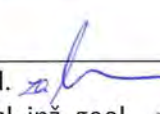



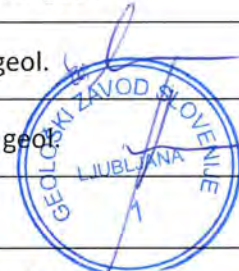


Hidrogeologija stanja izvirov v Stražunskem gozdu in določitev njihovega napajalnega zaledja

Končno poročilo

Ljubljana, november 2020

Naročnik:	MESTNA OBČINA MARIBOR Ulica heroja Staneta 1 2000 MARIBOR
Izvajalec:	GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE Dimičeva ulica 14, 1001 Ljubljana
Št. naročilnice:	20-050503-N00009 (9. 6. 2020)
Dinamika plačil:	V skladu z 32. členom ZIPRS 2021 je plačilni rok 30. dan od dneva uradnega prejema računov
Ponudba:	64-1160/2020 (8. 6. 2020)
Evidenčna številka:	631-303/2020
Število izvodov:	5 in 2 CD-ja
Naslov poročila:	Hidrogeologija stanja izvirov v Stražunskem gozdu in določitev napajalnega zaledja potoka/kanala
Datum izdelave:	15. 11. 2020
Avtorji:	Janja Svetina, mag. inž. geol.  mag. Joerg Prestor, univ. dipl. inž. geol.  mag. Irena Kopač, AEI - Aneri Eco Inženiring
Nosilec naloge:	mag. Joerg Prestor, univ. dipl. inž. geol.
Vodja organizacijske enote:	dr. Nina Rman, univ. dipl. inž. geol. 
Direktor:	dr. Miloš Bavec, univ. dipl. inž. geol. 
Ključne besede:	Sražun, izvir, pretok, gladina, rečni sedimenti
Datum:	Ljubljana, november 2020



Podatki NUV (Pravilnik o določitvi vodnih teles podzemnih voda (Uradni list RS, št. 63/05 in 8/18))

Vodno telo podzemne vode :	VTPodV 3012 Dravska kotlina
Vodonosni sistem :	32714 Dravsko polje
Vodonosnik :	1. VODONOSNIK Prodnopeščeni zasip Drave - Aluvialni vodonosnik

VSEBINA

UVOD	6
1. GEOLOŠKI IN HIDROGEOLOŠKI PREGLED TERENA	7
1.1. Geotektonski okvir	7
1.2. Hidrogeološki okvir.....	8
2. PREGLED ARHIVSKIH PODATKOV O GEOLOŠKI SESTAVI TAL (vrtine, razkopi)	8
2.1. Pregled arhivskih podatkov o gladinah podzemne vode.....	8
2.2. Elektroprevodnost in temperatura podzemne vode v zaledju Stražunskega gozda.....	10
3. PREGLED DRUGIH ARHIVSKIH PODATKOV - STANJE ZALEDJJA, HIDROMETEOROLOŠKE RAZMERE, DRUGI LOKALNI ARHIVSKI PODATKI	12
3.1. Izviri podzemne vode	12
3.2. Površinska voda	12
3.3. Vodne pravice (koncesije in vodna dovoljenja)	13
3.4. Komunalna infrastruktura	13
3.5. Pregled arhivskih aeroposnetkov	16
4. MERITVE HIDROGEOLOŠKEGA STANJA IZVIROV	17
4.1. Meritve na izviroh, mlakah in v Stražunskem kanalu	17
4.1.1. Meritve pretokov.....	18
4.1.2. Meritve osnovnih fizikalnih parametrov	20
4.2. Meritve na vrtinah z vodnimi dovoljenji v neposredni okolici Stražunskega gozda	20
4.3. Geodetski posnetek absolutnih višinskih kot z nivelmanom.....	20
5. POROČILO	22
5.1. KARTA IN PREREZ SESTAVE TAL NA OBMOČJU STRAŽUNA	22
5.1.1. Karta: Stražunski gozd in vodovarstvena ter poplavna območja.....	22
5.1.2. Prerez sestave tal na območju.....	22
5.2. DOLOČITEV NAPAJALNEGA ZALEDJJA IZVIROV	26
5.3. HIDRAVLIKA DELOVANJA IZVIROV	27
5.4. NAPOVED IZDATNOSTI IZVIROV V ČASU NIZKIH IN SREDNJIH VOD	30
5.5. OSNOVNE ZNAČILNOSTI VODE.....	31
5.5.1. Značilnosti vode iz izvirov	31
5.5.2. Značilnosti vode v mlakah	32
5.5.3. Značilnosti vode v Stražunskem kanalu	33
5.5.4. Značilnosti vode na vrtinah z vodnimi dovoljenji	34
5.6. PREDLOG UKREPOV IN UREDITEV	34

6. LITERATURA/VIRI.....	37
7. PRILOGE.....	38
7.1. Lokacije izvirov, oz. merilnih točk pretokov (4.1.1).....	38
7.1.1. Merilna točka 1: Izvir 5	38
7.1.2. Merilna točka 2: Izvir 4	39
7.1.3. Merilna točka 3: Izvir 3	40
7.1.4. Merilna točka 4: Dolvodno od spodnjega mostička pri vrtilčkih: pipa speljana v banjo	41
7.1.5. Merilna točka 5: Gorvodno od spodnjega mostička pri vrtilčkih: pipa speljana v banjo.....	42
7.1.6. Merilna točka 6: Gorvodno od točke 5: iztok iz napeljene cevi pri brvi čez kanal	43
7.1.7. Merilna točka 7: Gorvodno od točke 6: pipa speljana v lavor	44
7.1.8. Merilna točka 8: Gorvodno od točke 7: Pipa speljana v lijak.....	45
7.1.9. Merilna točka 9: Izvir ob pritoku zg. mešane kanalizacije v Stražunski kanal (pod Zagrebško cesto)	46
7.1.10. Dotok iz zajezitve izvira 1 v Stražunski kanal	47
7.2. Meritve osnovnih fizikalno-kemijskih parametrov na merilnih mestih izvirov, mlak in na drugih merilnih mestih.....	48
7.2.1. Julij.....	48
7.2.2. Avgust	49
7.2.3. Oktober.....	50
7.2.4. November	51
7.3. Meritve gladine podzemne vode na izvirih in vodnjakih.....	52
7.3.1. Terenske meritve: Avgust 2020.....	52
7.3.2. Terenske meritve: Oktober 2020	53
7.3.3. Terenske meritve: November 2020	54
7.4. Električna prevodnost in interpolirane hidroizohipse po mesecih meritev.....	56
7.4.1. Avgust 2020	56
7.4.2. Oktober 2020.....	57
7.4.3. November 2020	58
7.5. Arhivski aeroposnetki (Stražunski gozd v letu 1954)	59
7.6. Primer preurejanja naravnega stanja vodnih teles.....	61

KAZALO SLIK

Slika 1. Izsek iz OGK (list Maribor in Leibnitz) in lokacija obravnavanega območja.....	7
Slika 2. Prikaz merilnih mest z arhivskimi podatki o gladinah podzemne vode v zaledju Stražunskega gozda.....	9
Slika 3. Nivo gladine podzemne vode na izbranih merilnih mestih v zaledju Stražunskega gozda.....	10

Slika 4. Prikaz vrtin s koncesijo in vodnimi dovoljenji.	13
Slika 5. Kanal proti Stražunskemu jarku in dotok v Stražunski jarek.	14
Slika 6. Lokacije razbremenilnih objektov ter iztokov v zbiralni vod (kolektor) ter iztokov v Stražunski jarek (Vir: Nigrad d.d.)	15
Slika 7. Pregled komunalne infrastrukture (Vir: gis.iobcina.si).....	15
Slika 8. Območje Stražunskega gozda v letu 1954.....	16
Slika 9. Meritve GPV na piezometru PBe6 v zaledju Stražunskega gozda med leti 2016-2020, prikaz srednje vrednosti (oranžna črta) in obdobja izvajanja terenskih meritev v letu 2020.....	17
Slika 10. Merilne točke pretokov vode iz izvirov.....	19
Slika 11. Prikaz vseh terenskih merilnih točk v avgustu 2020.	21
Slika 12. Karta: Stražunski gozd in vodovarstvena ter poplavna območja.....	22
Slika 13. Položaj vodnih dovoljenj, starih vrtin in značilnih profilov za sestavo tal.	23
Slika 14. Profil 1 (smer: jug-sever).....	24
Slika 15. Profil 2 (smer: jug-sever).....	24
Slika 16. Profil 3 (smer: jug-sever).....	25
Slika 17. Profil 5 (smer: jug-sever).....	25
Slika 18. Vzdolžni profil (smer: zahod-vzhod).....	26
Slika 19. Hidroizohipse in generalna smer toka podzemne vode.	27
Slika 20. Interpretacija hidrogeološkega zaledja izvirov v Stražunskem gozdu.	30
Slika 21. Merilna mesta 2020 in ime izvira po Sovič in sod., 2019.	31
Slika 22. Meritve elektroprevodnosti (na y skali) in temperature (oznake podatkov) na dan meritev.	32

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1. Vrednosti elektroprevodnosti podzemne vode [$\mu\text{S}/\text{cm}$] (Vir: Mariborski vodovod).	10
Preglednica 2. Vrednosti temperature podzemne vode [$^{\circ}\text{C}$] (Vir: Mariborski vodovod).....	11
Preglednica 3. Meritve pretokov iz izvirov.....	19
Preglednica 4. Razlika v gladini podzemne vode (GPV) med novembrom in avgustom na izbranih merilnih mestih.	29
Preglednica 5. Meritve elektroprevodnosti v mlakah.	32
Preglednica 6. Opis merilnih mest fizikalnih parametrov v Stražunskem kanalu.....	33
Preglednica 7. Rezultati meritev fizikalnih prevodnosti v Stražunskem kanalu v mesecu juliju.....	33
Preglednica 8. Rezultati meritev fizikalnih prevodnosti v Stražunskem kanalu v mesecu avgustu.....	34

UVOD

Mestna občina Maribor želi Stražunski potok revitalizirati, sanirati in povrniti v prvotno stanje. V ta namen smo izvedli hidrogeološko študijo stanja izvirov z opredelitvijo glavnih značilnosti vode v izviroh, njihovega zaledja, hidravliko delovanja izvirov in oceno izdatnosti v času nizkih in srednjih vod. Na podlagi rezultatov meritev in raziskav smo podali predlog najbolj pomembnih revitalizacijskih ukrepov za pripravo načrta upravljanja.

Območje Stražuna je bilo leta 1992 razglašeno za naravni spomenik z Odlokom o razglasitvi naravnih znamenitosti na območju občine Maribor (MUV, št. 17/92). Območje je ovrednoteno kot parkovni gozd z izjemno poudarjeno rekreacijsko, ekološko-izravnalno in krajinsko-oblikovno funkcijo. Po pravilniku o določitvi in varstvu naravnih vrednot (Ur. l RS št. 111/2004, 70/2006, 58/2009, 93/2010, 23/2015) je tudi oblikovana in ekosistemska naravna vrednota lokalnega pomena. Stražunski gozd sodi med gozdove s posebnim namenom (Odlok o območju, v katerem se razglašajo gozdovi s posebnim namenom in o njihovi zaščiti, MUV, št. 6/83).

Skozi območje poteka lepo vidna stara (ledenodobna) struga Drave z značilnimi ježami. V zahodnem delu raziskovanega območja se pojavljajo izviri, ki so v preteklosti napajali potok, ta pa se je z izgradnjo razbremenilnika mestne kanalizacije spremenil v kanal. Stražunski potok tako deluje kot prelivni odvodnik za vršne vode v času padavin.

Rezultati kemijskega in mikrobiološkega preskušanja na izbranih mestih vzdolž Stražunskega potoka kažejo, da je voda v jarku obremenjena z amonijem, bakterijami fekalnega izvora in z organskimi snovmi (Sovič in sod., 2019). Stanje v potoku, oz. jarku je najslabše v času padavin in predstavlja pomembno obremenitev za reko Dravo, v katero se izliva. V sušnih obdobjih lahko velik del voda v slabo vzdrževanem kanalu ponikne, kar predstavlja nevarnost za onesnaženje podzemne vode v vodonosniku Dravskega polja.

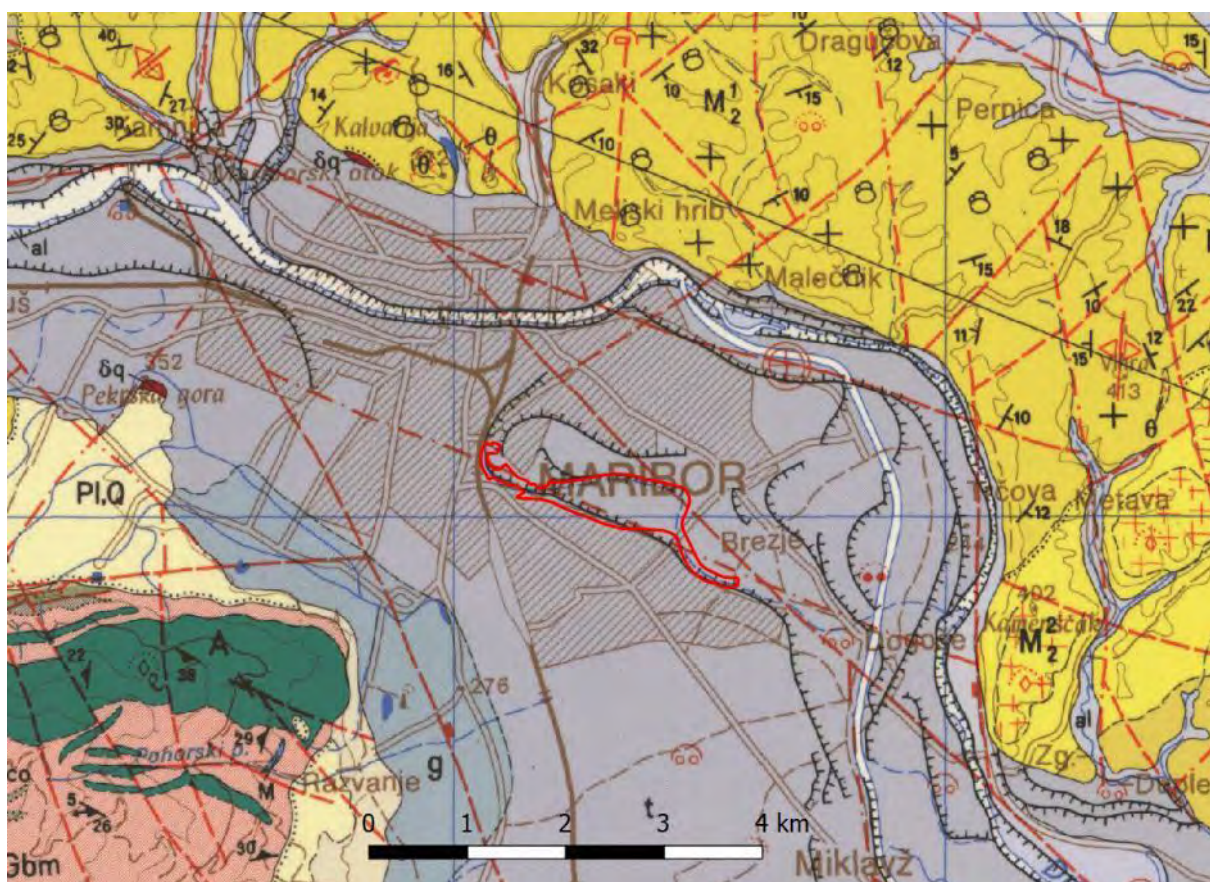
Poročilo je izdelano po Projektni nalogi 35400-4/2016-59 (28. 5. 2020).

1. GEOLOŠKI IN HIDROGEOLOŠKI PREGLED TERENA

1.1. Geotektonski okvir

Širše ozemlje v geotektonskem smislu pripada dvema geotektonskima conama, Vzhodnim alpam, h katerim prištevamo Pohorje in Kozjak, ter Panonskemu bazenu, kamor pripadajo Slovenske gorice, Haloze, Dravinjske gorice in tudi nižinski del ozemlja ob reki Dravi.

Stražunski gozd leži ravno na meji med Vzhodnimi Alpami in Panonskim bazenom. Pohorje, zahodno od Stražunskega gozda, predstavlja Vzhodne Alpe. Gradijo ga metamorfne kamnine, ki od vzhodnega roba Pohorja tonejo proti vzhodu v globino in tvorijo podlago (dno) Panonskega bazena. Del Panonskega bazena, na katerem leži Stražunski gozd, imenujemo Mariborsko-Ptujska pliokvartarna depresija (po Tolmaču Lista OGK Maribor in Leibnitz (Mioč, P. & Žnidarčič, M., 1988) (Slika 1). Mariborsko-Ptujska pliokvartarna depresija je zapolnjena s plastmi rečnih in drugih sedimentov.



Slika 1. Izsek iz OGK (list Maribor in Leibnitz) in lokacija obravnavanega območja.

Vrhnje plasti, na katerih leži Stražunski gozd, so ostanki rečne dravske terase, iz katerih se pojavljajo Stražunski izviri in po katerih teče tudi Stražunski potok. Pretežno gre za peščeno prodni zasip, med katerega so vložene plasti in leče peska, mestoma se lahko pojavljajo znatni deleži bolj drobnega materiala. Take plasti bi lahko predstavljale tudi viseče horizonte podzemne vode¹, vendar pa taki pojavi

¹ Viseča podzemna voda je telo podzemne vode omejenega obsega, ki se pojavlja na območjih, kjer med dobro prepustnimi sedimenti nastopajo tanjše slabo do zelo slabo prepustne plasti, nad katerimi se lokalno zadržuje podzemna voda v nezveznem sloju. Viseč horizont podzemne vode leži nad spodaj ležečim glavnim vodonosnim slojem.

na obravnavanem območju še niso bili dokumentirani.

Vzdolž južnega dela obravnavanega območja poteka fotogeološko inetrpretiran prelom v smeri severozahod – jugovzhod (NW-SE). Ta prelom je lahko povezan z razvojem dravske terase, ob kateri se na jugozahodnem delu Stražunskega gozda pojavljajo izviri in močila.

Čez vzhodni del Stražunskega gozda poteka interpretirani prelom v smeri NW-SE, ki je lahko povezan s potekom struge Stražunskega potoka, oziroma roba terase severno od njega. V smeri interpretiranih prelomov se steka Stražunski potok od Stražunskega gozda proti reki Dravi.

1.2. Hidrogeološki okvir

Izviri Stražunskega gozda so del vodnega telesa podzemne vode Dravske kotline (VTPodV 3012) in vodonosnega sistema Dravskega polja. Po IAH² hidrogeološki klasifikaciji leži na območju obširnega in srednje do visoko izdatnega vodonosnika z medzrnsko poroznostjo. Gre za rečno dravsko teraso iz aluvijalnih sedimentov. Prevladuje prodni zasip med katerega so vložene plasti in leče peska, redkeje melja. Prod je mestoma lahko prekrit z do 0,5 m debelo plastjo humusa ali z do 1,5 m debelo plastjo umetnega zasipa.

Vodonosnik se na obravnavanem območju napaja predvsem z vzhodnih obronkov metamorfnega kompleksa Pohorskega hribovja. Ta voda je praviloma nizko mineralizirana, oz. mehka. Prodnat nanos vodonosnika Dravskega polja vključuje večji delež karbonatne komponente. Pohorski potoki, ki pritekajo z območja metamorfnega kompleksa, na območju debelega prodnatega nanosa mariborske ravnine ponikajo in se bogatijo z raztopljenimi minerali, nizvodno pa se mestoma ponovno pojavijo v obliki manjših, a številnih izvirov.

2. PREGLED ARHIVSKIH PODATKOV O GEOLOŠKI SESTAVI TAL (vrtine, razkopi)

2.1. Pregled arhivskih podatkov o gladinah podzemne vode

V okviru študije smo pregledali in analizirali meritve gladin podzemne vode v hidrogeološkem zaledju Stražunskega gozda. Podatke smo pridobili od Mariborskega vodovoda, in sicer preko zunanje sodelavke mag. Irene Kopač, Aneri Eco Inženiring (AEI).

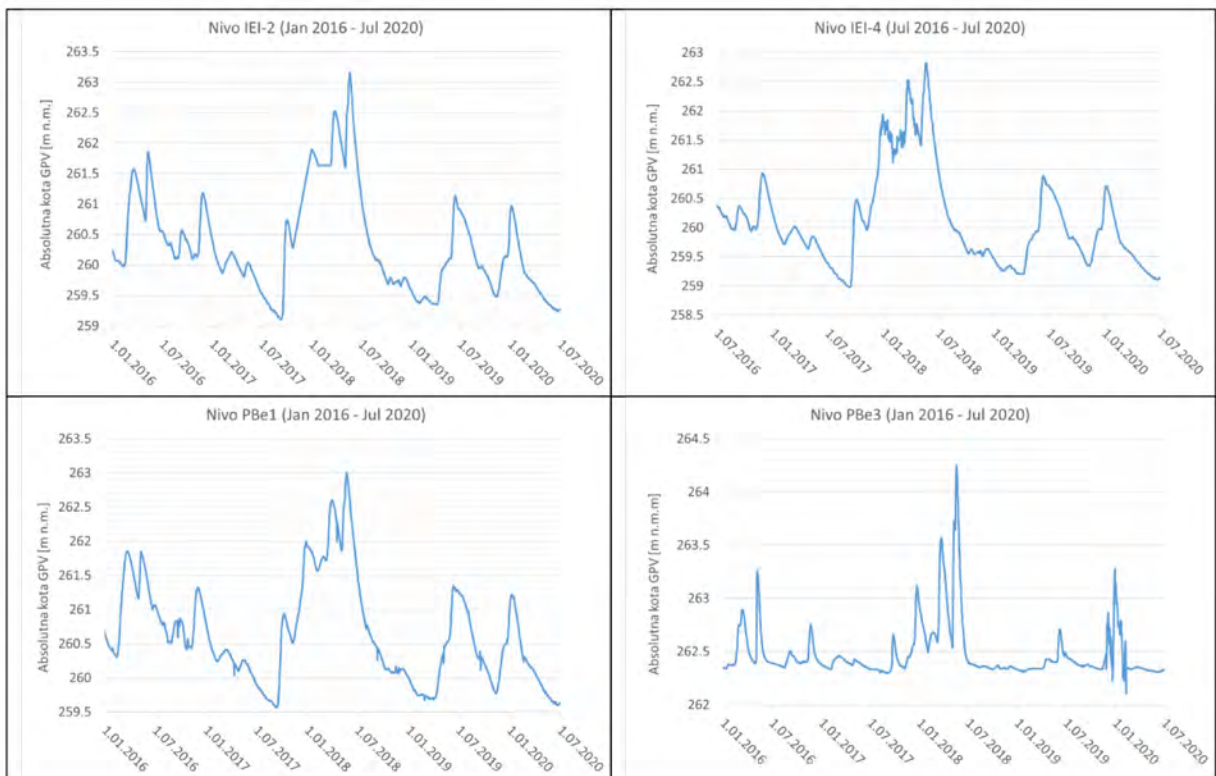
Na osnovi podatkov smo analizirali vodostaje 10 piezometrov v neposredni okolici črpališča Betnava (Merilna mesta MBV na Slika 2) za obdobje od januarja 2016 do julija 2020. Trendi gladine podzemne vode za posamezne piezometre so prikazani na sledečih grafikonih na Slika 3. Trendi se zelo dobro ujemajo in kažejo na najnižji vodostaj v jeseni 2017 in najvišji vodostaj v zgodnjem poletju 2018.

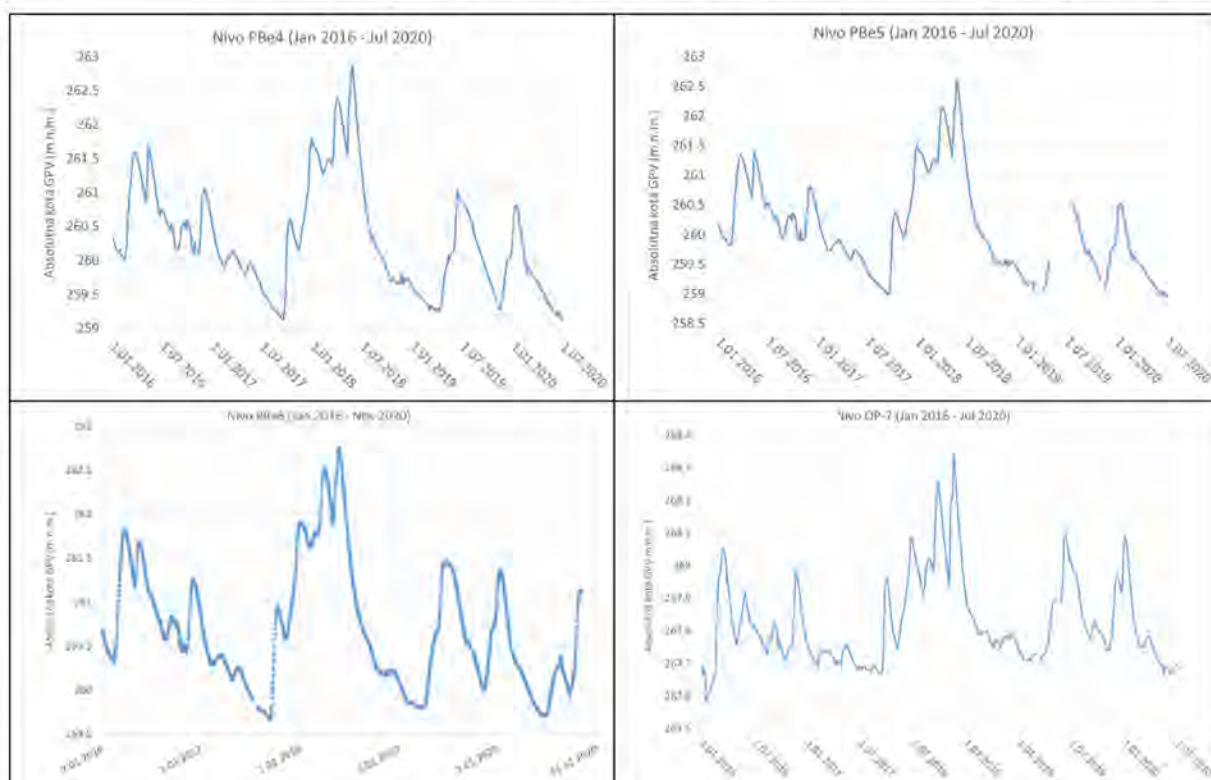
Redne meritve nivojev podzemne vode, elektroprevodnosti in temperature vode smo v nadaljevanju redno spremljali na izbranem piezometeru PBe6 in tako ocenili vodostaje v katerih smo opravili terenske meritve.

² IAH: International Association of Hydrogeologists



Slika 2. Prikaz merilnih mest z arhivskimi podatki o gladinah podzemne vode v zaledju Stražunskega gozda.





Slika 3. Nivo gladine podzemne vode na izbranih merilnih mestih v zaledju Stražunskega gozda.

2.2. Elektroprevodnost in temperatura podzemne vode v zaledju Stražunskega gozda

Podatke meritev elektroprevodnosti in temperature podzemne vode nam je posredoval Mariborski vodovod prek mag. Irene Kopač, in sicer za 5 piezometrov v neposredni okolici črpališča Betnava, kjer se meritve v zadnjih letih redno izvajajo. Osnovno statistiko, tj. najmanjše, največje in povprečne vrednosti elektroprevodnosti podajamo v Preglednica 1, temperaturo pa v Preglednica 2. Pri tem je potrebno izpostaviti, da so bila povprečja za posamezno leto na merilnih mestih izračunana na podlagi razpoložljivih podatkov, ki pa v nekaterih primerih niso povsem zvezni. To pomeni, da so bili posredovani podatki v določenih primerih pomanjkljivi, vendar dovolj številčni, da so pokazali srednjo vrednost, še posebej, ko smo jih primerjali s podatki ostalih let na istem merilnem mestu.

Preglednica 1. Vrednosti elektroprevodnosti podzemne vode [$\mu\text{S}/\text{cm}$] (Vir: Mariborski vodovod).

	Elektroprevodnost [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	min.	max.	Povprečje/leto	Povprečje na merilno mesto
PBe1	2016	575,92	614,25	592,26	596,5
	2017	575,75	612,92	590,76	
	2018	587,96	638,50	610,10	
	2019	555,04	601,25	590,66	
	2020	571,67	625,00	598,79	
PBe3	2016	235,67	315,38	270,19	256,4
	2017	228,00	276,75	253,85	
	2018	225,86	303,17	265,97	
	2019	227,00	294,54	254,26	
	2020	227,00	263,67	237,61	

	Elektroprevodnost [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	min.	max.	Povprečje/leto	Povprečje na merilno mesto
PBe4	2016	471,17	683,00	597,97	606,1
	2017	453,50	649,71	598,28	
	2018	429,50	638,04	539,18	
	2019	566,83	882,75	653,64	
	2020	544,04	729,42	641,24	
PBe5	2016	592,17	630,50	612,35	618,9
	2017	593,83	633,83	611,10	
	2018	603,79	643,92	623,58	
	2019	602,00	633,96	619,91	
	2020	613,42	647,50	627,64	
PBe6	2016	631,92	678,00	651,59	659,1
	2017	661,17	717,75	681,94	
	2018	641,00	674,75	659,87	
	2019	641,00	670,92	655,63	
	2020	633,42	666,13	646,20	

Preglednica 1 kaže, da se vrednosti elektroprevodnosti na piezometrih PBe1, PBe4, PBe5 in PBe6 v povprečju gibajo med 590 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (PBe1) in 660 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (PBe6). Povprečni razponi vrednosti v 5 letih med največjo in najmanjšo izmerjeno vrednostjo so na piezometrih PBe1, PBe5 in PBe6 v povprečju med 30 in 50 $\mu\text{S}/\text{cm}$, razpon vrednosti na PBe4 pa je bistveno višji, in za leto 2019 znaša tudi več kot 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Vrednosti elektroprevodnosti na merilnem mestu PBe3 so po drugi strani precej nižje, in sicer okoli 260 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Po izkušnjah mag. Irene Kopač podobne anomalije v splošnem kažejo tudi vodnjaki na črpališču Betnava. Na severni strani vodnjaka BE-3 in BE-4 kažeta visoke vrednosti elektroprevodnosti, podobno kot večina piezometrov na severni strani. Na južnem delu pa kažeta nizke vrednosti elektroprevodnosti tako piezometer PBe3, kot tudi vodnjak BE-2. Nizke vrednosti nakazujejo večji delež napajanja s površinskih vodotokov. V tem primeru imamo opravka z napajanjem iz pohorskih potokov, ki pretekajo iz zaledja.

Izmerjene vrednosti temperatur so precej bolj enotne. V povprečju ima za izbrano obdobje od januarja 2016 do julija 2020 podzemna voda okoli 13 °C.

Preglednica 2. Vrednosti temperature podzemne vode [°C] (Vir: Mariborski vodovod).

	Temperatura	min.	max.	Povprečje/leto	Povprečje na merilno mesto
PBe1	2016	12,9	13,5	13,2	13,3
	2017	12,9	13,5	13,3	
	2018	12,8	13,5	13,2	
	2019	13,0	13,4	13,2	
	2020	13,3	13,5	13,5	

	Temperatura	min.	max.	Povprečje/leto	Povprečje na merilno mesto
PBe3	2016	11,9	12,1	12,0	12,0
	2017	11,9	12,1	12,0	
	2018	11,6	12,1	11,9	
	2019	11,8	11,9	11,9	
	2020	11,9	12,1	12,0	
PBe4	2016	12,5	12,9	12,8	12,9
	2017	12,2	13,2	12,8	
	2018	12,1	12,9	12,4	
	2019	12,6	13,4	13,2	
	2020	13,1	13,4	13,5	
PBe5	2016	12,7	13,1	12,9	13,0
	2017	12,7	13,1	13,0	
	2018	12,7	13,1	12,8	
	2019	12,4	13,1	13,0	
	2020	12,9	13,1	13,0	
PBe6	2016	12,7	13,1	12,9	13,0
	2017	12,7	13,0	12,9	
	2018	12,7	13,1	12,9	
	2019	12,8	13,0	12,9	
	2020	13,0	13,3	13,2	

3. PREGLED DRUGIH ARHIVSKIH PODATKOV - STANJE ZALEDJIA, HIDROMETEOROLOŠKE RAZMERE, DRUGI LOKALNI ARHIVSKI PODATKI

3.1. Izviri podzemne vode

Izviri podzemne vode, ki se vrstijo vzdolž roba aluvialne terase v Stražunskem gozdu, so svojevrsten pojav podzemne vode, ki se napaja iz ponikanja pohorskih voda in padavin. Rezultati zadnjih kemijskih in mikrobioloških preiskav so pokazali, da so izviri v Stražunskem gozdu obremenjeni s fekalnimi bakterijami, presežena pa je tudi mejna vrednost vsebnosti nitrata (NO_3) za dobro ekološko sanje (6,5 – 9,5 mg/L NO_3), opredeljena z Uredbo o stanju površinskih voda (Sovič in sod., 2019).

3.2. Površinska voda

Stražunski jarek je kanaliziran vodotok, ki odvaja vode iz izvirov izpod dravske terase ter viške odpadne vode iz mešane kanalizacije z območja mesta. V mešani kanalizaciji so zajete padavinske odpadne vode s cest in delovnih površin ter komunalne odpadne vode z območja mesta. Verjetno so v komunalni odpadni vodi zajete tudi prečiščene odpadne vode iz industrije.

Stražunski jarek je danes močno preoblikovano vodno telo oz. umetni kanal. Po kategorizaciji urejanja vodotokov je uvrščen v 3. razred, tj. med tehnično urejene vodotoke (Vir: Atlas okolja, 2020).

3.3. Vodne pravice (koncesije in vodna dovoljenja)

Na območju Stražunskega gozda ležijo 3 globoke vrtine s koncesijo za rabo termalne vode (MB-1/90, MB-2/91 in MB-4/92) za Terme Maribor (Slika 4). Predviden maksimalni odvzem vode na vsaki izmed vrtin je do 0,5 l/s, oziroma do 15.768 m³/leto (Atlas okolja, citirano september 2020).



Slika 4. Prikaz vrtin s koncesijo in vodnimi dovoljenji.

Na obravnavanem območju in v njegovi širši okolici ležijo številne plitvejšje vrtine, oziroma vodnjaki z vodnim dovoljenjem, pretežno namenjene rabi vode za odvzem toplote ali za druge namene, nekaj vrtin v okolici je namenjenih tudi namakanju kmetijskih ali drugih površin (Slika 4, Slika 13).

3.4. Komunalna infrastruktura

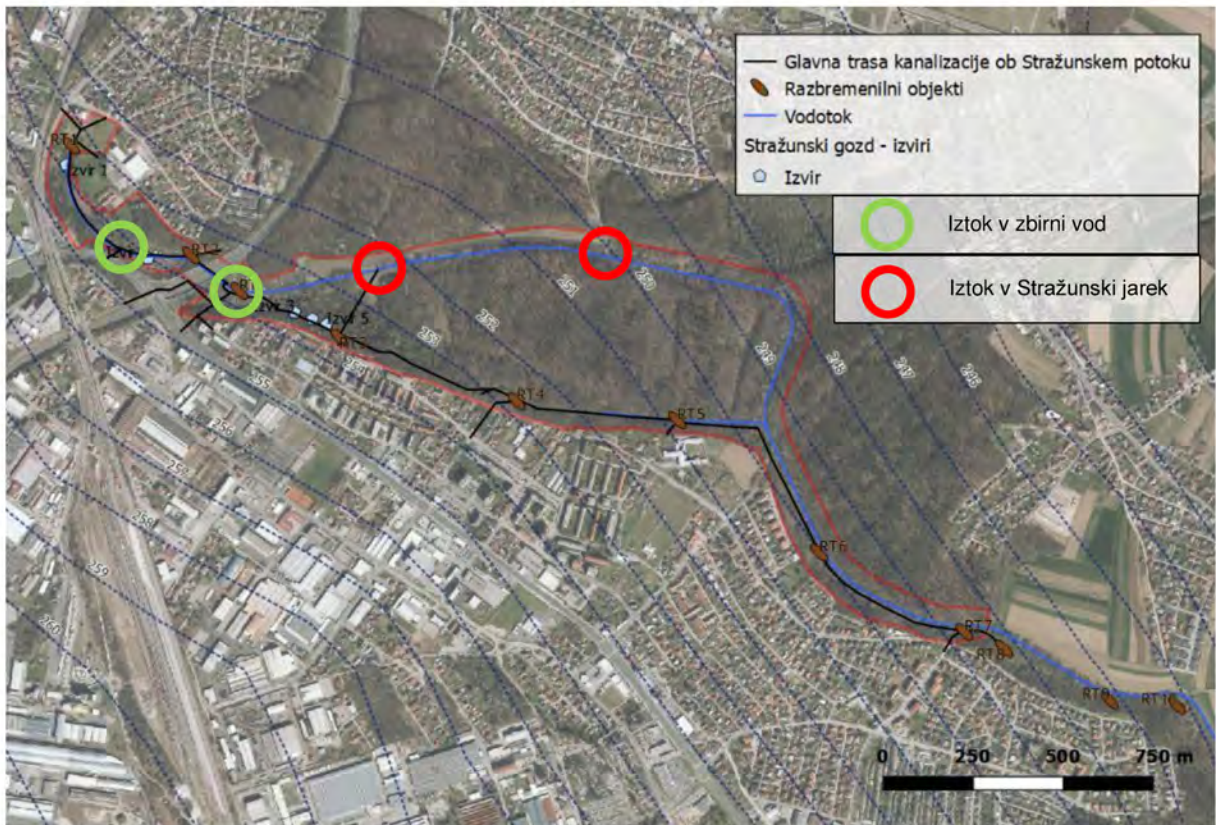
Na območju Stražunskega gozda poteka kanalizacijski kolektor Tezno I, na katerem se nahaja več razbremenilnih objektov (Slika 6), ki so zaradi vedno večjih utrjenih površin postali poddimenzionirani. V času večjih nalivov, ko se količina odpadne vode znatno poveča, se presežki odpadne vode odvajajo v Stražunski jarek preko odprtega kanala. Posamezni jaški so prilagojeni s fleksibilnimi pokrovi, ki omogočajo prelivanje v primeru visokih vod.



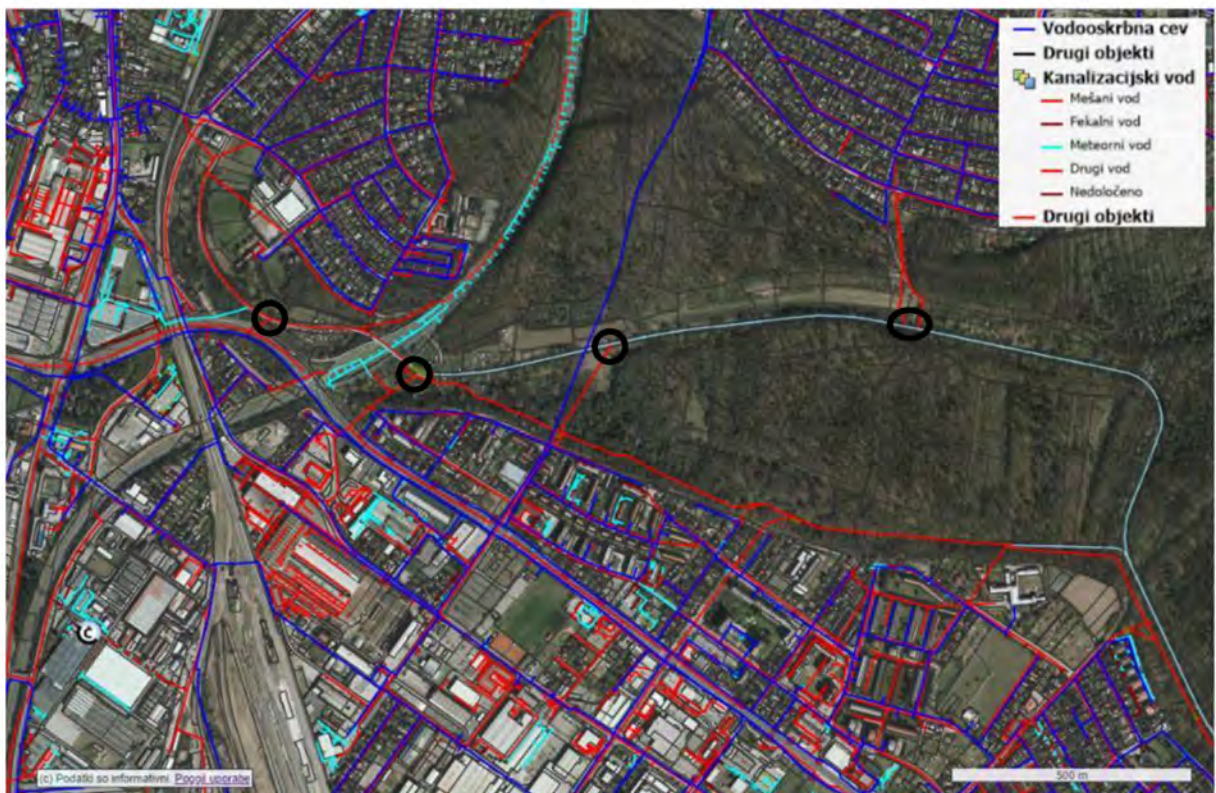
Slika 5. Kanal proti Stražunskemu jarku in dotok v Stražunski jarek.

Na javno dostopnem portalu *gis.iobcina.si* smo pregledali celotno komunalno infrastrukturo v neposredni bližini Stražunskega potoka. V Stražunski jarek se občasno odvajajo presežki meteorne odpadne vode iz manjših odvodnih jarkov, kot tudi presežki vode iz mešane kanalizacije. Lokacije glavnih pritokov mešanih vodov kanalizacije so označeni na slikah (Slika 6 in Slika 7).

V okviru terenskih meritev smo v večji meri pregledali Stražunski kanal med izviro 1 in izviro 5. Ena izmed meritev fizikalno-kemijskih parametrov pa je bila opravljena tudi tik pod sotočjem obeh kanalov, pri čemer je bil desni pritok suh. Na tej lokaciji smo izmed vseh izmerjenih lokacij zaznali najbolj neprijeten vonj, iz česar sklepamo, da je v zadnjem pritoku mešane kanalizacije v Stražunski kanal pred sotočjem večji delež fekalne vode. Slednje bi bilo potrebno v nadaljevanju preveriti. Bi pa na tem mestu želeli izpostaviti, da smo vse terene opravili v času suhega vremena, a sta bila dva pregledana dotoka kanalizacije kljub temu aktivna, ne glede na to, da ni šlo za čas intenzivnih padavin, ko bi bila količina odpadne vode znatno povečana.



Slika 6. Lokacije razbremenilnih objektov ter iztokov v zbiralni vod (kolektor) ter iztokov v Stražunski jarek (Vir: Nigrad d.d.).



Slika 7. Pregled komunalne infrastrukture (Vir: gis.iobcina.si).

3.5. Pregled arhivskih aeroposnetkov

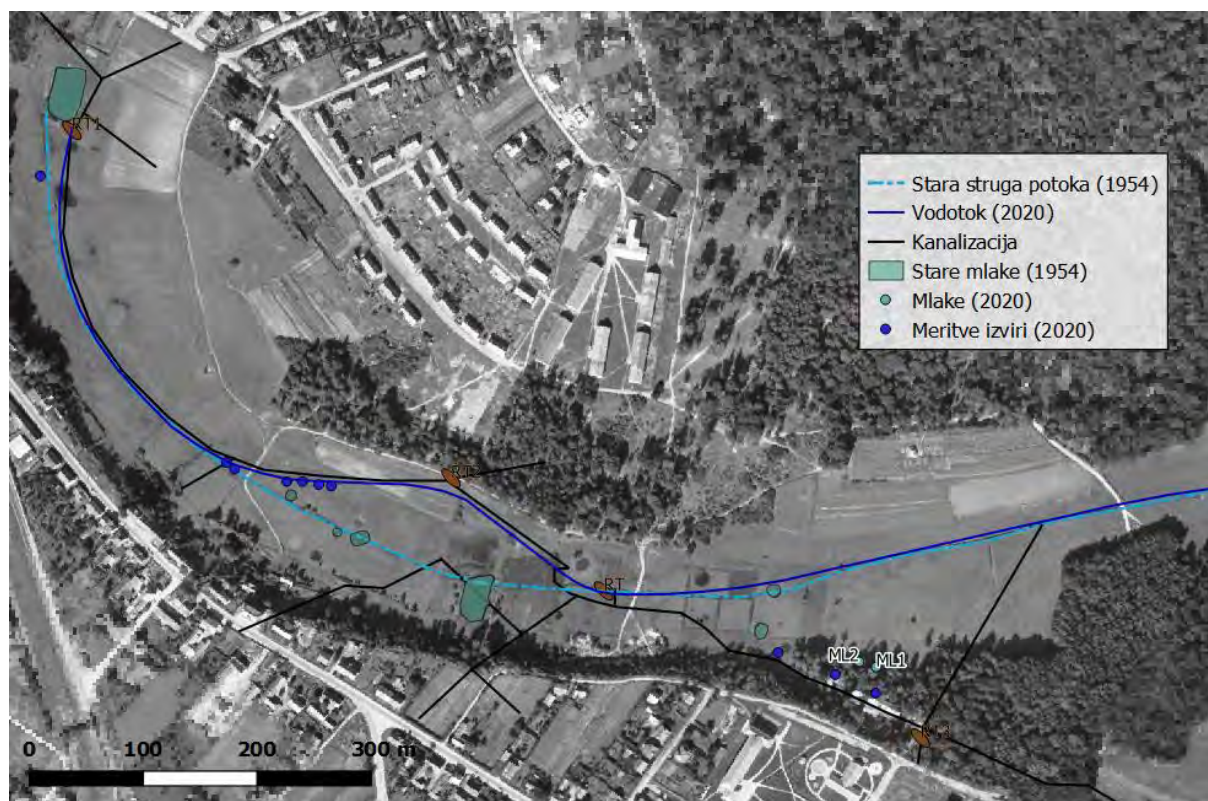
V mesecu oktobru smo na Geodetskem inštitutu Slovenije naročili arhivski letalski posnetek iz leta 1954 za območje Stražunskega gozda. S historičnim aeroposnetkom smo želeli preveriti, kakšen je bil obseg Stražunskega gozda v letu 1954 in kje je takrat potekal Stražunski potok (GIS, 2020; Priloga 7.5).

Skenogram letalskega posnetka iz leta 1954 kaže (Slika 8), da so precej večji delež površine okoli Stražunskega potoka predstavljale zatravljene površine, ki so danes spremenjene v zazidane površine ali pa so pogozdene.

Potok je v večji meri potekal po enaki poti, z izjemo dela med zgornjim pritokom mešane kanalizacije izpod Zagrebške ceste (merilno mesto/izvir 9) in med glavnim razbremenilnikom RT. V letu 1954 je naravna struga potekala do 60 m bolj jugozahodno, oz. čez jugozahodno obrobje območja, kjer so danes vrtički.

Struga se je najbolj verjetno preusmerila v času, ko se je gradil kolektor kanalizacije, saj struga danes do glavnega razbremenilnika RT poteka vzporedno z njim. Možno je, da so bile preusmeritve struge potoka izvedene tudi zaradi gradnje prometne infrastrukture. Danes čez Stražunski kanal preči hitra cesta.

Iz historičnega letalskega posnetka je razvidno tudi, da so bile v letu 1954 na območju vzdolž Stražunskega potoka prisotne številne mlake, ki jih danes ni več zaslediti. Mlake, označene na naslednji sliki, so bile v večini pretočne. Razvidnih je še nekaj manjših anomalij na površju, ki bi lahko bile mlake, a tega le na podlagi aeroposnetka ne moremo trditi zagotovo. Vsekakor pa je jasno, da se je celotna pokrajina v dobrih 60-tih letih zelo spremenila.

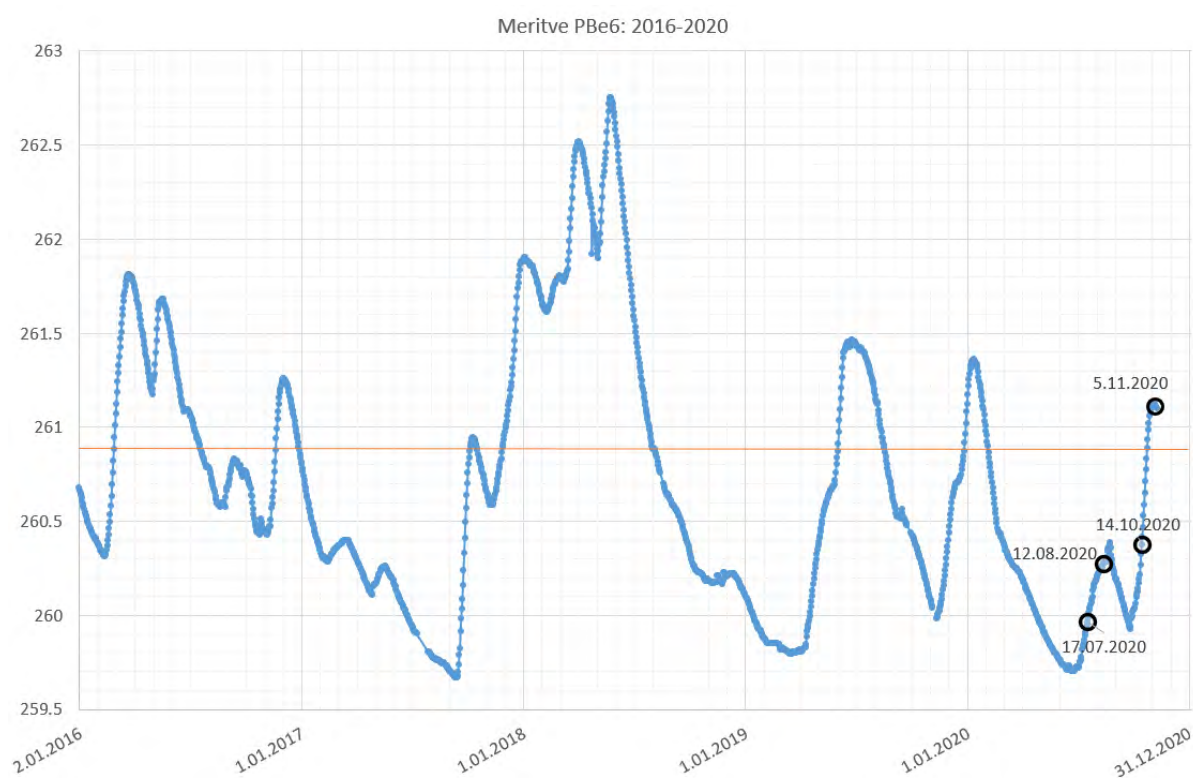


Slika 8. Območje Stražunskega gozda v letu 1954.

4. MERITVE HIDROGEOLOŠKEGA STANJA IZVIROV

4.1. Meritve na izviroh, mlakah in v Stražunskem kanalu

Terenske meritve smo med julijem in novembrom 2020 izvedli štirikrat (4x). Slika 9 prikazuje zvezen niz meritev gladine podzemne vode (GPV) na piezometru PBe6 v zaledju Stražunskega gozda, in sicer za obdobje od leta 2016-2020. Oranžna črta na grafikonu prikazuje stanje srednjih vod (izračunano za obdobje 2016 – 2020), črne oznake pa datume izvedbe preglednih terenskih meritev v letu 2020. Iz slike je razvidno, da je bila ena meritev izvedena v stanju nizkih vod, tj. dne 17. 7. 2020. Dve meritvi sta bili izvedeni v stanju srednjih nizkih vod, in sicer 12. 8. 2020 in 14. 10. 2020. Zadnja meritev, dne 5. 11. 2020, je bila opravljena v stanju srednjih vod. V nadaljevanju podajamo analizo terenskih podatkov, za boljšo interpretacijo in oceno izdatnosti izvirov pa bi bilo v zimskih in pomladnih mesecih smiselno še naprej spremljati nivo podzemne vode in ponovne meritve izvesti še v stanju visokih vod.



Slika 9. Meritve GPV na piezometru PBe6 v zaledju Stražunskega gozda med leti 2016-2020, prikaz srednje vrednosti (oranžna črta) in obdobja izvajanja terenskih meritev v letu 2020.

Na terenu smo merili osnovne fizikalne parametre izvirov in dveh mlak v Stražunskem gozdu ter vode v Stražunskem kanalu. Meritve zajemajo vrednosti temperature (°C) in absolutne elektroprevodnosti pri 25 °C (μS/cm). Dne 17. 7. 2020 in 12. 8. 2020 smo dodatno beležili tudi količino raztopljenih snovi (mg/l), količino raztopljenega kisika (mg/L in %), pH (-) in ORP, to je oksidacijsko redukcijski potencial. Prav tako smo v oktobru in novembru opustili meritve v glavnem Stražunskem kanalu, saj nismo ugotovili značilnih razlik vzdolž poteka kanala.

Na terenu smo merili, oz. ocenili tudi pretoke izvirov. Ker so pretoki izredno nizki, jih nismo mogli izmeriti po preverjenih metodah, npr. z uporabo hidrometričnega krila ali po kemijski integracijski metodi z uporabo soli. Kjer je bilo mogoče, smo jih izmerili s pomočjo čaše in vedra z označenimi volumni ter s pomočjo štoparice. Kjer to ni bilo mogoče, smo jih lahko samo ocenili. V primeru, da je

bila podana groba ocena, npr. »več kot (>) neka vrednost x«, smo v skupnih izračunih privzeli spodnjo vrednost. To pomeni, da naj pretoki iz izvirov zaradi merskih napak ne bi bili precenjeni.

Za čim boljšo napoved izdatnosti izvirov, je priporočljivo naknadno meritve še ponoviti v različnih vodnih stanjih, še posebej v stanju visokih vod in koničnih nizkih vod. Navodila za meritve na glavnih merilnih točkah prilagamo kot dodatek poročilu (Svetina, J., Prestor, J., 2020).

4.1.1. Meritve pretokov

Slika 10 prikazuje lokacije merilnih točk, kjer smo izmerili, oz. ocenili pretoke izvirov podzemne vode. Merilne točke 1, 2 in 3 predstavljajo izvire, ki ležijo jugovzhodno od glavnega razbremenilnika (RT) vzdolž makedamske poti, ki leži prečno na Belokranjsko ulico in vzporedno s Štrekljevo ulico, to so v preteklih študijah (Sovič in sod., 2019; Kovačič in sod. 2019) imenovani izviri 5, 4 in 3.

Merilne točke od 4 do 9 (Slika 10) predstavljajo dotoke iz cevi na območju vrtičkov pod Ptujsko cesto in hitro cesto. Cevi so napeljane v lijake, lavorje ali kadi, pretok pa je bolj ali manj stalen, odvisno od vodostaja. Izviri so s cevjo najverjetneje zajeti nekje v desni brežini Stražunskega kanala, dejanske lokacije izvirov oz. zajetij pa je brez pomoči najemnikov in urejevalcev vrtičkov ali brez izkopavanja in sledenja cevem praktično nemogoče določiti. Prav tako ne vemo zagotovo, ali gre v tem primeru za en sam izvir in speljane cevi v različne smeri, ali pa za številne manjše izvire. Veliko bolj verjetno je, da je izvirov na tem območju več, da gre za t.i. močilo, saj se terasa spusti do gladine podzemne vode. Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano je znotraj tega območja odvzel vzorec vode na merski točki imenovani Izvir 2 (Sovič in sod., 2019). Po slikah sodeč gre najbolj verjetno za našo mersko točko 4 ali 5 (Slika 10; priloga 7.1).

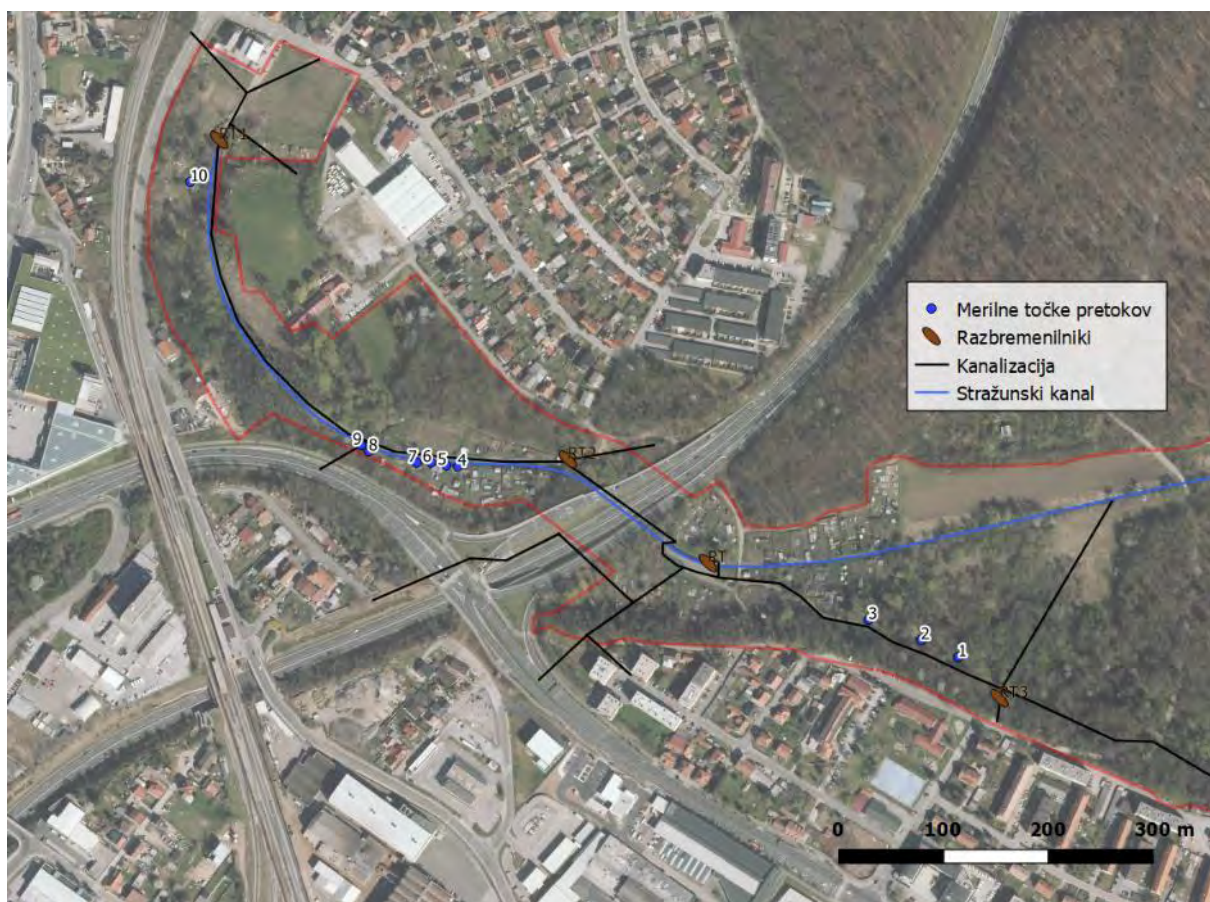
Merilna točka 10 predstavlja zajezitev izvira 1. Pretok izvira je bil izmerjen na dotoku iz izvira v Stražunski kanal. Meritve kažejo, da gre za najbolj izdaten izvir na območju Stražunskega gozda (Preglednica 3).

Slike vseh lokacij naših merilnih točk, ki so razvidne iz Slika 10, so zbrane v Prilogi 7.1.

Na podlagi vseh meritev in ocen pretokov (Preglednica 3) smo poskusili določiti izdatnost izvirov pri posameznih vodostajih:

- dne 12. 8. 2020: nizke vode
- dne 14. 10. 2020: srednje nizke vode
- dne 5. 11. 2020: srednje vode

Meritev z dne 17. 7. 2020 nismo seštevali, saj na ta dan nismo merili pretokov na vseh odkritih izviroh, zato primerjava ne bi bila relevantna.



Slika 10. Merilne točke pretokov vode iz izvirov.

Preglednica 3. Meritve pretokov iz izvirov.

Datum meritve			17.7.2020	12.8.2020	14.10.2020	5.11.2020
Št. Merilne točke	GKX	GKY	Pretok [l/s]	Pretok [l/s]	Pretok [l/s]	Pretok [l/s]
	1	551025,8	155171,4	0,015	0,050	0,200
2	550990,3	155187,6	0,020	0,030	0,080	0,150
3	550940,1	155207,0	0,050	0,150	0,300	0,500
4	550547,9	155353,1		0,250	0,160	0,030
5	550536,9	155354,3		0,014		0,360
6	550522,5	155357,0		0,047	0,050	0,055
7	550508,8	155356,9			0,006	0,006
8	550463,0	155367,8	0,010	0,060	0,070	0,080
9	550455,9	155373,6		0,200	0,300	0,400
10	550292,5	155625,0		1,160	1,335	1,510
VSOTA (l/s)				1,96	2,50	3,44
VSOTA (m³/dan)				169,43	216,09	297,30

4.1.2. Meritve osnovnih fizikalnih parametrov

V oktobru in novembru smo se osredotočili le na meritve izvirov in mlak, medtem ko smo v juliju in avgustu podrobneje spremljali tudi parametre v glavnem Stražunskem kanalu.

4.2. Meritve na vrtinah z vodnimi dovoljenji v neposredni okolici Stražunskega gozda

Meritve temperature in eletroprevodnosti vode so bile izmerjene tudi na zasebnih vrtinah, za katere so imetniki vodnih dovoljenj privolili v izvedbo meritev (Slika 11). Meritve je opravila mag. Irena Kopač, Aneri Eco Inženiring (AEI).

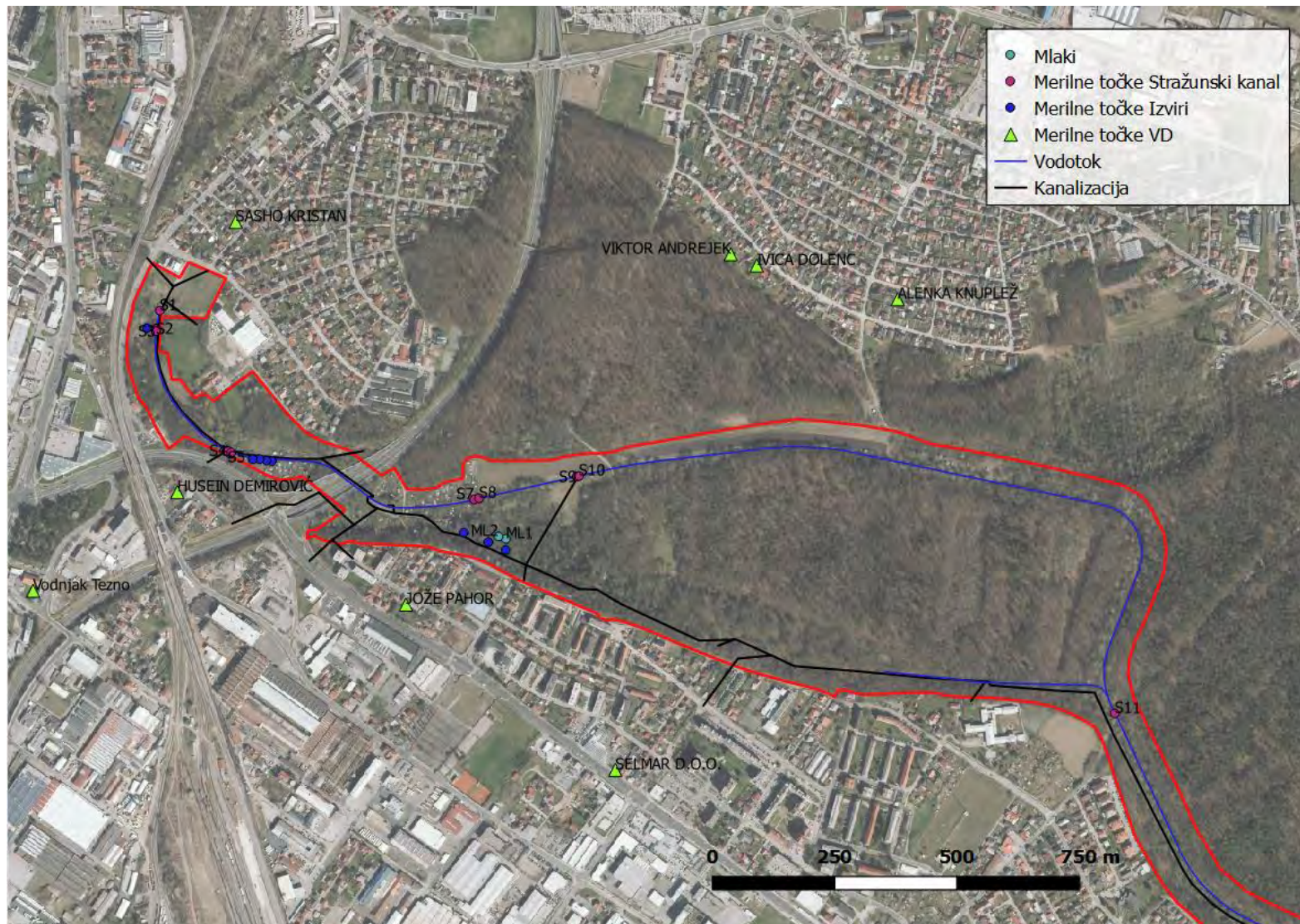
Tako rezultati meritev eletroprevodnosti in temperature, kot tudi rezultati meritev globine podzemne vode, so podani v Prilogi 7.2. Meritve gladine podzemne vode so preračunane v absolutne kote podzemne vode (m n.m.) na podlagi rezultatov geodetskega posnetka absolutnih višinskih kot z nivelmanom (4.3).

Za vrtine z vodnimi dovoljenji, za katere natančna meritev višinskih kot z nivelmanom ni bila opravljena, smo približno koto terena odčitali iz sloja digitalnega modela višin (DMV) in upoštevali korekcijo (+ 0,5 m), ki se je na podlagi primerjave znanih referenčnih točk izkazala kot najbolj primerna. Interpolacijo hidroizohips za vsak posamezni mesec terenskih meritev podajamo v Prilogi 7.4.

4.3. Geodetski posnetek absolutnih višinskih kot z nivelmanom

V oktobru 2020 smo pri lokalnem izvajalcu naročili geodetski posnetek 7 referenčnih točk z geometričnim nivelmanom, in sicer za 5 izvirov v Stražunskem gozdu, ter 2 vrtini z vodnim dovoljenjem v zaledju izvirov. Izvajalec naročila je pripravil pregleden elaborat, ki ga prilagamo zaključnemu poročilu (Lenarčič, S., 2020).

Natančne meritve višinskih kot so ključnega pomena pri določanju hidrogeološkega stanja in izdatnosti izvirov pri različnih vodostajih, predvsem pa pri določanju smeri toka podzemne vode. Obstoječe hidroizohipse namreč temeljijo na interpolaciji meritev GPV na celotnem območju Dravskega polja in tako zelo dobro opišejo generalni regionalni tok podzemne vode, medtem ko lahko v podrobnejšem lokalnem merilu prihaja do pomembnih razlik in anomalij. Izvedba meritev nam je omogočila določitev absolutnih kot podzemne vode na obravnavanem območju.



Slika 11. Prikaz vseh terenskih merilnih točk v avgustu 2020.

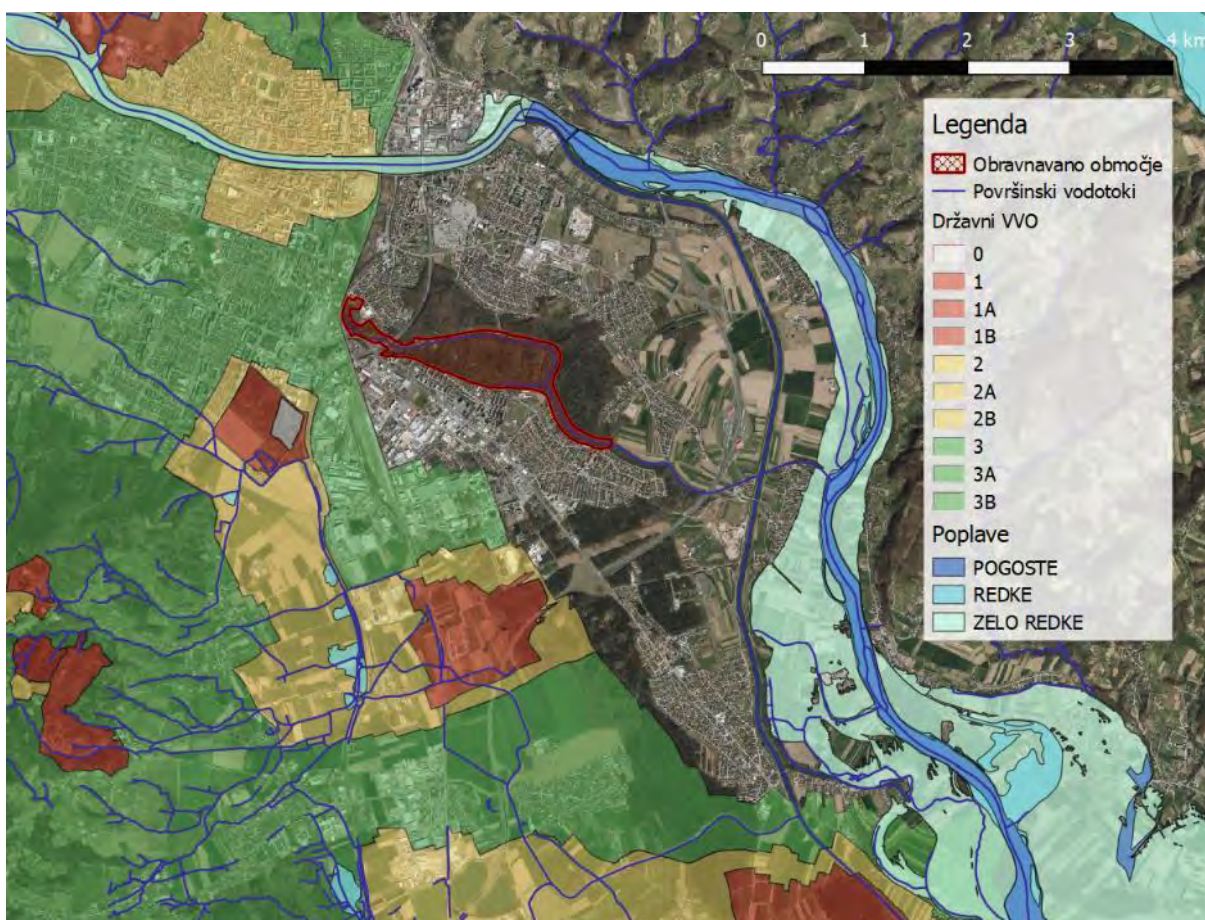
5. POROČILO

5.1. KARTA IN PREREZ SESTAVE TAL NA OBMOČJU STRAŽUNA

Parkovni gozd Stražun se razprostira na površini 189,7 ha in je ostanek nekdanjih nižinskih gozdov. Obravnavano območje obsega površino približno 82 ha in je omejeno na del Stražunskega gozda, ki leži južno od Stražunskega jarka, oziroma dodaten 50 metrski pas severno od Stražunskega jarka (Slika 12). Območje smo povzeli po Kovačič in sod., 2019.

Obravnavano območje v svojem obsegu ne leži na poplavno ogroženem območju, prav tako ni del vodovarstvenega območja (Slika 12).

5.1.1. Karta: Stražunski gozd in vodovarstvena ter poplavna območja



Slika 12. Karta: Stražunski gozd in vodovarstvena ter poplavna območja.

5.1.2. Prerez sestave tal na območju

Opisane geološke danosti, ki so pomembne za Stražunski gozd, so najlepše razvidne iz Profila 1 in Vzdolžnega profila (Slika 13, Slika 14 in Slika 18).

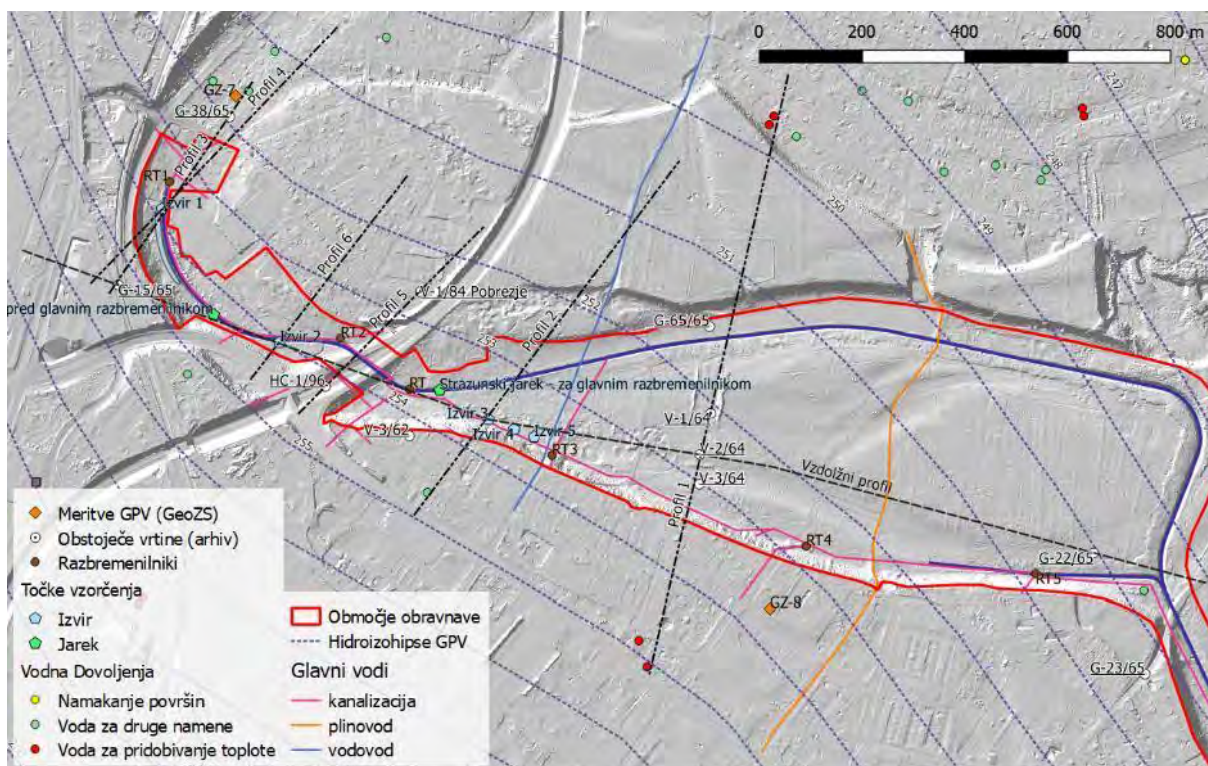
Južni rob Stražunskega gozda je omejen z brežino (ježo) dravske rečne terase, ki je za okoli 10-15 m dvignjena nad dno Stražunskega gozda. Severni rob je z brežino omejen le na osrednjem delu

obravnavega območja, prehod v brežino pa je na tem delu manj izrazit.

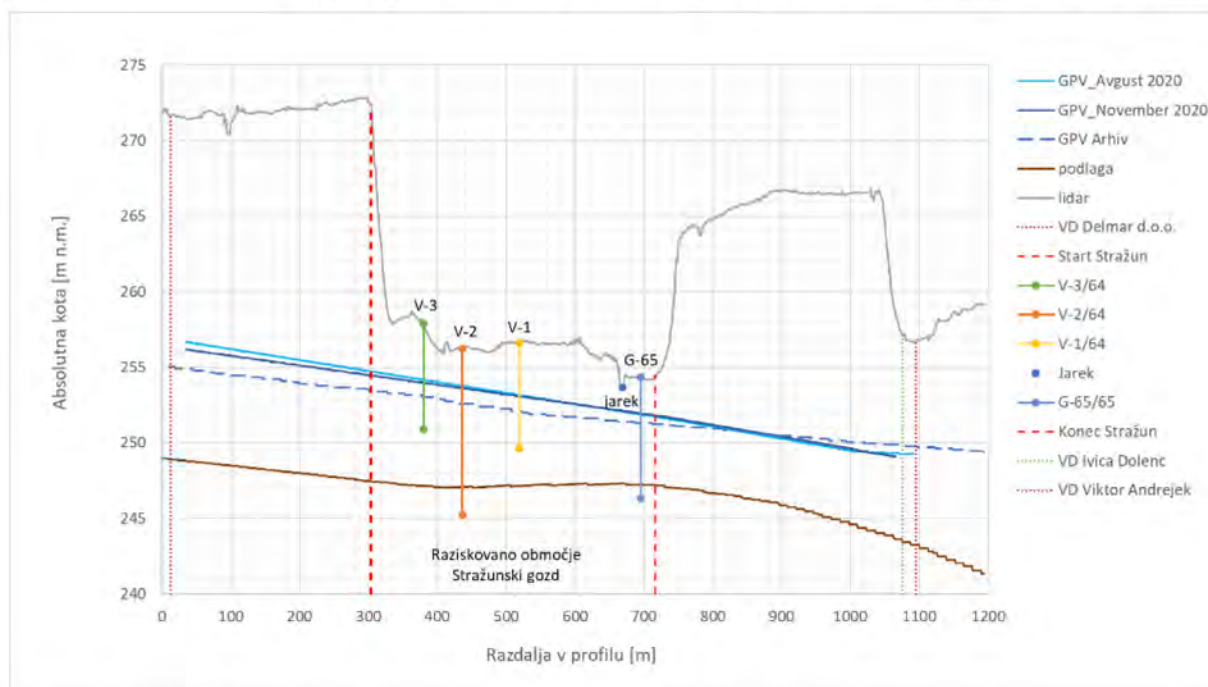
Debelina prodnega nanosa na osrednjem delu obravnavega območja (Profil 1, Slika 14) je okoli 10 m, nivo vode glede na novo izdelane hidroizohipse na ožjem območju (stanje glede na meritve v avgustu in novembru 2020) pa je med 3-4 m pod koto površja, torej je omočenega med 6-7 m sedimenta. Na območju pojavljanja izvirov se podlaga nekoliko dvigne. Posledično je na teh območjih višji tudi nivo vode, ki praviloma sledi podlagi vodonosnika in na območju izvirov prihaja na površje.

Vsi profili prikazujejo gladino podzemne vode po arhivskih podatkih, kjer je mogoče, to pomeni, kjer profili potekajo čez ožje območje, kjer smo na podlagi terenskih meritev izdelali nove hidroizohipse, pa je prikazana tudi nova, bolj realna gladina, ki je tudi višja. Najbolj nazoren primer je prikazan za profil 2 (Slika 15), kjer po novejših podatkih gladina vode ob izviru 3 izdanja na površju, medtem ko je po starih arhivskih podatkih podzemna voda nekaj metrov pod površjem, kar bi pomenilo, da izvira sploh ne bi bilo.

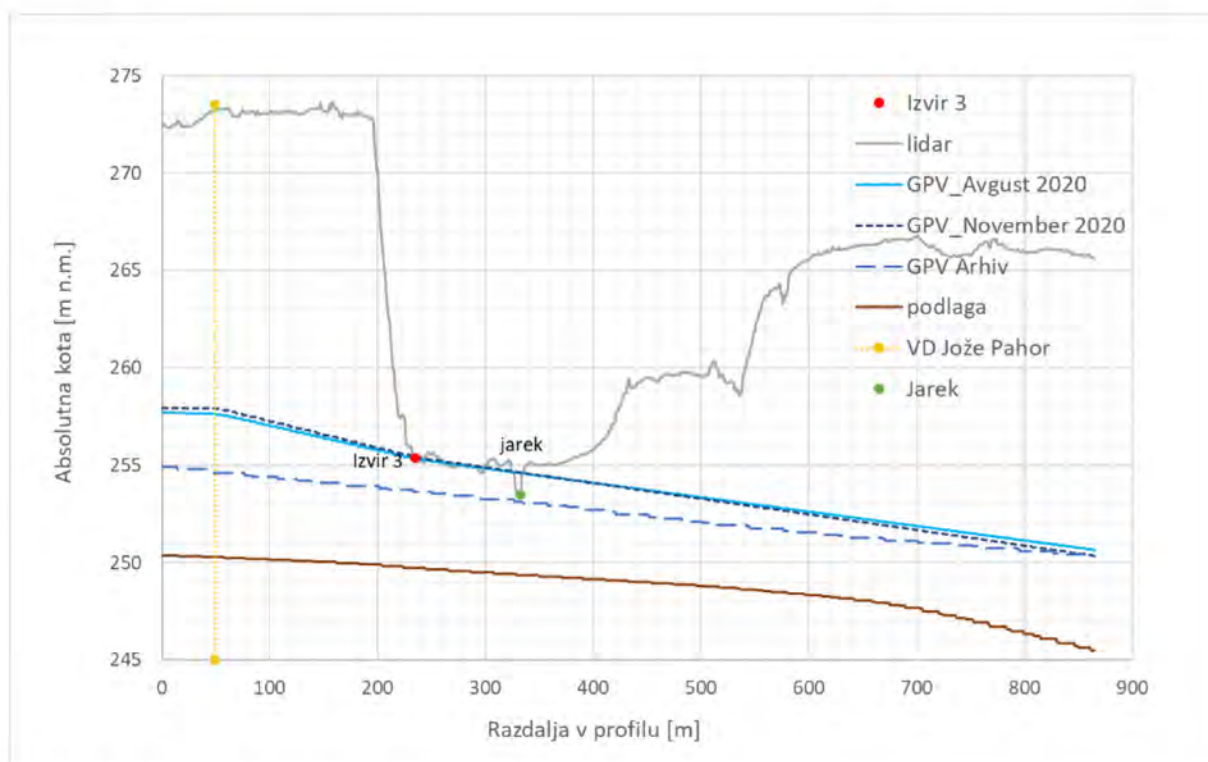
Pregled geoloških prereзов vrtin na območju Stražunskega gozda, oziroma v njegovi neposredni okolici, je pokazal, da se na ožjem raziskovanem območju pretežno izmenjujejo plasti slabo do dobro granularnega proda (GP-GW), ter proda z večjo količino finega materiala (GFs). V prodnem zasipu se lahko pojavljajo plasti in leče peska (SP), bolj izjemoma pa tudi leče melja in gline (ML). V vrhnjih plasteh blizu površja je pogosto prisoten umetni nasip ali plast humusa. Prodni zasip prek preperine peščenega laporja prehaja v lapornato podlago. Absolutna kota podlage (m n.m.m) vpada v smeri jugozahod-severovzhod.



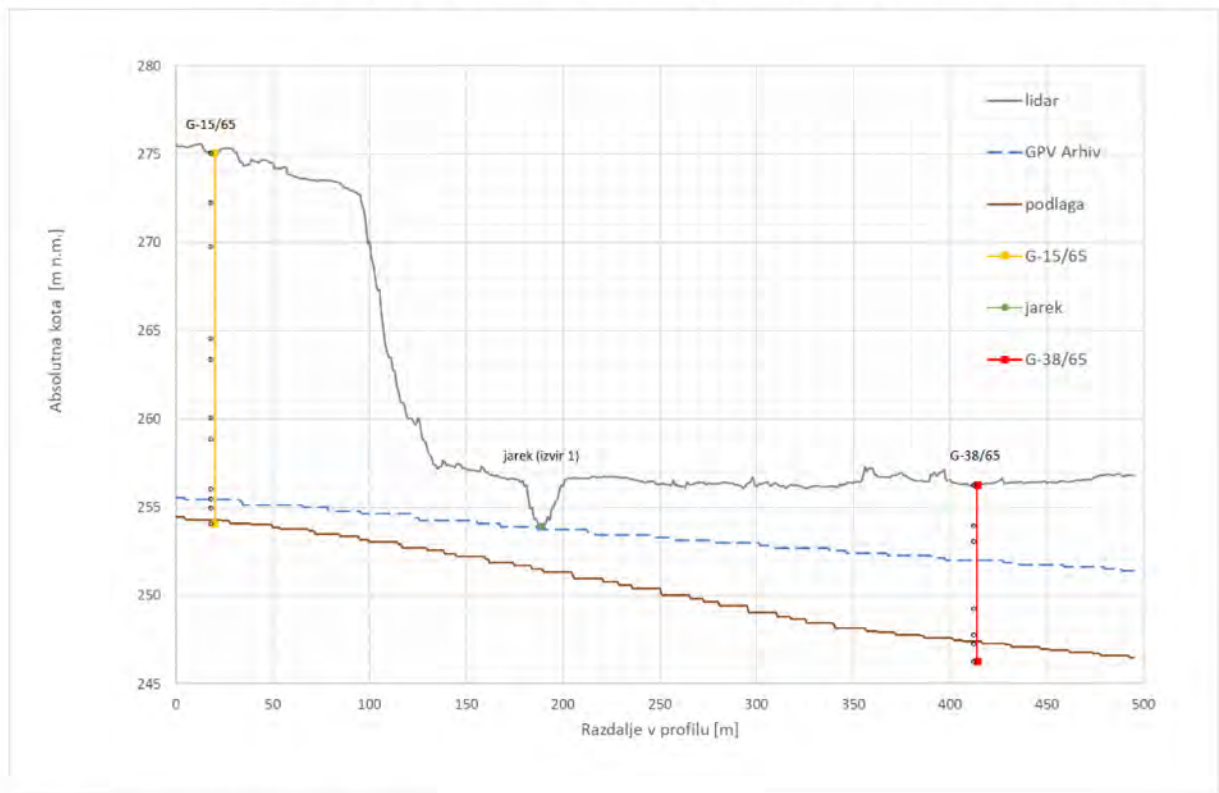
Slika 13. Položaj vodnih dovoljenj, starih vrtin in značilnih profilov za sestavo tal.



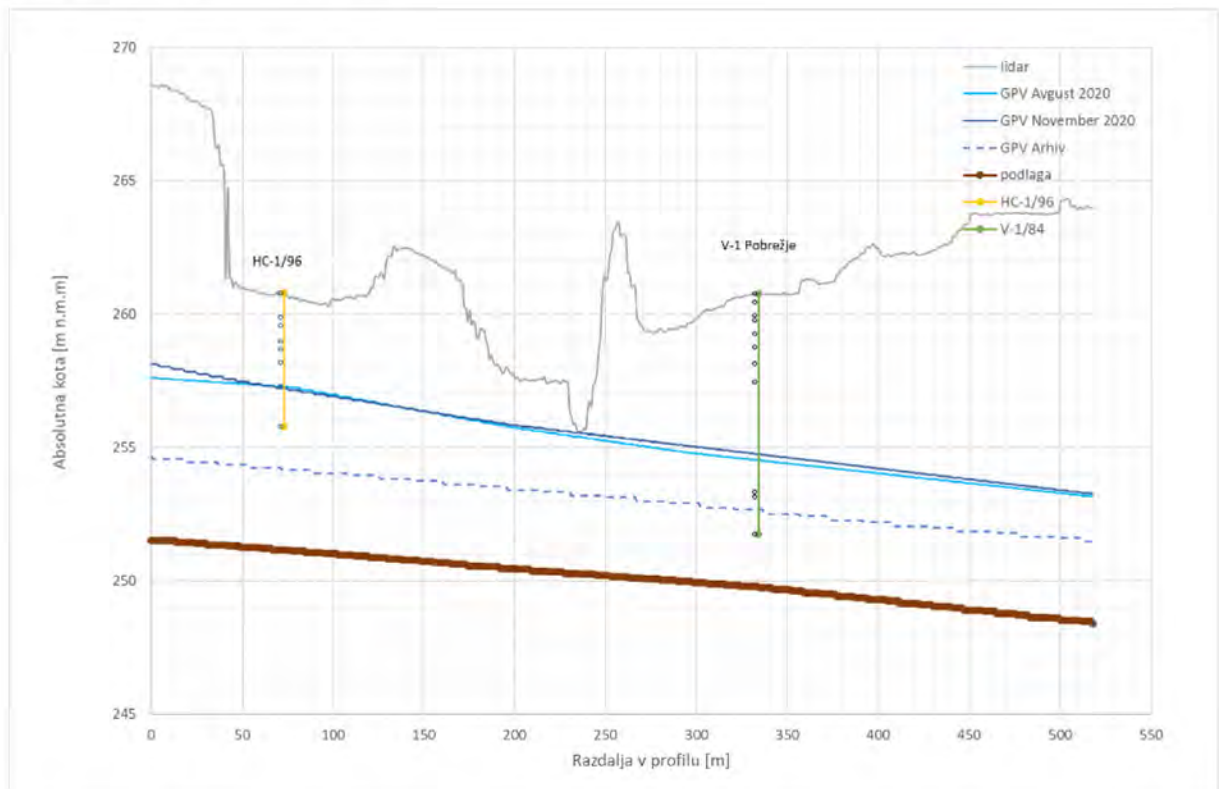
Slika 14. Profil 1 (smer: jug-sever)



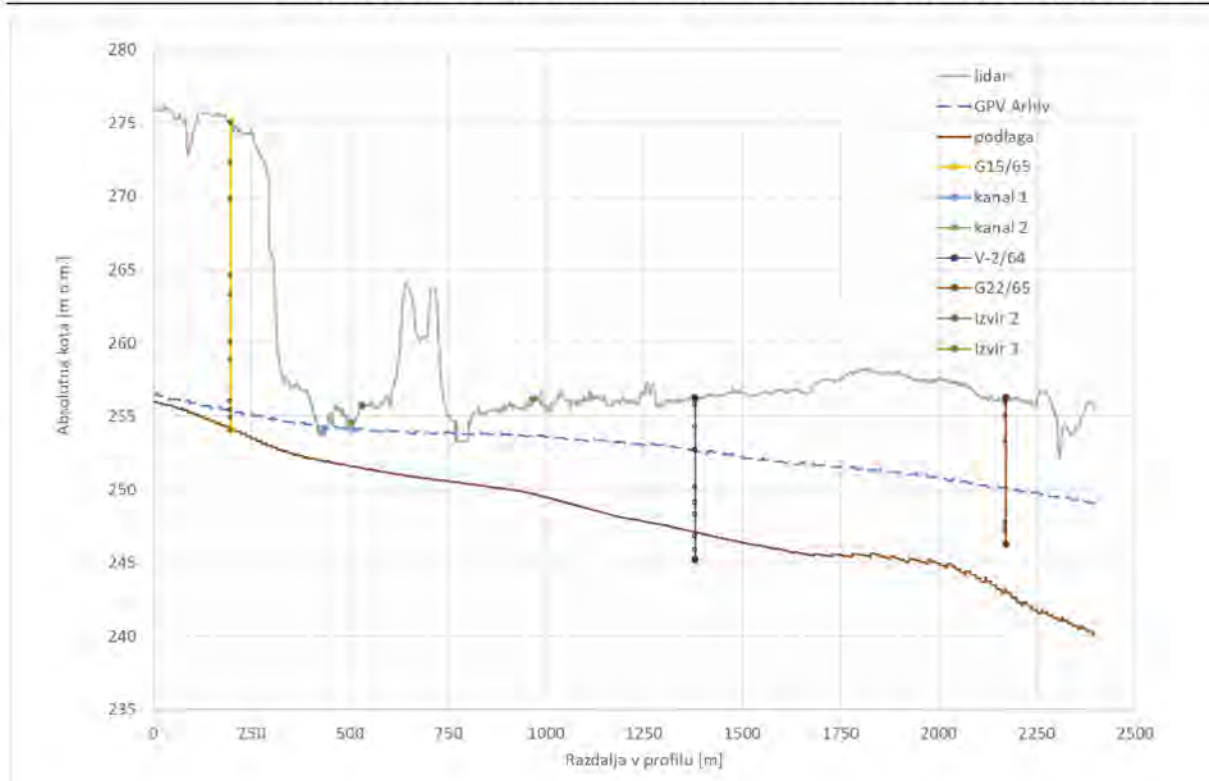
Slika 15. Profil 2 (smer: jug-sever)



Slika 16. Profil 3 (smer: jug-sever)



Slika 17. Profil 5 (smer: jug-sever)



Slika 18. Vzdolžni profil (smer: zahod-vzhod)

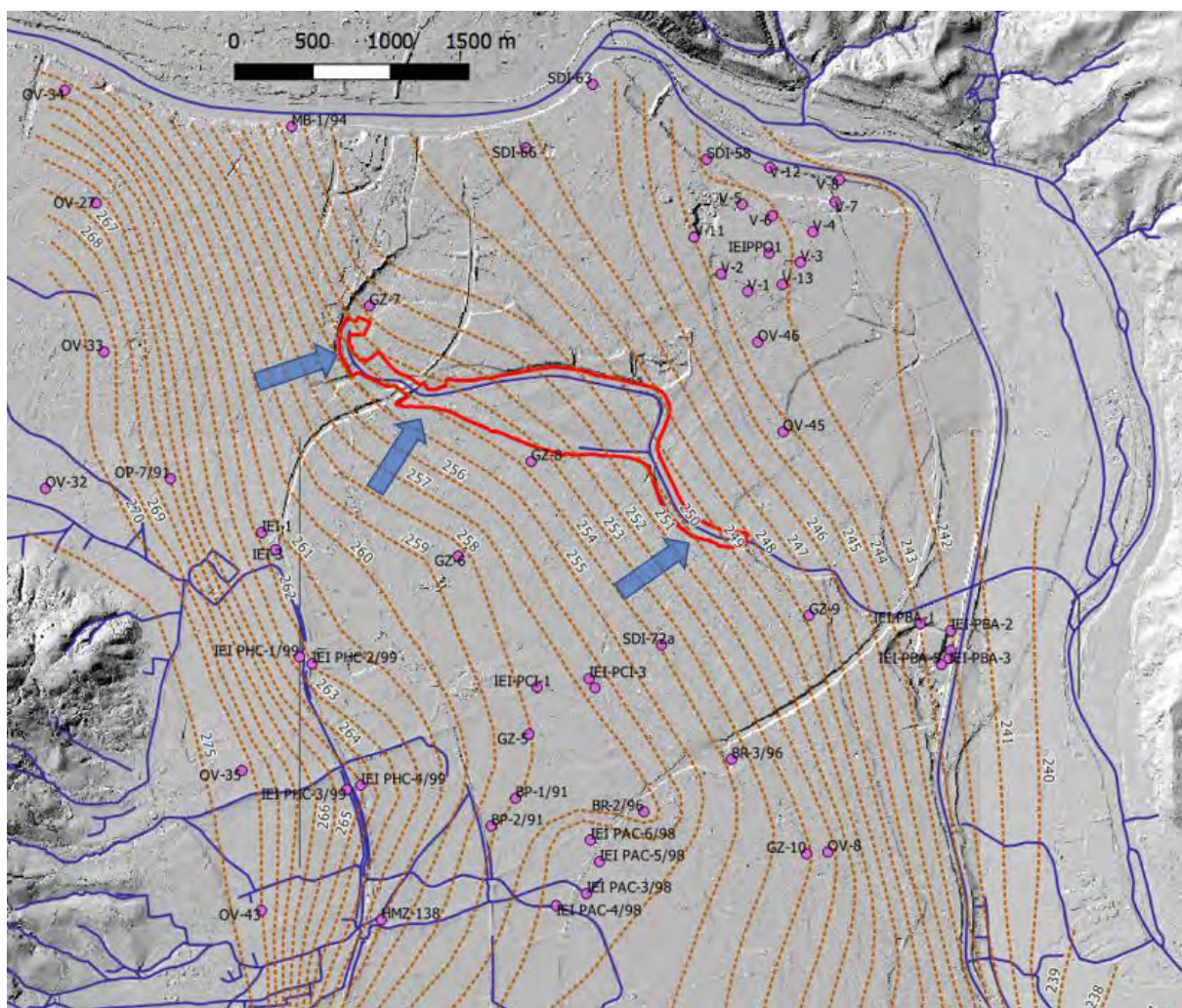
5.2. DOLOČITEV NAPAVALNEGA ZALEDJA IZVIROV

Nivo podzemne vode smo povzeli po hidroizohipsah, ki so bile izdelane z interpolacijo meritev nivoja podzemne vode na izbranih merilnih mestih (Slika 19) po celotnem vodonosniku Dravskega polja, in sicer med 27. – 30. januarjem 2003. Generalni tok podzemne vode na širšem območju mesta Maribor, in sicer južno od Drave, poteka v smeri zahod-vzhod, oz. jugozahod-severovzhod.

Izvira 1 in 2 se sodeč po regionalnem modelu hidroizohips pretežno napajata z zahodne smeri, in sicer iz območja osrednjega dela mestne četrti Tabor in Nove vasi. V neposrednem zaledju izvirov se nahajata Zagrebška in Ptujška cesta. Nad izvirov 1 je nakupovalno središče ob Tržaški cesti, v zaledju izvira 2 pa se nahajata železnica in zgodnji del industrijske cone Tezno. V širšem zaledju so v večini stanovanjska naselja.

Izviri 3, 4 in 5 se pretežno napajajo z jugozahodne smeri, in sicer iz severnega območja mestne četrti Tezno in južnega dela mestne četrti Tabor. V neposrednem zaledju ob Štrekljevi ulici je manjše stanovanjsko območje, v zaledju pa leži industrijska cona Tezno. V širšem zaledju med Tržaško cesto in Pohorskim hribovjem je nekaj kmetijskih zemljišč.

Spodnji del obravnavanega območja, kjer se izviri sicer ne pojavljajo, se napaja pretežno iz zahodne smeri, iz območja četrtne skupnosti Tezno, pa tudi iz območja naselja Razvanje. V zaledju so prisotna tako stanovanjska naselja, kot tudi del industrijske cone in kmetijskih zemljišč.



Slika 19. Hidroizohipse in generalna smer toka podzemne vode.

Na podlagi terenskih meritev smo izdelali sloj hidroizohips tudi na lokalni ravni, in sicer za ožje območje Stražunskega gozda in njegovega zaledja. Ugotovitve podajamo v poglavju 5.3.

5.3. HIDRAVLIKA DELOVANJA IZVIROV

Meritve pretokov izvirov v Stražunskem gozdu kažejo, da izdatnost izvirov narašča z višjim vodostajem. Najbolj izdaten je izvir 1 (merilna točka 10), ki predstavlja od 40 - 60 % celotnega skupnega pretoka na vseh izviroh skupaj. Večji delež pretoka prispeva pri srednje nizkem vodostaju (okoli 60 %), manjši delež pa pri srednjem vodostaju (okoli 40 %).

Lokacije t.i. izvira 2 (pod tem imenom obravnavan že v preteklih študijah, npr. Sovič in sod., 2019) ni mogoče preprosto ugotoviti brez pomoči najemnikov in urejevalcev vrtičkov ali brez izkopavanja in sledenja cevem, ki so pod površjem speljane v lijake, lavorje ali kadi. Izvir je s cevjo najverjetneje zajet nekje v desni brežini Stražunskega kanala. Višina izmere referenčne točke z nivelmanom za Izvir 2 ni najbolj relevantna, saj mora biti dejanski izvir nekoliko višje. Prav tako ne vemo zagotovo, ali gre v tem primeru za en sam izvir in speljane cevi v različne smeri, ali pa za številne manjše izvire. Veliko bolj verjetno je, da je izvirov na tem območju več, morda gre za t.i. močilo. Pretok na ceveh je bolj ali manj stalen. Meritve na teh izviroh (merilne točke pretokov od 4-9) kažejo, da skupaj doprinesejo med 20 %

(pri srednjem vodostaju) in 30 % (pri srednje nizkem vodostaju) celotnega skupnega pretoka na vseh izviri skupaj.

Izviri 3, 4 in 5 (merilne točke pretokov 1, 2 in 3) k skupnemu pretoku vseh izvirov doprinesejo najmanj, in sicer od 10 do 30 %. Delež skupnega pretoka pa je na teh izviri večji pri srednjem vodostaju (okoli 30 %) in nižji pri srednje nizkem vodostaju (okoli 10 %). To pomeni, da so ti izviri najbolj odvisni od gladine podzemne vode v zaledju Stražunskega gozda. Izmere absolutne višinske kote referenčnih točk so nižje od Izvira 1.

V obdobju srednje nizkih vod (avgust 2020) je bil skupen pretok vseh merjenih izvirov okoli 169,43 m³/dan. Ob predpostavki, da vsak Slovenec v povprečju porabi okoli 150 l vode na dan, bi s tolikšno količino lahko teoretično zagotovili vodo za 1.129 ljudi.

Skupen pretok izvirov 4 in 5, ki napajata mlaki v Stražunskem gozdu, je bil v avgustu (sr. nizke vode) enak 6,9 m³/dan, v juliju (nizke vode) pa le 3,0 m³/dan. V času nizkih vod bi torej dnevno lahko napajali do 0,5 m globoko mlako s površino 6 m² (npr. 2,4 x 2,5 m), v času nizkih srednjih vod pa do 0,5 m globoko mlako s površino 13,4 m² (npr. 3,6 x 3,7 m).

Če predpostavimo, da je koeficient prepustnosti tal enak $K = 1 \cdot 10^{-6}$ m/s, hidravlični gradient pa je enak $i = 1$, bi od skupne količine pretokov na izviri 3, 4, in 5 skozi tla odteklo do 3,4 m³/dan vode. Iz tega sledi, da bi se ohranilo do 16,4 m³ vode na dan.

V obdobju srednjega vodostaja (november 2020) je bil skupen pretok vseh merjenih izvirov najmanj 297,3 m³/dan. To pomeni, da se je ob stanju srednjih vod pretok napram meritvam v avgustu povečal za kar 75 %. Za primerjavo, če vsak Slovenec v povprečju porabi okoli 150 l vode na dan, bi s tolikšno količino lahko teoretično zagotovili vodo za 1.982 ljudi. Iz tega sledi, da gre za pomembne količine podzemne vode s stališča ohranjanja ekosistema.

Skupen pretok izvirov 4 in 5, ki napajata mlaki v Stražunskem gozdu, pa je bil v novembru (srednji vodostaj) enak 43,2 m³/dan. S tem bi lahko dnevno napajali do 0,5 m globoko mlako s površino 86,4 m² (npr. 9,3 x 9,3 m).

Nivo podzemne vode v okoli 900 m oddaljenem piezometru PBe6 v zaledju Stražunskega gozda je bil v času meritev novembra (srednji vodostaj) kar 0,84 m višji od nivoja podzemne vode na istem piezometru v času meritev avgusta (srednje nizek vodostaj). Razlika v nivoju podzemne vode med obema meritvama je v neposrednem zaledju Stražunskega gozda na zasebnih vodnjakih z vodnimi dovoljenji bistveno manjša (Preglednica 4). Lahko bi rekli, da se razlika z oddaljenostjo od Stražunskega gozda veča.

Razlike v nivojih podzemne vode na bližnjih vodnjakih z vodnimi dovoljenji so bistveno manjše. V hidrogeološkem zaledju Stražunskega gozda se gibajo med 0,22 m do 0,57 m, dolvodno od Stražunskega gozda pa so še nižje, in sicer med 0,10 – 0,15 m. Manjše razlike na vodnjakih dolvodno od Stražunskega gozda bi lahko pojasnili z večjim izcejanjem podzemne vode skozi izvire v Stražunskem gozdu in odtekanje v Stražunski kanal ter naprej v reko Dravo.

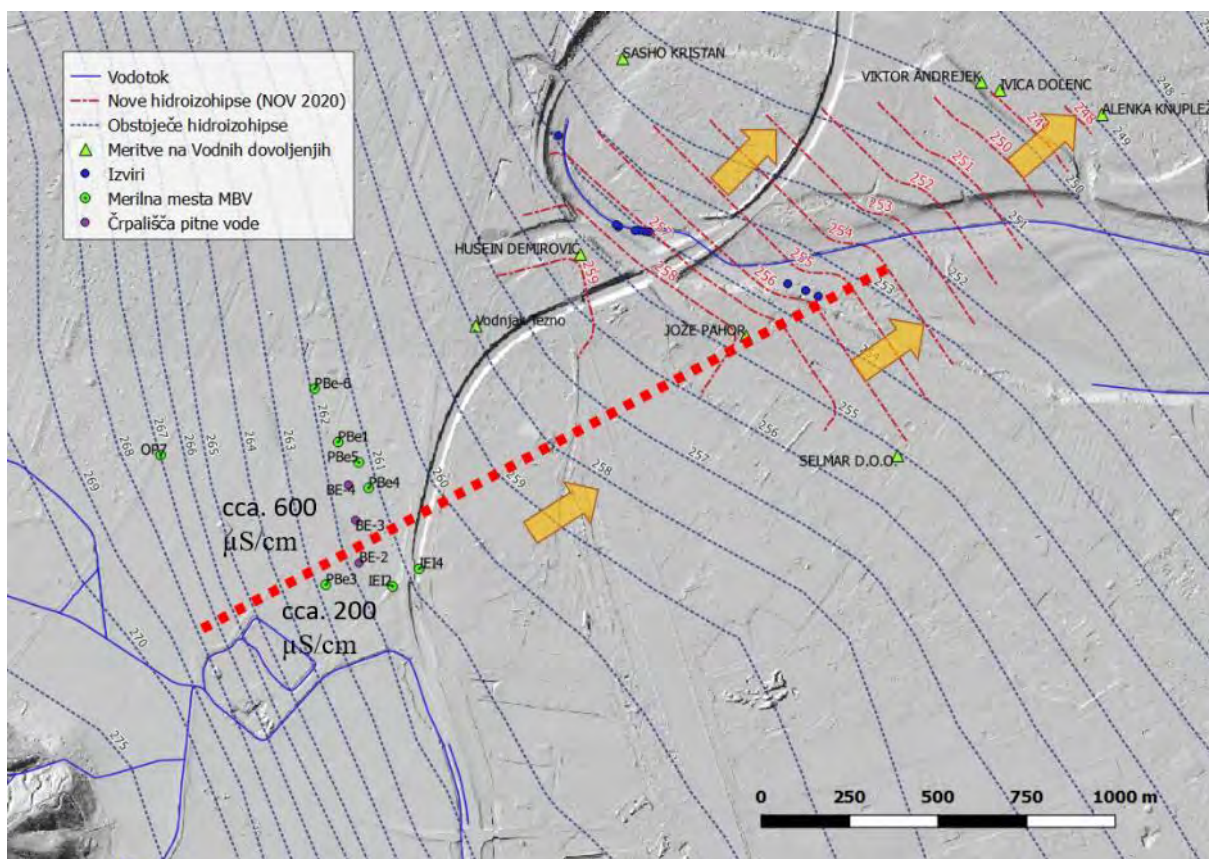
Preglednica 4. Razlika v gladini podzemne vode (GPV) med novembrom in avgustom na izbranih merilnih mestih.

Merilno mesto	dGPV [m] (NOV-AVG)	
VD Jože Pahor	0.30	
Vodnjak Tezno	0.57	
SELMAR D.O.O.	0.22	
IVICA DOLENC	0.15	
ALENKA KNUPLEŽ	0.10	

Z interpolacijo izračunanih absolutnih višinskih kot podzemne vode na vodnjakih in na izviri v Stražunskem gozdu smo ugotovili, da je dejanski nivo podzemne vode na območju Stražunskega gozda višji, kot kažejo obstoječe hidroizohipse. To je bilo tudi pričakovano, saj so prečni geološki profili čez izvire in Stražunski gozd na podlagi arhivskih in obstoječih podatkov kazali, da naj bi bil nivo podzemne vode na lokaciji izvirov pod koto površja (npr. Slika 15 čez izvir 3), kar pa je seveda napačno, saj se v tem primeru izviri ne bi pojavili.

Interpolacija na novo izdelanih hidroizohips kaže, da je tok podzemne vode lokalno usmerjen nekaj stopinj bolj proti vzhodu, kot kažejo obstoječe hidroizohipse. Kljub temu se na interpoliran sloj ne moremo povsem zanesti. Zaradi slabih robnih pogojev in dokaj majhnega števila podatkov na relativno majhnem obravnavanem območju so namreč predvsem na JZ strani hidroizohipse nepravilno ukrivljene.

Da je smer toka podzemne vode usmerjena bolj proti vzhodu, kot kažejo obstoječe hidroizohipse, dokazuje tudi analiza elektroprevodnosti. Vrednosti na vodnjaku BE-2 in piezometru PBe3 so namreč nizke, okoli 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Po drugi strani so vrednosti na vodnjakih BE-3 in BE-4 ter piezometrih PBe1, PBe4, PBe5 in PBe6 višje, in sicer okoli 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, tako kot tudi vse meritve na vodnjakih z vodnimi dovoljenji in izviri. Izjemi sta vodnjaka VD Demirović in VD Knuplež, kjer so vrednosti elektroprevodnosti okoli 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Tako nizka vrednost v vodnjaku več kot očitno kaže, da gre za vir padavinske vode. Lastnika VD imata deževnico najverjetneje speljano v vodnjak.



Slika 20. Interpretacija hidrogeološkega zaledja izvirov v Stražunskem gozdu.

Meritve elektroprevodnosti na večini izvirov se dobro ujemajo z vrednostmi v zaledju in ne kažejo večjih odstopanj z izjemo merilnih točk 7, 8 in še posebej 9 (Slika 10 in Slika 22), ki ležijo neposredno ob ali v bližini pritoka mešane kanalizacije v Stražunski kanal pod Zagrebško cesto. Izviri imajo povišane vrednosti elektroprevodnosti, kar z dosedanjimi raziskavami težko pojasnimo.

V nadaljevanju bi bilo potrebno preveriti, kako je urejena odvodnja odpadnih vod v neposrednem zaledju tega izvira. Potrebno je preveriti, ali dotok mešane kanalizacije pušča, čeprav kanalizacija ni značilno vir povišanih vrednosti elektroprevodnosti odpadne vode. Pomembno je izpostaviti, da se v zaledju izvirov nahaja industrijska cona. Smiselno bi bilo preveriti, kakšen tip dejavnosti se izvaja v zaledju in kako je urejena odvodnja morebitnih industrijskih odpadnih vod.

5.4. NAPOVED IZDATNOSTI IZVIROV V ČASU NIZKIH IN SREDNJIH VOD

Na podlagi opravljenih meritev lahko ob stanju srednje nizkih vod iz vseh izvirov skupaj pričakujemo med 1,7 do 2,7 l/s vode. To pomeni med 147 in 233 m³ vode na dan. V stanju srednjih vod lahko iz vseh izvirov skupaj pričakujemo med 2,7 do 3,7 l/s vode. To pomeni med 233 in 320 m³ vode na dan.

Visok vodostaj načeloma ne predstavlja ogroženosti za obravnavano območje, saj bi ves višek vode sproti odtekal v Stražunski kanal. Po drugi strani pa bi se ob zelo nizkem vodnem stanju mlaki v Stražunskem gozdu lahko osušili. Že v stanju nizkih vod v juliju 2020 namreč mlaki zaradi slabe izdatnosti izvirov 4 in 5, ki ju napajata, nista bili pretočni. Praktično vsa voda iz izvirov 4 in 5, skupno do 3 m³/dan, je že sporoti ponikala nazaj v tla in skoraj ni napajala mlak. V zelo nizkem vodnem stanju se sicer

predvidoma tudi odtok iz mlak proti Stražunskemu kanalu popolnoma prekine, vendar se stoječa voda lahko hitro osuši.

V nadaljnjih raziskavah predlagamo meritve pretokov na vseh v tem poročilu zabeleženih izvirov, oz. njihovih zajetij, in sicer tako v stanju zelo nizkih vod, kot tudi ob visokem vodostaju. Na ta način bo pregled hidravlike delovanja izvirov in napoved izdatnosti izvirov celovita in še bolj točna.

5.5. OSNOVNE ZNAČILNOSTI VODE

5.5.1. Značilnosti vode iz izvirov

Podrobnejšo primerjavo meritev v različnih obdobjih smo naredili za najbolj reprezentativne fizikalno-kemijske parametre, to je elektroprevodnost, in sicer za vse zabeležne izvire. Nekateri od teh so bili opisani že v študiji Sovič in sod., 2019. V naslednji preglednici podajamo imenovanje izvira po Sovič in sod., 2019 in pripadajočo zaporedno številko merilnih mest, kot smo jih izvajali na terenu (Slika 21, Priloga 7.1).

Ime izvira (po Sovič in sod., 2019)	Zaporedna številka merilnega mesta ob meritvah v letu 2020
Izvir 1	10
Izvir 2	5
Izvir 3	3
Izvir 4	2
Izvir 5	1



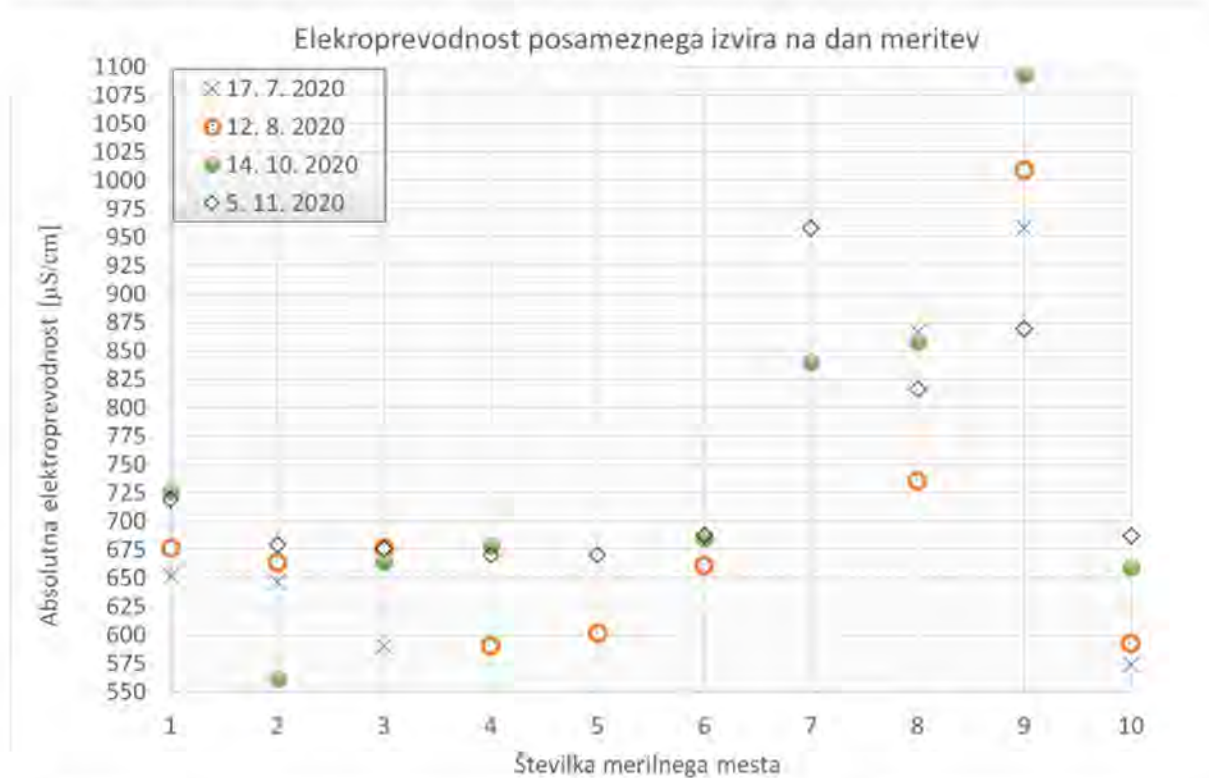
Slika 21. Merilna mesta 2020 in ime izvira po Sovič in sod., 2019.

Slika 22 prikazuje, da so elektroprevodnosti najbolj povišane na merilnem mestu 9, to je izvir tik ob zgornjem dotoku mešane kanalizacije. Izmerjena elektroprevodnost dne 14. 10. 2020 je dosegla skoraj 1.100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Gre za vrednosti, ki niso beležene v naravnem ozadju niti v vodah obremenjenih z odpadnimi vodami iz mešane kanalizacije. Zato je potrebno izviru posvetiti posebno pozornost in v nadaljevanju preveriti, kaj botruje tako visokim vrednostim. Nekoliko manj, a vseeno povišane so vrednosti tudi na merilnih mestih 7 in 8, ki ležita v bližini merilnega mesta 9.

Mešana kanalizacija sama po sebi ni tipičen vzrok povišanih vrednosti elektroprevodnosti. V juliju in avgustu 2020 smo npr. merili direkten dotok iz razbremenilnika Tezno 3, ki se izteka v Stražunski kanal in nismo ugotovili značilno povišanih vrednosti. Elektroprevodnost dne 17. 7. 2020 je bila 399 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dne 12. 8. 2020 pa 709 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Avgusta smo izvedli še meritve tik pod sotočjem obeh kanalov v Stražunskem gozdu. Na tem mestu so bile vonjave izrazito neprijetne in so jasno nakazovale, da je v

Stražunskem kanalu večji delež fekalne vode. Pri tem je potrebno omeniti, da je bil desni pritok na sotočju suh, zato sklepamo, da je glavni vir onesnažene vode dotok mešane kanalizacije vzdolž Jurančičeve ulice. Kljub temu je bila pod sotočjem izmerjena elektroprevodnost zgolj 489 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

V zaledju izvirov s povišanimi vrednostmi elektroprevodnosti se nahaja industrijska cona. Smiselno bi bilo preveriti, ali je na tem območju znan izpust prečiščene industrijske vode, ali gre lahko za izpust, ki ni zavezan za monitoring in kakšna je prevodnost vode v dostopnih revizijskih jaških v poteku tega cevovoda do zbirnega voda ob Stražunskem jarku.



Slika 22. Meritve elektroprevodnosti (na y skali) in temperature (oznake podatkov) na dan meritev.

Vsi merjeni fizikalno-kemijski parametri na izviroh, mlakah in drugih merilnih mestih so prikazani v prilogi 7.2. Merjeni parametri v Stražunskem kanalu pa so prikazani v poglavju 5.5.3.

5.5.2. Značilnosti vode v mlakah

Preglednica 5. Meritve elektroprevodnosti v mlakah.

Datum meritve	Mlaka 1 (vhodno); dolvodno od izvira 5				Mlaka 2 (zahodno); dolvodno od izvira 4 (med 4 in 5)			
	17.7.	12.8.	14.10.	5.11.	17.7.	12.8.	14.10.	5.11.
T [°C]	15.4	18.3	9.2	11.9	16.5	19.2	8.3	11.6
el.prev (abs) [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	507	525	638	686	233	610	569	673
GKX	551026.2				551011.3			
GKY	155194.4				155199.0			

Nizka elektroprevodnost na mlaki 2 v mesecu juliju je odraz stoječe površinske vode, v kateri je lahko velik delež deževnice. Pri meritvah, opravljenih v juliju 2020, je bilo namreč ugotovljeno, da med obema

mlakama ni bilo povezave. Tudi napajanja s strani izvirov praktično ni bilo, saj je bil pretok iz izvirov tako majhen, da je voda v večini že sproti ponikala v zemljo.

Tekom meritev, opravljenih v avgustu 2020, je bila povezava med obema mlakama že aktivna. Prav tako je voda iz zahodne mlake odtekala naprej po jarku v smeri proti Stražunskemu kanalu. Pri meritvah v oktobru in novembru sta bili obe mlaki dobro pretočni. Novembra se je zahodno od druge mlake napolnila še tretja mlaka. V obdobju dobre pretočnosti mlak so bile izmerjene vrednosti elektroprevodnosti zelo podobne vrednostim, izmerjenim na izviri 4 in 5, ki napajata mlake.

5.5.3. Značilnosti vode v Stražunskem kanalu

Meritve osnovnih fizikalnih parametrov v glavnem Stražunskem kanalu smo opravili le v mesecu juliju in avgustu. Med izvajanjem meritev smo ugotovili, da se vrednosti posameznih parametrov zelo hitro spreminjajo in niso tipično značilne za določeno lokacijo. Za primer, v istem dnevu smo na enaki lokaciji v presledku nekaj ur zabeležili skoraj 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ drugačno vrednost elektroprevodnosti. Vrednosti se najbolj verjetno spreminjajo glede na značilnosti vode, ki sproti doteka v kanal.

Tudi vrednosti na istem merilnem mestu v različnih obdobjih (primerjava JUL-AVG) se med seboj zelo razlikujejo. Ena izmed pomembnejših ugotovitev je, da mešana kanalizacija, vsaj na dotoku iz razbremenilnika Tezno 3, ne pomeni nujno tipično drugačnih vrednosti elektroprevodnosti. V splošnem nizke vrednosti elektroprevodnosti povezujemo s stoječo vodo in večjim deležem meteorne vode, višje vrednosti pa z bolj mineralizirano vodo, katere vir je potrebno v nadaljnjih raziskavah ugotoviti.

Preglednica 6. Opis merilnih mest fizikalnih parametrov v Stražunskem kanalu.

Oznaka	Opis	GKX	GKY
S1	Začetek Stražunskega kanala, pri razbremenilniku RT1	550318.9	155660.6
S2	Stražunski kanal - pred dotokom iz izvira 1 (pred merilno točko 10)	550311.5	155624.0
S3	Stražunski kanal - pod dotokom iz izvira 1 (pod merilno točko 10)	550311.0	155619.1
S4	Stražunski kanal - pred izvirov pod kanalizacijo (pred merilno točko 9)	550456.1	155374.7
S5	Stražunski kanal - pod izvirov pod kanalizacijo (pod merilno točko 9)	550457.9	155373.5
S6	Stražunski kanal - pri merilni točki 8 (pipa v lijak)	550465.1	155370.8
S7	Stražunski kanal - pred dotokom jarka iz izvira 3 in 4 (pri bazenu)	550961.5	155274.6
S8	Stražunski kanal - pod dotokom jarka iz izvira 3 in 4 (pri bazenu)	550971.5	155277.1
S9	Stražunski kanal (pred/nad dotokom iz razbremenilnika Tezno 3)	551170.8	155321.7
S10	Stražunski kanal (pod dotokom iz razbremenilnika Tezno 3)	551175.5	155322.7
S11	Stražunski kanal, pod sotočjem, pod cesto	552270.7	154837.3

Preglednica 7. Rezultati meritev fizikalnih prevodnosti v Stražunskem kanalu v mesecu juliju.

Meritve JULIJ									
Oznaka	GKX	GKY	T [°C]	Prev (abs)	tcl [mg/l]	kisik [mg/l]	kisik [%]	ORP	pH
S1	550318.9	155660.6	19.7	158	80	5.1	57	104	7.7
S2	550311.5	155624.0	15.3	551	337	7.3	74	135	7.5

Meritve JULIJ									
S3	550311.0	155619.1	15.3	556	341	7.5	77	131	7.6
S4	550456.1	155374.7	20.4	416	228	3	34	-62	7.5
S5	550457.9	155373.5	17.8	768	458	3.6	39	45	7.4
S6	550465.1	155370.8	19.2	554	312	4	44	164	7.4
S7	550961.5	155274.6	18.7	163	92	5.1	56	162	7.4
S8	550971.5	155277.1	18.6	161	91	5.5	60	168	7.4
S9	551170.8	155321.7	19.2	203	114	5.2	58	141	7.4
S10	551175.5	155322.7	19.2	202	114	5.3	59	145	7.4
S11	552270.7	154837.3							

Preglednica 8. Rezultati meritev fizikalnih prevodnosti v Stražunskem kanalu v mesecu avgustu.

Meritve AVGUST									
Oznaka	GKX	GKY	T [°C]	Prev (abs)	tcl [mg/l]	kisik [mg/l]	kisik [%]	ORP	pH
S1	550318.9	155660.6	19	656	371	3	34	55	7.1
S2	550311.5	155624.0	24	911					
S3	550311.0	155619.1							
S4	550456.1	155374.7							
S5	550457.9	155373.5							
S6	550465.1	155370.8							
S7	550961.5	155274.6	23.3	650	336	6	72	191	7.0
S8	550971.5	155277.1	20.5	683	373	6.1	70	185	7.2
S9	551170.8	155321.7	21.1	654	353	5.9	67	194	7.3
S10	551175.5	155322.7	20.9	657	356	6	69	99	7.3
S11	552270.7	154837.3	16.1	709	427	7	73	187	7.5

5.5.4. Značilnosti vode na vrtinah z vodnimi dovoljenji

Meritve elektroprevodnosti na vodnjakih z vodnimi dovoljenji so skupaj z gladinami podzemne vode po mesecih meritev prikazani v Prilogi 7.2 in Prilogi 7.4.

V splošnem se meritve elektroprevodnosti zelo dobro ujemajo z izmerjenimi vrednostmi v zaledju Stražunskega gozda na vodnjakih BE-3 in BE-4, piezometrih PBe1, PBe4, PBe5 in PBe6 višje, in sicer okoli 600 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Take vrednosti kažejo tudi meritve na večini izvirov. Izjemi sta vodnjaka VD Demirovič in VD Knuplež, kjer so vrednosti elektroprevodnosti okoli 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Tako nizka vrednost v vodnjaku več kot očitno kaže, da gre za vir padavinske vode. Lastnika VD imata deževnico najverjetneje speljano v vodnjak.

5.6. PREDLOG UKREPOV IN UREDITEV

Vodni izviri na območju Stražunskega gozda so za Mestno občino Maribor z vidika funkcionalnosti mestnega območja izjemnega pomena, saj predstavljajo neposredni indikator stanja podzemne vode v mestu, oz. v urbanem zaledju Stražunskega gozda.

Parkovni Stražunski gozd predstavlja pomemben del mesta Maribor s svojo rekreacijsko, ekološko-izravnalno in krajinsko-oblikovno funkcijo. Vzdrževanje količinskega in kakovostnega stanja izvirov je

ključnega pomena pri težnji k revitalizaciji ekosistema Stražunskega gozda in njegove širše okolice. Izdatnost teh izvirov je razmeroma majhna, vendar pa je zelo pomembna za vzdrževanje raznovrstnosti ekosistema.

Predlog ukrepov

Glavni cilj predlaganih ukrepov je prvi korak k celoviti revitalizaciji Stražunskega gozda, oziroma izvirov in potoka.

1. Najbolj pomemben in potreben ukrep je celovit pregled in ureditev obstoječega kanalizacijskega sistema. Med izvajanjem študije smo prišli do potrditve, da v Stražunski kanal pritekajo mešane odpadne komunalne vode stalno in ne samo v času prelivov obilnejših padavin. Tak pritok iz mešane kanalizacije je manj razredčen z vodo, kot bi bil v primeru večje količine meteorne vode, in zato predstavlja večjo obremenitev vodnega okolja na območju Stražunskega gozda. Smiselno bi bilo vzpostaviti potrebne ukrepe za boljše delovanje obstoječega mešanega sistema, da ne bi prihajalo do iztokov materialnih ostankov in vonjav fekalne kanalizacije v Stražunski jarek.
2. Potrebno je čim prej vzpostaviti zasnovo naravnega vodnega ekosistema z rednim vzdrževanjem, da se ga ohranja v čimbolj naravnem stanju. S tem se prepreči stalno nenadzorovano preurejanje in preusmerjanje naravne poti izvirov in potokov ter kako drugače preoblikovanje mlak kot habitatov na zamočvirjenem območju.
3. Naravni pretok izvirov 3, 4 in 5 zadostuje za vzdrževanje mlak kot posebnih izvirnih habitatov Stražunskega gozda. Ob koničnih sušah bi bile mlake vzdrževane kot močvirje, oziroma mokrišče.
4. V zasnovo naravnega vodnega ekosistema se vključi tudi vzdrževanje neposrednega zaledja izvirov 3, 4 in 5. Za optimalno ureditev je smiselno pregledati prepuste pod cesto in najti izvorna mesta primarnih izvirov med cesto in brežino aluvialne terase. Na teh mestih se lahko uredi drenažne jarke z novo ureditvijo prepustov pod cesto. S tem se zagotovi stalnost ureditve izvirov in tudi vzdrževanje izvornih mest in drenažnih jarkov pred zarastjo in zasutjem.
5. V zaledju izvira (merilno mesto 9, Slika 10, Preglednica 3) s povišanimi vrednostmi elektroprevodnosti bi bilo potrebno preveriti, ali je na tem območju znan izpust prečiščene industrijske vode, ali gre lahko za izpust, ki ni zavezan za monitoring in kakšna je prevodnost vode v dostopnih revizijskih jaških v poteku tega cevovoda do zbirnega voda ob Stražunskem jarku.
6. Dejavnost vrtničarstva je treba urediti zaradi problematičnosti z dveh vidikov. Prvi problem je, če se izvaja namakanje z uporabo vode iz izvirov, bo ob suši vode premalo. (Tudi samo za vrtničke je ne bi bilo dovolj.) Zaradi tega prihaja do preurejanja naravnih iztokov. Drug problem je »infrastruktura«, ki se razvija z vrtnički, z različnimi objekti. Najbolj problematično pa je, če se voda uporablja tudi za druge namene razen za zalivanje, ker pri tem prihaja do nastajanja odpadne vode.

7. Na območju vrtilčkov bi bilo potrebno nemudoma urediti sproten odvoz zelenega odreza in komunalnih odpadkov ter poskrbeti, da se na območju ne bodo kopičili nevarni odpadki kot so npr. akumulatorji, embalaže, ki vsebujejo ostanke nevarnih snovi ipd.
8. Revitalizacija Stražunskega jarka z ureditvijo naravne struge (brez utrjenega betonskega dna) bi bila smotrna šele, ko bo obstoječ kanalizacijski sistem ustrezno urejen in v Stražunski kanal ne bodo pritekale fekalne vode. V nasprotnem primeru bi prišlo do ponikanja precej onesnažene odpadna voda v tla, kar bi močno obremenilo kakovost podzemne vode v vodonosniku.
9. V zaledju se spodbudi ureditev odvodov odpadnih padavinskih vod, ki se danes ponekod odvajajo v nekdanje vodnjake. Pri tem je treba izvesti take spodbude, da ne bo prišlo do neželenih nasprotnih učinkov, to je, na primer, zasovanja starih vodnjakov ali pa preusmerjanja odpadnih vod s ponikanjem skozi morebitna onesnažena zemljišča.

6. LITERATURA/VIRI

Brezigar, A. in Trajanova, M., 1995. Karotažne krivulje v metamorfnih kamninah pri Mariboru. *Geologija* 37, 38, str. 459-481. Ljubljana: Geološki zavod Slovenije.

Kovačič, A., Bukovnik, M., Mišič, T., Mičič, T., Juvan, S., Krajcer, I., 2019. Proučitev stanja voda in narave na območju izvirov v Stražunu. Strokovne podlage, dopolnjeno po pripombah naročnika, april 2019. Maribor: Vodnogospodarski biro Maribor d.o.o. Izdelano za naročnika: Mestna občina Maribor.

Geodetski inštitut Slovenije (GIS), 2020. Dodatek k poročilu: Hidrogeologija stanja izvirov v Stražunskem gozdu in določitev njihovega napajalnega zaledja. Historični aeroposnetki. Stražunski gozd v letu 1954. 2 posnetka.

Lenarčič, S., 2020. Določitev lege referenčnih točk petih izvirov v Stražunu in dveh privatnih vodnjakov za potrebe ocene podzemnih voda v zaleju Stražuna. GEO SISTEMI, GEODEZIJA, INFORMATIKA, SAMO LENARČIČ S.P., Koseskega ulica 24, Maribor, 2000 Maribor. Za naročnika: Geološki zavod Slovenije.

Mioč, P., Žnidarčič, M., 1988: Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000. Tolmač za lista Maribor in Leibnitz, 60 str., Zvezni geološki zavod, Beograd.

Sovič, N., Baskar, M., Repnik, D., 2019. Poročilo o stanju voda v Stražunskem gozdu. Maribor: Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano, Oddelek za okolje in zdravje Maribor. Izdelano za naročnika: Mestna občina Maribor.

Svetina, J., Prestor, J., 2020. Navodila za terenske meritve. Dodatek k poročilu: Hidrogeologija stanja izvirov v Stražunskem gozdu in določitev njihovega napajalnega zaledja. Ljubljana: Geološki zavod Slovenije. November, 2020.

7. PRILOGE

7.1. Lokacije izvirov, oz. merilnih točk pretokov (4.1.1)

7.1.1. Merilna točka 1: Izvir 5



7.1.2. Merilna točka 2: Izvir 4



7.1.3. Merilna točka 3: Izvir 3



7.1.4. Merilna točka 4: Dolvodno od spodnjega mostička pri vrtičkih: pipa speljana v banjo



7.1.5. Merilna točka 5: Gorvodno od spodnjega mostička pri vrtilkih: pipa speljana v banjo



7.1.6. Merilna točka 6: Gorvodno od točke 5: iztok iz napeljene cevi pri brvi čez kanal



7.1.7. Merilna točka 7: Gorvodno od točke 6: pipa speljana v lavor



7.1.8. Merilna točka 8: Gorvodno od točke 7: Pipa speljana v lijak



7.1.9. Merilna točka 9: Izvir ob pritoku zg. mešane kanalizacije v Stražunski kanal (pod Zagrebško cesto)



7.1.10. Dotok iz zaježitve izvira 1 v Stražunski kanal



7.2. Meritve osnovnih fizikalno-kemijskih parametrov na merilnih mestih izvirov, mlak in na drugih merilnih mestih

7.2.1. Julij

MERITVE JULIJ										
Merilno mesto	Opis	GKX	GKY	T [°C]	Prev (abs)	tcl [mg/l]	kisik [mg/l]	kisik [%]	ORP	pH
1	Izvir 5	551025.8	155171.4	14.7	651	405	7.1	71	167	7.5
2	Izvir 4	550990.2	155187.4	13.9	646	409	6.6	65	182	7.5
3	Izvir 3	550940.3	155206.8	14.4	590	370	6.1	62	176	7.44
8	Pipa speljana v lijak	550462.9	155367.9	15.8	866	520	6.8	70	179	7.1
9	Izvir ob pritoku zg. mešane kanalizacije v Stražunski kanal (pod Zagrebško cesto)	550455.9	155373.5	15.9	958	579	3.8	39	-91	7.3
10	Zaježitev izvira 1	550292.5	155624.7	14.8	574	357	8.9	91	100	7.4
ML1	Mlaka 1 (vhodno); dolvodno od izvira 5 (merilne točke 1)	551026.2	155194.3	15.4	507	310	5.8	61	160	7.9
ML2	Mlaka 2 (zahodno); dolvodno od izvira 4 (merilne točke 2)	551011.3	155198.9	16.5	233	139	5.5	59	154	7.9
K Tezno 3	Kanalizacija vzdolž kanala iz razbremenilnika Tezno 3 (RT3) - merilno mesto dolvodno v jarku	551089.2	155180.2	16.1	399	240	3.9	40	166	6.9
Kotanja	Kotanja, nekje v gozdu	550323.7	155463.6	16.1	518	312	3.1	31	-104	7.3

7.2.2. Avgust

MERITVE AVGUST										
Oznaka	Opis	GKX	GKY	T [°C]	Prev (abs)	tcl [mg/l]	kisik [mg/l]	kisik [%]	ORP	pH
1	Izvir 5	551025.8	155171.4	14.3	677	425	8	81	198	7.3
2	Izvir 4	550990.2	155187.4	14.4	664	416	8.1	82	179	7.7
3	Izvir 3	550940.3	155206.8	15.2	676	415	6	62	175	7.6
4	Dolvodno od spodnjega mostička pri vrtičkih: pipa speljana v banjo	550547.9	155353.1	14.5	590	369	8.4	84	203	7.13
5	Gorvodno od spodnjega mostička pri vrtičkih: pipa speljana v banjo	550536.9	155354.3	14.9	601					
6	Gorvodno od točke 5: iztok iz napeljane cevi pri brvi čez kanal	550522.5	155357.0	16.1	661					
8	Pipa speljana v lijak	550462.9	155367.9	16	735	444	6.9	72	219	7.8
9	Izvir ob pritoku zg. mešane kanalizacije v Stražunski kanal (pod Zagrebško cesto)	550455.9	155373.5	16.5	1010	601	4.6	48	221	7.3
10	Zajezitev izvira 1	550292.5	155624.7	15.4	593	362	8.5	87	134	7.1
MI1	Mlaka 1 (vhodno); dolvodno od izvira 5 (merilne točke 1)	551026.2	155194.3	18.3	525	300	5.3	58	220	7.6
MI2	Mlaka 2 (zahodno); dolvodno od izvira 4 (merilne točke 2)	551011.3	155198.9	19.2	610	343	3.8	43	222	7.4

7.2.3. Oktober

MERITVE OKTOBER					
Oznaka	Opis	GKX	GKY	T [°c]	Prev (abs)
1	Izvir 5	551025.8	155171.4	13.1	726
2	Izvir 4	550990.2	155187.4	13.1	561
3	Izvir 3	550940.3	155206.8	10.2	664
4	Dolvodno od spodnjega mostička pri vrtilčih: pipa speljana v banjo	550547.9	155353.1	13.2	678
5	Gorvodno od spodnjega mostička pri vrtilčih: pipa speljana v banjo	550536.9	155354.3		
6	Gorvodno od točke 5: iztok iz napeljane cevi pri brvi čez kanal	550522.5	155357.0	13.4	685
7	Gorvodno od točke 6: pipa speljana v lavor	550508.8	155356.9	12.1	840
8	Pipa speljana v lijak	550462.9	155367.9	13.5	858
9	Izvir ob pritoku zg. mešane kanalizacije v Stražunski kanal (pod Zagrebško cesto)	550455.9	155373.5	13.6	1093
10	Zajezitev izvira 1	550292.5	155624.7	14.4	659
MI1	Mlaka 1 (vhodno); dolvodno od izvira 5 (merilne točke 1)	551026.2	155194.3	9.2	638
MI2	Mlaka 2 (zahodno); dolvodno od izvira 4 (merilne točke 2)	551011.3	155198.9	8.3	569

7.2.4. November

MERITVE NOVEMBER					
Oznaka	Opis	GKX	GKY	T [°c]	Prev (abs)
1	Izvir 5	551025.8	155171.4	13.1	719
2	Izvir 4	550990.2	155187.4	12.9	679
3	Izvir 3	550940.3	155206.8	11.5	676
4	Dolvodno od spodnjega mostička pri vrtilčkih: pipa speljana v banjo	550547.9	155353.1	13.4	670
5	Gorvodno od spodnjega mostička pri vrtilčkih: pipa speljana v banjo	550536.9	155354.3	13.4	670
6	Gorvodno od točke 5: iztok iz napeljane cevi pri brvi čez kanal	550522.5	155357.0	13.3	688
7	Gorvodno od točke 6: pipa speljana v lavor	550508.8	155356.9	12.3	958
8	Pipa speljana v lijak	550462.9	155367.9	13.9	816
9	Izvir ob pritoku zg. mešane kanalizacije v Stražunski kanal (pod Zagrebško cesto)	550455.9	155373.5	13.7	869
10	Zajezitev izvira 1	550292.5	155624.7	14.1	687
MI1	Mlaka 1 (vhodno); dolvodno od izvira 5 (merilne točke 1)	551026.2	155194.3	11.9	686
MI2	Mlaka 2 (zahodno); dolvodno od izvira 4 (merilne točke 2)	551011.3	155198.9	11.6	673

7.3. Meritve gladine podzemne vode na izviri in vodnjakih

7.3.1. Terenske meritve: Avgust 2020

MERITVE AVGUST									
	Kota ref.točke: Nivelman (mnm)	Kota terena: DMV (mnm)	Korekcija (DMV + 0.5 m)	GKY	GKX	meritev AVGUST	Nivo vode (mnm)	Elektroprev. [μS/cm]	Temp. [°C]
Izvir 1	256.70			550292.5	155625.0	-0.135	256.6	593	15.4
Izvir 3	255.56			550940.1	155207.0	-0.24	255.3	676	15.2
Izvir 4	255.46			550990.3	155187.6	0.02	255.5	664	14.4
Izvir 5	256.16			551025.8	155171.4	-0.43	255.7	676	14.3
VD Husein Demirović	275.08	274.58	275.08	550355.0	155290.0				
VD Jože Pahor	273.41	272.86	273.36	550822.0	155060.0	-15.76	257.65	674	14.0
Vodnjak Tezno	274.74			550060.0	155088.0	-15.48	259.26	592	14.2
SELMAR D.O.O.		271.13	271.63	551250.0	154722.0	-15.46	256.17	640	14.6
SASHO KRISTAN		259.81	260.31	550474.0	155842.0	-6.47	253.84	605	13.8
VIKTOR ANDREJEK		257.33	257.83	551486.0	155776.0	-8.36	249.47	603	10.9
IVICA DOLENC		257.33	257.83	551539.0	155753.0	-9.16	248.67	607	11.2
ALENKA KNUPLEŽ		258.22	258.72	551827.0	155684.0	-11.31	247.41	451	13.1

7.3.2. Terenske meritve: Oktober 2020

MERITVE OKTOBER										
	Kota ref.točke: Nivelman (mnm)	Kota terena: DMV (mnm)	Korekcija (DMV + 0.5 m)	GKY	GKX	meritev OKTOBER	Nivo vode (mnm)	Elektroprev. [μ S/cm]	Temp. [°C]	dZ AVG [m]
Izvir 1	256.70			550292.5	155625.0	-0.035	256.7	659	14.4	
Izvir 2	254.97			550547.9	155353.1		255.0	678	13.2	
Izvir 3	255.56			550940.1	155207.0	-0.14	255.4	664	10.2	
Izvir 4	255.46			550990.3	155187.6	0.12	255.6	561	13.1	
Izvir 5	256.16			551025.8	155171.4	-0.33	255.8	726	13.1	
VD Husein Demirović	275.08	274.58	275.08	550355.0	155290.0	-16.29	258.79	157	12.9	
VD Jože Pahor	273.41	272.86	273.36	550822.0	155060.0	-15.62	257.79	657	13.7	0.1
Vodnjak Tezno	274.74			550060.0	155088.0	-15.35	259.39	651	13.8	0.1
SELMAR D.O.O.		271.13	271.63	551250.0	154722.0	-15.23	256.40	645	14.6	0.2
SASHO KRISTAN		259.81	260.31	550474.0	155842.0					
VIKTOR ANDREJEK		257.33	257.83	551486.0	155776.0					
IVICA DOLENC		257.33	257.83	551539.0	155753.0	-9.02	248.81	608	11.7	0.1
ALENKA KNUPLEŽ		258.22	258.72	551827.0	155684.0	-11.21	247.51	190	12.1	0.1

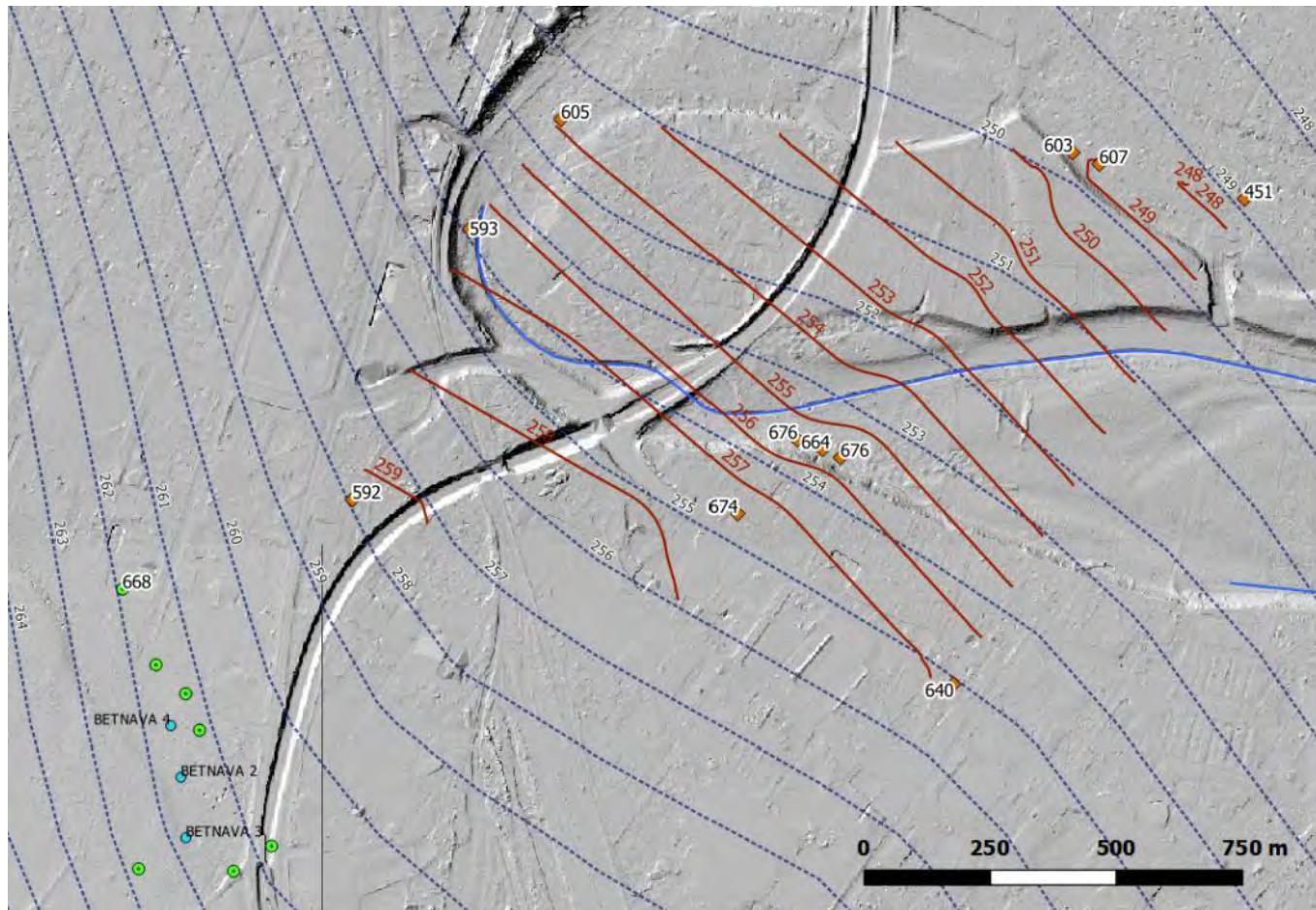
7.3.3. Terenske meritve: November 2020

MERITVE NOVEMBER											
	Kota ref.točke: Nivelman (mm)	Kota terena: DMV (mm)	Korekcija (DMV + 0.5 m)	GKY	GKX	meritev NOVEMBER	Nivo vode (mm)	Elektroprev. [μS/cm]	Temp. [°C]	dZ OKT [m]	dZ AVG [m]
Izvir 1	256.70			550292.5	155625.0	-0.035	256.7	687	14.1		
Izvir 2	254.97			550547.9	155353.1			670	13.4		
Izvir 3	255.56			550940.1	155207.0	-0.14	255.4	676	11.5		
Izvir 4	255.46			550990.3	155187.6	0.12	255.6	679	12.9		
Izvir 5	256.16			551025.8	155171.4	-0.33	255.8	719	13.1		
VD Husein Demirovič	275.08	274.58	275.08	550355.0	155290.0	-16.10	258.98	157	12.9	0.2	
VD Jože Pahor	273.41	272.86	273.36	550822.0	155060.0	-15.46	257.95	686	13.7	0.2	0.3
Vodnjak Tezno	274.74			550060.0	155088.0	-14.91	259.83	665	13.8	0.4	0.6
SELMAR D.O.O.		271.13	271.63	551250.0	154722.0	-15.24	256.39	663	14.0	0.0	0.2
SASHO KRISTAN		259.81	260.31	550474.0	155842.0						
VIKTOR ANDREJEK		257.33	257.83	551486.0	155776.0						
IVICA DOLENC		257.33	257.83	551539.0	155753.0	-9.01	248.82	635	11.7	0.0	0.2

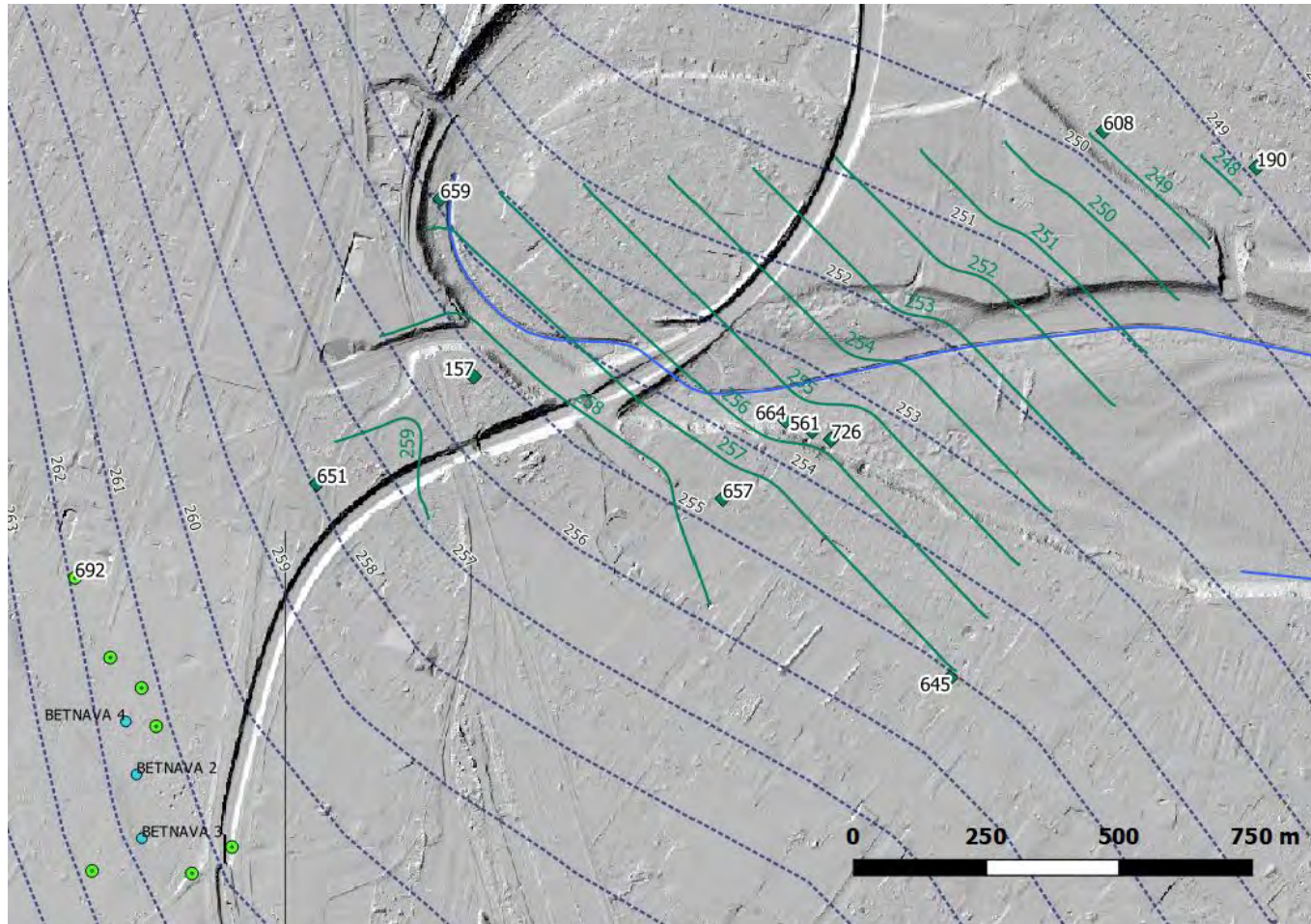
MERITVE NOVEMBER											
	Kota ref.točke: Nivelman (mnm)	Kota terena: DMV (mnm)	Korekcija (DMV + 0.5 m)	GKY	GKX	meritev NOVEMBER	Nivo vode (mnm)	Elektroprev. [μ S/cm]	Temp. [°C]	dZ OKT [m]	dZ AVG [m]
ALENKA KNUPLEŽ		258.22	258.72	551827.0	155684.0	-11.21	247.51	456	12.6	0.0	0.1

7.4. Električna prevodnost in interpolirane hidroizohipse po mesecih meritev

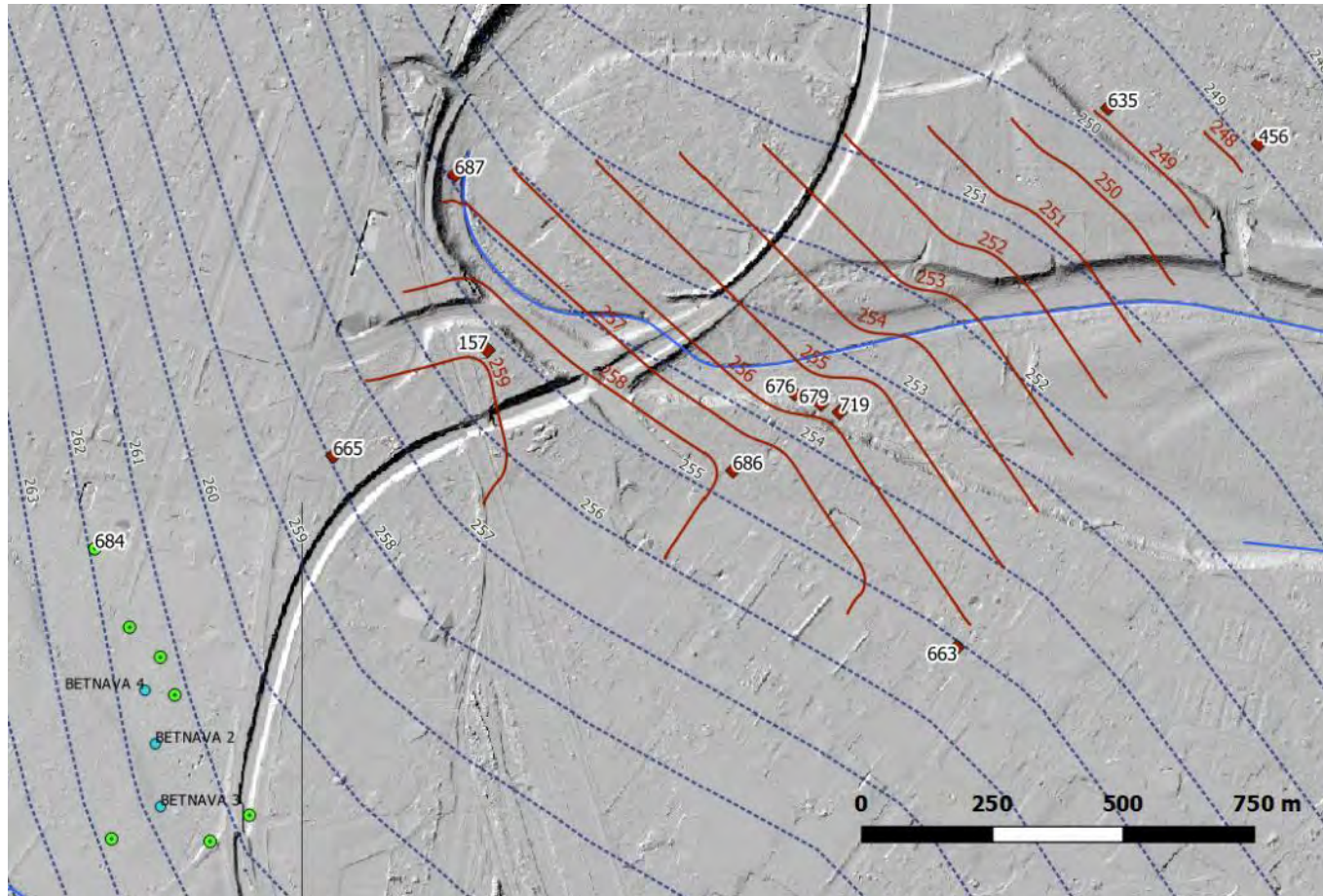
7.4.1. Avgust 2020



7.4.2. Oktober 2020



7.4.3. November 2020



7.5. Arhivski aeroposnetki (Stražunski gozd v letu 1954)





7.6. Primer preurejanja naravnega stanja vodnih teles

Vrtičkarstvo je na obravnavanem območju prisotno že več kot 30 let. Z dejavnostjo je povezana problematika odlaganja in kopičenja odpadkov, postavljanja objektov, ki niso v skladu z občinskim prostorskim načrtom (npr. sanitarije), kot tudi preurejanje naravnega stanja vodnih teles na območju Stražunskega gozda. V sušnih mesecih, ko je potreba po zalivanju vrtnin večja, si uporabniki vrtov preusmerjajo izvirsko vodo, ki sicer napaja zamočvirjeno območje in mlake in na ta način zmanjšajo ali celo prekinejo napajanje mlak in zamočvirjenega območja.

Primer preusmerjanja, ki je bil izveden med izvajanjem naše študije med julijem in novembrom 2020 prikazujemo na naslednji skici. Jarek od Izvira 4 proti zahodni mlaki je bil zasut, voda pa speljana direktno v smeri proti glavnemu Stražunskemu kanalu.

