtorji računajo Transmisivnost na različne načine smo iz načela previdnosti v strokovnih podlagah (Pepelnik in Prestor, 2019b) privzeli, da je dolvodna meja v večini primerov (VVO I) na robu depresijskega lijaka (24. člen, 1. odstavek pravi: »Ne glede na določbe prejšnjega člena mora biti meja širšega območja na robu depresijskega lijaka in na zunanjih bočnih tokovnicah vzvodno do meje napajalnega območja.«).

Ker smo z regionalnim numeričnim modelom pridobili tudi dolžine tokovnic dolvodno, smo izračunali tudi spodnjo kulminacijsko točko. Če sta bili ti dve vrednosti dolvodno manjši od depresijskega lijaka smo z enačbo (4) z dodatnimi predpostavkami (hitrost na robu depresijskega lijaka) izračunali 50 in 400 dnevno izohrono tudi dolvodno od vodnjakov.

$$v_d = \frac{Q}{2\prod rhm_{ef}} - v_{dej} \tag{4}$$

v_d	Hitrost toka podzemne vode v depresijskem lijaku na točki zanimanja
r	Razdalja do točke zanimanja
h	Višina omočenega sloja na točki r

V primeru izračuna za vodni vir Hraščice – VVO smo postavili od začetka, kar pomeni, da smo tudi za hitrosti gorvodno od vodnjaka uporabili enačbo (5).

$$v_g = \frac{Q}{2\prod rhm_{ef}} + v_{dej} \tag{5}$$

Za hitrost podzemne vode v radiju vpliva gorvodno smo uporabili poenostavitev in smo izračunali geometrijsko srednjo hitrost (v_{sr}) v enačbi (6), katero smo privzeli po celotnem radiju vpliva gorvodno.

$$v_{sr} = \sqrt{v_{dej} v_g} \tag{6}$$

v_{sr} za Hraščico ČRP-1 smo v radiju vpliva gorvodno izračunali na 22,5 m/dan, ter za Hraščico ČRP-2 23,4 m/dan. V strokovni podlagi (Pepelnik in Prestor, 2019b) sta bili izračunani vrednosti za ČRP-1 13,5 m/dan, ter za ČRP-2 9 m/dan. Iz načela previdnosti smo uporabili višje vrednosti.

2.2.1. VVO I Hraščica – primer uporabe Hraščica ČRP-1 in ČRP-2

Gorvodno smo za območje ČRP-1 zaključili na razdalji 462 m, ter za ČRP-2 na razdalji 351,8 m. Bočno je VVO I omejeno glede na tokovnice, katere je prikazal regionalni numerični model z 10 % varnostno

razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka.

Dolvodno glede na regionalni numerični model za ČRP-1 VVO I sega 23 m ter ta ČRP-2 **145 m**. Z izračunom za spodnjo kulminacijsko točk smo dobili, da je ČRP-1 = -15 m in za ČRP-2 = -20 m (predznak minus pomeni dolvodno).

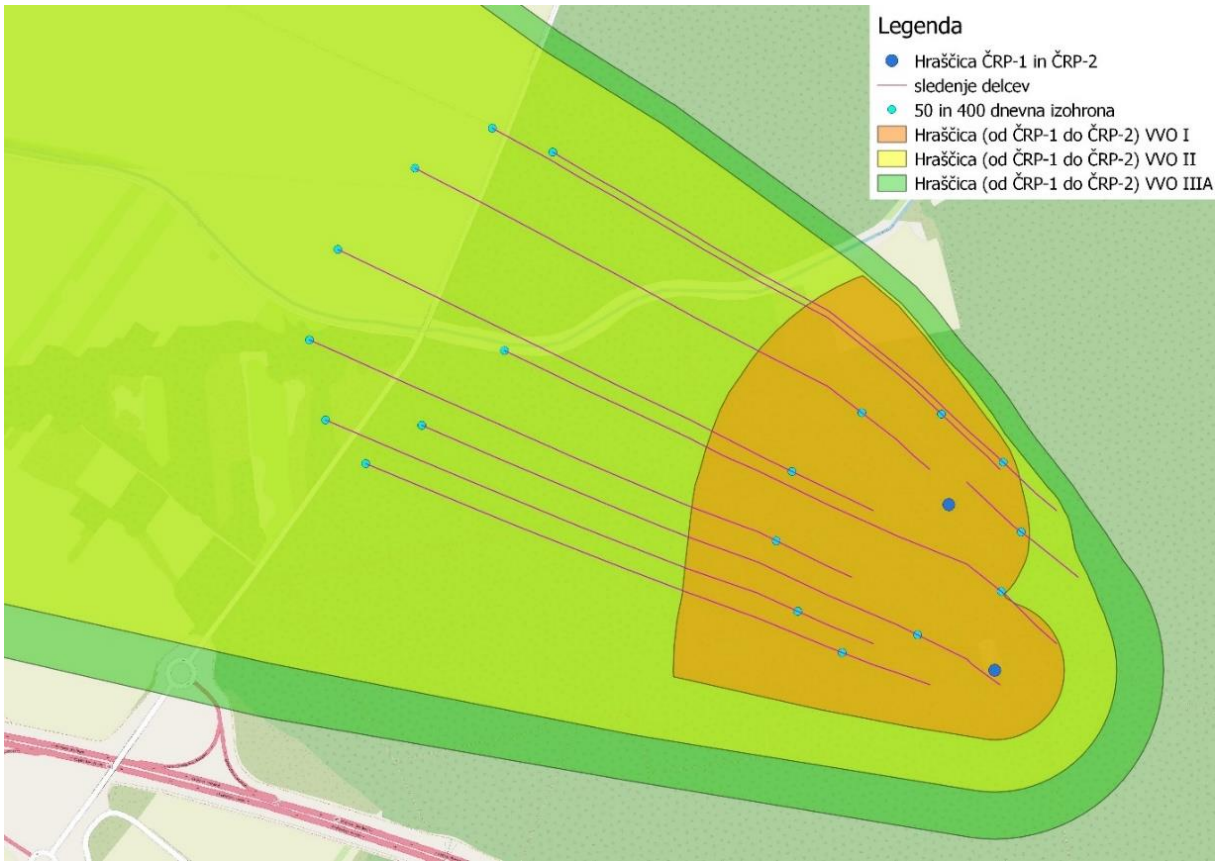
Glede na izračunane vrednosti smo za določitev meje ČRP-2 privzeli, mejo iz regionalnega numeričnega modela (sega dlje kot depresijski lijak). Za ČRP-1 pa smo s pomočjo enačbe 3 izračunali, da se 50 dnevna izohrona konča na razdalji 100 m dolvodno od ČRP-1 (kar je več kot kaže regionalni numerični model). Iz previdnostnega načela smo uporabili te vrednosti.

2.2.2. VVO II Hraščica – primer uporabe Hraščica ČRP-1 in ČRP-2

Gorvodno smo za območje ČRP-1 zaključili na razdalji 2422,5 m, ter za ČRP-2 na razdalji 2311,8 m. Bočno je VVO II omejeno glede na unijo območja tokovnic, katere je prikazal regionalni numerični model in vodno stanje za 24. 12. 2004 z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka.

Dolvodno smo izračunali, da se 400 dnevna izohrona konča na razdalji 175 m za ČRP-1 (kar je več kot kaže regionalni numerični model). Iz previdnostnega načela smo uporabili te vrednosti. Za Hraščico ČRP-2 pa smo za določitev meje dolvodno za VVO II uporabili vrednosti, katere je izračunal regionalni numerični model (**214 m**), saj so bile večje od izračunanega depresijskega lijaka.

Na sliki (Slika 3) je prikazano VVO I in del VVO II.



Slika 3: VVO I Hraščica (v uporabi sta ČRP-1 in ČRP-2)

2.2.3. VVO IIIA Hraščica – primer uporabe Hraščica ČRP-1 in ČRP-2

Dolvodno smo VVO IIIA zaključili na izračunanem radiju vpliva za Hraščico ČRP-1. Bočno je VVO IIIA omejeno glede na unijo območja tokovnic, katere je prikazal regionalni numerični model in vodni stanji za 24. 12. 2004 ter 30. 3. 2012 z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka.

Potrebno je omeniti, da se VVO Hraščica prekriva z VVO IIIA Turnišče. V primeru uporabe dveh vodnjakov: ČRP-1 in ČRP-2 se prekrivata VVO Hraščica in VVO IIIA Turnišče na površini 1,94 km^2, v katerem se obnavlja približno 12,34 l/s (Slika 9). To območje je potrebno dodatno varovati na območju VVO IIIA Hraščice.

Območje je tako veliko, da površina napajalnega zaledja zagotovi dolgoročno obnavljanje predvidene povprečne količine črpanja približno 46 l/s. V vsakem posameznem vodnem stanju je zagotovljeno napajanje vsaj 46 l/s. V uniji vseh vodnih stanj je zagotovljeno napajanje 88,4 l/s. Če prištejemo 12,34 l/s (varovanje za vodni vir Turnišče) k 46 l/s, dobimo vrednost 58,34 l/s, kar je še vedno manj kot 88,4 l/s. Menimo, da je območje VVO IIIA Hraščice ustrezno veliko.

2.3. Hraščica – primer uporabe ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4

Doc. dr. Vižintin je v maju 2022 v istem regionalnem numeričnem modelu naredil preveritev izohron: 50 in 400 dnevna izohrona / VVO I in VVO II, za primer vzpostavitve novih vodnjakov ČRP-3 in ČRP-4. Za preveritev postavitve dodatnih vodnjakov je naročila Komuna Beltinci d.o.o. Ker vodnjaka še nista izvrtana, smo uporabili iste vrednosti kot za ČRP-1. V tem podpoglavju smo predpostavili, da delujejo vsi štirje vodnjaki, in sicer Hraščica ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4 s črpalnimi količinami, ki so podane v preglednici (Preglednica 1).

2.3.1. VVO I Hraščica – primer uporabe Hraščica ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4

Glede na zapisane enačbe smo za Hraščico ČRP-1 (ter ČRP-3 in ČRP-4) izračunali hitrost v radiju vpliva gorvodno na 22,5 m/dan, ter za Hraščico ČRP-2 23,4 m/dan. Dolvodno smo izračunali (enačba 3), da se 50 dnevna izohrona konča na razdalji 100 m za ČRP-1, ČRP-3 in ČRP-4 (kar je več kot kaže regionalni numerični model). Iz previdnostnega načela smo uporabili te vrednosti. Za Hraščico ČRP-2 pa smo za določitev meje dolvodno za VVO I uporabili vrednosti, katere je izračunal model (145 m), saj so bile večje od izračunanih. Gorvodno smo za območje ČRP-1, ČRP-3 in ČRP-4 zaključili na razdalji 462 m, ter za ČRP-2 na razdalji 351,8 m. Bočno je VVO I omejeno glede na tokovnice, katere je prikazal regionalni numerični model z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka.

2.3.2. VVO II Hraščica – primer uporabe Hraščica ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4

Dolvodno smo izračunali, da se 400 dnevna izohrona konča na razdalji 175 m za ČRP-1, ČRP-3 in ČRP-4 (kar je več kot kaže regionalni numerični model). Iz previdnostnega načela smo uporabili te vrednosti. Za Hraščico ČRP-2 pa smo za določitev meje dolvodno za VVO II uporabili vrednosti, katere je izračunal regionalni numerični model (214 m), saj so bile večje od izračunanega depresijskega lijaka. Gorvodno smo za območje ČRP-1, ČRP-3 in ČRP-4 izračunali, da 400 dnevna izohrona sega do 2422,5 m, ter za ČRP-2 2311,8 m. Ker ta pogoj ni zagotavljal, da bi izrisano območje bilo tako veliko, da bi površina

napajalnega zaledja zagotavljala ¼ dolgoročnega obnavljanja predvidenih maksimalnih črpalnih količin – 24,18 l/s v vseh vodnih stanjih, smo VVO II gorvodno rahlo razširili na hidroizohipso iz vodnega stanja dne 24. 12. 2004. Bočno je VVO II omejeno glede na unijo območja tokovnic, katere je prikazal regionalni numerični model in vodno stanje za 24. 12. 2004 z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka.

Na sliki (Slika 4) je prikazano VVO I in del VVO II.

Slika 4: VVO I Hraščica (v uporabi sta ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4)

2.3.3. VVO IIIA Hraščica – primer uporabe Hraščica ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4

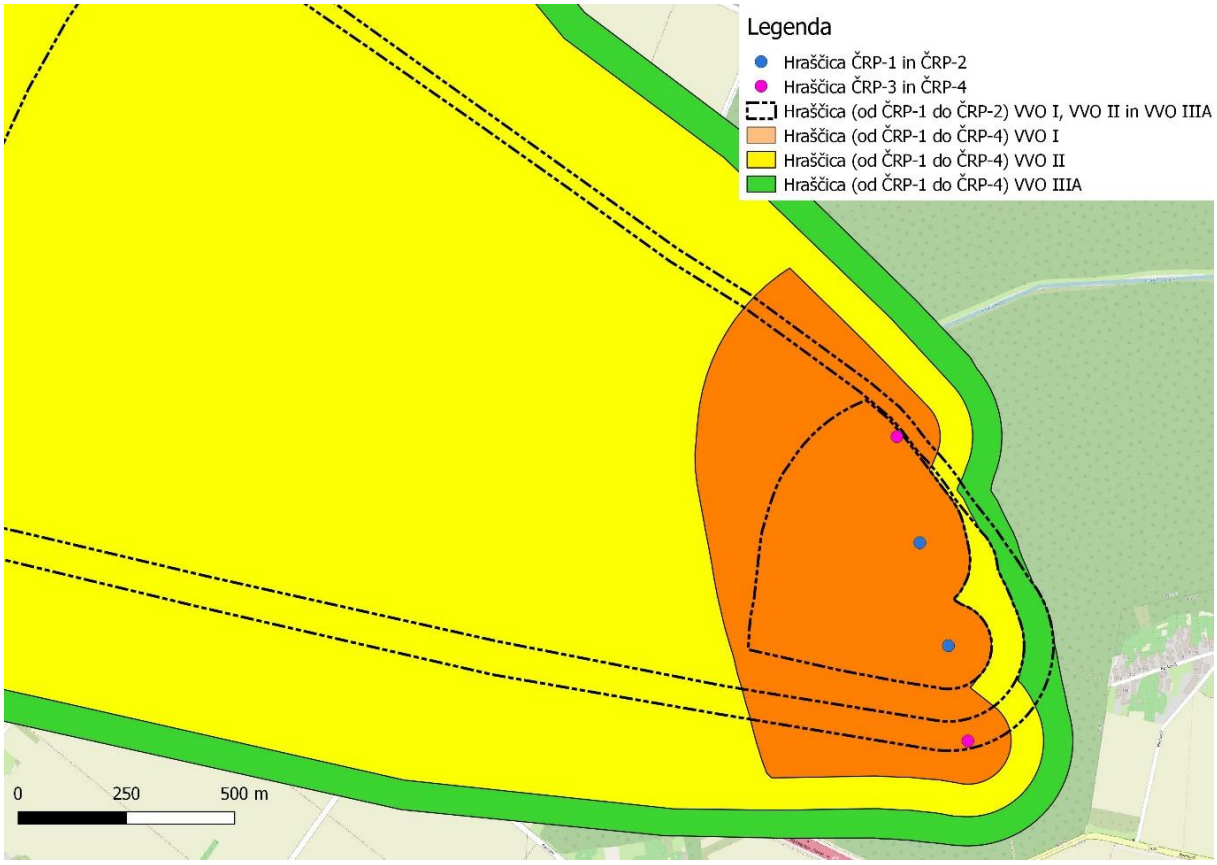
Dolvodno smo VVO IIIA zaključili na izračunanem radiju vpliva za Hraščico ČRP-1, ČRP-3 in ČRP-4. Bočno je VVO IIIA omejeno glede na unijo območja tokovnic, katere je prikazal regionalni numerični model in vodni stanji za 24. 12. 2004 ter 30. 3. 2012 z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka. Severozahodna meja poteka med geološkima mejama med aluvijem in nižjo teraso, ki ima manjšo prepustnost kot aluvij (peščeno prodnati zasipi nižje terase so zaglinjeni).

Potrebno je omeniti, da se VVO Hraščica prekriva z VVO IIIA Turnišče. V primeru uporabe štirih vodnjakov: ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4 se prekrivata VVO Hraščica in VVO IIIA Turnišče na površini 2,83 km^2, v katerem se obnavlja približno 18 l/s (Slika 8). To območje je potrebno dodatno varovati na območju VVO IIIA Hraščice.

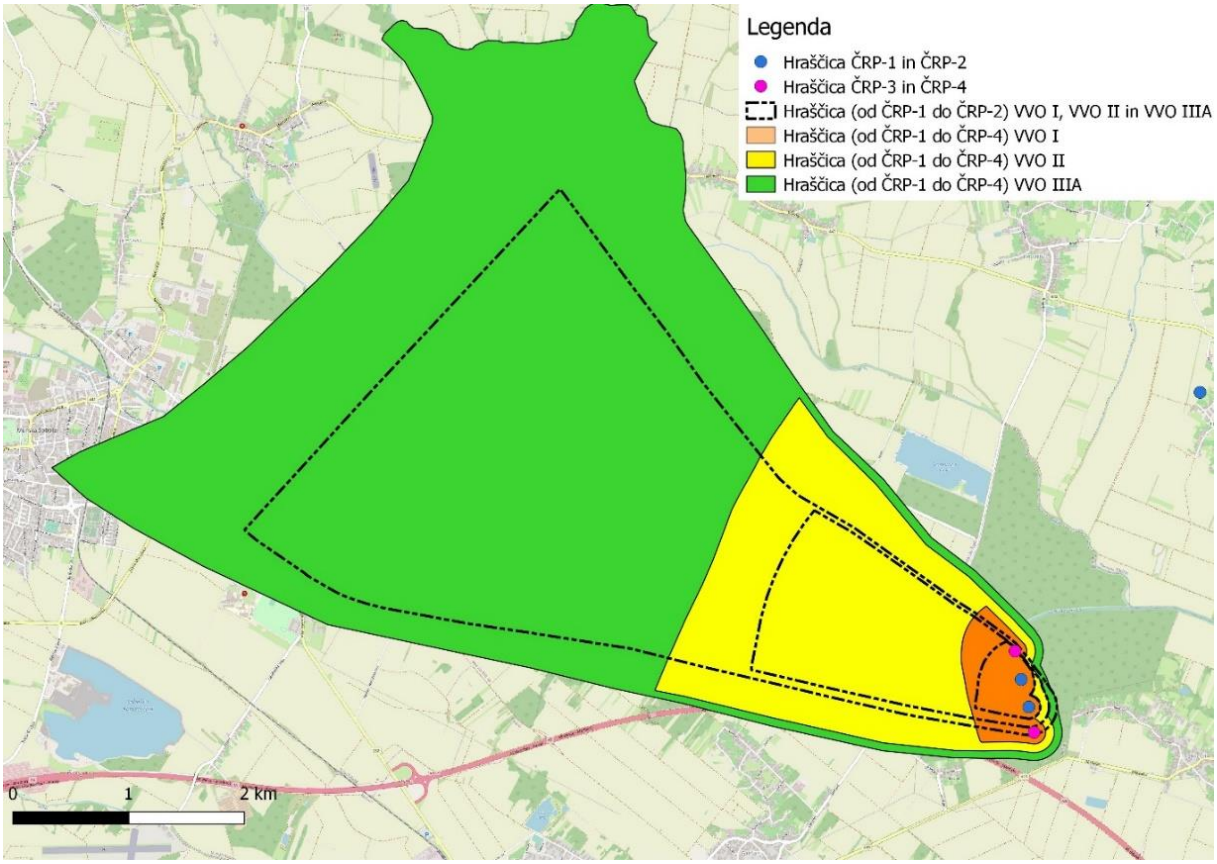
Območje je tako veliko, da površina napajalnega zaledja zagotovi dolgoročno obnavljanje predvidene povprečne količine črpanja približno 96,71 l/s. V vsakem posameznem vodnem stanju je zagotovljeno

napajanje vsaj 96,71 l/s. V uniji vseh vodnih stanj je zagotovljeno napajanje 170,3 l/s. Če prištejemo 18 l/s (varovanje za vodni vir Turnišče) k 96,71 l/s, dobimo vrednost 114,71 l/s, kar je še vedno manj kot 170,3 l/s. Menimo, da je območje VVO IIIA Hraščice ustrezno veliko.

Na slikah (Slika 5 in Slika 6) je prikazana primerjava v velikosti VVO Hraščice ob uporabi dveh vodnjakov (ČRP-1 in ČRP-2) ter ob uporabi štirih vodnjakov (ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4).



Slika 5: Primerjava VVO Hraščice ob uporabi dveh vodnjakov (ČRP-1 in ČRP-2) ter ob uporabi štirih vodnjakov (ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4)



Slika 6: Primerjava VVO Hraščice ob uporabi dveh vodnjakov (ČRP-1 in ČRP-2) ter ob uporabi štirih vodnjakov (ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4)

2.4. Turnišče

Predlagana vodovarstvena območja za vodni vir Turnišče so bila določena na podlagi lokalnega numeričnega modela (Pepelnik in Prestor, 2018) na predpostavki, da je največji dovoljen trenutni odvzem 55 l/s, oziroma največji dovoljeni letni odvzem 1.734.470 m^3/s. Na sestanku dne 28. 9. 2021 je bila podana novica, s strani upravljavca in občine Turnišče, da vodnjak B-1/88 peska (spiranje materiala – peska iz vodnjaka) ob večjih črpalnih količinah, kar pomeni, da ni možno črpati 55 l/s na daljše obdobje. Upravljavec je opravil preizkus obremenitve vodnjaka in ugotovil, da je maksimalna možna obremenite 22 l/s. Iz tega razloga je Občina Turnišče z dopisom 51/2021-Ž, dne 26. 10. 2021 poslala vlogo za spremembo vodne pravice na DRSV. Nov največji dovoljen odvzem je tako postavljen **na 25 l/s**, kar bi pomenilo, da je lahko največji dovoljen letni odvzem 788.400 m^3/s.

Glede na pretekle črpalne preizkuse (Pepelnik in Prestor, 2018) imamo na območju Turnišča koeficiente prepusti med k = $3{,}19*10^{-4}$ m/s do k = $3{,}4*10^{-3}$ m/s. V lokalnem numeričnem modelu se je privzelo, da je k = $1{,}5*10^{-3}$ m/s. Za efektivno poroznost je bila privzeta vrednost m_{ef} = 0,15, ter gradient podzemne vode med i = 0,003 in i = 0,0044. V fazi lokalnega numeričnega modela smo s pomočjo metode PEST (parameter estimation) umerjali tudi koeficiente prepustnosti, za katere smo določili mejne vrednosti za od k = 10^{-2} m/s do 10^{-4} m/s. Iz črpalnega preizkusa iz leta 2012 (Prestor s sod., 2012) sledi, da je bilo po črpanju 55 l/s znižanje v vodnjaku 2,8 m. V primeru, da bi se črpalo 25 l/s, bi znižanje v vodnjaku

znašalo približno 0,93 m.

Glede na lokalni numerični model znaša radij vpliva, oziroma dolvodna meja VVO IIIA 572 m. Da dobimo to vrednost pri istem znižanju mora koeficient prepustnosti znašati k = 4,635*10^{-3} m/s. V primeru črpanja 25 l/s, bi to pomenilo znižanje 0,93 m, kar bi pri »koeficientu prepustnosti iz lokalnega numeričnega modela« pomenilo mejo VVO IIIA (vplivni polmer) pri **190 m (**Preglednica 4**).**

Preglednica 4: Izračun depresijskega lijaka za vodni vir Turnišče

Vodnjak	Koeficient prepustnosti k (m/s)	Znižanje v vodnjaku (m) / (Črpanje v vodnjaku (l/s))	Vplivni polmer (m)
Turnišče (B-1/88)	1,5*10^{-3}	2,8 / (55)	325,3
Turnišče (B-1/88)	4,635*10^{-3}	2,8 / (55)	572
Turnišče (B-1/88)	1,5*10^{-3}	0,93 / (25)	108,1
Turnišče (B-1/88)	4,635*10^{-3}	0,93 / (25)	190

Zaradi manjšega črpanja (25 l/s, namesto 55 l/s) se prav tako zmanjšata dolvodni meji VVO II in VVO I (v istem razmerju kot VVO IIIA - Preglednica 4). VVO II je prej dolvodno segalo približno 422 m, glede na manjše črpanje sega nova meja VVO II 140,2 m dolvodno. VVO I je prej dolvodno segalo približno 170 m, glede na manjše črpanje sega nova meja VVO I približno 56,6 m dolvodno.

2.4.1. VVO I Turnišče

Dolvodno smo VVO I omejili na razdaljo 56,6 m (v regionalnem numeričnem modelu znaša ta vrednost 29 m, x_s = - 24 m). Gorvodno smo mejo postavili tako, da so vsi delci, ki potujejo 50 dni (regionalni numerični model) do vodnjaka B-1/88 zajeti v VVO I Turnišče – to mejo smo postavili na 252 m od vodnjaka (to je več kot je bilo izrisano v strokovnih podlagah iz leta (Pepelnik in Prestor, 2018), kje je gorvodno meja segala približno 228 m od zajetja). Bočno je VVO I na južni strani omejeno glede na tokovnice iz lokalnega numeričnega modela (Pepelnik in Prestor, 2018), na severni strani na tokovnice vodnega stanja za 24. 12. 2004 z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka.

2.4.2. VVO II Turnišče

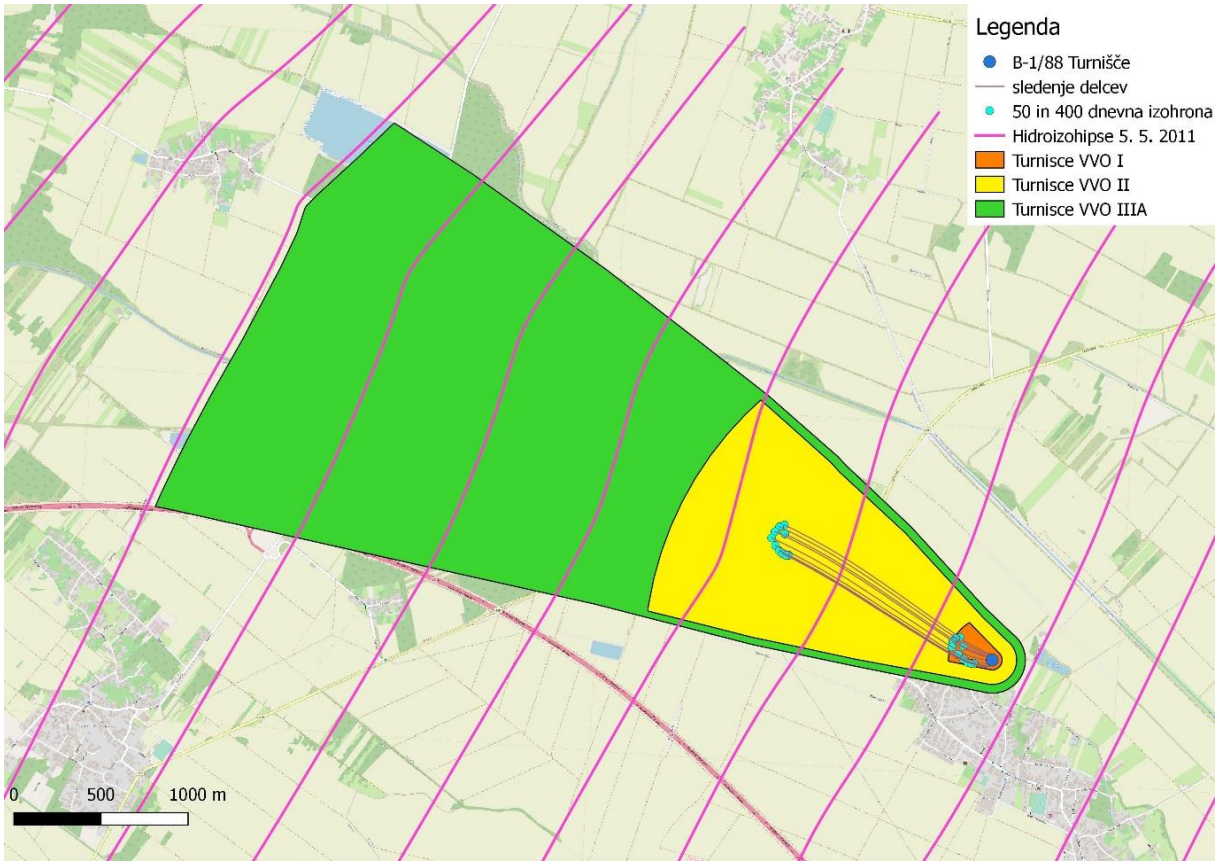
Dolvodno smo VVO II omejili na razdaljo 140,2 m. Regionalni numerični model prikazuje, da je 400 dnevna izohrona približno 1450 m gorvodno od vodnjaka B-1/88. Ker ta pogoj ni zagotavljal, da bi izrisano območje bilo tako veliko, da bi površina napajalnega zaledja zagotavljala ¼ dolgoročnega obnavljanja predvidenih maksimalnih črpalnih količin – 6,25 l/s v vseh vodnih stanjih (prekratko območje predvsem za vodno stanje iz dne 5. 5. 2011) smo gorvodno mejo VVO II zaključili na razdalji 2.000 m od vodnjaka. Bočno je VVO II na južni strani omejeno glede na tokovnice iz lokalnega numeričnega modela (Pepelnik in Prestor, 2018), na severni strani na unijo območja tokovnic, katere je prikazal regionalni numerični model in vodno stanje za 24. 12. 2004 z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka.

2.4.3. VVO IIIA Turnišče

Dolvodno smo VVO IIIA zaključili na izračunanem radiju vpliva za vodni vir Turnišče in sicer na razdalji 190 m. Bočno je VVO IIIA na južni strani omejeno glede na tokovnice iz lokalnega numeričnega modela (Pepelnik in Prestor, 2018), na severni strani na unijo območja tokovnic, katere je prikazal regionalni numerični model in vodno stanje za 24. 12. 2004 z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka.

Območje je tako veliko, da površina napajalnega zaledja zagotovi dolgoročno obnavljanje predvidene povprečne količine črpanja približno 25 l/s (z unijo vodnih stanj je zagotovljeno napajanje 47,2 l/s). V vsakem posameznem vodnem stanju je zagotovljeno napajanje vsaj 25 l/s.

Ker sega naravna površina napajalnega območja za vodno stanje dne 5. 5. 2011, najdlje gorvodno, smo mejo VVO IIIA zaključili glede na hidroizohipse tega vodnega stanja (Slika 7).

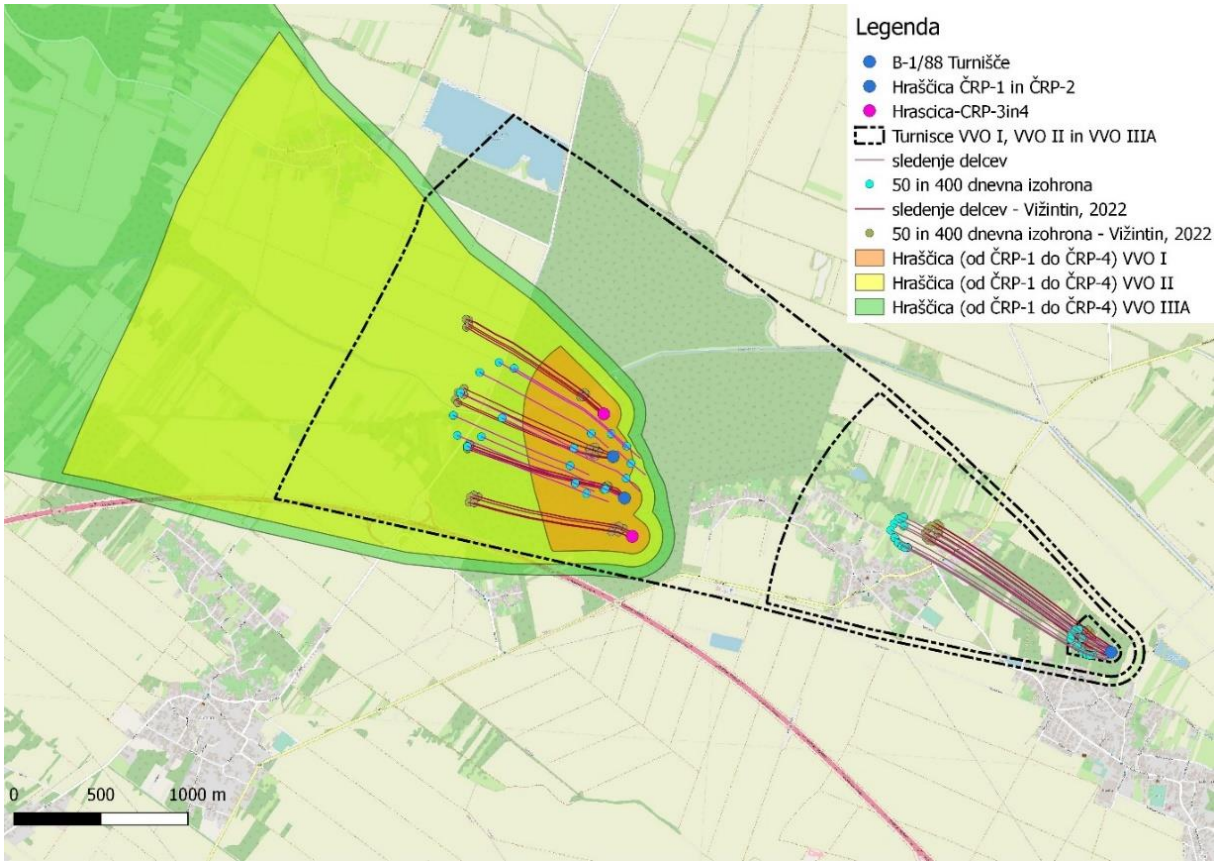


Slika 7: VVO Turnišče ob prikazu hidroizohips na vodno stanje dne 5. 5. 2011

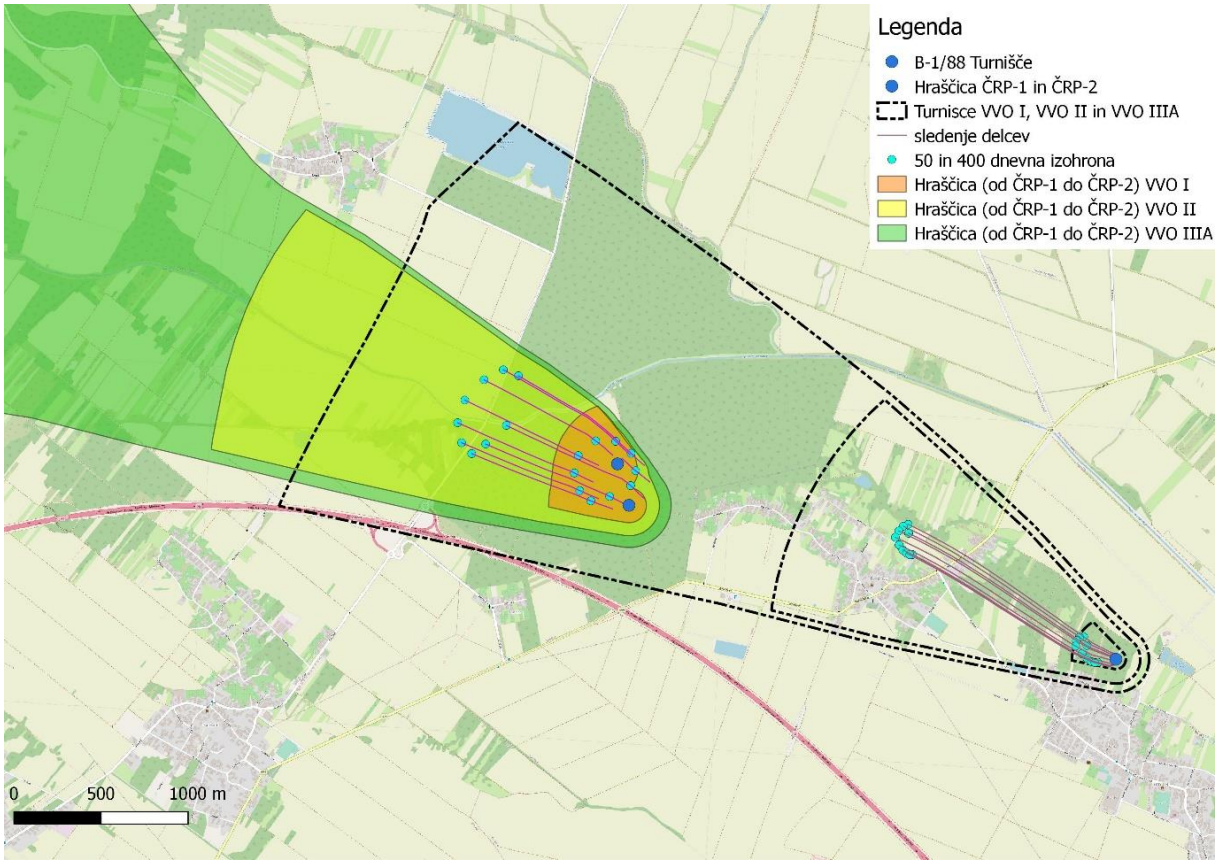
Potrebno je omeniti, da se VVO IIIA Turnišče delno prekriva z VVO Hraščice. Na sliki (Slika 8) je prikazano prekrivanje v primeru, da se v Hraščicah uporabljajo štirje vodnjaki (ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4). Prekriva se približno 2,83 km^2 – na tem območju se obnavlja približno 18 l/s. Dodatne podrobnosti so zapisane v podpoglavju »VVO IIIA Hraščica – primer uporabe Hraščica ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4«.

Na sliki (Slika 9) je prikazano prekrivanje v primeru, da se v Hraščicah uporabljata dva vodnjaka (ČRP-1 in ČRP-2). Prekriva se približno prekriva 1,94 km^2 – na tem območju se obnavlja približno 12,34 l/s. Dodatne podrobnosti so zapisane v podpoglavju »VVO IIIA Hraščica – primer uporabe Hraščica ČRP-1,

in ČRP-2«.



Slika 8: Prekrivanje VVO Turnišče z VVO Hraščice ob uporabi štirih vodnjakov (ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4)



Slika 9: Prekrivanje VVO Turnišče z VVO Hraščice ob uporabi dveh vodnjakov (ČRP-1 in ČRP-2)

2.4.4. VVO IIIB Turnišče

VVO IIIB Turnišče se nadaljuje od VVO IIIA Turnišče po tokovnici za vodno stanje na dne 30. 3. 2012 z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka. Meja se pred Tešanovci obrne proti severu po površinski razvodnici, do priključitve meje VVO IIIB Filovci.

2.5. Velika Polana

Ob pripravi podatkov za regionalni numerični model smo prav tako prišli do ugotovitve, da se razlikujejo podatki uporabljeni v strokovni podlagi za Sistem A in Vodno dovoljenje za vodni vir Velika Polana. V času priprave Strokovne podlage nam je občina Velika Polana posredovala vlogo za spremembo vodne pravice (dne 21. 3. 2018) na katerem je podan največji trenutni odvzem za Kopani vodnjak Velika Polana 6 l/s ter za VP-1/71 8 l/s. Ker zraven ni bilo podane vrednosti o največjem letnem odvzemu se je predpostavila največjo vrednost, kar bi bilo 441.504 m^3/leto. Vodno dovoljenje za vodnjaka v Veliki Polani je bilo izdano 28. 5. 2019 (št. VD: 35527-27/2019-6), v katerem je največji možni odvzem omejen na 121.800 m^3/leto (3,6x manjša količina kot predvidena v strokovni podlagi).

Glede na ta podatek bi VVO II in VVO IIIA Velika Polana rahlo zmanjšali, vendar je regionalni numerični model pokazal, zelo visoke hitrosti toka podzemne vode na tem območju in sicer na območju VVO I **14,2 m/dan** in na območju VVO II **13,2 m/dan.**

V preglednici (Preglednica 5) so prikazane hitrosti toka podzemne vode, ki so bile izračunane v lokalnem numeričnem modelu (Pepelnik in Prestor, 2018) in so približno 7x manjše kot v regionalnem numeričnem modelu.

Preglednica 5: Hitrost podzemne vode na območju Velike Polane (Pepelnik in Prestor, 2018)

Ocene hitrosti toka podzemne vode (m/dan) **Zajetje**	**VVO I** **(50 dnevna izohrona)**	**VVO II** **(400 dnevna izohrona)**
Kopani vodnjak Velika Polana	2,0 m/dan	1,8 m/dan
Vrtina VP-1/71	0,9 m/dan	0,8 m/dan

Menimo, da so vrednosti iz lokalnega numeričnega modela bližje realnim vrednostim, saj smo za ta model izmerili gladino podzemne vode v 37 vodnjakih na ožjem območju Velike Polane, medtem ko je za regionalni numerični model bilo narejenih 34 meritev na območju celotnega območja Mursko – Prekmurskega polja.

Prav tako je v 14. členu Pravilnika navedeno, da je hitrost pretakanja podzemne vode v medzrnskem vodonosniku praviloma manjša od 10 m/dan in je manj odvisna od hidrometeoroloških razmer, porazdelitev hitrosti pretakanja podzemnih vod pa je razmeroma homogena.

Lokalno je lahko hitrost tudi višja, vendar to velja izjemoma in praviloma na manjših območjih (npr. območje dreniranja/napajanja ob rekah, spremembe v podlagi).

Iz tega razloga nismo povsem upoštevali izračunanih vrednosti iz regionalno numeričnega modela, smo pa iz načela previdnosti VVO I in VVO II povečali za **2x v gorvodni smeri**.

2.5.1. VVO I Velika Polana

V strokovni podlagi (Pepelnik in Prestor, 2018) je VVO I gorvodno segalo približno 125 m. Iz načela previdnosti smo gorvodno mejo VVO I podaljšali na razdaljo 250 m.

2.5.2. VVO II Velika Polana

VVO II bi v strokovni podlagi (Pepelnik in Prestor, 2018) segalo 755 m gorvodno, v primeru, da bi uporabili samo pogoj hitrosti podzemne vode. Gorvodna meja se je razširila iz razloga, da more napajati ¼ odvzete vode (uporabljena vrednost 441.504 m^3/leto, čeprav je v Vodnem dovoljenju vrednost 121.800 m^3/leto). Meja se je gorvodno razširila na približno 1.200 m gorvodno.

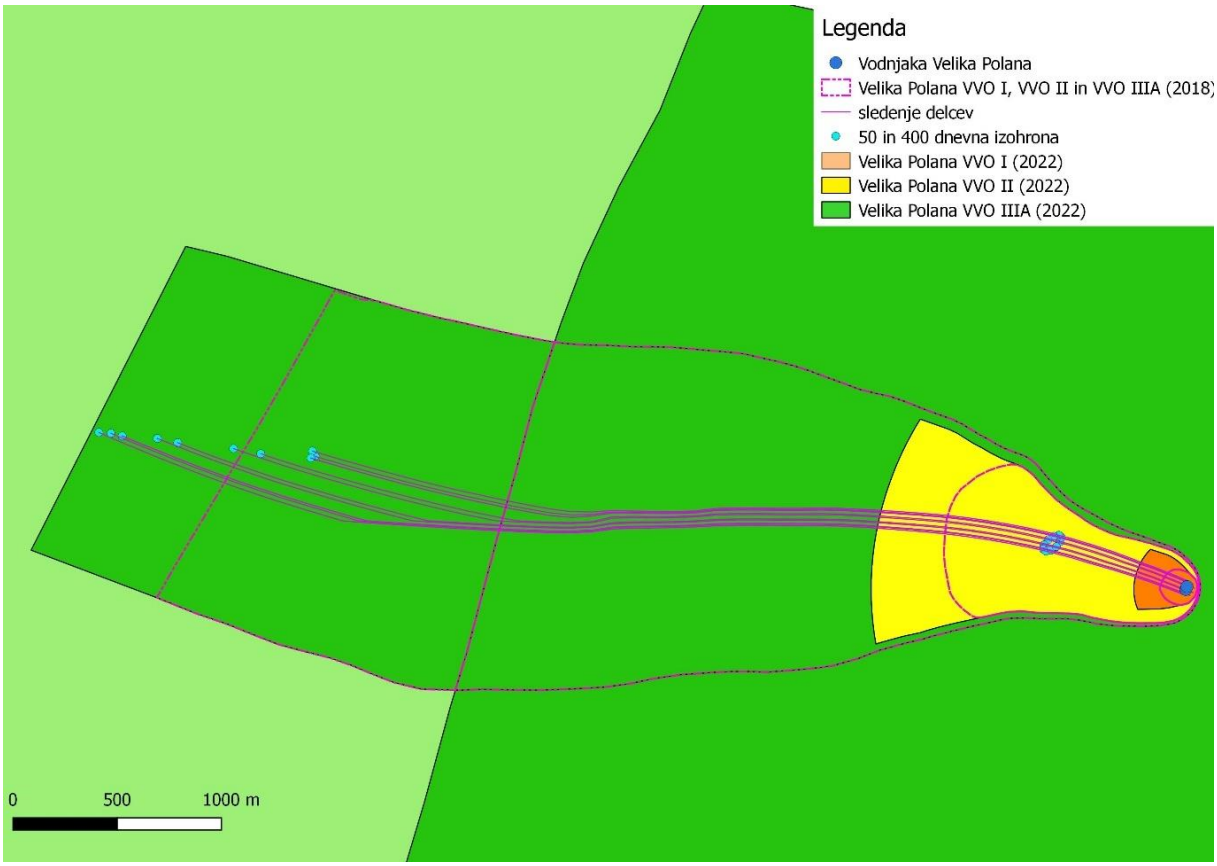
Iz načela previdnost smo zdaj uporabili dvojno hitrost (prej 755 gorvodno) in smo mejo VVO II razširili na 1510 m gorvodno od zajetij.

2.5.3. VVO IIIA Velika Polana

VVO IIIA smo iz varnostnega načela razširili tako, da obsega vse delce, ki potujejo 400 dni do zajetij glede na regionalen numerični model. Mejo VVO IIIA smo zaključili glede na hidroizohipse vodnega

stanja dne 5. 5. 2011, saj je na to vodno stanje meja podobno orientirana, kot je bila v letu 2018 (lokalni numerični model).

Na sliki (Slika 10) je prikazana primerjava VVO Velika Polana (Pepelnik in Prestor, 2018) ter nov predlog VVO Velika Polana (2022).



Slika 10: Primerjava VVO Velika Polana (Pepelnik in Prestor, 2018) ter nov predlog VVO Velika Polana (2022) (svetlo zelena barva je VVO IIIB vodnega vira Gaberje)

2.6. Dokležovje

Ob ponovni preveritvi strokovne dokumentacije (Tancar, Supovec in Vižintin, 2011) smo ugotovili, da je možno izračunati iz enega od grafov v prilogi, da je pri črpanju 4 l/s znižanje približno 8 cm v vodnjaku. Doc. dr. Vižintin (eden izmed avtorjev) je potrdil, da je bilo znižanje približno 7,96 cm. V strokovni podlagi (Pepelnik in Prestor, 2019b) je pisalo: »Ker iz poročilo (Tancar s sod., 2009) nismo pridobili znižanja ob črpanju, smo za Polmer depresijskega privzeli vrednost, ki je bila izračunana – 151,4 m.«

Avtorji so v poročilu uporabili, da je debelina omočenega sloja (D) vodonosnika 30 m. Ob tem izračunu dobimo iz transmisivnosti ($T = 7{,}96*10^{-2}$ m^2/s), da je $k = 2{,}65*10^{-3}$ m/s [T = kD]. V primeru, da uporabimo vrednost omočenega sloja, ki je v samem vodnjaku (D = 1,5 m). Dobimo vrednost koeficienta prepustnosti $k = 5{,}31*10^{-2}$ m/s.

Avtorji so navedli, da je radij vpliva 150 m (kar smo tudi upoštevali v strokovni podlagi). Glede na

izračune po Sichardtu (Preglednica 6) dobimo vrednosti 12,35 m ter 55,3 m. Glede na to, da nam regionalni numerični model kaže, da segajo delci do 44 m dolvodno menimo, da je vrednost **55,3 m** najbolj primerna. x_s = - 6,7 m.

Preglednica 6: Izračun depresijskega lijaka za vodni vir Dokležovje

Vodnjak	Koeficient prepustnosti k (m/s)	Znižanje v vodnjaku (m)	Vplivni polmer (m)
Dokležovje	$2,65*10^{-3}$	0,08	12,35
Dokležovje	$5,31*10^{-2}$	0,08	55,3

Regionalni numerični model, nam kaže, da je hitrosti na območju VVO I **59 m/dan.**

V 14. členu Pravilnika je navedeno, da je hitrost pretakanja podzemne vode v medzrnskem vodonosniku praviloma manjša od 10 m/dan in je manj odvisna od hidrometeoroloških razmer, porazdelitev hitrosti pretakanja podzemnih vod pa je razmeroma homogena.

Lokalno je lahko hitrost tudi višja, vendar to velja izjemoma in praviloma na manjših območjih (npr. območje dreniranja/napajanja ob rekah, spremembe v podlagi).

V strokovnih podlagah (Pepelnik in Prestor, 2019b) je bila uporabljena vrednosti 4,6 m/dan. V primeru, da uporabimo vrednost k = $5,31*10^{-2}$ m/s bi bila hitrost približno 30 m/dan.

Odločili smo se, da bomo upoštevali, da je hitrost zunaj depresijskega lijaka **10 m/dan** tako kot je navedeno v Pravilniku. Glede na zapisane enačbe 4 in 5 smo za Dokležovje izračunali hitrost v radiju vpliva gorvodno v_{sr} = 14,92 m/dan (v strokovni podlagi je bila v_{sr} = 7,4 m, ter v_{dej} = 4,5 m/dan).

2.6.1. VVO I Dokležovje

Glede na enačbo 3 sega 50 dnevna izohrona 35 m dolvodno. Glede na 23. člen Pravilnika smo to mejo prestavili na 50 m oddaljeno krožnico. Bočno smo meje omejili, tako kot v strokovni podlagi (Pepelnik in Prestor, 2019b) - na unijo tokovnic za vodni stanji 5. 5. 2011 in 10. 4. 2013 z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka. Glede na zgornje izračune sega VVO I 518,2 m gorvodno od zajetja.

2.6.2. VVO II Dokležovje

Dolvodno smo VVO II zaključili na rob depresijskega lijaka (55,3 m) – iz katerega teče podzemna voda v zajetje približno 115 dni. Bočno smo meje omejili, tako kot v strokovni podlagi (Pepelnik in Prestor, 2019b) – na unijo tokovnic za vodni stanji 5. 5. 2011 in 10. 4. 2013 – dodatno smo južno mejo razširili glede na tokovnice iz regionalnega numeričnega modela z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka. Glede na zgornje izračune sega VVO I 4.018,2 m gorvodno.

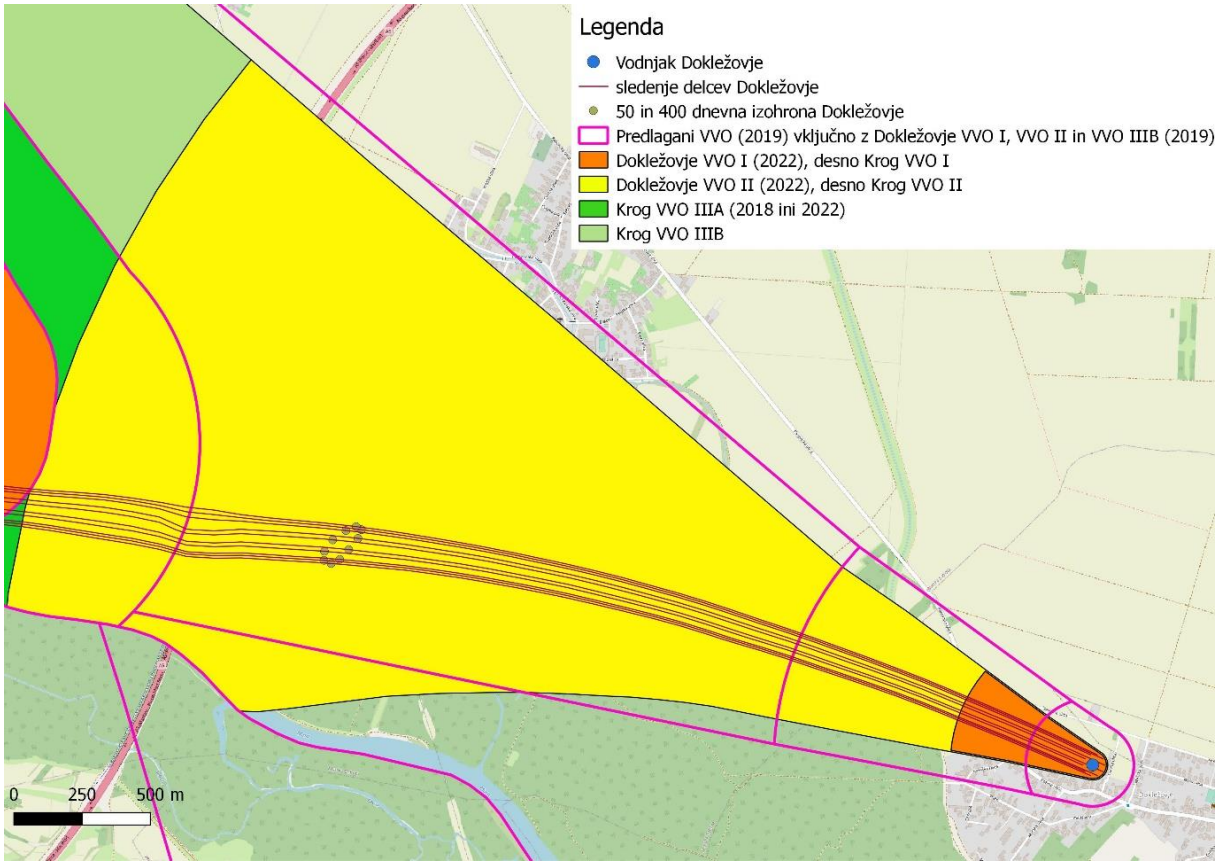
Sam VVO II se prekriva deloma z VVO IIIA Krog in na območju približno 4.042 m^2 se prekriva tudi z VVO I Krog. Glede vodne bilance to prekrivanje ni pomembno, saj se na predlaganem VVO II – približno 4,6 km^2 obnovi približno 38,4 l/s, oziroma skoraj 20x več kot je letni odvzem.

2.6.3. VVO IIIA Dokležovje

VVO IIIA Dokležovje ponovno nismo določili, tako kot v strokovni podlagi (Pepelnik in Prestor, 2019b).

2.6.4. VVO IIIB Dokležovje

Severna mejo VVO IIIB se nadaljuje glede na vodno stanje dne 5. 5. 2011 do VVO Murski Črnci. Na sliki (Slika 11) je prikazana primerjava VVO Dokležovje (Pepelnik in Prestor, 2019b) ter nov predlog VVO Dokležovje (2022).



Slika 11: Primerjava VVO Dokležovje (Pepelnik in Prestor, 2019b) ter nov predlog VVO Dokležovje (2022)

2.7. Krog

Regionalni numerični model, nam kaže, da je hitrosti na območju VVO I višja od **54 m/dan.**

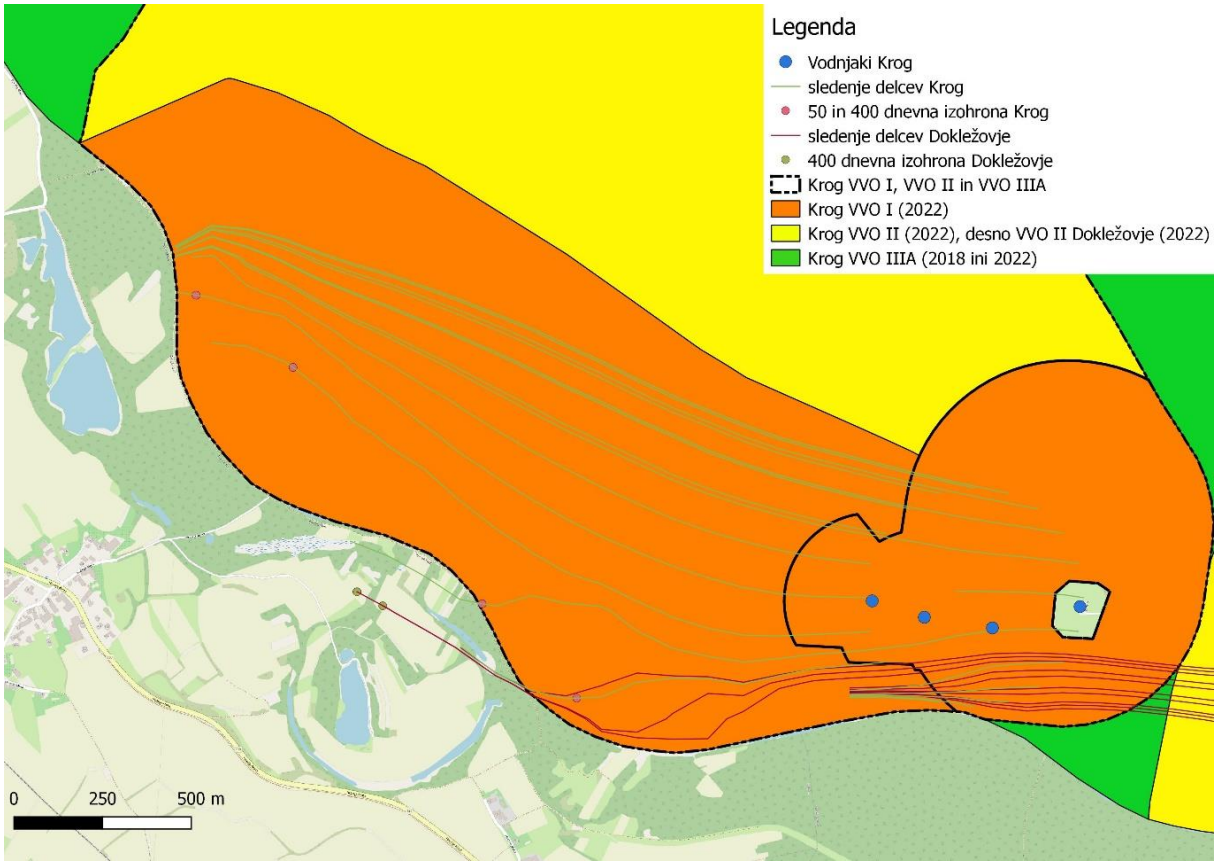
V 14. členu Pravilnika je navedeno, da je hitrost pretakanja podzemne vode v medzrnskem vodonosniku praviloma manjša od 10 m/dan in je manj odvisna od hidrometeoroloških razmer, porazdelitev hitrosti pretakanja podzemnih vod pa je razmeroma homogena.

Lokalno je lahko hitrost tudi višja, vendar to velja izjemoma in praviloma na manjših območjih (npr. območje dreniranja/napajanja ob rekah, spremembe v podlagi).

Ker vemo, da je sam vodni vir Krog zelo povezan z reko Muro, menimo, da je ta hitrost toka podzemne vode mogoča, zato smo VVO I povečali glede na regionalni numerični model.

2.7.1. VVO I Krog

Severni mejo VVO I smo povečali na tokovnice, katere je prikazal regionalni numerični model z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka. Na sliki (Slika 12) je prikazana primerjava VVO I Krog (Pepelnik in Prestor, 2019b) ter nov predlog VVO I Krog (2022).



Slika 12: Primerjava VVO I Krog (Pepelnik in Prestor, 2019b) ter nov predlog VVO I Krog (2022)

2.8. Fazanerija

V strokovnih podlagah je depresijski lijak za Fazanerijo V1 postavljen na 304 m, ter za Fazanerijo V2 in V3 na 152 m. Glede na regionalni numerični model segajo tokovnice za V2 in V3 150 m dolvodno, ter za V-1 50 m dolvodno. To pomeni, da za V-2 in V-3 skoraj v popolnosti ustreza določitev VVO I. Za Fazanerijo V-1 smo izračunali še spodnjo kulminacijsko točko, ki znaša v najslabšem primeru uporabe parametra transmisivnosti glede na pretekle študije x_s = -128,3 m (verjetnejša vrednost je x_s = -70 m). Zaradi teh ugotovitev smo poskušali izračunati še s pomočjo enačbe 3, na podlagi katere smo dobili vrednosti 195 m dolvodno za VVO I.

2.8.1. VVO I Fazanerija

Na jugu smo bočno mejo VVO I razširili glede na tokovnice iz regionalnega numeričnega modela z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka. Dolvodno smo VVO I okrog Fazanerije V-1 zaokrožili na 195 m.

2.8.2. VVO II Fazanerija

Na jugu smo bočno mejo VVO II razširili glede na tokovnice iz regionalnega numeričnega modela z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka. Dolvodno smo VVO II okrog Fazanerije V-1 zaokrožili na rob izračunanega depresijskega lijaka – 304 (tako kot je prej bila meja VVO I).

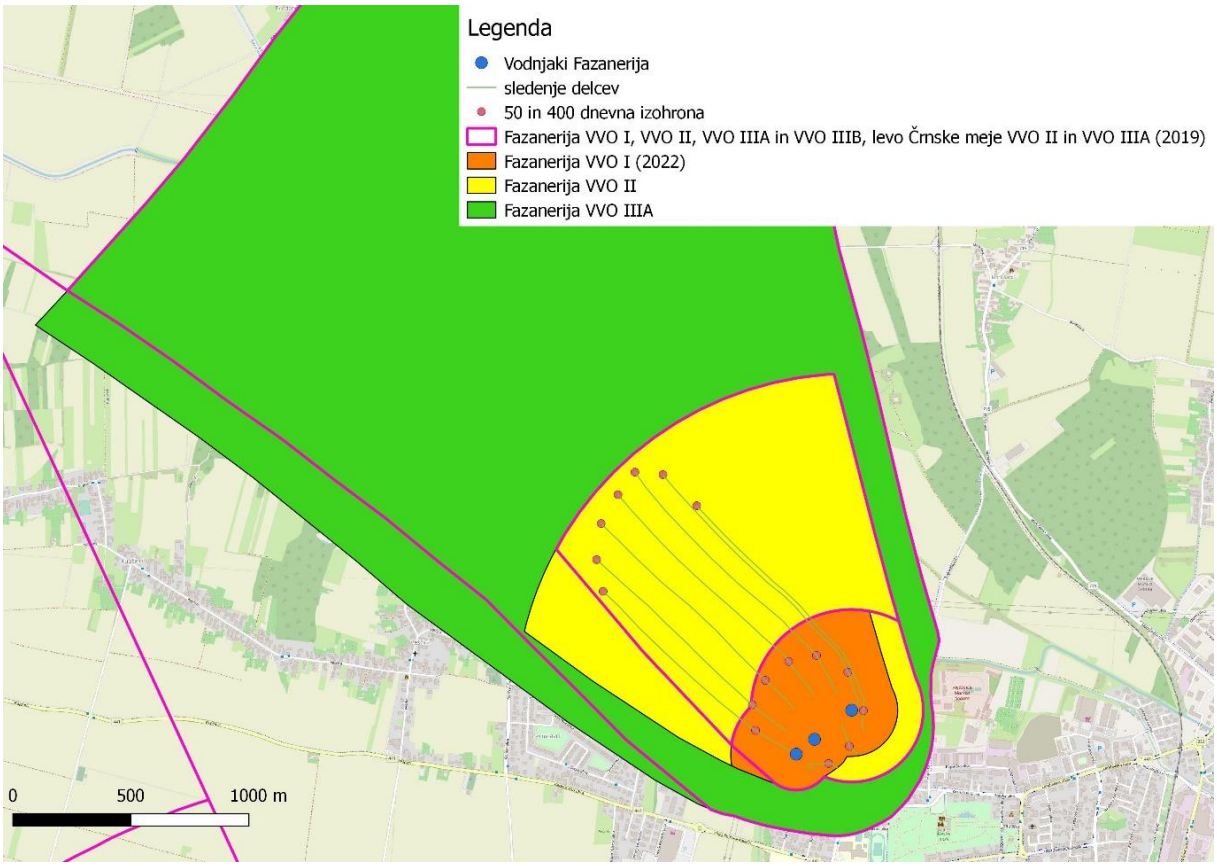
2.8.3. VVO IIIA Fazanerija

Na jugu smo bočno mejo VVO IIIA razširili glede na tokovnice iz regionalnega numeričnega modela z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka.

Na sliki (Slika 13) je prikazana primerjava VVO Fazanerija (Pepelnik in Prestor, 2019b) ter nov predlog VVO Fazanerija (2022).

2.8.4. VVO IIIB Fazanerija

VVO IIIB Fazanerija smo na jugu razširili glede na tokovnice iz regionalnega numeričnega modela z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka.



Slika 13: Primerjava VVO Fazanerija (Pepelnik in Prestor, 2019b) ter nov predlog VVO Fazanerija (2022)

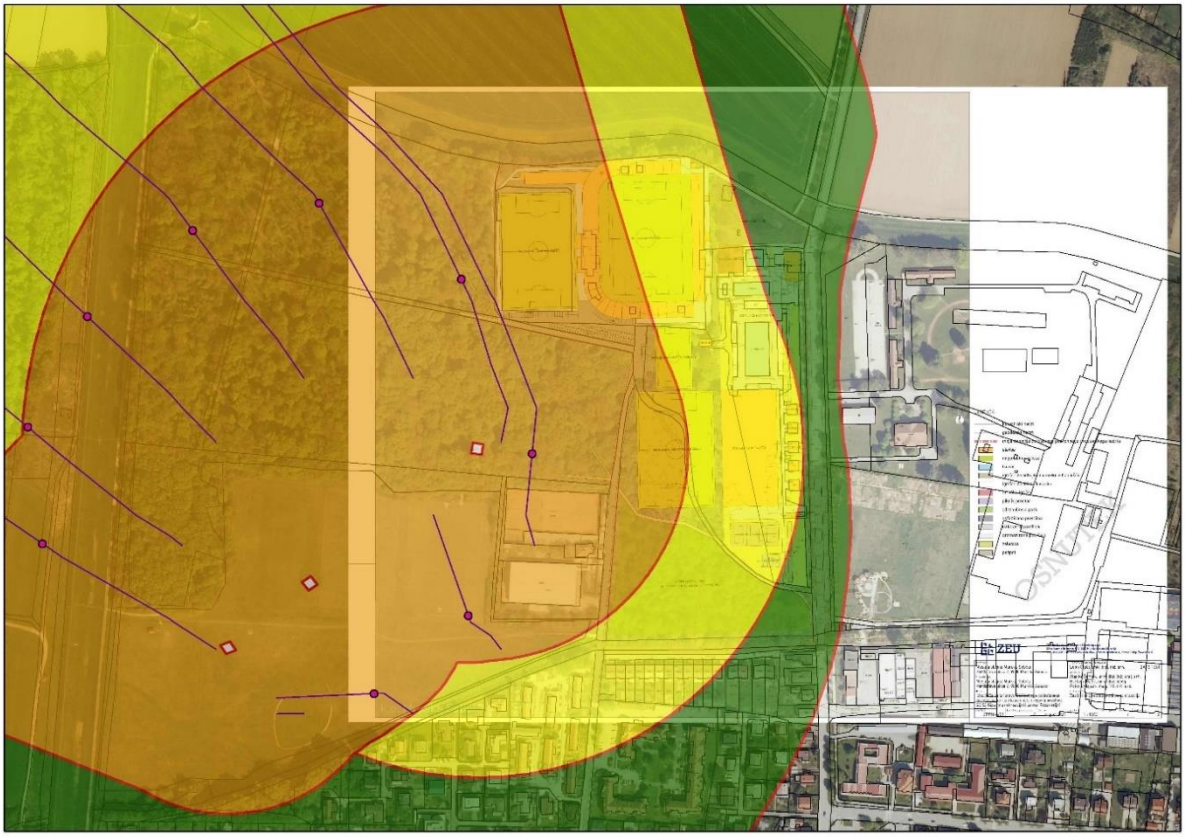
2.8.5. Razvojne dejavnosti v ŠRC Fazanerija

V našem (GeoZS) dopisu št: 437-1160/2022 z dne 1. 7. 2022 (Zadeva: Razvoj dejavnosti v ŠRC Fazanerija) smo prepovedali možnost pokritega bazena, ureditev igrišč za odbojko na mivki igrišč za ulično košarko ter adrenalinskega parka, ker so bili na VVO I.

Glede na nov predlog VVO bo večina teh objektov na VVO II (del adrenalinskega parka je še vedno na VVO I: Slika 14). Menimo, da je gradnja teh objektov, ki se po novem nahajajo na **VVO II** (na VVO I so še naprej prepovedani) in smo jih v dopisu št. 437-1160/2022 prepovedali, lahko izjemoma dovoljena in sicer pod pogojem, da gre za poseg v skladu z državnim prostorskim načrtom ali občinskim podrobnim prostorskim načrtom, ki je sprejet v skladu s predpisi, ki urejajo prostorsko načrtovanje, ter predpisi, ki urejajo umeščanje prostorskih ureditev državnega pomena v prostor, in za katerega je izvedena celovita presoja vplivov na okolje ter pridobljeno okoljevarstveno soglasje v skladu s predpisi, ki urejajo varstvo okolja. Sprejemljivost vplivov posega na vodni režim in stanje vodnega telesa se v fazi študije variant preverja na podlagi strokovne ocene. Sprejemljivost vplivov na vodni režim in stanje vodnega telesa ter vplive zaščitnih ukrepov na zmanjšanje tveganja za onesnaženje se na podlagi izsledkov **analize tveganja** za onesnaženje preverja v postopku izdaje mnenja o državnemu prostorskemu načrtu ali občinskemu podrobnemu prostorskemu načrtu. V fazi analize tveganja je potrebno opraviti tudi daljši črpalni preizkus (30 dni), oziroma dva krajša črpalna preizkusa (15 dni) v različnih vodnih stanjih ob hkratnem merjenju na opazovalnih vrtinah (opisano v našem (GeoZS) dopisu št. 437-1160/2022 z dne 1. 7. 2022) – v analizi črpalnega preizkusa, oziroma črpalnih preizkusov, je treba potrditi, da območje gradnje ne sega v 50 dnevno izohrono. Analiza tveganja se izvede za vse objekte skupaj tako, da se obravnava vplive vseh posegov posebej in kumulativno (seštevek vseh posegov).

Na območju ŠRC Fazanerija se je VVO I (Pepelnik in Prestor, 2019b) razdelilo na VVO I in VVO II (nov predlog, 2022). Kot razjasnitev na naš (GeoZS) dopis št. 437-1160/2022 z dne 1. 7. 2022 podajamo naslednje predloge (odebeljeno je zapisano to, kar ni bilo posebej navedeno v omenjenem dopisu (GeoZS, št. 437-1160/2022)):

- pri drenaži nogometnega stadiona in pomožnih igrišč se mora voda odvajati izven VVO I **in izven VVO II;**
- iz VVO I je treba odvajati tudi padavinske odpadne vode s streh novih/rekonstruiranih objektov, **lahko se odvajajo na VVO II;**
- na VVO IIIA in VVO IIIB so možni iztoki prečiščenih odpadnih vod neposredno v površinske vodotoke ali posredno odvajanje v podzemne vode, **iztoki prečiščenih odpadnih vod niso možni na VVO II.**



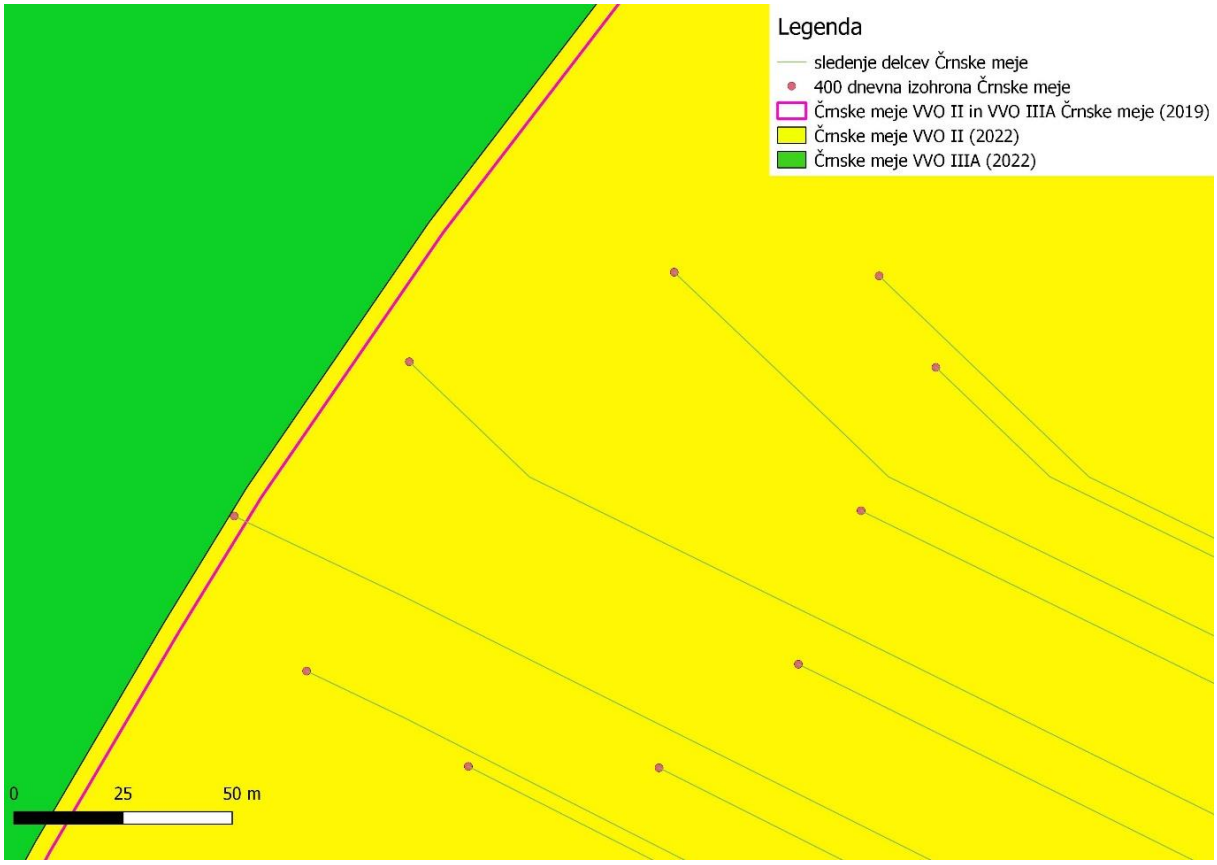
Slika 14: Predlagana vodovarstvena območja (2022) in predlagan OPPN

2.9. Črnske meje

Same meje dolvodno nismo spreminjali, saj je bila narejena po lokalnem numeričnem modelu (Vižintin, 2004).

2.9.1. VVO II Črnske meje

Na območju Črnskih mej, smo VVO II povečali minimalno in sicer za 4 m, tako, da so sedaj vsi delci, ki potujejo 400 dni (regionalni numerični model) do vodnjakov zajeti na območju VVO II Črnske meje (Slika 15).



Slika 15: Primerjava VVO II Črnske meje (Pepelnik in Prestor, 2019b) ter nov predlog VVO II Črnske meje (2022)

2.10. Murski Črnci

V strokovnih podlagah je depresijski lijak za Murske Črnce postavljen na 60 m. Glede na regionalni numerični model segajo tokovnice za Murske Črnce 35 m dolvodno. x_s = -9 m. Zaradi teh ugotovitev smo poskušali izračunati še s pomočjo enačbe 3, na podlagi katere smo dobili vrednosti 38 m dolvodno za VVO I.

2.10.1. VVO I Murski Črnci

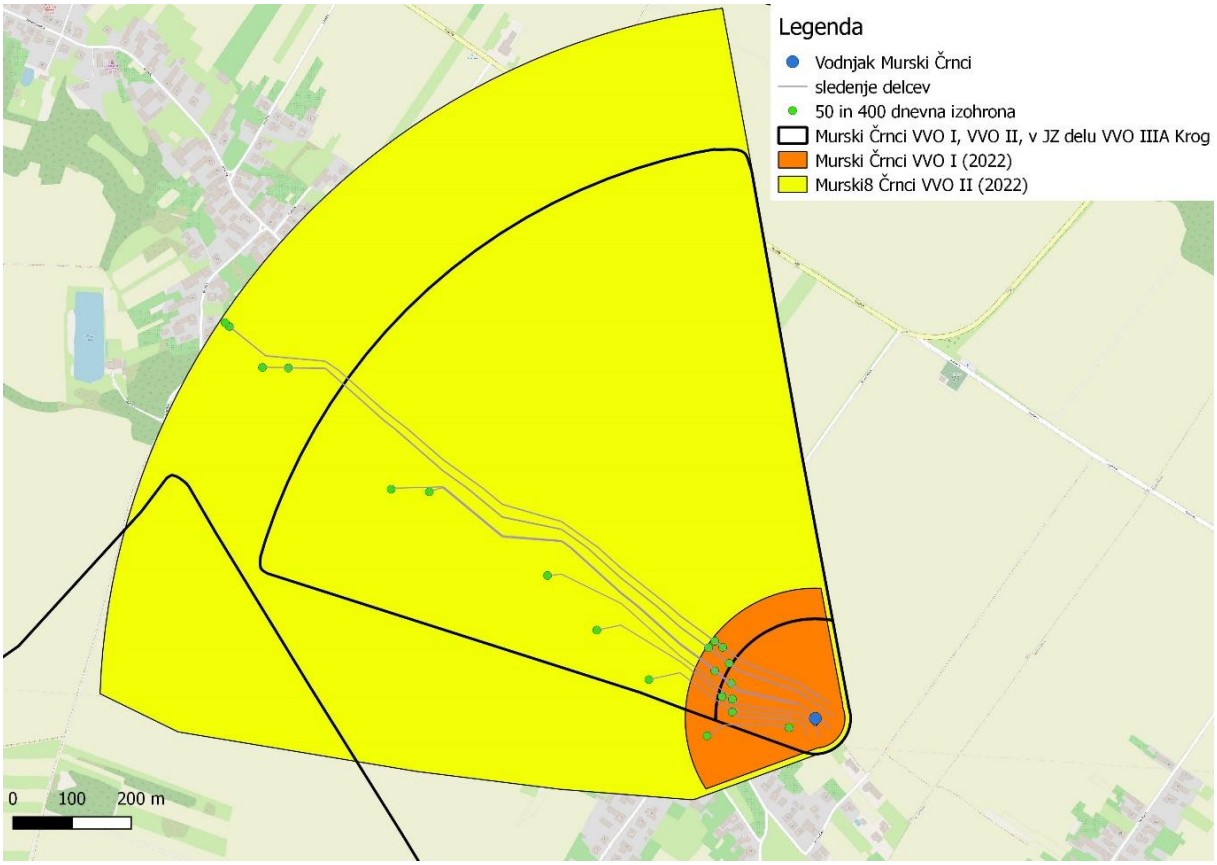
Glede na 23. člen Pravilnika smo mejo VVO I prestavili na 50 m oddaljeno krožnico. Na jugu smo bočno mejo VVO I razširili glede na tokovnice iz regionalnega numeričnega modela z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka. Prav tako smo VVO I povečali gorvodno, tako, da so sedaj vsi delci, ki potujejo 50 dni (regionalni numerični model) do vodnjakov zajeti na območju VVO I Murski Črnci.

2.10.2. VVO II Murski Črnci

Na jugu smo bočno mejo VVO II razširili glede na tokovnice iz regionalnega numeričnega modela z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka. Prav tako smo VVO II povečali gorvodno, tako, da so sedaj vsi delci, ki potujejo 400 dni (regionalni numerični model) do vodnjakov zajeti na območju

VVO II Murski Črnci. Dolvodno smo mejo VVO II zaključili na rob depresijskega lijaka.

Na sliki (Slika 16) je prikazana primerjava VVO Murski Črnci (Pepelnik in Prestor, 2019b) ter nov predlog VVO Murski Črnci (2022).



Slika 16: Primerjava VVO Murski Črnci (Pepelnik in Prestor, 2019b) ter nov predlog VVO Murski Črnci (2022)

2.11. Rankovci

V strokovnih podlagah je depresijski lijak za Rankovce postavljen na 79 m. Glede na regionalni numerični model segajo tokovnice za Rankovce 69 m dolvodno. Glede na podobnost vrednosti smo dolvodno VVO pustili takšen kot je bil v strokovni podlagi (Pepelnik in Prestor, 2019b).

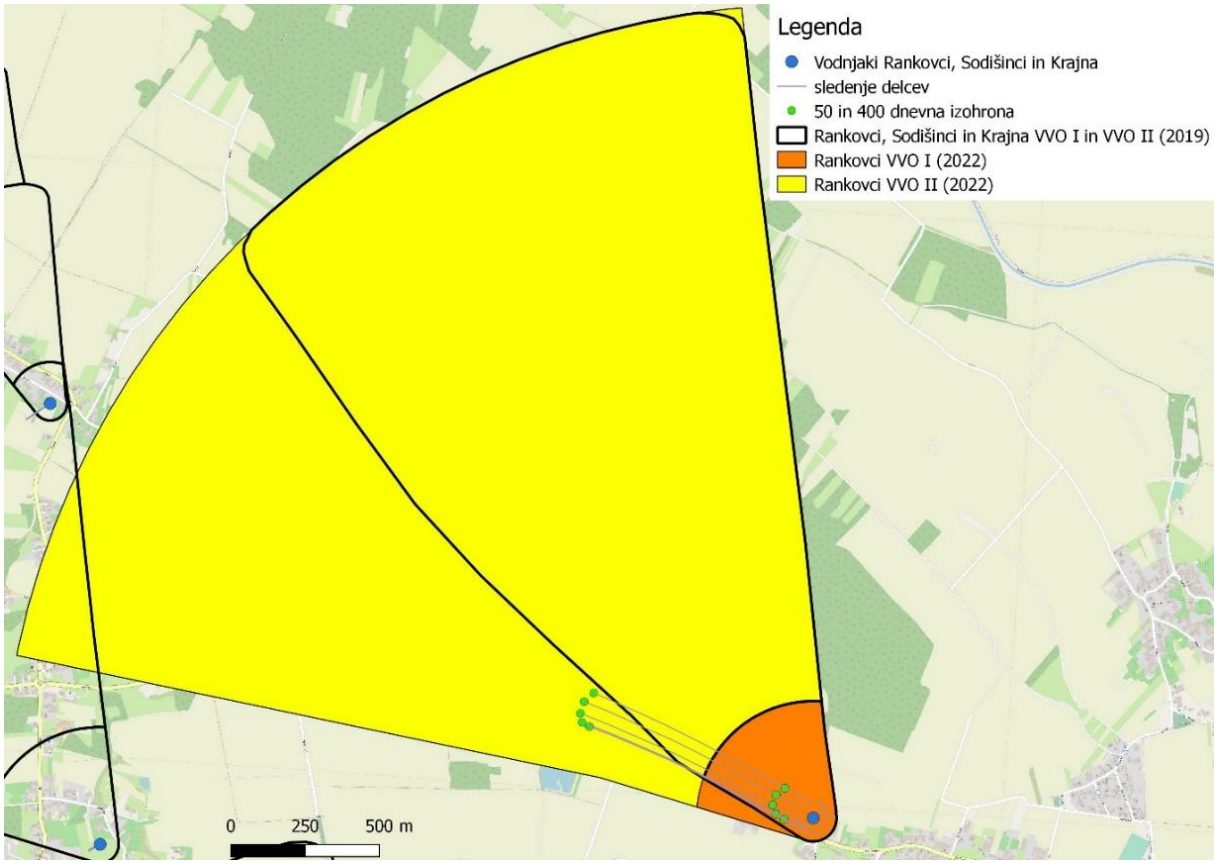
2.11.1. VVO I Rankovci

Na jugu smo bočno mejo VVO I razširili glede na tokovnice iz regionalnega numeričnega modela z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka.

2.11.2. VVO II Rankovci

Na jugu smo bočno mejo VVO II razširili glede na tokovnice iz regionalnega numeričnega modela z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka.

Na sliki (Slika 17) je prikazana primerjava VVO Rankovci (Pepelnik in Prestor, 2019b) ter nov predlog VVO Rankovci (2022).



Slika 17: Primerjava VVO Rankovci (Pepelnik in Prestor, 2019b) ter nov predlog VVO Rankovci (2022)

2.12. Mota

V strokovnih podlagah je depresijski lijak za Moto postavljen na 146 m. Glede na regionalni numerični model segajo tokovnice za Moto 56 m dolvodno. x_s = -142 m. Zaradi podobnih vrednosti za depresijski lijak in spodnje kulminacijske točke smo VVO dolvodno pustili takšen kot je bil v strokovni podlagi (Pepelnik in Prestor, 2019a).

2.12.1. VVO I Mota

Na jugu smo bočno mejo VVO I razširili glede na tokovnice iz regionalnega numeričnega modela z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka.

2.12.2. VVO II Mota

Na jugu smo bočno mejo VVO II razširili glede na tokovnice iz regionalnega numeričnega modela z 10 % varnostno razširitvijo zaradi možnosti disperzije toka.

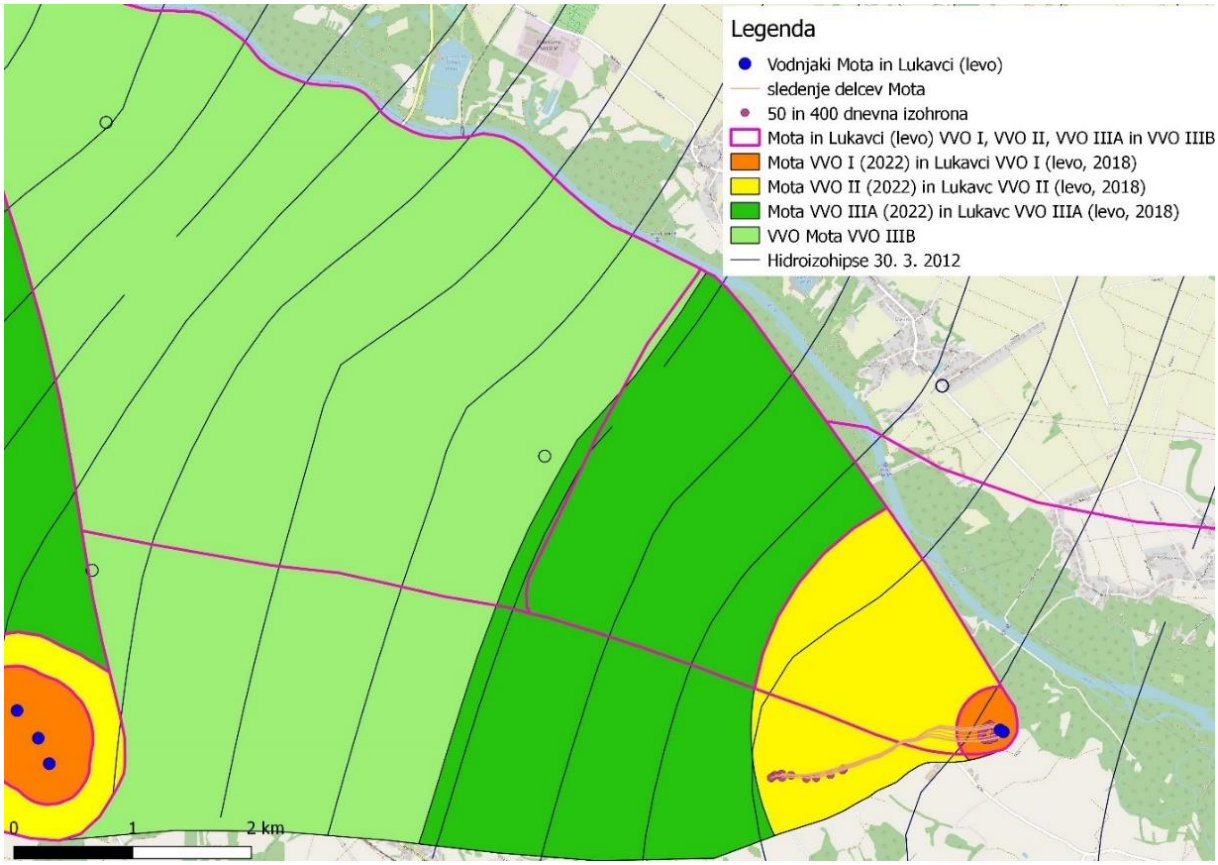
2.12.3. VVO IIIA Mota

Južno mejo VVO IIIA smo od meje VVO II nadaljevali glede na tokovnice vodnega stanja 30. 3. 2012. Zaključili smo mejo na hidroizohipsi tega vodnega stanja.

2.12.4. VVO IIIB Mota

Južno mejo VVO IIIB smo od meje VVO IIIA nadaljevali glede na tokovnice vodnega stanja 30. 3. 2012 vse do VVO Lukavci.

Na sliki (Slika 18) je prikazana primerjava VVO Mota (Pepelnik in Prestor, 2019a) ter nov predlog VVO Mota (2022).



Slika 18: Primerjava VVO Mota (Pepelnik in Prestor, 2019a) ter nov predlog VVO Mota (2022)

3. ANALIZA USTREZNOSTI DOLOČITVE POVRŠIN SPREMENJENIH VVO

V preglednici (Preglednica 7) so prikazani izračuni napajanja na spremenjenih VVO II in VVO IIIA (podrobnosti v strokovnih podlagah). Oba pogoja, ki sta matematično zapisana na dnu preglednice sta izpolnjena pri vseh VVO. To pomeni, da so velikosti VVO II in VVO IIIA ustrezne glede na Pravilnik (21. in 25. člen).

Preglednica 7: Analiza ustreznosti določitve površine vodovarstvenega območja

VODNI VIR	POVRŠINA VVO IIIA CELOTNA (m^2)	POVRŠINA VVO II (m^2)	INFILTRACIJA ($mm/m^2/leto$)	Q_0 SREDNJI LETNI ODVZEM IZ VODNEGA VIRA (l/s)	POVRŠINA IZRAČUNANEGA CELOTNEGA NAPAJALNEGA ZALEDJA (m^2)	POVRŠINA ¼ IZRAČUNANEGA NAPAJALNEGA ZALEDJA (VVO II) (m^2)	Q_{pretok} VVO IIIA CELOTNA (l/s)	Q_{pretok} VVO II (l/s)	¼ Q_0 SREDNJEGA LETNEGA ODVZEMA (l/s)
TURNIŠČE	7.547.614	2.205.234	206,64	25,000	3.815.307	953.827	49,46	14,45	6,25
VELIKA POLANA	7.238.040	970.705	218,25	3,862	558.072	139.518	50,09	6,72	0,97
HRAŠČICA ČRP-1 do ČRP-2	13.919.225	2.602.086	215,20	45,979	6.737.933	1.684.483	94,98	17,76	11,49
HRAŠČICA ČRP-1 do ČRP-4	26.802.128	5.790.869	218,26	96,715	13.974.382	3.493.595	185,49	40,08	24,18
DOKLEŽOVJE	4.650.938	4.650.938	268,92	1,903	223.112	55.778	39,66	39,66	0,48
FAZANERIJA	9.675.987	1.947.237	274,24	45,000	5.174.749	1.293.687	84,14	16,93	11,25
ČRNSKE MEJE	17.072.129	2.483.560	274,98	60,000	6.881.173	1.720.293	148,86	21,66	15,00
MURSKI ČRNCI	1.189.262	1.189.262	264,14	1,237	147.649	36.912	9,96	9,96	0,31
RANKOVCI	4.871.639	4.871.639	278,83	0,539	60.969	15.242	43,07	43,07	0,13
MOTA	14.337.469	3.748.813	272,66	15,000	1.734.919	433.730	123,96	32,41	3,75
						$Q_0 < Q_{pretok}$ VVO celotni		¼$Q_0 < Q_{pretok}$ VVO II	

4. IZOHRONA NA MEJI VVO IIIA IN VVO IIIB

Prav tako je bila predlagana preveritev na kateri izohroni se pojavljajo meje VVO IIIA in pregled možnosti ali se bi dalo to sistematizirati. Predlagano je bilo, da velikosti VVO v regionalnem numeričnem modelu preveri izdelovalec tega modela doc. dr. Goran Vižintin.

Prvo bi radi poudarili, da glede na pogoja iz preglednice 7 (25. člen Pravilnika, 1.odstavek), tudi vsa VVO II niso omejena na 400 dnevno izohrono. Vodni viri, ki črpajo velike količine, imajo po navadi VVO II (in posledično VVO IIIA) postavljen dlje v gorvodni smeri, ker je potrebno zagotoviti dovolj veliko napajanje iz površine, ki jo zajema določen VVO. Pomeni, da ima glaven vpliv na velikost VVO IIIA (in deloma VVO II) količina odvzema, ter nato tudi v_{dej}. Za VVO II sega izohrona za vodni vir Krog na približno 1191 izohrono, za vodni vir Gaberje na približno 790 izohrono, za vodni vir Turnišče na 561 izohrono, ter za vodni vir Hraščico (primer uporabe vodnjakov od ČRP-1 do ČRP-4) na 506 izohrono.

V preglednici (Preglednica 8) so prikazane izohrone na meji med VVO IIIA in VVO IIIB. Najdaljša izohrona je pri Lukavcih (9121 dni – približno 25 let), kar je posledica nizke dejanske hitrosti v_{dej} (0,8 m/dan) in dokaj velikega dovoljenega letnega odvzema v povprečju 63,42 l/s. Najkrajša izohrona je v primeru Hraščice iz leta 2019, vendar smo ta VVO spremenili. Tako je sedaj najkrajša izohrono pri vodnem viru Mota (950 dni – približno 2,6 leta), kar je posledica dokaj velike dejanske hitrosti v_{dej} (4,5 m/dan) in dokaj nizkega dovoljenega letnega odvzema v povprečju 15 l/s.

VVO IIIA je bil narejen, da izpolni 21. člen Pravilnika. Ta pogoj je odvisen od napajanja (povezano z dovoljenim letnim odvzemom): površina VVO in infiltracija. Same izohrone pa so časovno definirane, odvisne so pa tudi od izračunane dejanske hitrosti izven depresijskih lijakov (v_{dej}).

Iz teh razlogov menimo, da za VVO IIIA ni možna sistematizacija glede na izohrone.

Tudi sam izdelovalec regionalnega numeričnega modela, je izdelal preveritev le za VVO I in VVO II, saj te podajo glavno informacijo o hitrosti ter smeri toka podzemne vode. Prav tako pa sta ti dve izohroni (50 in 400 dnevna izohrona) časovno definirani, medtem ko VVO III (VVO IIIA in VVO IIIB) niso časovno definirani (definirani na napajanje in celotno vplivno območje).

Preglednica 8: Izohrona na meji VVO IIIA in VVO IIIB

	VODNI VIR	IZOHRONA
Sistem A	Gaberje	3098
Sistem A	Velika Polana (2018)	2529
Sistem A	Velika Polana (2022)	1448
Sistem A	Turnišče (2018)	2545
Sistem A	Turnišče (2020)	1981
Sistem B	Hraščica (2019)	532
Sistem B	Hraščica (od ČRP-1 do ČRP-2)	1063
Sistem B	Hraščica (od ČRP-1 do ČRP-4)	1197
Sistem B	Fazanerija	1341
Sistem B	Krog (2019)	6185
Sistem B	Krog (2022)	5328
Sistem B	Črnske meje	1880
Sistem C	Mota	950
Sistem C	Lukavci (od Vc)	9121

5. SKLEP

Glede na nova dejstva in ugotovitve iz delovnih sestankov o delovnih osnutkih Uredb o vodovarstvenih območjih za Pomurje Sistem A in Sistem B smo ugotovili, da bo treba nekatera vodovarstvena območja, ki so bila predlagana v strokovnih podlagah (Pepelnik in Prestor, 2018; Pepelnik in Prestor, 2019a; Pepelnik in Prestor, 2019b) spremeniti. Prav tako smo opravili preveritev in novelacijo VVO iz strokovnih podlag glede na regionalni numerični model za Mursko kotlino.

Pri Hraščici ČRP-2 so povrtali vodnjak, kar je zelo povečalo izdatnost tega vodnjaka. Prav tako pa smo prejeli informacijo s strani Komune Beltinci d.o.o., da se načrtujeta še nova vodnjaka ČRP-3 in ČRP-4. Za vodni vir Hraščice, smo glede na podatke Komune Beltinci d.o.o. pripravili dve možnosti in sicer: primer črpanja z vodnjakoma ČRP-1 in ČRP-2, ter primer črpanju z vodnjaki ČRP-1, ČRP-2, ČRP-3 in ČRP-4. Vodnjaka ČRP-3 in ČRP-4 bi se naj izkopala/izvrtala do leta 2035. V Prilogi 2 (digitalna priloga) sta ločeno podani obe možnosti.

Novo dejstvo je navedeno tudi v dopisu Občina Turnišče 51/2021-Ž, dne 26. 10. 2021, v katerem so podali vlogo za spremembo vodne pravice na DRSV. Nov največji dovoljen trenutni odvzem je tako postavljen na 25 l/s (prej 55 l/s). Dodatno novo dejstvo je bilo navedeno tudi v dopisu št. 355-0003/2022-1, dne 21. 2. 2022 Občine Tišina, da se je ukinil vodni vir Tišina. Vodni vir Tišina smo izbrisali iz novega predloga strokovnih mej VVO. Prav tako smo ugotovili, da smo pri Dokležovju upoštevali prevelik depresijski polmer.

Glede na prejete preveritve velikosti VVO v regionalnem numeričnem modelu (Prilogo 1) smo spremenili predloge VVO za Gaberje, Hraščico, Turnišče, Veliko Polano, Dokležovje, Krog, Fazanerijo, Črnske meje, Murske Črnce, Rankovce in Moto glede na strokovne podlage (Pepelnik in Prestor, 2018; Pepelnik in Prestor, 2019a; Pepelnik in Prestor, 2019b).

Vse spremembe smo tudi preverili glede na 21. in 25. člen Pravilnika. Ugotovili smo, da so velikosti novih predlogov VVO ustrezne.

Prav tako smo preverili možnost sistematizacije meje VVO IIIA in VVO IIIB glede na izohrone. VVO IIIA je bilo osnovano na način, da izpolni 21. člen Pravilnika. Ta pogoj je odvisen od napajanja (povezano z dovoljenim letnim odvzemom): površina VVO in infiltracija. Same izohrone pa so časovno definirane, odvisne so pa tudi od izračunane dejanske hitrosti izven depresijskih lijakov (v_{dej}). Iz teh razlogov menimo, da za VVO IIIA ni možna sistematizacija glede na izohrone.

6. LITERATURA/VIRI

Pepelnik, T. in Prestor, J., 2018: Strokovna podlaga o vodovarstvenih območjih za območje Pomurja – Sistem A: Končno poročilo (izdelano marca 2018 dopolnjeno junija 2018 in julija 2018 po reviziji). GeoZS, Ljubljana.

Pepelnik, T. in Prestor, J., 2019a: Strokovne podlage za predpis o vodovarstvenih območjih – Pomurski vodovodi Sistem C: Končno poročilo (izdelano maja 2019 dopolnjeno julija 2019 po reviziji). GeoZS, Ljubljana.

Pepelnik, T. in Prestor, J., 2019b: Strokovne podlage za predpis o vodovarstvenih območjih – Pomurski vodovodi Sistem B: Končno poročilo (izdelano avgusta 2019 dopolnjeno oktobra 2019 po reviziji). GeoZS, Ljubljana.

Tancar, M., Supovec, I. in Vižintin, G., 2011: Hidrogeološko poročilo za pridobitev vodnega dovoljenja za neposredno rabo vode za oskrbo s pitno vodo – vodnjak Dokležovje. Izdelano decembra 2009, dopolnjeno januarja 2011. HGEM, d.o.o., Ljubljana.

Tancar, M., Supovec, I. in Vižintin, G., 2012: Hidrogeološko poročilo za podaljšanje vodnega dovoljenja vodnega vira Hraščice pri Beltincih (predviden odvzem vode je do 25 l/s). HGEM, d.o.o., Ljubljana.

Vižintin, G., 2019: Hidrogeološko poročilo za povečanje količin črpanja na vodnjaku Hraščica Hr-2v. HGEM, d.o.o., Ljubljana.

Vižintin, G., 2021: Izračun izohron za območje Murskega polja s pomočjo Modflow-a. HGEM, d.o.o., Ljubljana

Vižintin, G., 2022: Določitev lokacije vodnjakov ČRP-3 in ČRP-4 v Hraščici. HGEM, d.o.o., Ljubljana

Vižintin, G., 2021: Izračun izohron za območje Murskega polja s pomočjo Modflow-a. HGEM, d.o.o.

HGEM d.o.o.
ZALOŠKA CESTA 143, 1000 LJUBLJANA

IZRAČUN IZOHRON ZA OBMOČJE MURSKEGA POLJA S POMOČJO MODFLOWA

Poročilo

DECEMBER 2021

HGEM d.o.o.
ZALOŠKA CESTA 143, 1000 LJUBLJANA
TEL.:

Naslov:	IZRAČUN IZOHRON ZA OBMOČJE MURSKEGA POLJA S POMOČJO MODFLOWA
Tip dokumenta:	Poročilo
Kraj:	Mursko – Prekmursko polje
Naročnik:	GeoZS Dimičeva 14, 1000 Ljubljana
Izdelovalec:	HGEM, d.o.o. Zaloška cesta 143 1000 Ljubljana
Direktor: Podpis:	Martin TANCAR, u.d.i. HGEM d.o.o. Zaloška cesta 143, Ljubljana

HGEM d.o.o.
ZALOŠKA CESTA 143, 1000 LJUBLJANA
TEL.:

Revident: Podpis:	doc. dr. Goran VIŽINTIN dr. GORAN VIŽINTIN univ.dipl.inž.geol. IZS RG0120
Faza:	Končna
Številka dok:	H/GV- 57/2021
Datum:	31.12.2021

KAZALO

1. UVOD 2

2. KRATEK HIDROLOŠKO – HIDROGEOLOŠKI PREGLED 3

3. NUMERIČNI MODEL 4

3.1 DOLOČITEV NIZKEGA VODNEGA STANJA 4

3.1 UMERITEV MODELA 5

4. IZRAČUN IZOHRON 8

5. REZULTATI PRIMERJAVE 10

6. ZAKLJUČEK 11

7. LITERATURA 12

KAZALO SLIK

Slika 1: Geografska lega veljavnega modelskega območja numeričnega modela. 2

Slika 2: Diagram postopka umerjanja modela podzemnega toka na Murskem, Ravenskem in Dolinskem polju 5

Slika 3: Prikaz območij različnih hidravličnih prepustnosti. 6

Slika 4: Prikaz izračunanih vrednosti glede na merjene vrednosti gladine podzemne vode. 7

Slika 5: Prikaz predvidenih VVO-jev na območju modela in širše. 8

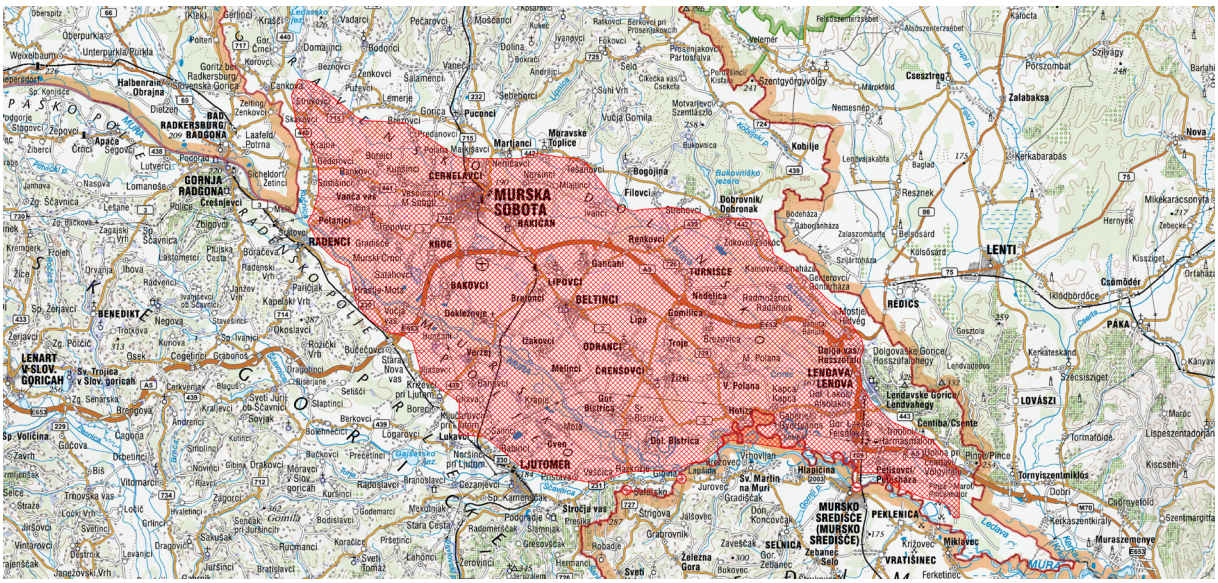
Slika 6: Prikaz ujemanja sledi delcev s predvidenimi VVO-ji.. 10

KAZALO TABEL

Tabela 1: Seznam vodnih virov vključenih v analizo. 8

1. UVOD

V letu 2021 so bili izvedeni analitični izračuni vodovarstvenih območij (VVO) virov pitne vode na območju Murske kotline. V letu 2013 (Vižintin, 2013), je bilo na pretežnem območju Murskega, Ravenskega in Dolinskega polja (Slika 1) izvedeno modeliranje toka podzemne vode, s ciljem izdelave modelskih orodij za spremljanje suše, ocenjevanje stanja podzemnih voda in prognoziranja dinamike morja.



Slika 1: Geografska lega veljavnega modelskega območja numeričnega modela.

Glavni namen prej omenjenega projekta je bil zagotoviti kontrolne mehanizme, s katerimi se bo lahko preverilo, ali je na določeni lokaciji mogoče podeliti pravico za odvzem določene količine vode. Numerično modeliranje je bilo izvedeno za oceno nizkega količinskega stanja podzemnih voda, za obdobje, ko so pritiski na rabo vode največji.

Glede na že izdelane numerične modele, ki med drugim pokrivajo tudi večji del Murskega, Ravenskega in Dolinskega polja, smo izvedli primerjavo smeri in časov potovanja delcev med analitičnim in numeričnim izračunom.

Namen pričujočega projekta je bil izračuna izohron s pomočjo obstoječega numeričnega modela, cilj pa pomoč pri izrisu VVO-jev, ki naj “odražajo” bolj realno stanje na terenu. Za primerjavo smo izdelali izračune za 50 in 400 dnevne potovalne čase delcev.

2. KRATEK HIDROLOŠKO – HIDROGEOLOŠKI PREGLED

Široka ravnica med levim bregom Mure in Goričkim, na zahodnem delu poimenovana Ravensko polje in na vzhodnem delu Dolinsko polje, zajema mlado tektonsko udorino, ki jo zapolnjujejo kvartarni - pleistocenski in še mlajši holocenski peščeno prodnati zasipi reke Mure in njenih pritokov Kučnice, Ledave s pritoki, Bukovnice in Kobiljskega potoka.

Mursko polje je ravnica, ki jo je Mura izoblikovala na desnem bregu med vstopnim profilom na severozahodu pri Gornji Radgoni in izstopnim profilom na jugovzhodu pri Gibini. Tudi ta del je zasut s kvartarnim - pleistocenskim in holocenskim peščeno prodnatim zasipom.

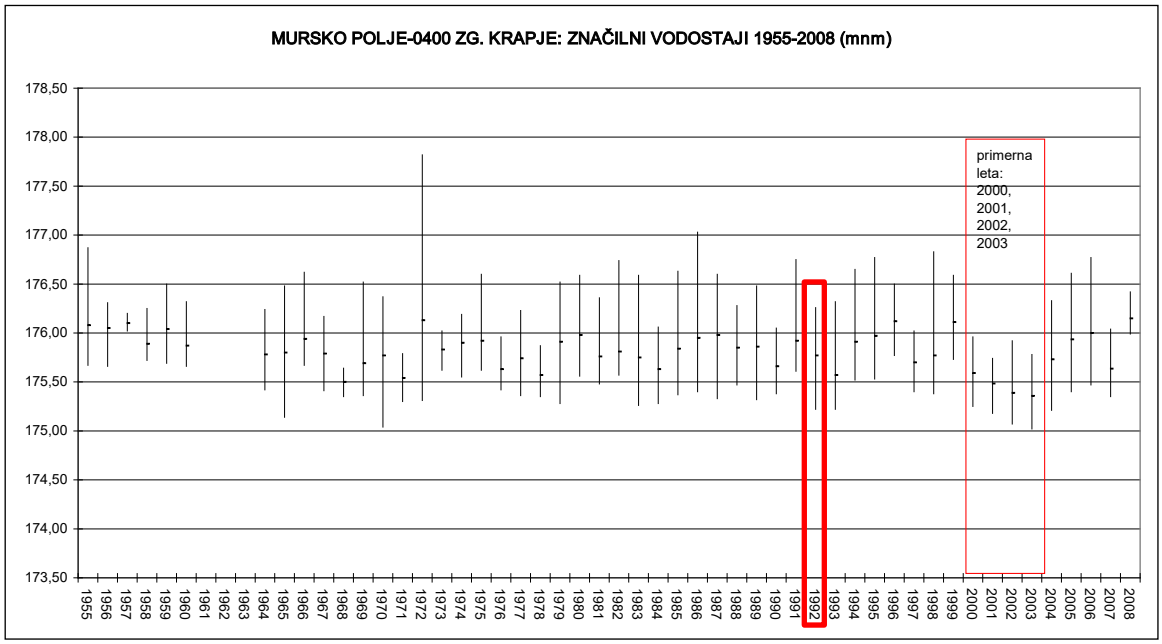
Mura ima tradicionalno največ vode spomladi in poleti, ko se v Alpah tali sneg. Pri nas počasi tekoča reka je bila znana po plavajočih mlinih. Kljub relativni počasnosti pa Mura teče veliko hitreje, kakor je nekoč, zaradi česar se tudi poglablja. Pred regulacijo, s katero so začeli konec 19. stoletja, je samo kakšnih 40 % vode teklo po glavnem koritu, sedaj pa tam teče skoraj vsa voda in zaradi večje moči transportira več proda (Vižintin, 2011).

Tako na desni kot levi strani reke Mure sta bili vrezani dve terasi. V peščeno prodnatih zasipih Murskega polja nastopa medzrnski vodonosnik s prosto gladino in z bogatimi zalogami podzemne vode. Koeficient prepustnosti (k) je na območju nizke Murske terase od $2*10^{-3}$ do $2*10^{-2}$ m/s. Na območju visoke Murske terase na Murskem polju je k od $1,4*10^{-5}$ do $1*10^{-3}$ m/s. Podzemna voda nastopa ob nizkem nivoju na globini od 2 do 3 m. Tudi v peščeno prodnih zasipih Ravenskega in Dolinskega polja nastopa medzrnski vodonosnik s prosto gladino in z bogatimi zalogami podzemne vode. Koeficient prepustnosti (k) peščeno prodnatega zasipa je od $1,1*10^{-4}$ do $2*10^{-2}$ m/s. Podzemna voda nastopa ob nizkem nivoju na globini do 2,5 m (Vižintin, 2011).

Podlago kvartarnega prodnega zasipa gradijo pliocenski sedimenti, ki so po svoji sestavi praktično za vodo zelo slabo prepustni v numeričnem modelu jih obravnavamo kot neprepustne.

3. NUMERIČNI MODEL

3.1 DOLOČITEV NIZKEGA VODNEGA STANJA



Graf 1: Značilni letni vodostaji na opazovalni postaji Zgornje Krapje.

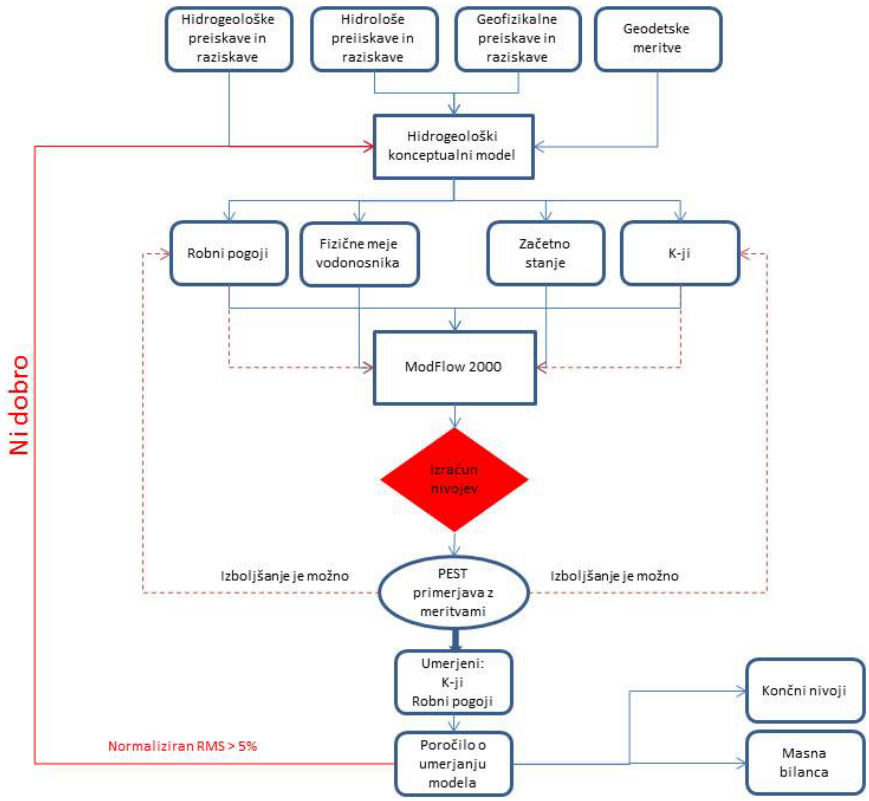
Kot je bilo razvidno iz podatkov in analiz, ki jih je posredoval ARSO, so pritiski uporabnikov na črpanje podzemne vode največji v času, ko je sposobnost obnavljanja aluvialnega vodonosnika najmanjša. V našem primeru je to obdobje od maja do septembra leta 1992 (Vižintin, 2011, 12 in 13). Analiza je sicer pokazala, da je še nekaj let, ki so primernejša od leta 1992 (Graf 1), a v njihovih primerih niso bile opravljene simultanke meritev gladin podzemne vode in zato na njih modela ni bilo mogoče umeriti. Načeloma so značilnosti obdobja so:

- vhodni podatki za padavinsko napajanje so bili določeni na osnovi meteorološke postaje Murska Sobota za obdobje od maja do septembra 1992 in GROWA - SI;
- vhodni podatki za evapotranspiracijo so bili določeni na osnovi meteorološke postaje Murska Sobota za obdobje od maja do septembra 1992 in GROWA - SI;
- gorvodne in dolvodne hidrodinamične meje so upoštevale spremembo nivoja podzemnih vod, ki je značilen za to obdobje;

- reka Mura je bila v tem času v glavnem v srednje visokem do srednje nizkem hidrološkem stanju z občasnim povečanjem, ki je predvsem posledica občasnih močnejših padavin v zaledju, kratkotrajni padavinski pojavi pa imajo na podzemno vodo aluvijalnega vodonosnika zanemarljiv vpliv;

3.1 UMERITEV MODELA

Celotno polje smo razdelili na pravokotno mrežo velikosti 500 x 390 celic (100 m x 100 m). Na zahodnem robu modela, na robu modela, ki meji na Goričko in Lendavske gorice ter na jugozahodnem območju modela, smo postavili meje napajanja, ki so ekvivalentne t.i. Neumann-ovemu robnemu pogoju. Za umeritev modela smo imeli na voljo 34 merjenih točk (piezometrov, vodnjakov itd.)

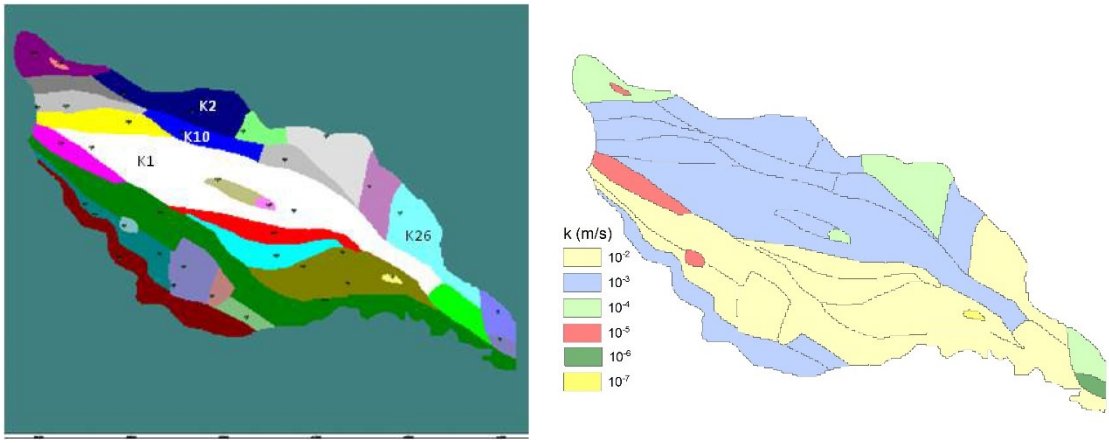


Slika 2: Diagram postopka umerjanja modela podzemnega toka na Murskem, Ravenskem in Dolinskem polju

Poleg omenjenih hidrodinamičnih mej smo na zgornjo ploskev predpisali napajanje s padavinami značilnimi za t.i. kritično hidrološko obdobje iz leta 1992 (242,5 mm/leto) (Vižintin, 2011). Kot nasprotje napajanju, ki za razliko od padavin predstavlja praznjenje na zgornji strani prve modelske plasti, smo v modelu določili ETP v velikosti 562,3 mm/leto (Vižintin, 2011). Globinski vpliv ETP smo določili na osnovi podatkov GROWA-SI, izračunanih za leto

1992. GROWA-SI pokaže za leto 1992 vrednost napajanja z robne površine modela 1,02 m^3/s, ta vrednost nam je v modelu služila kot orientacijska vrednost za skupno površinsko napajanje, ki v našem modelu znaša 1,179 m^3/s. Analogno, kot pri površinskem napajanju, so nam bili, v času kalibracije, v pomoč izračuni GROWA-SI pri določanju dotokov iz stranskih robov modela. Na osnovi tako postavljenega modela smo izvedli umerjanje modela, rezultate katerega prikazujemo v naslednjih poglavjih.

Postopek umerjanja modela prikazujemo na diagramu poteka, prikazanem na sliki 2. Kot je razvidno iz slike 2, smo model umerjali s pomočjo orodja PEST. Za potrebno umeritev smo model pognali več 100 krat. V primerih, ko s PEST – om izboljšanja nismo privedli do pogoja NORM RMS < 5%, smo v modelu spreminjali hidrodinamične meje modela, območja dotokov v model in območja k-jev (spremembe v konceptualnem modelu).

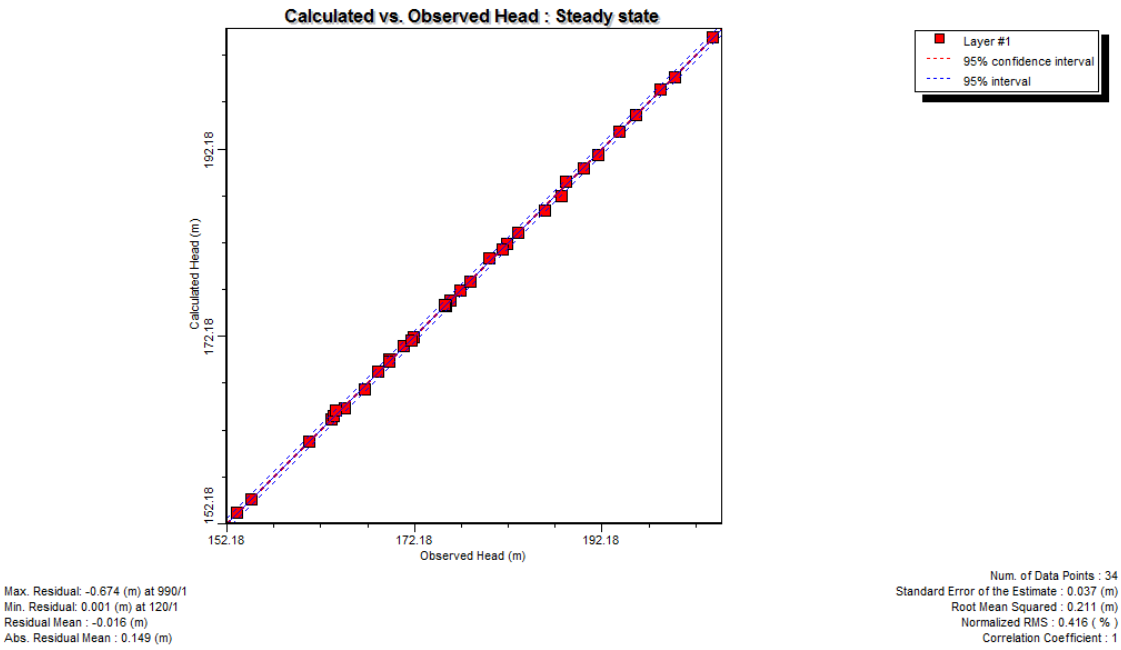


Slika 3: Prikaz območij različnih hidravličnih prepustnosti.

Tako smo v modelu, ki je na začetku imel 21 območij hidravlične prepustnosti prišli do končnega modela, ki ima 30 območij s hidravlično prepustnostjo, v katerih je možno spreminjati vrednosti k-jev (Slika 3), s pomočjo PEST-a ali ročno.

Rezultate kalibracije opravljene s PEST-om in ročnim umerjanjem podajamo na sliki 4. Iz slike 4 je razvidno, da so vse vrednosti znotraj 95% intervala zaupanja, kar je dober rezultat saj to pomeni, da statistično model dobro izračunava vrednosti nivojev podzemne vode na merilnih mestih (korelacija med izračunanimi in merjenimi vrednostmi je večja od 95%). Če pogledamo parameter NORM RMS ugotovimo, da je vrednost manjša od 1%. RMS podaja nihanje vrednosti okrog računanih vrednosti. Manjša je vrednost NORM RMS boljše je ujemanje modela s stanjem v naravi. Ne obstaja predpis, ki bi določal kako nizka vrednost je še sprejemljiva, a v splošnem se uporabljata dve meji 5% in 2,5%, velja pa čim manjša je ta vrednost boljše je umerjen model.

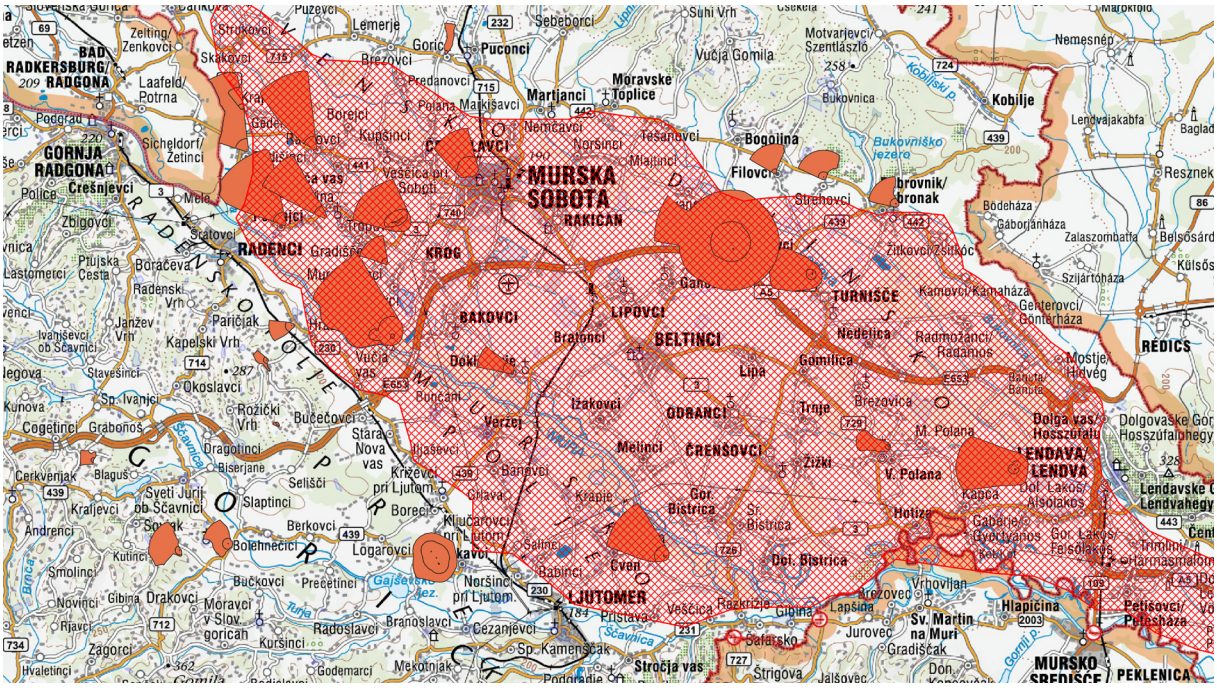
Analiza umerjenih rezultatov pokaže, da najslabše ujemanje dosega vrednost -0,674 m (merilno mesto 990/1 na Murskem polju) kar kaže, da je vrednost na tem mestu 0,674 m pod merjeno.



Slika 4: Prikaz izračunanih vrednosti glede na merjene vrednosti gladine podzemne vode.

4. IZRAČUN IZOHRON

S strani GeoZS smo dobili seznam vodnih virov na aluvialnem vodonosniku Murskega, Ravenskega in Dolinskega polja (Slika 5, Tabela 1). Za vsak posamezen vodni vir posebej smo izvedli izračun izohron s pomočjo računske metode sledenja delcev, pri tem smo uporabili trenutne količine črpanja, ki so navedene v tabeli 1. Metoda sledenja delcev je numerična metoda za izračun poti posameznih delcev z reševanjem njihovih enačb gibanja skozi čas. Osnovne smeri gibanja delcev so določene s krajevnimi lastnostmi vektorskega polja, v našem primeru so to gradienti htrosti toka podzemne vode, ki so izračunani s pomočjo numeričnega modela. Računali smo 50 in 400 dnevne izohrone.



Slika 5: Prikaz predvidenih VVO-jev na območju modela in širše.

Tabela 1: Seznam vodnih virov vključenih v analizo

ZAJETJE	KOORDINATA D48			LETNI ODVZEM (m^3)	Trenuten maksimalni odvzem (l/s)	Vodno DOVOLJENJE
	X	Y	Z			
Vodnjak V-1/87 (črpališče Gaberje)	159200	608125	163.1	2.049.840	65	35527-69/2012
Gaberje-2/12	159345	608212	161.5	946.080	34	35527-69/2012
B-1/88 (črpališče Turnišče)	166107	600938	172.5	788.400	25	35527-70/2012)

ZAJETJE	KOORDINATA D48			LETNI ODVZEM (m^3)	Trenuten maksimalni odvzem (l/s)	Vodno DOVOLJENJE
	X	Y	Z			
Vrtina VP-1/71	159971	603653	166	skupaj 121.800	8	35527-27/2019
Kopani vodnjak Velika Polana	159985	603658	166		6	35527-27/2019
Dokležovje	162739	590219	183	60.000	4	35527-96/2009
Hraščica (ČRP-2)	167230	598074	177	650.000	25	35527-23/2008
Hraščica (ČRP-1)	166992	598140	177	800.000	25	35527-81/2012
Fazanerija (V1)	169859	588789	190	1.419.120 (47.3040 posebej)	45 (vsak 15 posebej)	35527-21/2020
Fazanerija (V2)	169736	588631	190			
Fazanerija (V3)	169673	588554	190			
Krog glavni	163916	586049	189	5.203.440	165	35527-21/2020
Krog-poizkusni vodnjak	163856	585802	190			
Krog-vodnjak 1	163886	585610	189			
Krog-vodnjak 2	163932	585463	189			
Črnske meje	167971	586264	192	1.892.160	60	35527-21/2020
Krajna	172004	580710	203	17.000	5,8	35527-105/2009 (35527-139/2013-2)
Murski Črnci	166511	585829	192.6	39.000	5,8	35527-99/2009 (35527-3/2015, 35527-16/2019-3)
Petanjci	167912	582202	197	41.000	5,8	35527-103/2009 (35527-131/2013, 35527-5/2015-2)
Rankovci	170607	583283	198	17.000	5,8	35527-106/2009 (35527-135/2013, 35527-21/2019-3)
Sodišinci	170518	580878	200	26.500	5,8	35527-104/2009
Tišina	168176	583630	195	22.000	5,8	35527-102/2009 (35527-134/2013-2)
Mota V-1	156115	595709	175	473.040	60	35527-96/2004 (35527-108/2015-3)
Mota V-2/91	156099	595737	175		60	

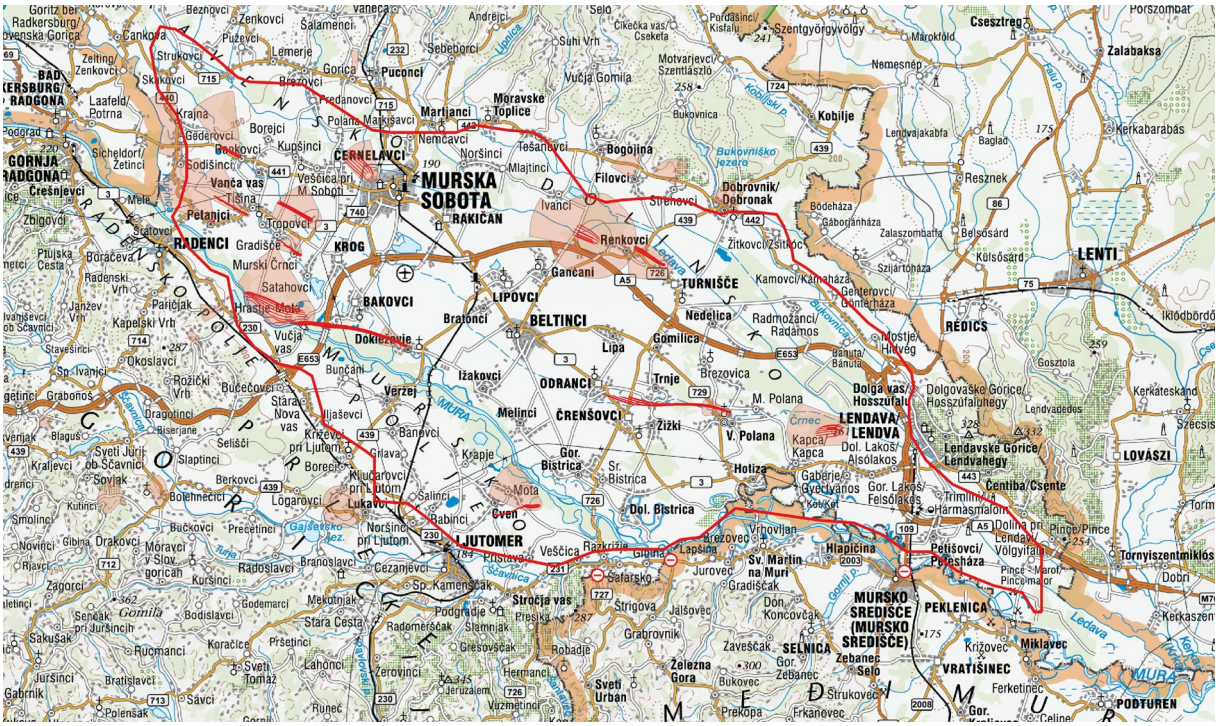
5. REZULTATI PRIMERJAVE

Primerjava med numeričnimi in analitičnimi izračuni pokaže naslednje (Slika 6):

a. *Se dobro ujemajo*: **Gaberje, Turnišče, Fazanerija, Črnske meje, Murski Črnci, Tišina**

b. *Slabše ujemanje:* **Krog** (model kaže večjo hitrost), **Velika Polana** (model kaže večjo hitrost), **Dokležovje** (model kaže večjo hitrost), **Hraščica** (model kaže manjšo hitrost), **Rankovci** (druga smer toka PV), **Mota** (druga smer toka PV)

c. *Ni bilo izračuna zaradi bližine roba modela:* **Krajna, Petanjci, Sodišinci**



Slika 6: Prikaz ujemanja sledi delcev s predvidenimi VVO-ji..

6. ZAKLJUČEK

Primerjava med analitičnimi in numeričnimi izračuni pokaže, da je v nekaj primerih odstopanje prisotno tako v smeri kot tudi v hitrosti.

Ocenjujemo, da so odstopanja posledica hidrološke situacije na katero je umerjen model in regionalnih specifik prostora, ki so posledica umerjanja modela. Za umeritev smo uporabili relativno nizko vodno stanje podzemnih vod, pri katerem reka Mura še ohranja svoj vodostaj in zato je možno pričakovati, da je v takih situacijah napajanje precej bolj dinamično, kot pa je to običajno. Umeritev numeričnega modela nakazuje na dobre prepustnosti prodno peščenih zasipov v območju reke Mure in spremembe v smereh toka, ki so posledica tako regionalnih sprememb v debelini in prepustnosti prodno peščenega zasipa kakor tudi območij napajanja.

Glede na relativno dobro umerjenost modela in hkratno možno numerično nedoločenost modela, predlagamo naslednje:

- tam, kjer model kaže na manjše hitrosti se ohranijo predlagani VVO-ji;
- v primerih kjer model kaže drugačno smer se VVO-ji dopolnijo z upoštevanjem izračunov numeričnega modela;
- večje hitrosti izračunane s pomočjo numeričnega modela je treba upoštevati tako, da se VVO-ji ustrezno povečajo v smereh potovanja delcev.

7. LITERATURA

Vižintin, G., Supovec, I. & Tancar, M. 2011: Projekt BOBER, 3. Sklop: Ekspertno numerični sistem za podporo odločanju na aluvialnih telesih podzemnih voda Slovenije. Poročilo P1B, Mejnik 2 – Konceptualni model za Mursko in Prekmursko polje.

Vižintin, G., Supovec, I. & Tancar, M. 2012: Projekt BOBER, 3. Sklop: Ekspertno numerični sistem za podporo odločanju na aluvialnih telesih podzemnih voda Slovenije. Poročilo P2B, Mejnik 6 – Postavitev numeričnega modela toka podzemne vode za mursko in prekmursko polje.

Vižintin, G., Supovec, I. & Tancar, M. 2013: Projekt BOBER, 3. Sklop: Kalibracija in validacija numeričnega modela toka podzemne vode za Mursko in Prekmursko polje in izdelava poročila P3B, Mejnik 7 – Postavitev numeričnega modela toka podzemne vode za mursko in prekmursko polje.