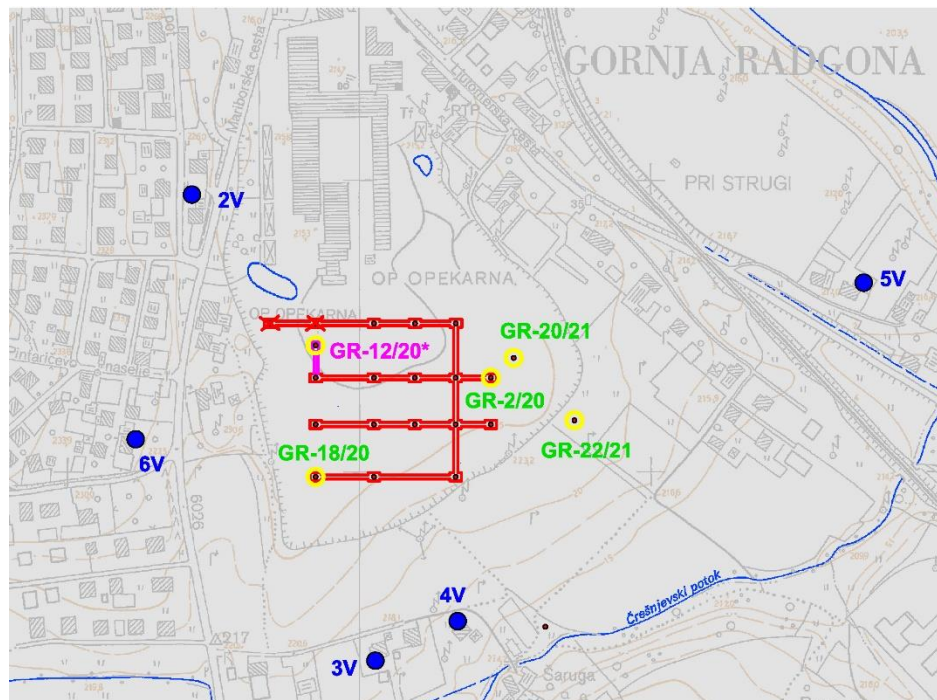


Geološko geotehnične raziskave in raziskave za oceno okoljskega stanja na lokaciji opuščene glinokopa v Gornji Radgoni

Hidrogeološko poročilo z oceno okoljskega stanja okolja na lokaciji opuščene glinokopa v Gornji Radgoni – Zvezek 1

Končno poročilo



Ljubljana, april 2021

Naročnik:	E-SOLVENTA Ljubljana d.o.o. Litijska 38 1000 Ljubljana, SLO
Izvajalec:	GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE Dimičeva ulica 14, 1000 Ljubljana
Podizvajalec:	Geoinženiring d.o.o. Rovs, gradbeništvo, projektiranje, hidrogradnja, d.o.o. Talum d.d. Hidrokop d.o.o.
Št. pogodbe:	1160-67/2020
Evidenčna številka:	
Število izvodov:	4
Naloga:	Geološko geotehnične raziskave in raziskave za oceno okoljskega stanja na lokaciji opuščene glinokopa v Gornji Radgoni
Naslov poročila:	Hidrogeološko poročilo z oceno okoljskega stanja okolja na lokaciji opuščene glinokopa v Gornji Radgoni – Zvezek 1
Datum izdelave:	April 2021
Avtorji:	Marko Hötzl Jan Udovč, mag.inž.geol. dr. Sonja Cerar, univ.dipl.inž.geol. Luka Serianz, mag.inž.geol. mag. Joerg Prestor, univ.dipl.inž.geol. Katja Koren, univ.dipl.inž.geol. dr. Špela Bavec, univ.dipl.inž.geol. dr. Martin Gaberšek, univ.dipl.inž.geol.
Tehnična podpora:	Simon Mozetič Tomislav Matoz
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:	Hidrogeologija, podzemne vode, okoljske raziskave, umetni material
Datum:	Ljubljana, april 2021

Nosilci posameznih sklopov naloge	
Hidrogeologija:	Marko Hötzl
Okoljsko stanje:	dr. Sonja Cerar, univ.dipl.inž.geol.
Geološko – geotehnične raziskave:	Mirjana Kraljič Kenk, univ.dipl.inž.grad. (Geoinženiring d.o.o.)
Sodelavci na projektu	
Blaž Pucihar, dipl.inž.geol. (študent)	

VSEBINA

1. UVOD	1
1.1. Izhodišča	1
2. ZGODOVINSKI PREGLED	2
2.1. Razpoložljivi geološko geotehnični (GG) podatki	2
2.2. Ocena stopnje raziskanosti ozemlja in manjkajoči podatki	2
3. SPLOŠNE ZNAČILNOSTI OBMOČJA	3
3.1. Geografska umestitev območja	3
3.2. Geološke razmere	3
3.3. Hidrogeološke razmere	3
4. HIDROGEOLOŠKE RAZISKAVE	5
4.1. Izhodišča	5
4.2. Lokacije piezometričnih vrtin	5
4.3. Izvedba piezometričnih vrtin	6
4.3.1. Piezometrična vrtina GR-2/20	7
4.3.2. Piezometrična vrtina GR-12/20	8
4.3.3. Piezometrična vrtina GR-18/20	9
4.3.4. Piezometrična vrtina GR-20/21	10
4.3.5. Piezometrična vrtina GR-22/21	11
4.4. Aktivacija vrtin	12
4.5. Črpalni in nalivalni poskusi	12
4.5.1. Črpalni preizkus	12
4.5.1.1. Teoretična izhodišča	12
4.5.1.2. Obdelava rezultatov	13
4.5.2. Nalivalni preizkus	16
4.5.2.1. Teoretična izhodišča za obdelavo	16
4.5.2.2. Rezultati nalivalnih preizkusov	17
4.6. Meritve gladin podzemne vode	18
4.7. Lega podzemne vode v prostoru	23
4.8. Meritve višine vode v površinski akumulaciji vode	25
5. OCENA OKOLJSKEGA STANJA	27
5.1. Uvod	27
5.2. Pretekle raziskave	27

5.3. Izbor lokacij in vzorčenje.....	28
5.3.1. Mulj in zemeljski izkopi	28
5.3.2. Površinska akumulacija vode	31
5.3.3. Podzemna voda	33
5.4. Nabor parametrov in kemijske analize	34
5.4.1. Mulj in zemeljski izkopi	34
5.4.2. Površinska akumulacija vode	35
5.4.3. Podzemna voda	35
5.5. Vrednotenje rezultatov	35
5.5.1. Mulj in zemeljski izkopi	35
5.5.2. Površinska akumulacija vode	36
5.5.3. Podzemna voda	36
5.6. Rezultati	37
5.6.1. Mulj in zemeljski izkopi	37
5.6.2. Površinska akumulacija vode	41
5.6.3. Podzemna voda	52
5.7. Zaključki in predlogi za ravnanje z zemljinami in površinsko akumulirano vodo v času gradnje	59
5.7.1. Zemljine	59
5.7.2. Kemijska sestava vode	61
6. UPORABLJENI PREDPISI IN STANDARDI.....	64
7. LITERATURA/VIRI.....	65
8. PRILOGE	67

KAZALO SLIK

Slika 1: Hidrogeološka karta IAH (M 1:250.000) na območju opuščene glinokopa.	4
Slika 2: Lokacije piezometričnih vrtin na območju opuščene glinokopa.....	6
Slika 3: Končni izgled piezometrične vrtine z betonsko zaščito in kapo tipa OTT ter vgravirano oznako vrtine.	7
Slika 4: Stanje vrtine GR-2/20 med vrtanjem (levo) in končni izgled vrtine z odprto kapo (desno).....	8
Slika 5: Stanje vrtine GR-12/20 med vrtanjem in izvajanjem nalivalnega poskusa (levo) in končni izgled vrtine GR-12/20 (desno).....	9
Slika 6: Stanje vrtine GR-12/20 med vrtanjem in izvajanjem nalivalnega poskusa (levo) in končni izgled vrtine GR-18/20 (desno).....	10
Slika 7: Meritve na vrtini GR-20/21 pred ureditvijo ustja (levo) in končni izgled vrtine GR-20/21 (desno)	11
Slika 8: Meritve na vrtini GR-22/21 pred ureditvijo ustja (levo) in končni izgled vrtine GR-22/21 (desno)	12

<i>Slika 9: Potek črpalnega preizkusa v piezometrični vrtini GR-2/20.</i>	14
<i>Slika 10: Potek črpalnega preizkusa v piezometrični vrtini GR-12/20.</i>	15
<i>Slika 11: Potek črpalnega preizkusa v piezometrični vrtini GR-18/20.</i>	15
<i>Slika 14: Lokacije vzorčenja okoljskih vzorcev</i>	28
<i>Slika 15: Vzorčenje mulja; lokacija odvzema inkrementa (levo) ter inkrement podvzorca (desno)</i>	29
<i>Slika 16: Izkopni jašek in vzorčeni zemeljski izkop na lokaciji J1 (levo) ter na lokaciji J2 (desno)</i>	30
<i>Slika 17: Izkopni jašek in vzorčeni zemeljski izkop na lokaciji J3 (levo) ter na lokaciji J6 (desno)</i>	31
<i>Slika 18: Prikaz vzorčenja površinske akumulacije vode</i>	32
<i>Slika 19: Vzorčenje podzemne vode na piezometrih (GR-12/20 (levo) in GR-18/20 (desno))</i>	33
<i>Slika 20: Piezometra GR-20/21 (levo) in GR-22/21 (desno)</i>	34
<i>Slika 21: Priprava vzorcev na terenu za kemijske analize v laboratoriju (levo) in čiščenje hišnega vodnjaka V-3 pred vzorčenjem podzemne vode (desno)</i>	34
<i>Slika 20: Prostorska porazdelitev električne prevodnosti v podzemni vodi.</i>	53
<i>Slika 21: Piperjev diagram podzemne vode na območju glinokopa.</i>	55
<i>Slika 22: Prostorska porazdelitev nitrata v podzemni vodi.</i>	56
<i>Slika 23: Prostorska porazdelitev atrazina v podzemni vodi.</i>	58
<i>Slika 24: Prostorska porazdelitev desetilatrazina v podzemni vodi.</i>	59

KAZALO GRAFOV

<i>Graf 1: Nihanje gladine podzemne vode na območju opuščenega glinokopa v odvisnosti od količine padavin na merilni postaji Cankova v celotnem opazovalnem obdobju.</i>	19
<i>Graf 2: Zvezne meritve gladine podzemne vode na posamezni piezometrični vrtini v celotnem opazovalnem obdobju.</i>	20
<i>Graf 3: Nihanje temperature podzemne vode na območju opuščenega glinokopa v odvisnosti od količine padavin na merilni postaji Cankova v celotnem opazovalnem obdobju.</i>	22
<i>Graf 4: Nihanje električne prevodnosti podzemne vode na območju opuščenega glinokopa v odvisnosti od količine padavin na merilni postaji Cankova v celotnem opazovalnem obdobju.</i>	23
<i>Graf 5: Nihanje višine vode v površinski akumulaciji vode na območju opuščenega glinokopa v odvisnosti od količine padavin na merilni postaji Cankova v celotnem opazovalnem obdobju.</i>	25
<i>Graf 6: Nihanje temperature vode v površinski akumulaciji vode na območju opuščenega glinokopa v odvisnosti od nihanja višine vode v celotnem opazovalnem obdobju.</i>	26

KAZALO PREGLEDNIC

<i>Preglednica 1: Geodetske izmere piezometričnih vrtin (vir: Geograd, d.o.o.).</i>	5
<i>Preglednica 2: Osnovni fizikalno-kemijski parametri podzemne vode med črpanjem.</i>	14
<i>Preglednica 3: Rezultati črpalnega preizkusa v vrtinah GR-2/20, GR-12/20 in GR-18/20.</i>	16
<i>Preglednica 4: Rezultati nalivalnega preizkusa v vrtinah GR-2/20, GR-12/20 in GR-18/20.</i>	17
<i>Preglednica 5: Rezultati opisne statistike nihanja gladine podzemne vode zveznih meritev na območju opuščenega glinokopa v obdobju od 1.12.2020 do 22.4.2021 (GR-2/20, GR-12/20 in GR-18/20) ter od 25.2.2021 do 22.4.2021 (GR-20/21 in GR-22/21).</i>	20
<i>Preglednica 6: Rezultati opisne statistike nihanja temperature vode zveznih meritev na območju opuščenega glinokopa v obdobju od 1.12.2020 do 22.4.2021 (GR-2/20, GR-12/20 in GR-18/20) ter od 25.2.2021 do 22.4.2021 (GR-20/21 in GR-22/21).</i>	21

Preglednica 7: Rezultati opisne statistike nihanja električne prevodnosti zveznih meritev na območju opuščenega glinokopa v obdobju od 1.12.2020 do 22.4.2021 (GR-2/20, GR-12/20 in GR-18/20) ter od 25.2.2021 do 22.4.2021 (GR-20/21 in GR-22/21).....	22
Preglednica 8: Kote gladine podzemne vode v piezometričnih vrtinah in hišnih vodnjakih v okolici na dan 24.3.2021.....	24
Preglednica 9: Lokacije vzorčenja zemljin in mulja s prostorskimi koordinatami.....	28
Preglednica 10: Pregled podatkov o lokacijah vzorčnih mest iz površinske akumulacije vode	32
Preglednica 11: Pregled podatkov o lokacijah vzorčnih mest podzemne vode na območju opuščenega glinokopa	33
Preglednica 12: Nabor parametrov in kemijske analize mulja in zemeljskih izkopov.....	34
Preglednica 13: Nabor parametrov in kemijske analize izlužka (po standardni metodi SIST EN 12457-4) mulja in zemeljskih izkopov	35
Preglednica 14: Izmerjene vrednosti obravnavanih parametrov v naravno prisotnih tleh, umetnih nasutjih in mulju skupaj z mejnimi, opozorilnimi in kritičnimi imisijskimi vrednostmi nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS št. 68/96 in 41/04-ZVO-1) ter največjimi dovoljenimi vrednostmi v zemeljskem izkopu namenjenem nasipavanju stavbnih zemljišč (Ur. l. RS št. 34/08 in 61/11). Vsi parametri so podani v mg/kg s. s., razen suha snov v % in TOC ter žarilna izguba v % mase s. s.....	37
Preglednica 15: Izmerjene vrednosti obravnavanih parametrov v izlužku naravno prisotnih tal, umetnih nasutij in mulja skupaj z merilno negotovostjo, mejnimi vrednostmi parametra izlužka v zemeljskem izkopu namenjenem nasipavanju stavbnih zemljišč (Ur. l. RS št. 34/08 in 61/11) in mejnimi vrednostmi parametra izlužka za inertne odpadke (Ur. l. RS št. 10/14, 54/15, 36/16 in 37/18). Vsi parametri, razen pH, so podani v mg/kg s. s.....	40
Preglednica 16: Rezultati meritev terenskih in splošnih parametrov površinske akumulacije vode z dne 28.7.2020, 18.11.2020 in 3.3.2021 (krepko – presežena mejna vrednost Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo; ležeče – mejna vrednost ni presežena ob upoštevanju merilne negotovosti).....	42
Preglednica 17: Rezultati meritev anorganskih parametrov v površinski akumulaciji vode z dne 28.7.2020, 18.11.2020 in 3.3.2021 (krepko – presežena mejna vrednost Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo).	43
Preglednica 18: Rezultati meritev mikroelementov v površinski akumulaciji vode z dne 28.7.2020, 18.11.2020 in 3.3.2021 (krepko – presežena mejna vrednost Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo; ležeče – mejna vrednost ni presežena ob upoštevanju merilne negotovosti; podčrtano – presežen NDK-OSK glede na Uredbo o stanju površinskih voda).....	45
Preglednica 19: Rezultati meritev organskih snovi v površinski akumulaciji vode z dne 28.7.2020 in 18.11.2020 (krepko – presežena mejna vrednost Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo; podčrtano – presežen NDK-OSK glede na Uredbo o stanju površinskih voda; ležeče – mejna vrednost oz. NDK-OSK ni presežena ob upoštevanju merilne negotovosti).....	47
Preglednica 20: Izmerjene povprečne vrednosti terenskih meritev na posameznih merilnih mestih ..	52
Preglednica 21: Rezultati osnovnih kemijskih parametrov v podzemni vodi na vseh treh merilnih mestih.	54
Preglednica 22: Rezultati mikroelementov v podzemni vodi na vseh treh merilnih mestih (krepko – preseganje mejne vrednosti za pitno vodo).	56
Preglednica 23: Rezultati organskih snovi v podzemni vodi na vseh treh merilnih mestih (krepko –	

presežene vrednosti standarda kakovosti glede na Uredbo o stanju podzemnih voda; ležeče – presežene vrednosti standarda kakovosti ob upoštevanju merilne negotovosti) 57

KAZALO PRILOG

Priloga 1: Pregledna karta obravnavanega območja M 1:5000.....	67
Priloga 2: Litološki in tehnični prerezi piezometričnih vrtin.....	69
Priloga 3: Nalivalni preizkusi.....	70
Priloga 4: Lokacija hidrogeoloških profilov.....	76
Priloga 5: Hidrogeološki prerezi	77
Priloga 6: Smer toka podzemne vode na dan 24.3.2021.....	79
Priloga 7: Rezultati kemijskih analiz mulja, zemeljskih izkopov, površinske akumulacije vode in podzemne vode.....	80

1. UVOD

Na lokaciji opuščenega glinokopa v Gornji Radgoni je predvidena izgradnja poslovno obrtne cone. Ozemlje ima značaj degradiranega območja zaradi pretekle rudarske dejavnosti. Projektna naloga (PN) z naslovom »Program geološko geotehničnih raziskav in raziskav za oceno okoljskega stanja na lokaciji opuščenega glinokopa v Gornji Radgoni« obravnava vsebino geološko geotehničnih (GG) ter kemijskih (okoljskih) raziskav zemljin, površinske vode in podzemne vode za namene izdelave projektov za pripravo (sanacijo/remediacijo) terena za gradnjo, za načrtovanje temeljenja objektov ter izvedbo cevovoda za namene odvodnjevanja meteorne vode iz ovodenitve. Nivo raziskav in obdelave GG elaborata je idejni projekt (IDP).

1.1. Izhodišča

Opuščen glinokop v Gornji Radgoni se nahaja ob regionalni cesti Gornja Radgona – Radenci, jugo - jugozahodno od blagovne hiše Lidl, na zemljiščih parc. št. 942/2, 942/3, 948/8, 948/9, 948/10, 948/11, 948/12, 948/13, 948/14, 948/15, 948/16, 948/17 in 948/18, vse k.o. Gornja Radgona. Glino so kopali na nivojih med ca 219 m n.m. in 213 m n.m.

Obravnavano območje predstavlja dno nekdanjega glinokopa in se nahaja na globini nekdanjega geološkega kontakta med produktivnimi plastmi izkopane gline zgoraj in jalovinskimi plastmi spodaj. Širše območje glinokopa gradijo kvartarne plasti gline, melja, peska in proda, podlago pa jim tvori miocenski peščen lapor. Podzemna voda se nahaja smo v prodnatih plasteh nad miocensko podlago.

Manjši del območja glinokopa na severu (parc. št. 948/9, 948/14, 948/15, 948/16, 948/17 in 948/18) je bil pred letom 2012 že nasut z gradbenimi odpadki. Trenutni planum - krona nasutja je na nivoju 217 m n.m. do 219 m n.m. Stopnja raziskanosti območja je za namene izdelave IDP na območju že zasutega dela glinokopa ustrezna tako v okoljskih kot GG vsebinah. Preostali, površinsko obsežnejši del lokacije, pa je razgibano dno nekdanjega glinokopa, ki je deloma zalito z vodo, deloma pa preoblikovano z različno debelimi sloji prerinjene jalovine in je nezasuto.

Ovodenitev najnižjega dela nezasutega dela glinokopa (površinska akumulacija vode) je nastala zaradi akumuliranja padavin in dotoka padavinskih voda iz okoliških brežin ter po jarkih in ceveh, ki odvajajo površinske vode iz sosednjih platojev. V površinski akumulaciji vode je nivo vode pogojen s količino padavin in izhlapevanjem vode, v manjši meri pa tudi s ponikanjem v tla, saj dno akumulacije predstavljajo slabše prepustne plasti melja.

Zaradi opisanih razmer na območju nezasutega dela glinokopa, so sedanje raziskave usmerjene v določitev geološko geotehničnih razmer in oceni okoljskega stanja, s posebnim poudarkom na določitvi kemijske sestave akumulirane vode in mulja v površinski akumulaciji vode. Za namene gradnje cevovoda za odvodnjevanje meteorne vode je potrebno določiti predvsem trdnost zemljin v območju načrtovane trase.

V tem elaboratu predstavljamo rezultate hidrogeoloških raziskav na obravnavanem območju z oceno okoljskega stanja na nezastuem delu glinokopa, v Zvezku 2, ki je priloga temu poročilu pa so predstavljeni rezultati geološko geotehničnih raziskav.

2. ZGODOVINSKI PREGLED

2.1. Razpoložljivi geološko geotehnični (GG) podatki

Za namen izdelave IDP na območju že zasutega dela glinokopa z gradbenimi odpadki je v letu 2013 podjetje Geoinženiring d.o.o. izvedel geološko geotehnične raziskave z oceno okoljskega stanja materiala. Rezultati raziskave so pokazali, da v zemljini ni prisotnih onesnaženj, tla pa so primerna za pozidavo. Zaradi tega na že izvedenem nasutju ni bilo predvidenih novih raziskav. Glede na rezultate sedanjih raziskav okoljskega stanja na nezasutem območju opuščenega glinokopa se je pokazala potreba po dodatnih raziskavah za oceno okoljskega stanja gradbenih odpadkov na območju že zasutega dela glinokopa. Tako so predvideni trije dodatni razkopi z odvzemom vzorcev nasutega materiala pod globino 4 m, ki bodo predstavljeni v dodatku k temu elaboratu.

2.2. Ocena stopnje raziskanosti ozemlja in manjkajoči podatki

Na nezasutem delu opuščenega glinokopa in na trasi cevovoda geološko geotehnični podatki in podatki za oceno okoljskega stanja sedimentov, površinske vode in podzemne vode še niso na voljo. Kot izhaja iz projektne naloge je treba v okviru te raziskave pridobiti podatke za:

Hidrogeokemijski del (za okoljsko primernost tal za graditev in odvodnjo):

1. debelino in mehanske ter kemične lastnosti mulja v območju površinske akumulacije vode in načine ravnanja z njim (mulj),
2. oceniti debelino in lastnosti prerinjanih materialov na območju še nezasutega dna glinokopa, kjer ni površinske akumulacije vode (umetno nasutje),
3. določiti kemično sestavo vode v površinski akumulaciji vode in s tem v zvezi pogoje ravnanja z njo pred in med gradnjo (površinska voda),
4. določiti kemično sestavo podzemne vode (podzemna voda),

Geološko-geomehanski del (za pogoje temeljenja bodočih objektov):

1. izdelati karakteristične GG prereze, določiti sestavo in lastnosti geoloških in negeoloških plasti pod dnem glinokopa do vplivnih globin temeljenja bodočih objektov,
2. pridobiti podatke za namene priprave terena za gradnjo ter analizirati variantne pogoje plitvega in globokega temeljenja objektov (nivo IDP),
3. pridobiti je treba GG in tehnološke podatke za predvideno podvrtanje oziroma razkop brežine glinokopa v smeri Črešnjevkega potoka za namene položitve kanalizacijskega cevovoda,
4. ter izrisati vzdolžni GG prerez po trasi cevovoda.

3. SPLOŠNE ZNAČILNOSTI OBMOČJA

3.1. Geografska umestitev območja

Gornja Radgona se nahaja v severovzhodni Sloveniji v neposredni bližini Avstrije. Mesto poteka vzdolž reke Mure, ki naselje omejuje na severni strani, južni del pa omejujejo Slovenske gorice. Ravninsko polje okoli mesta je oblikovano z naplavinami reke Mure (Šegula, 2016). Poleg reke Mure na širšem obravnavanem območju tečeta še Črešnjevski potok, ki je oddaljen od glinokopa 200 m v južni smeri in potok Hercegovščak, ki pritečeta iz zaledja Slovenskih goric (Atlas okolja, 2021).

Opušteni glinokop je lociran ob regionalni cesti Gornja Radgona – Radenci, jugozahodno od trgovine Lidl in vzhodno od Mariborske ceste. Gline so kopali med 213 m n.v. in 219 m n.v., dno glinokopa pa predstavlja geološki kontakt med plastmi gline zgoraj in jalovinskimi plastmi spodaj. Severovzhodni del območja glinokopa je bil pred letom 2012 zasut z gradbenimi odpadki, jugozahodni del, ki je površinsko večji, pa je zaraščen in deloma zalit z akumulirano padavinsko in meteorno vodo (E-solventa, 2020).

3.2. Geološke razmere

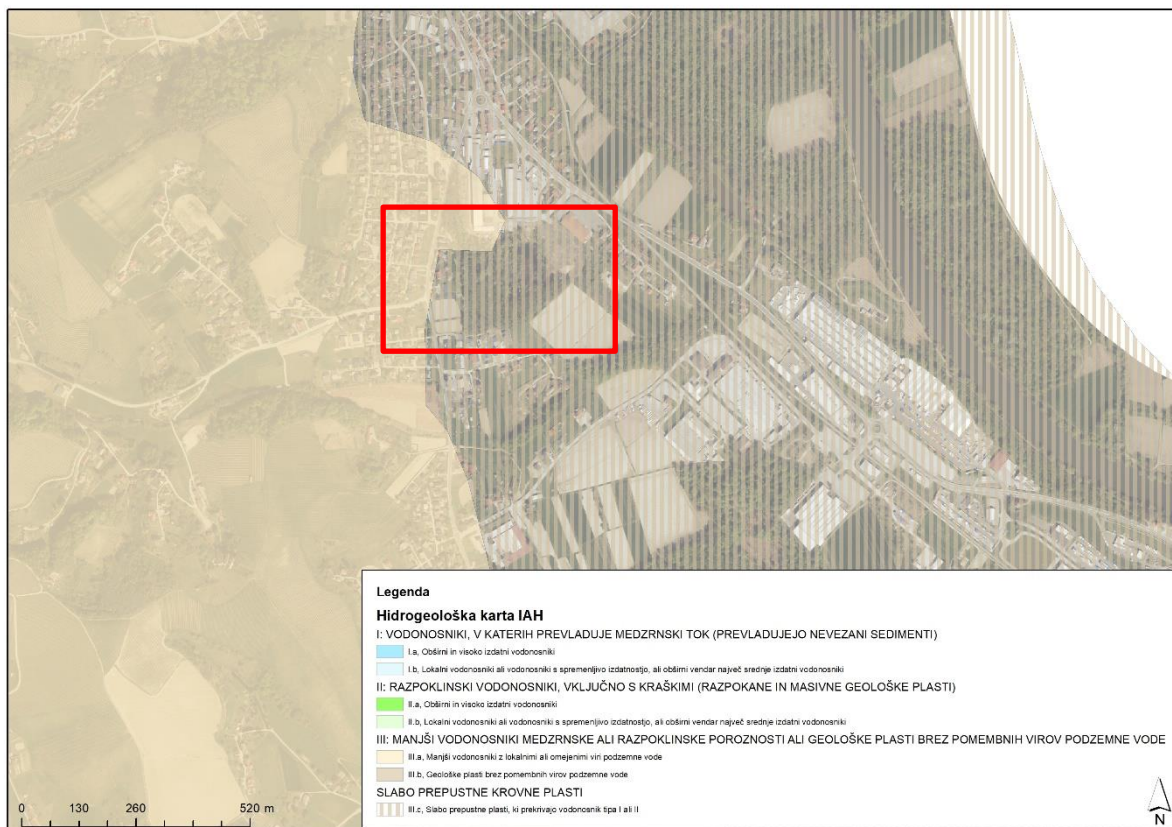
Geološko gledano pripada območje Gornje Radgone Panonskemu bazenu. Gre za obsežno območje, ki se je pred približno 17 milijoni let začelo neenakomerno pogrezati. Na vzhodnem robu je nastal Mursko-zalski bazen, sočasno pa so nastali še manjši subbazeni, kot je Radgonsko-vaški na obravnavanem območju. Podlago kamnin predstavljajo predneogenske kamnine (gnajs, blestnik, amfibolit). Pogreznjeno območje je bilo zasuto v več fazah. Sprva so obrobne bazene zasipavali manjši vodotoki, kasneje pa se razvije obsežna rečna delta, na njenih robovih pa so se prožili turbiditni tokovi. Pred približno 6 milijoni let se zaradi približevanja Afrike pogrezanje konča, ozemlje pa se prične stiskati in dvigovati. Postopoma se oblikujejo današnja porečja, ki so odlagala rečne sedimente (Šram et al., 2015).

Po podatkih Osnovne geološke karte, list Maribor in Leibnitz (Mioč & Žnidaršič, 1989) ter list Čakovec (Mioč & Markovič, 1998), se južno in jugozahodno od glinokopa nahajajo sedimenti miocenske starosti (M_3^1), ki so sestavljeni iz peščenega laporja, peska in proda (sedimenti so karbonatne in silikatne sestave). Ti sedimenti predstavljajo tudi predkvartarno podlago, ki jo prekrivajo rečne terase (aluvij, peščena glina in prod).

3.3. Hidrogeološke razmere

Obravnavano območje pripada vodnemu telesu Murska kotlina in zajema celotno nižino med Goričkim ter Slovenskimi in Lendavskimi gorici. Pomembno količino podzemnih in površinskih dotokov predstavljajo vode z Goričkega, manjši delež pa predstavljajo dotoki iz Slovenskih goric (ARSO, 2009). Glede na Hidrogeološko karto (IAH) v merilu 1:250.000 pripada obravnavano območje slabo prepustnim plastem, ki prekrivajo vodonosnik tipa I. ali II. (tip III.c) (Slika 1).

Iz poročila o meritvah lege podzemne vode na območju akumulacijskega prostora HEp Gornja Radgona in HEp Apače (Hötzl, 1989) je razvidno, da kvartarne naplavine sestavljajo pretežno slabo granularni prod s peskom, ponekod se pojavlja še melj. Zgornja plast je prekrita s plastjo melja in peska, ki je ponekod odnešena, ponekod pa doseže debeline 2,2 m. Kvartarni sedimenti so debeli od 4,2 do 11,30 m.



Slika 1: Hidrogeološka karta IAH (M 1:250.000) na območju opuščenega glinokopa.

S pomočjo črpalnih testov v letu 1989 je bilo ugotovljeno, da so holocenske plasti bolj prepustne od pleistocenskih, saj so le te bolj pomešane z meljem in glino. Koeficient prepustnosti K znaša v holocenskih sedimentih med $1,0E-03$ in $1,0E-04$ m/s, v pleistocenskih pa se pojavljajo vrednosti od $1,0E-04$ do $1,0E-05$ m/s.

4. HIDROGEOLOŠKE RAZISKAVE

4.1. Izhodišča

Po projektni nalogi je bila na širšem območju opuščene glinokopa predvidena izdelava 21 raziskovalnih vrtin z oznakami GR-1/20 do GR-21/20. Od tega so bile tri (3) vrtine z oznako GR-2/20, GR-15/20 in GR-18/20 predvidene kot piezometrične, ki bodo omogočale meritve gladine podzemne vode in odvzem vzorcev podzemne vode za oceno okoljskega stanja. Tri geomehanske raziskovalne vrtine, GR-19/20, GR-20/20 in GR-21/20 pa so bile predvidene na trasi cevovoda namenjenega odvodnjevanju površinske akumulacije (ovodnitve) v Črešnjevski potok. Lokacije raziskovalnih vrtin (koordinate X, Y) so bile že določene v projektni nalogi.

V fazi izdelave vrtin je prišlo do sprememb, opustila se je vrtina GR-15/20, vrtina GR-12/20 je bila premaknjena proti vrtini GR-16/20. Zaradi opustitve vrtine GR-15/20 je bila za piezometrično vrtino zato določena vrtina GR-12/20. Začasno je bila prekinjena tudi izdelava dveh vrtin GR-20/20 in GR-21/20 zaradi postopka pridobivanja soglasja od lastnikov zemljišč. Vrtina GR-21/20 je bila izdelana v letu 2021, za vrtino GR-20/20 pa soglasje lastnika ni bilo pridobljeno, zato vrtina ni bila izdelana.

V času hidrogeoloških in okoljskih raziskav se je pokazala potreba po dodatnih hidrogeoloških vrtinah. Tako sta bili v letu 2021 izdelani še dve piezometrični vrtini poimenovani GR-20/21 in GR-22/21.

V nadaljevanju predstavljamo samo lokacije in opise piezometričnih vrtin. V Zvezku 2, ki je priloga temu elaboratu pa so predstavljene tudi lokacije raziskovalnih geomehanskih vrtin in njihovi geotehnični profili.

4.2. Lokacije piezometričnih vrtin

Geodetske izmere piezometričnih vrtin so podane v spodnji preglednici (Preglednica 1). Lokacije vrtin pa so prikazane na karti (Slika 2) in v prilogi (Priloga 1).

Preglednica 1: Geodetske izmere piezometričnih vrtin (vir: Geograd, d.o.o.).

vertina	X D96	Y D96	GK Y	GK X	Z _{ustje}	Z _{teren}	Globina (m)
GR-2/20	576247,664	170314,402	576615,81	169830,20	216,090	215,045	12
GR-12/20	576098,205	170339,991	576466,35	169855,78	216,560	215,508	12
GR-18/20	576094,492	170230,067	576462,64	169745,87	217,532	216,482	13
GR-20/21	576263,680	170331,270	576631,83	169847,07	219,462	218,437	15
GR-22/21	576316,380	170278,420	576684,53	169794,2	223,419	222,387	18



Slika 2: Lokacije piezometričnih vrtin na območju opuščenega glinokopa.

4.3. Izvedba piezometričnih vrtin

Vrtalna dela je izvedlo podjetje ROVS d.o.o. iz Ljubljane. Vrtine so bile vrtane na metodo z jedrovanjem s strojem Fraste ML.

Izdelava zaščite ustja vrtin in postavitve kap za piezometrične vrtine, je bila končana 18. novembra 2020. Vrtini GR-20/21 in GR-22/21 sta bili dokončani 25. februarja 2021. Geodetski posnetek vrtin (X,Y iz Z koordinata) je bil opravljen 18. novembra 2021, z izjemo vrtin GR-20/21 in GR-22/21, kjer je bil geodetski posnetek opravljen februarja 2021. Koordinata Z predstavlja koto terena merjeno na vrhu odprte kape vrtine.

Vrtine so bile vrtane z različnimi premeri. Uvodna kolona vrtine je bila izvrtana z jedrnikom dimenzij $\varnothing$ 195 mm, zacementirana in cevljena pa z želenimi cevmi dimenzij $\varnothing$ 128,3 mm. Od uvodne kolone dalje se je vrtalo z jedrnikom dimenzij $\varnothing$ 146/143 mm ter z jedrnikom $\varnothing$ 131/128 mm. Vse vrtine so zaprte s čepom.

Na koncu so bile vse vrtine cevljene s HDPE cevmi dimenzij $\varnothing$ 110/6,6 mm.

Vrtine so zaščitene z jekleno in betonsko cevjo ter jekleno kapo tipa OTT. Na jekleni cevi je vgravirana oznaka vrtine. Pokrov je zaklenjen z sistemom tipa OTT, univerzalni ključ za vse pokrove je bil predan investitorju (Slika 3).



Slika 3: Končni izgled piezometrične vrtine z betonsko zaščito in kapo tipa OTT ter vgravirano oznako vrtine.

Podrobni opisi posameznih piezometričnih vrtin so podani v nadaljevanju in v prilogi (

Priloga 2). Opisi geomehanskih vrtin se nahajajo v Zvezku 2, ki je del tega elaborata.

4.3.1. Piezometrična vrtina GR-2/20

Piezometrična vrtina GR-2/20 je bila izdelana dne 21.8 in 24.8.2021. Vrtina je izvrtana do globine 12 m. Lokacija vrtine v koordinatnem sistemu je podana v zgornji preglednici (Preglednica 1) in se nahaja na parcelni številki 948/14 v katastrski občini Gornja Radgona (šifra KO: 184). Glede na smer toka podzemne vode se vrtina nahaja v dolvodni smeri od opuščenega glinokopa na robu že zasutega opuščenega glinokopa z gradbeni odpadki.

Vrtina je cementirana do 1,5 m.

Cevitev vrtine:

0,0 m – 6,0 m polna cev

6,0 m – 9,0 m filtrska (perforirana) cev

9,0 m – 12,0 m polna cev.

Gladina podzemne vode ob vrtanju je bila na globini 6,61 m.

Litološki in tehnični profil piezometrične vrtine je podan v prilogi (

Priloga 2).



Slika 4: Stanje vrtine GR-2/20 med vrtanjem (levo) in končni izgled vrtine z odprto kapo (desno).

4.3.2. Piezometrična vrtina GR-12/20

Piezometrična vrtina GR-12/20 je bila izdelana med 18.8. in 19.8.2020. Vrtina GR-12/20 je izvrtana do globine 12,3 m. Lokacija vrtine v koordinatnem sistemu je podana v zgornji preglednici (Preglednica 1) in se nahaja na parcelni številki 942/2 v katastrski občini Gornja Radgona (šifra KO: 184). Glede na smer toka podzemne vode se vrtina nahaja v gorvodni smeri od lokacije stare opekarne (sedaj Rosenbauer).

Vrtina je cementirana do 1,5 m. Vrtina je bila sprva izvrtana še meter globlje vendar je zadnji meter zasut in necevljen.

Cevitev vrtine:

0,0 m – 6,0 m polna cev

6,0 m – 9,0 m filtrska (perforirana) cev

9,0 m – 12,0 m polna cev.

Gladina podzemne vode ob vrtanju je bila na globini 7,41 m.

Litološki in tehnični profil piezometrične vrtine je podan v prilogi (

Priloga 2).



Slika 5: Stanje vrtine GR-12/20 med vrtanjem in izvajanjem nalivalnega poskusa (levo) in končni izgled vrtine GR-12/20 (desno).

4.3.3. Piezometrična vrtina GR-18/20

Piezometrična vrtina GR-12/20 je bila izdelana dne 20.8.2020. Vrtina GR-12/20 je izvrtana do globine 13 m. Lokacija vrtine v koordinatnem sistemu je podana v zgornji preglednici (Preglednica 1) in se nahaja na parcelni številki 948/11 v katastrski občini Gornja Radgona (šifra KO: 184). Glede na smer toka podzemne vode se vrtina nahaja gorvodno od opuščenega glinokopa.

Vrtina je cementirana do 1,5 m. Vrtina je bila sprva izvrtana še meter globlje vendar je zadnji meter zasut in necevljen.

Cevitev vrtine:

0,0 m – 8,0 m polna cev

8,0 m – 11,0 m filtrska (perforirana) cev

11,0 m – 13,0 m polna cev.

Gladina podzemne vode ob vrtanju je bila na globini 6,17 m.

Litološki in tehnični profil piezometrične vrtine je podan v prilogi (

Priloga 2).



Slika 6: Stanje vrtine GR-12/20 med vrtanjem in izvajanjem nalivalnega poskusa (levo) in končni izgled vrtine GR-18/20 (desno).

4.3.4. Piezometrična vrtina GR-20/21

Piezometrična vrtina GR-20/21 je bila izdelana med 3.2. in 4.2.2021. Vrtina GR-20/21 je izvrtana do globine 13 m. Lokacija vrtine v koordinatnem sistemu je podana v v zgornji preglednici (Preglednica 1) in se nahaja na parcelni številki 948/14 v katastrski občini Gornja Radgona (šifra KO: 184). Glede na smer toka podzemne vode se vrtina nahaja v dolvodni smeri od lokacije vrtine GR-2/20 v že zasutem delu opuščenega glinokopa z gradbeni odpadki.

Vrtina je cementirana do 4 m. S tem je bila zajeta celotna globina, do koder sega umetni zasip.

Cevitev vrtine:

0,0 m – 9,0 m polna cev

9,0 m – 12,0 m filtrska (perforirana) cev

12,0 m – 15,0 m polna cev.

Gladina podzemne vode ob vrtanju je bila na globini 9,85 m.

Litološki in tehnični profil piezometrične vrtine je podan v prilogi (

Priloga 2).



Slika 7: Meritve na vrtini GR-20/21 pred ureditvijo ustja (levo) in končni izgled vrtine GR-20/21 (desno)

4.3.5. Piezometrična vrtina GR-22/21

Piezometrična vrtina GR-22/21 je bila izdelana dne 5.2.2021. Vrtina GR-22/21 je izvrtana do globine 18 m. Lokacija vrtine v koordinatnem sistemu je podana v v zgornji preglednici (Preglednica 1) in se nahaja na parcelni številki 948/17 v katastrski občini Gornja Radgona (šifra KO: 184). Glede na smer toka podzemne vode se vrtina nahaja bočno od opuščenega glinokopa.

Vrtina je cementirana do 4 m. S tem je bila zajeta celotna globna, kjer je bil umeten zasip.

Cevitev vrtine:

0,0 m – 13,0 m polna cev

13,0 m – 16,0 m filtrska (perforirana) cev

16,0 m – 18,0 m polna cev.

Gladina podzemne vode ob vrtanju je bila na globini 13,73 m.

Litološki in tehnični profil piezometrične vrtine je podan v prilogi (

Priloga 2).



Slika 8: Meritve na vrtini GR-22/21 pred ureditvijo ustja (levo) in končni izgled vrtine GR-22/21 (desno)

4.4. Aktivacija vrtin

Aktivacija piezometričnih vrtin GR-2/20, GR-12/20 in GR-18/20 je potekala z dvojnim airliftom v avgustu 2020. Aktivacijo smo na posamezni vrtini izvajali minimalno eno uro v času vrtanja, kljub temu, da je bistra voda pričela iztekati že kmalu po pričetku aktivacije.

V februarju 2021, ko sta bili izvedeni tudi vrtini GR-20/21 in GR-22/21 pa smo ponovno izvedli aktivacijo na vseh petih piezometričnih vrtinah. Aktivacija je bila izvedena z dvojnim airliftom v trajanju 2 uri po posamezni vrtini. Po aktivaciji piezometričnih vrtin je gladina podzemne vode dosegla statično gladino pred aktivacijo.

4.5. Črpalni in nalivalni poskusi

4.5.1. Črpalni preizkus

4.5.1.1. Teoretična izhodišča

Stacionarne metode obdelave črpalnih preizkusov temeljijo na predpostavki, da je črpanje konstantno in traja dovolj dolgo, da se vzpostavijo ustaljene hidravlične razmere ter se znižanje gladine podzemne vode v vodnjaku oz. vrtini stabilizira. Za obdelavo črpalnih preizkusov po stacionarnem modelnem izračunu smo uporabili metodi Krasnopskega in Girinskega (Filipović et al., 1980). Ob tem smo predpostavili naslednje pogoje:

- vodonosnik je neskončen, homogen, izotropen in enakomerne debeline,
- pred preizkusom je v vplivnem območju preizkusa piezometrična gladina horizontalna,
- preizkus je izveden pri konstantni količini črpanja,

- vrtina predstavlja popoln vodnjak – tok vode proti vodnjaku je horizontalen,
- tok podzemne vode proti vodnjaku je stacionaren.

Metoda Krasnopskega

Pri obdelavi črpalnega preizkusa po metodi Krasnopskega (Filipović et al., 1980) izhajamo iz enakih predpostavk kot so navedene uvodoma pri stacionarnih metodah. Koeficient vodoprepustnosti lahko izračunamo po naslednji enačbi, z upoštevanjem znižanja v opazovanem vodnjaku:

$$K = \frac{0,16Q\sqrt{x_1 - r}}{m\sqrt{x_1 r(s - s_1)}}$$

oziroma kadar je r zelo majhen glede na R :

$$K = \frac{0,16Q}{m\sqrt{rs}}$$

pri čemer so:

Q pretok črpanja [m^3/s]

K koeficient vodoprepustnosti vodonosnika [m/s]

s in s_1 znižanje gladine vode v črpanem vodnjaku in znižanje v opazovani vrtini [m]

r polmer črpanega vodnjaka [m]

x_1 oddaljenost med vrtinama [m]

m debelina vodonosnika [m]

Metoda Girinskega

Po metodi Girinskega (Filipović et al., 1980) koeficient vodoprepustnosti lahko izračunamo po naslednji enačbi, z upoštevanjem znižanja v črpanem vodnjaku:

$$K = \frac{0,366Q \log \frac{1,6l}{r}}{ls}$$

pri čemer so:

Q pretok črpanja [m^3/s]

K koeficient vodoprepustnosti vodonosnika [m/s]

s znižanje nivoja vode v črpanem vodnjaku [m]

r polmer črpanega vodnjaka [m]

l dolžina filtrskega odseka [m]

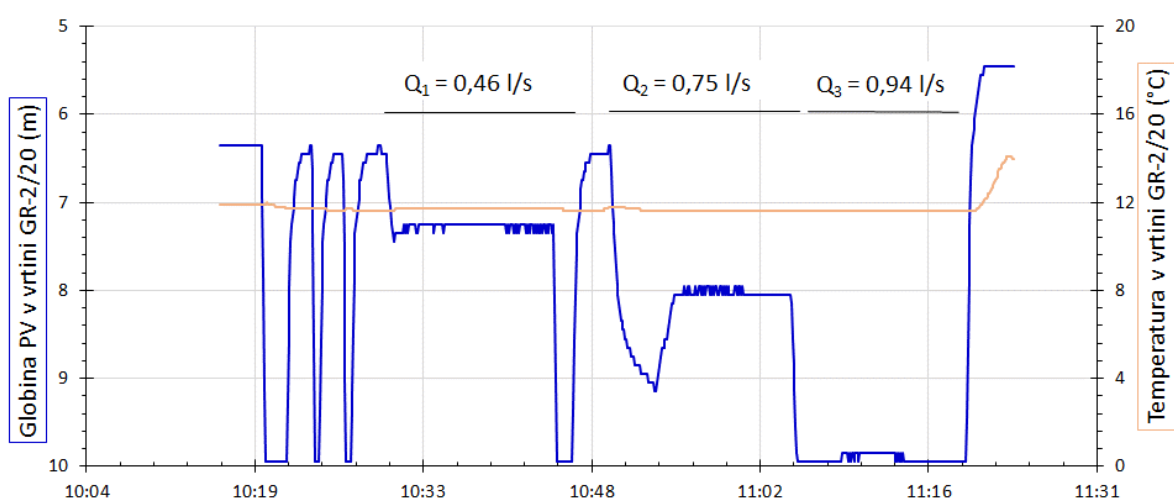
Metoda Girinskega velja, če je $l < 0,3 \text{ m}$.

4.5.1.2. Obdelava rezultatov

Črpalni preizkusi na vrtinah GR-2/20, GR-12/20 in GR-18/20 so bili predvideni za oceno prepustnosti vodonosnih plasti in njihovih izdatnosti. Preizkusi so bili izvedeni v geoloških materialih s specifičnimi hidrogeološkimi lastnostmi, kjer se značilno pojavlja heterogenost sedimentov. Dejansko se je izkazalo,

da so se vodonosni sloji dodatno aktivirali tudi med črpalnim preizkusom, kar pomeni, da so izmerjena znižanja nekoliko negotova. V nadaljevanju zato podajamo le podatke, ki izhajajo iz meritev med črpanjem, ne pa tudi njihove obdelave. Med črpanjem so bili izmerjeni tudi fizikalno-kemijski parametri podzemne vode v vseh treh vrtinah (Preglednica 2).

Črpalni preizkus v vrtini GR-2/20 je potekal dne 11. 9. 2020. Za čas izvajanja preizkusa je bila v vrtino vgrajena tlačna sonda in sicer na globini 9,95 m od ustja. Prehodnost vrtine pred črpanjem je znašala 11,95 m, gladina podzemne vode pa se je nahajala na globini 6,35 m. Intenzivna nihanja gladine podzemne vode med črpanjem kažejo, da se je vrtina med preizkusom še aktivirala. Iz rezultatov lahko ocenimo, da gre za srednjo izdatne vodonosne plasti. Med najvišjo črpano količino, ki je znašala 0,94 l/s je gladina zelo hitro padla na ali celo pod nivo tlačne sonde, kar pomeni, da smo dosegli znižanje vsaj 3,6 m.

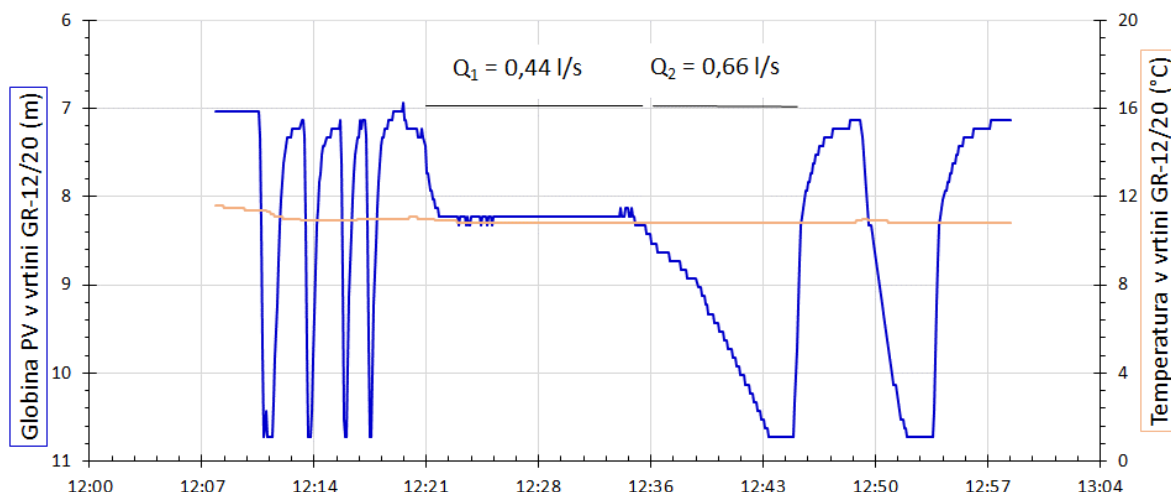


Slika 9: Potek črpalnega preizkusa v piezometrični vrtini GR-2/20.

Preglednica 2: Osnovni fizikalno-kemijski parametri podzemne vode med črpanjem.

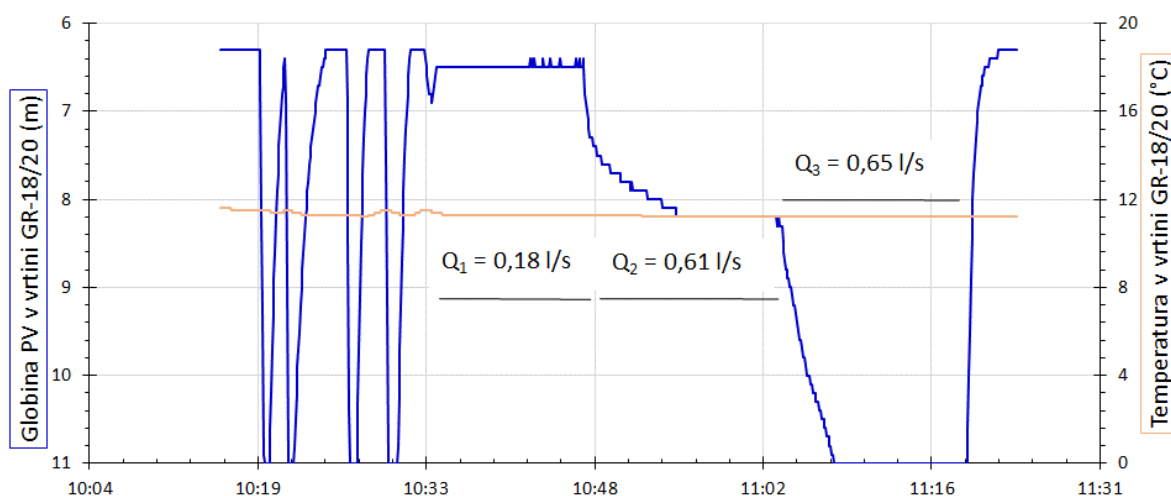
Vrtina	T (°C)	pH	ORP (mV)	O ₂ (mg/l)	O ₂ (%)	EC (μS/cm)
GR-2/20	11,6	6,36	65,6	6,85	70,5	625
GR-12/20	10,8	6,74	79,9	5,68	54,2	730
GR-18/20	11,5	6,85	154,6	6,9	65,8	590

Črpalni preizkus v vrtini GR-12/20 je potekal dne 11. 9. 2020. Za čas izvajanja preizkusa je bila v vrtino vgrajena tlačna sonda in sicer na globini 10,73 m od ustja. Prehodnost vrtine pred črpanjem je znašala 11,92 m, gladina podzemne vode pa se je nahajala na globini 7,03 m. Intenzivna nihanja gladine podzemne vode med črpanjem kažejo, da se je tudi ta vrtina med preizkusom še aktivirala. Tudi v primeru te vrtine gre za srednjo izdatne vodonosne plasti.



Slika 10: Potek črpalnega preizkusa v piezometrični vrtini GR-12/20.

Črpalni preizkus v vrtini GR-12/20 je potekal dne 16. 9. 2020. Za čas izvajanja preizkusa je bila v vrtino vgrajena tlačna sonda in sicer na globini 11 m od ustja. Prehodnost vrtine pred črpanjem je znašala 13,35 m, gladina podzemne vode pa se je nahajala na globini 6,08 m. Med drgo črpno količino, ki je znašala 0,61 l/s se je gladina stabilizirala pri znižanju 1,9 m, vendar pa je potem pri minimalno povečanem črpanju (0,65 l/s) hitro upadla pod nivo tlačne sonde.



Slika 11: Potek črpalnega preizkusa v piezometrični vrtini GR-18/20.

Rezultati izračunov so prikazani v spodnji preglednici (Preglednica 3). V vseh treh piezometrih je vgrajena ena filtrska cev dolžine 3 m. Ker se v primeru vrtin GR-2/20 in GR-12/20 gladina podzemne vode pred črpanjem že nahaja v filtrskem odseku, smo dolžino filtrskega odseka (l) določili kot razliko med spodnjim robom filtrskega odseka in statično gladino podzemne vode pred črpanjem. Podobno velja tudi pri določitvi debeline vodonosnika, kjer pa smo kot spodnjo mejo privzeli globino pojava podlage vodnosnih plasti.

Rezultati kažejo, da imamo v danem primeru opravka s srednje prepustnimi vodonosnimi plastmi, kjer so koeficienti vodoprepustnosti gibljejo med $1,77E-04$ m/s in $2,92E-05$ m/s. Ob tem pa vendarle velja opozoriti, da so izračunane prepustnosti zaradi že opisanih pogojev črpanja (dodatno aktiviranje slojev)

relevantne zgolj za oceno reda velikosti. Za morebitno bolj podrobno oceno bi bilo smiselno črpanje ponoviti z manj izdatno črpalko.

Preglednica 3: Rezultati črpalnega preizkusa v vrtnah GR-2/20, GR-12/20 in GR-18/20.

Vrtina	Korak	s (m)	Q (l/s)	l (m)	GPV pred črpanjem (m)	m (m)	r _{notranji} (m)	K _{Girinski} (m/s)	K _{Krasnopolski} (m/s)
GR-2/20	Q ₁	0,9	0,46	2,65	6,35	3,55	0,0484	1,10E-04	9,93E-05
	Q ₂	1,7	0,75	2,65	6,35	3,55	0,0484	9,49E-05	1,18E-04
GR-12/20	Q ₁	3,9	0,44	2,07	6,93	2,07	0,0484	2,92E-05	7,86E-05
GR-18/20	Q ₁	0,2	0,18	3	7,41	3,59	0,0484	1,77E-04	8,15E-05
	Q ₂	1,9	0,61	3	7,41	3,59	0,0484	6,31E-05	8,97E-05

4.5.2. Nalivalni preizkus

4.5.2.1. Teoretična izhodišča za obdelavo

Uporabljene metode obdelave nalivalnih preizkusov temeljijo na modelu Darcyvega zakona. V danih primerih in ciljanih hidrogeološki enotah, kjer imamo opravka z razpokami in drugimi strukturnimi elementi, pa imamo opravka z t.i. ne-Darcyevim tokom. Napake v obdelavi podatkov se lahko kažejo predvsem kot rezultat narave toka, ki ne sledi Darcyevemu zakonu, temveč se ob razpokah in drugih strukturnih elementih lahko pojavijo visoke hitrosti toka vode. Iz tega sledi, da navedene metode podajajo zgolj **povprečno oceno prepustnosti preizkušanih plasti**, ki se prednostno uporabijo za oceno dotokov podzemne vode. Uporabljene metode obdelave nalivalnih preizkusov temeljijo na naslednjih predpostavkah:

- vodonosnik je zaprt ali odprt,
- stacionarna gladina podzemne vode se nahaja nad testiranim odsekom,
- dotok vode v hidrogeološko formacijo ob vsakem času sorazmeren s koeficientom prepustnosti in s spreminjanjem hidravličnega nivoja v vodnjaku,
- vodonosnik je homogen in izotropen,
- voda in formacija sta nestisljivi,
- ni hidravličnih izgub,
- pretok nalivanja je v času izvajanja stacionarnega preizkusa enakomeren.

Nestacionarni del nalivalnega preizkusa smo obdelali po metodi **Hvorsleva**, ki temelji na naslednji enačbi:

$$K = \frac{A}{\Delta t \cdot F} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2}$$

pri čemer je F faktor oblike in je enak

$$F = \frac{2\pi \times L}{\ln\left(\frac{2L}{D}\right)}$$

K koeficient prepustnosti [m/s]

A	površina prečnega preseka vrtine [m ²]
F	faktor oblike [m]
L	dolžina preiskovanega odseka [m]
D	premer vrtine [m]
Δt	sprememba časa [s]
h_1, h_2	višina vode nad nivojem podzemne vode [m]

Kadar se gladina podzemne vode dviga v perforiranem filtrskem odseku oziroma odprtem odseku vrtine se vrednost faktorja oblike (F) spreminja med naraščanjem gladine. Zato je potrebno faktor oblike ponderirati. Vrednost koeficienta prepustnosti izračunanega s to poenostavitvijo je manj točna, kot pa če bi razmere v vrtinah ustrezale metodi Hvorsleva.

V vseh primerih, kjer smo ponderirali faktor oblike smo izračunali tudi efektivni premer (D_e) nalivalnega odseka. Voda se je v vseh primerih izvedbe nalivalnih preizkusov, kjer ni bilo vgradnje packerja, dvigovala med steno vrtine in Wireline cevitivijo. Pri izračunih efektivnega premera smo upoštevali debelino Wireline cevitve in dolžino te cevitve glede na celoten nalivani odsek.

$\overline{F_P}$ ponderiran geometrijski faktor vrtine

$$\overline{F_P} = \frac{\sum_{i=1}^n F_i \cdot t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}$$

Za

F_1	t_1
F_2	t_2
...	...
F_n	t_n

4.5.2.2. Rezultati nalivalnih preizkusov

Nalivalni preizkus v vrtini GR-2/20 je potekal med vrtanjem, dne 24. 8. 2020. Tehnična priprava vrtine za preizkus je vključevala začasno vgrajeno obložno kolono v dolžini 3 m in premera 143 mm. Uvodna kolona premera 168 mm je bila pred nalivanjem že cementirana do globine 1,5 m pod koto tal. Ustje vrtine in s tem obložne kolone je bilo 0,13 m nad tlemi oz. zgornjim robom cementacije. Globina vrtine merjena od ustja je znašala 6,13 m, kar pomeni, da je bil testiran odsek dolžine 3,13 m na globini med 2,87 in 6 m merjeno od kote tal. Po prvem nalivanju je prehodnost znašala 5,9 m, kar pomeni, da je bila dejanska dolžina odseka pri drugem nalivanju 2,9 m. Premer odprtega odseka je znašal 131 mm. Tlačna sonda je bila vgrajena na globino 4,15 m od ustja. Preizkus je potekal z dvema zaporednima nalivanjema, v suho vrtino, zato smo višino nalite vode upoštevali od polovice nalivalnega odseka. Iz litološkega popisa vrtine izhaja, da testiran odsek v pretežnem delu predstavlja peščen prod. Izračunana povprečna prepustnost testiranega odseka znaša $2,35E-06$ m/s (

Priloga 3).

Preglednica 4: Rezultati nalivalnega preizkusa v vrtinah GR-2/20, GR-12/20 in GR-18/20.

Parameter	Enota	GR-2/20		GR-12/20		GR-18/20
		Prvo nalivanje	Drugo nalivanje	Prvo nalivanje	Drugo nalivanje	Prvo nalivanje
h_1	m	2,27	2,85	2,35	3,00	3,85
h_2	m	1,24	1,5	1,5	1,75	3,75
t_1	s	800	500	500	500	1000
t_2	s	1600	1500	1500	1500	3000
F_p		4,97	4,56	4,90	4,90	3,71
L	m	pond	pond	2,98	2,98	1,95
A	m ²	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
D_{to}	m	0,131	0,131	0,131	0,131	0,131
D_{drog}	m	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143

Nalivalni preizkus v vrtini GR-12/20 je potekal med vrtanjem, dne 18. 8. 2020. Tehnična priprava vrtine za preizkus je vključevala začasno vgrajeno obložno kolono v dolžini 2,98 m in premera 143 mm. Uvodna kolona premera 168 mm je bila pred nalivanjem že cementirana do globine 1,4 m pod koto tal. Ustje vrtine in s tem obložne kolone je bilo 0,18 m nad tlemi oz. zgornjim robom cementacije. Globina vrtine merjena od ustja je znašala 5,96 m, kar pomeni, da je bil testiran odsek dolžine 2,98 m na globini med 2,8 in 5,78 m merjeno od kote tal. Premer odprtega odseka je znašal 131 mm. Tlačna sonda je bila vgrajena na globino 4,15 m od ustja. Preizkus je potekal z dvema zaporednima nalivanjema, v suho vrtino, zato smo višino nalite vode upoštevali od polovice nalivalnega odseka. Iz litološkega popisa vrtine izhaja, da testiran odsek v pretežnem delu predstavlja peščen prod. Izračunana povprečna prepustnost testiranega odseka znaša $1,62E-06$ m/s (

Priloga 3).

Nalivalni preizkus v vrtini GR-18/20 je potekal med vrtanjem, dne 20. 8. 2020. Tehnična priprava vrtine za preizkus je vključevala začasno vgrajeno obložno kolono v dolžini 3 m in premera 143 mm. Uvodna kolona premera 168 mm je bila pred nalivanjem že cementirana do globine 1,3 m pod koto tal. Ustje vrtine in s tem obložne kolone je bilo 0,10 m nad tlemi oz. zgornjim robom cementacije. Globina vrtine merjena od ustja je znašala 4,95 m, kar pomeni, da je bil testiran odsek dolžine 2,98 m na globini med 1,85 in 4,85 m merjeno od kote tal. Premer odprtega odseka je znašal 131 mm. Tlačna sonda je bila vgrajena na globino 4,15 m od ustja. Preizkus je potekal z enim nalivanjem, v suho vrtino, zato smo višino nalite vode upoštevali od polovice nalivalnega odseka. Iz litološkega popisa vrtine izhaja, da testiran odsek v pretežnem delu predstavlja peščen melj in glina. Izračunana prepustnost testiranega odseka znaša $7,87E-08$ m/s (

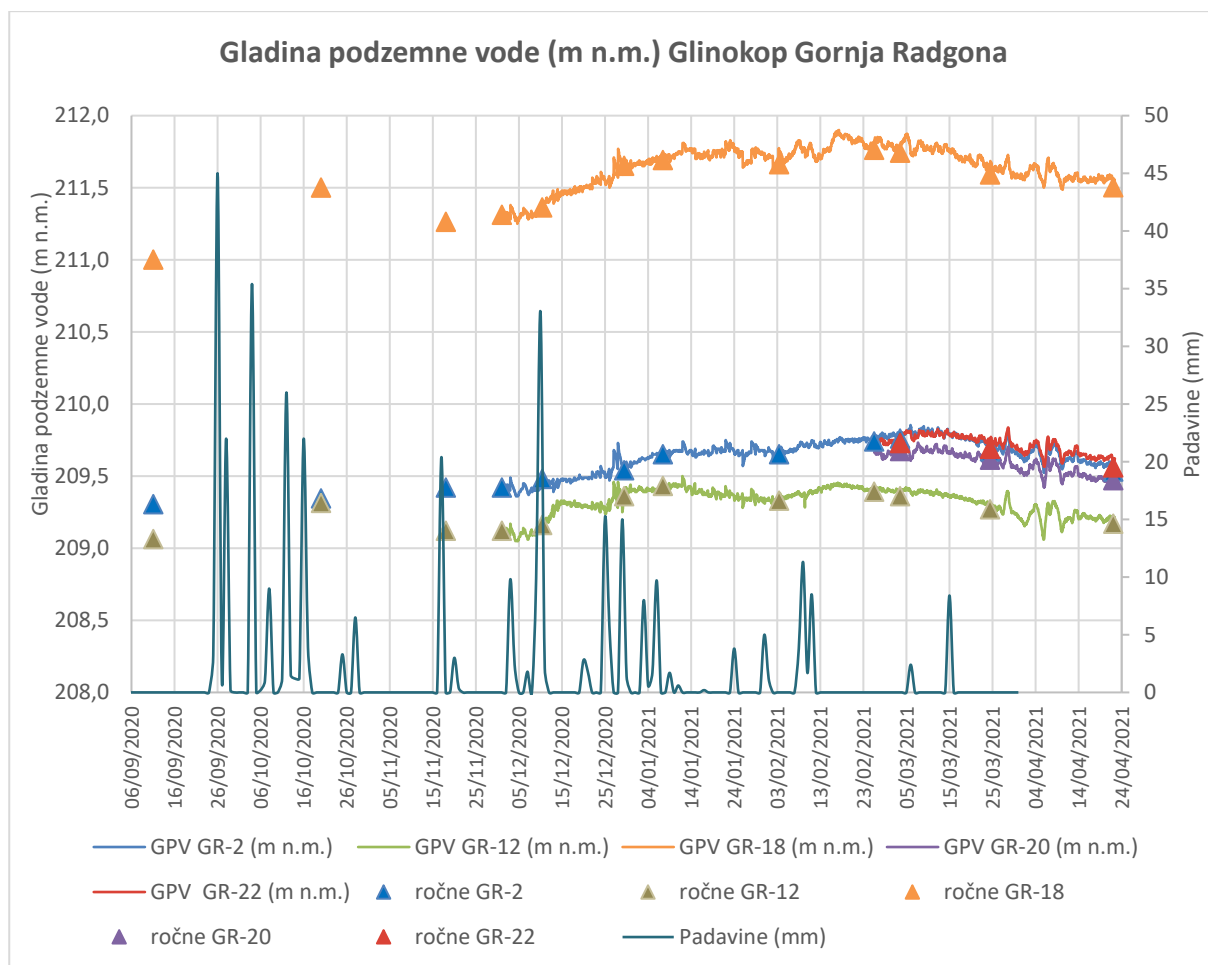
Priloga 3).

4.6. Meritve gladin podzemne vode

Na piezometričnih vrtinah GR-2/20, GR-12/20 in GR-18/20 so se meritve gladine podzemne vode sprva izvajale ročno (11.9. – 1.12.2020). V vse tri piezometrične vrtine so bili od 1.12.2020 do 22.4.2021 vgrajeni elektronski merilniki za zvezno merjenje gladine podzemne vode, temperature vode in električne prevodnosti vode. Meritve so se izvajale s pogostostjo enkrat na eno uro. Na piezometričnih vrtinah GR-20/21 in GR-22/20 pa so bili elektronski merilniki vgrajeni med 25.2.2021 in 22.4.2021. Sočasno so se izvajale tudi kontrolne ročne meritve gladine podzemne vode s pogostostjo enkrat na 14 dni do enkrat na mesec. Podatki o ročnih in zveznih meritvah z elektronskimi merilniki so grafično predstavljeni na spodnjem grafu (Graf 1).

Za potrebe analize nihanja gladin podzemne vode na obravnavanem območju smo uporabili podatke iz meteorološke postaje CANKOVA, ki se nahaja na nadmorski višini 212 m in je od opuščenega glinokopa oddaljena približno 6 km severovzhodno. Podatki so pridobljeni iz javno dostopne zbirke podatkov www.meteo.si. Uporabljeni so podatki o dnevni količini padavin od 1.8.2020 do 31.3.2021. Za mesec april 2021 podatki v času priprave elaborata niso na voljo. Količina padavin je predstavljena na spodnjem grafu (Graf 1).

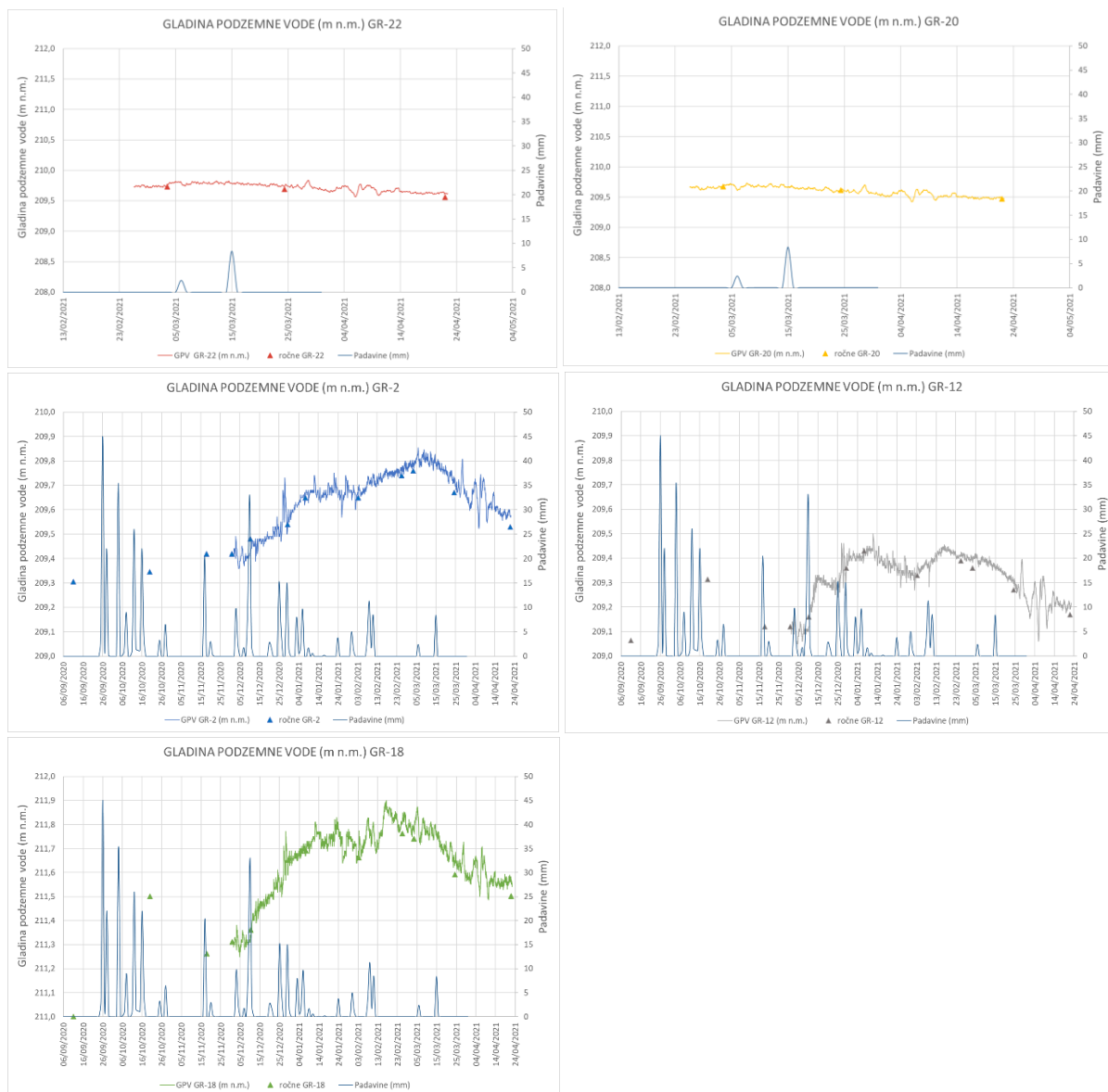
Iz grafa je razvidna porazdelitev sušnih in mokrih obdobij. Mokra obdobja so bila zabeležena med 25.9.2020 in 29.9.2020, ko je bila izmerjena najvišja količina padavin na dan (45 mm) in v mesecu decembru 2020 z viškom zapadlih padavin 33 mm na dan.



Graf 1: Nihanje gladine podzemne vode na območju opuščenega glinokopa v odvisnosti od količine padavin na merilni postaji Cankova v celotnem opazovalnem obdobju.

Nihanje gladine podzemne vode na območju opuščenega glinokopa je značilno za območja, ki so s hidrogeološkega vidika opredeljena kot slabo do srednje prepustna. Na tem območju gre za hidrogeološko zaprt vodonosnik, kar se odraža tudi na intenziteti nihanja gladine podzemne vode in odzivnosti vodonosnika na napajanje.

Analiza podatkov zveznih meritev kaže, da je dinamika nihanja gladine podzemne vode med posameznimi piezometričnimi vrtinami nekoliko drugačna (Graf 1). Iz primerjave je razvidno, da se piezometrični vrtini GR-18/20, GR-12/20 odzivata na napajanje vodonosnika iz padavin. Za vrtini GR-20/21 in GR-22/21 je značilno minimalno nihanje gladine podzemne vode, saj je bilo za opazovalno obdobje (25.2.2021 – 22.4.2021) značilno sušno obdobje. Nekoliko drugačno nihanje gladine podzemne vode pa je značilno za vrtino GR-2/20, ko se vrtina odziva na padavine z zakasnitvijo.



Graf 2: Zvezne meritve gladine podzemne vode na posamezni piezometrični vrtini v celotnem opazovalnem obdobju.

V nadaljevanju so podani tudi rezultati osnovne statistike nihanja gladine podzemne vode, temperature in električne prevodnosti podzemne vode zveznih meritev v posameznih piezometričnih vrtinah (Preglednica 5, Preglednica 6, Preglednica 7).

Preglednica 5: Rezultati opisne statistike nihanja gladine podzemne vode zveznih meritev na območju opuščene glinokopa v obdobju od 1.12.2020 do 22.4.2021 (GR-2/20, GR-12/20 in GR-18/20) ter od 25.2.2021 do 22.4.2021 (GR-20/21 in GR-22/21).

Gladina podzemne vode (m n.m.)	GR-2	GR-12	GR-18	GR-20	GR-22
Maksimum	209,85	209,50	211,90	209,73	209,84
Minimum	209,36	209,05	211,25	209,42	209,57
Povprečje	209,65	209,32	211,66	209,60	209,72
Razpon	0,49	0,45	0,65	0,31	0,27

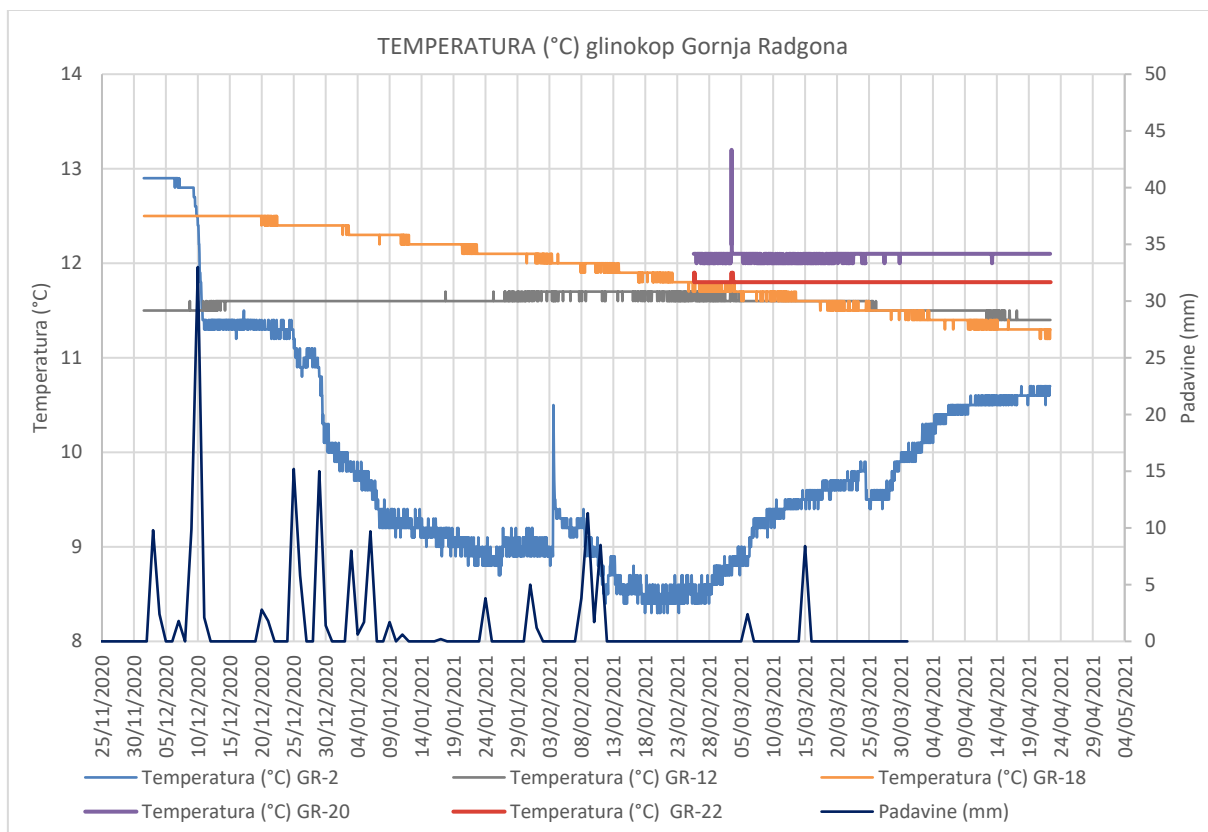
Št. podatkov	3394	3402	3402	1337	1339
---------------------	------	------	------	------	------

Največji razpon nihanja gladine podzemne vode je zabeležen v piezometrični vrtini GR-18/20 in znaša 0,65 m. Nekoliko nižja razpona nihanja gladine podzemne vode sta na vrtinah GR-2/20 in GR-12/20 (0,49 m oziroma 0,45 m). Najmanjši razpon pa imata piezometrični vrtini GR-20/21 in GR-22/21 in znašata 0,31 m oziroma 0,27 m. Slednje je lahko posledica kasnejše vgradnje elektronskih merilnikov (25.2.2021), ko je sledilo obdobje krajših padavinskih dogodkov z manjšo količino zapadnih padavin.

Analiza podatkov zveznih meritev temperature vode kaže, da je največji razpon nihanja temperature vode zabeležen v piezometrični vrtini GR-2/20 (4,60 °C) in je odvisen predvsem od letnega obdobja oziroma temperature zraka. Tako velik razpon nihanja temperature je lahko posledica zatekanja infiltrirane padavinske vode na območju že zasutega območja z gradbenimi odpadki ob vrtini, saj vrtina GR-2/20 ni cementirana v celotnem profilu umetnega zasipa (Graf 3). Nižja razpona nihanja temperature vode sta na vrtinah GR-18/20 in GR-20/21 (1,3 °C oziroma 1,2 °C). Najmanjši razpon pa imata piezometrični vrtini GR-12/20 in GR-22/21 in znašata 0,50 °C oziroma 0,10 °C.

Preglednica 6: Rezultati opisne statistike nihanja temperature vode zveznih meritev na območju opuščenega glinokopa v obdobju od 1.12.2020 do 22.4.2021 (GR-2/20, GR-12/20 in GR-18/20) ter od 25.2.2021 do 22.4.2021 (GR-20/21 in GR-22/21).

Temperatura (°C)	GR-2	GR-12	GR-18	GR-20	GR-22
Maksimum	12,90	11,90	12,50	13,20	11,90
Minimum	8,30	11,40	11,20	12,00	11,80
Povprečje	9,88	11,58	11,94	12,08	11,80
Razpon	4,60	0,50	1,30	1,20	0,10
Št. podatkov	3395	3403	3402	1337	1339



Graf 3: Nihanje temperature podzemne vode na območju opuščene glinokopa v odvisnosti od količine padavin na merilni postaji Cankova v celotnem opazovalnem obdobju.

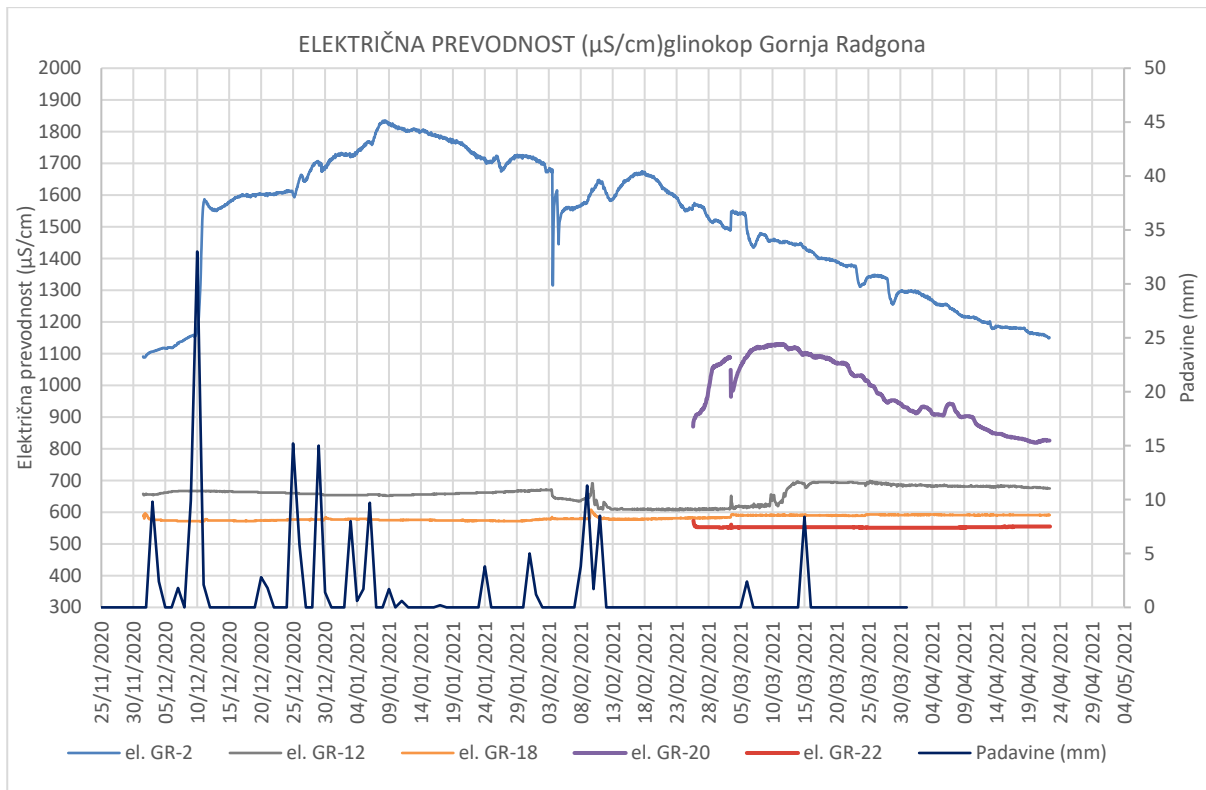
Analiza podatkov zveznih meritev električne prevodnosti kaže, da se najvišje izmerjene vrednosti (1835 $\mu\text{S}/\text{cm}$) pojavljajo na vrtini GR-2/20 (Graf 4). Tako kot je bilo že omenjeno, so tako visoke vrednosti električne prevodnosti lahko posledica zatekanja infiltrirane podavinske vode skozi umetni zasip iz gradbenih odpadkov ob vrtini do podzemne vode. Opazno je, da so vrednosti električne prevodnosti na vrtini GR-2/20 odvisne od količine padavin. Večja je količina padavin, višja je vrednost električne prevodnosti v vodi.

Podobno nihanje električne prevodnosti je opazno tudi na vrtini GR-20/21, ki se nahaja približno 25 m dolvodno od vrtine GR-2/20. Piezometrična vrtina GR-20/21 je bila izdelana kot nadomestna vrtina vrtini GR-2/20, ki je bila v izogib zatekanju infiltrirane padavinske vode skozi umetni nasip ob vrtini do podzemne vode, cementirana do globine 4 m, do koder sega umetni zasip iz gradbenih odpadkov. Izmerjene vrednosti električne prevodnosti so na piezometrični vrtini GR-20/21 nekoliko nižje (1010 $\mu\text{S}/\text{cm}$) kot na GR-2/20, vendar še vedno višje od ostalih piezometričnih vrtin (GR-18/20, GR-12/20 in GR-22/21). Nekoliko višje vrednosti na tej vrtini v primerjavi z ostalimi vrtinami so lahko posledica vpliva gorvodne vrtine GR-2/20.

Preglednica 7: Rezultati opisne statistike nihanja električne prevodnosti zveznih meritev na območju opuščene glinokopa v obdobju od 1.12.2020 do 22.4.2021 (GR-2/20, GR-12/20 in GR-18/20) ter od 25.2.2021 do 22.4.2021 (GR-20/21 in GR-22/21).

Električna prevodnost ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	GR-2	GR-12	GR-18	GR-20	GR-22
Maksimum	1835	699	608	1010	573

Minimum	1088	607	570	974	551
Povprečje	1508	657	582	994	553
Razpon	747	92	38	36	22
Št. podatkov	3395	3403	3402	1338	1339



Graf 4: Nihanje električne prevodnosti podzemne vode na območju opuščnega glinokopa v odvisnosti od količine padavin na merilni postaji Cankova v celotnem opazovalnem obdobju

4.7. Lega podzemne vode v prostoru

Lego podzemne vode smo na obravnavanem območju opredelili glede na litološke značilnosti in meritve gladine podzemne vode v piezometričnih vrtinah. Da bi natančneje lahko opredelili lego podzemne vode v prostoru smo meritve gladine podzemne vode izvedli tudi v petih hišnih vodnjakih v okolici. Tako smo izdelali štiri hidrogeološke profile v prečni in vzdolžni smeri glede na smer toka podzemne vode (Priloga 4, Priloga 5).

Iz hidrogeoloških profilov izhaja, da se podzemna voda gorvodno od obravnavanega območja nahaja v sedimentih kvartarne starosti (prod z meljem in prod s peskom in meljem). Vodonosnik prekrivajo manj prepustni sedimenti, ki jih gradijo peščen melj in pesek z meljem ter zaglinjen melj, na zahodnem obrobju pa tudi narinjena jalovina (umetni nasip). Zaradi tega lahko vodonosnik opredelimo kot hidrodinamsko polzaprt vodonosnik. Podlago vodonosniku predstavlja siv peščen lapor miocenske starosti, ki se pojavlja od 9,0 m dalje in tone v smeri od zahoda proti vzhodu.

Dno površinske akumulacije vode predstavljajo nekaj metrov debele plasti peščenega melja in peska z meljem, ki so slabše prepustne. Te plasti predstavljajo nezasičeno cono vodonosnika. Pod njimi pa se nahajajo vodonosne plasti proda s peskom in meljem. Zaradi slabše prepustnih plasti v nenasičenem

delu vodonosnika je ponikanje vode iz površinske akumulacije v tla in naprej skozi nezasičeno cono do podzemne vode minimalno.

Meritve gladine podzemne vode so bile izmerjene 24.3.2021. V piezometričnih vrtinah se gladina podzemne vode pojavlja na kotah 211,6 m n.v. na vrtini GR-18/20 in 209,3 na vrtini GR-12/20. V preglednici (Preglednica 8) pa podajamo tudi kote gladine podzemne vode na hišnih vodnjakih v okolici obravnavanega območja.

Preglednica 8: Kote gladine podzemne vode v piezometričnih vrtinah in hišnih vodnjakih v okolici na dan 24.3.2021.

Vrtina	GR-2/20	GR-12/20	GR-18/20	GR-20/21	GR-22/21	2V	3V	4V	5V	6V
Gladina podzemne vode	209,670	209,270	211,592	209,612	209,689	208,010	212,176	211,392	204,353	226,958
Globina do podzemne vode* (m)	-6,42	-7,29	-5,94	-9,85	-13,73	-17,80	-6,19	-5,03	-12,51	-4,22

* Merjeno od ustja vrtine oziroma vodnjaka

Smer in gradient toka podzemne vode je razvidna iz karte gladine podzemne vode, ki smo jo izdelali na dan 24.3.2021 (

Priloga 6). Smer toka podzemne vode je od zahoda proti vzhodu, ki na obravnavanem območju povije proti vzhod-severovzhod.

Podzemna voda se napaja iz padavin, drenira pa po vsej verjetnosti v reko Muro. Vodno stanje na dan 24.3.2021 ne moremo zanesljivo določiti, saj so se zvezne meritve gladine podzemne vode izvajale le v zimskem in delno spomladanskem času (približno 4 mesece).

Za določitev hitrosti toka podzemne vode smo uporabili Darcyjevo enačbo:

$$V_{dej} = \frac{K \cdot i}{n_e}$$

V_{dej}Dejanska hitrost

KKoeficient prepustnosti

iGradient

n_eEfektivna poroznost

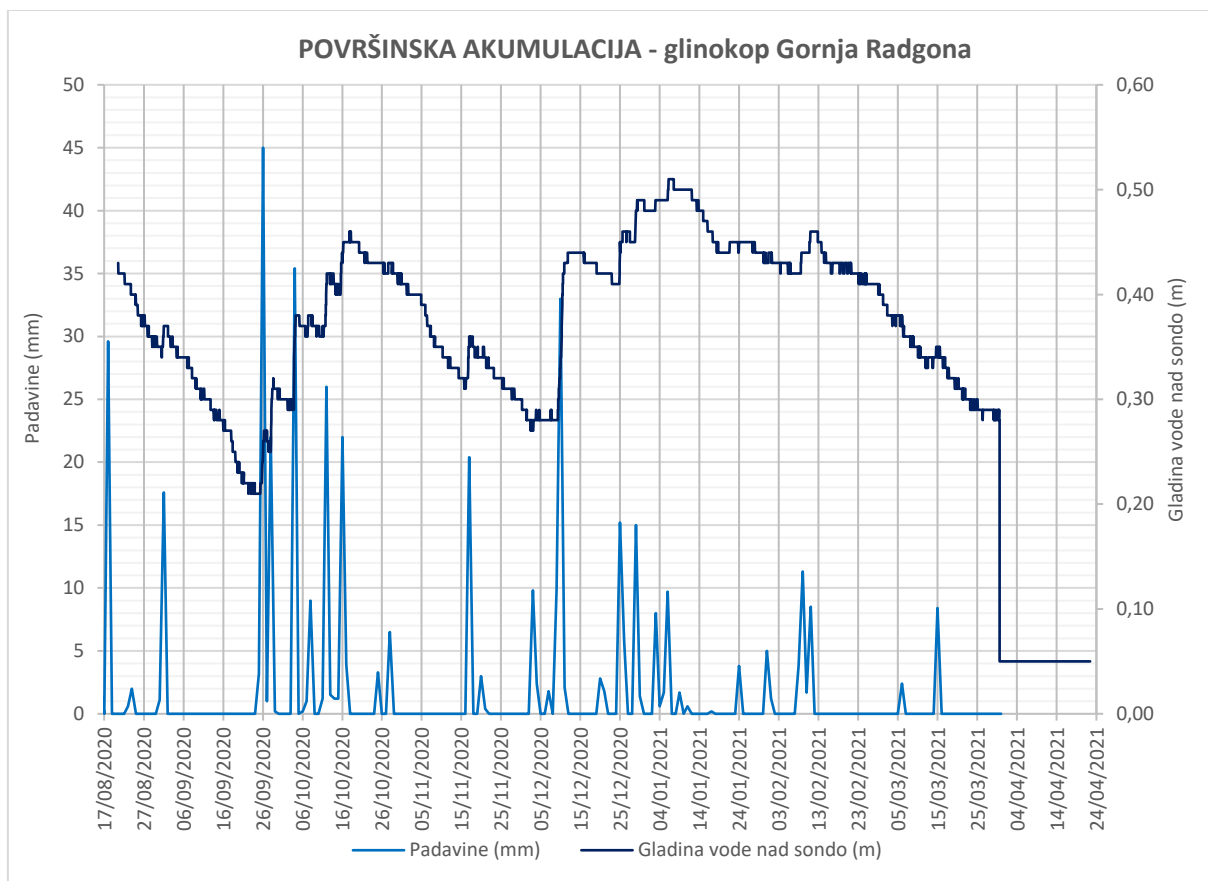
Tako podani izračun predstavlja le grobo oceno, saj so vrednosti gradienta (i) in efektivne poroznosti (n_e), na katerih sloni rezultat, ekspertne ocene. Koeficient prepustnosti na obravnavanem območju povzemamo po izračunu črpalnih testov v razponu med $1,77E-04$ m/s in $2,92E-05$ m/s, gradient je izračunan iz izmerjenih gladin podzemne vode in znaša približno 0,037, efektivno poroznost pa ocenjujemo na 0,15. Hitrost toka podzemne vode v horizontalni smeri tako ocenjujemo na od 0,6 m/dan do 3,7 m/dan odvisno od koeficienta prepustnosti. Povprečna V_{dej} znaša 2,2 m/dan.

Glede na karto gladin podzemne vode je razvidno, da je gradient toka večji in posledično hitrost toka višja na dotoku podzemne vode na obravnavano območje, saj podzemna voda doteka na območje s hribovja (Norički vrh). Ko podzemna voda priteče na območje opuščenega glinokopa, se teren uravnava, gradient toka je manjši in tudi hitrost toka podzemne vode se upočasni.

4.8. Meritve višine vode v površinski akumulaciji vode

Meritve višine vode so se izvajale z elektronskim merilnikom na severnem robu površinske akumulacije vode (X: 576175, Y: 170360 v D96 koordinatnem sistemu) v obdobju med 20.8.2020 in 22.4.2021. Meritve so se izvajale s pogostostjo enkrat na eno uro.

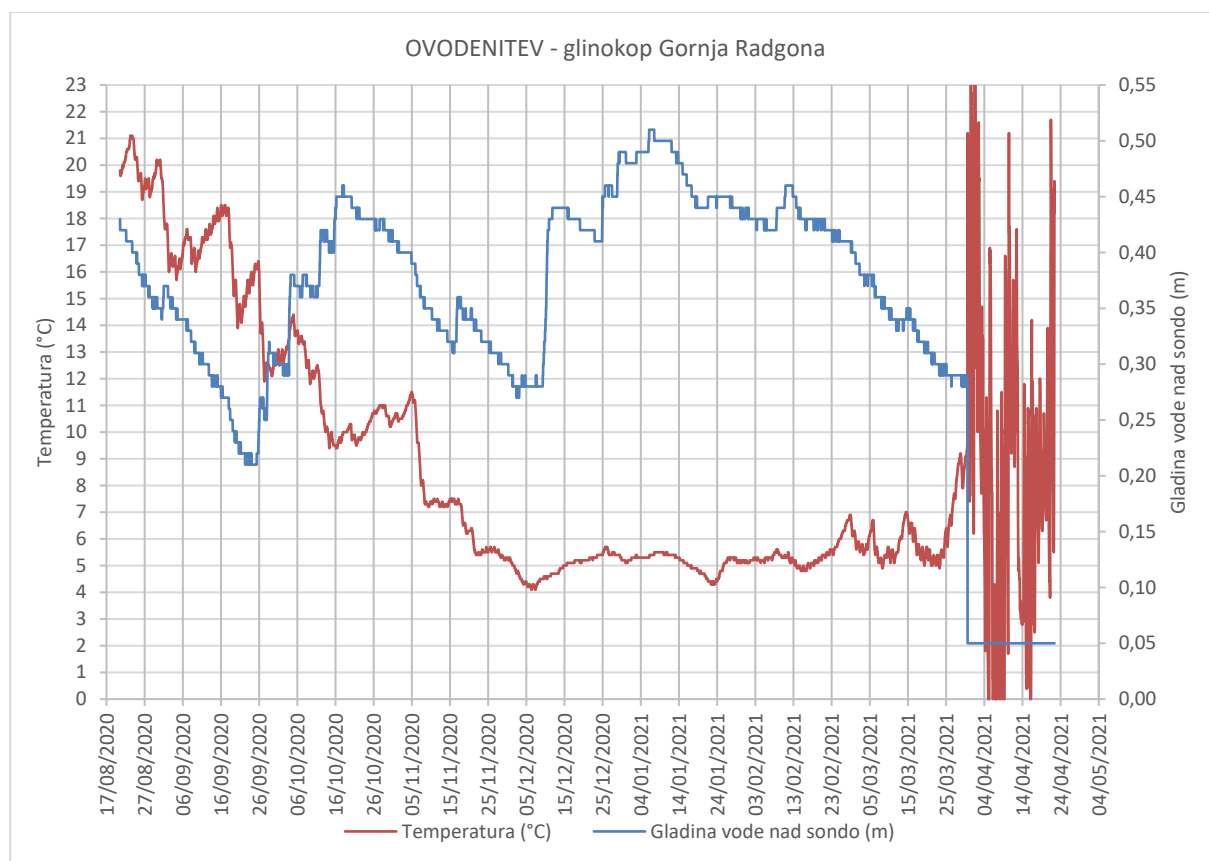
Analiza podatkov zveznih meritev višine vode v površinski akumulaciji vode kaže, da so nihanja višin izrazita, kar se kaže s hitro odzivnostjo na padavine (Graf 5). Do sprememb v višini pride po intenzivnem dežju, ko se višine izrazito dvignejo, nato pa zaradi evapotranspiracije zopet upadajo. Na lokaciji je bila najvišja izmerjena višina vode približno 0,40 m. Vendar pa se višina vode po prostoru spreminja, v odvisnosti od reliefa dna površinske akumulacije. Višina vode je največja v najglobljem delu površinske akumulacije in se lateralno zmanjšuje.



Graf 5: Nihanje višine vode v površinski akumulaciji vode na območju opuščenega glinokopa v odvisnosti od količine padavin na merilni postaji Cankova v celotnem opazovalnem obdobju.

Iz grafa primerjave nihanja višine vode in temperature vode (Graf 6) je razvidno, da je temperatura vode odvisna predvsem od temperature zraka, saj so izmerjene najnižje temperature vode ravno v zimskem obdobju, najvišje pa so bile izmerjene v poletnih mesecih 2020.

Iz obeh grafov je tudi razvidno, da je bila višina vode od 30.3.2021 pod 0,05 m. Temperatura vode je bila tako pod vplivom temperature zraka, iz katerih se vidi izrazito nihanje temperature glede na posamezen del dneva.



Graf 6: Nihanje temperature vode v površinski akumulaciji vode na območju opuščenega glinokopa v odvisnosti od nihanja višine vode v celotnem opazovalnem obdobju.

5. OCENA OKOLJSKEGA STANJA

5.1. Uvod

V skladu s projektno nalogo, smo na nekdanjem območju glinokopa izvedli vzorčenje in kemijske analize površinske akumulacije vode, podzemne vode, mulja iz dna površinske akumulacije vode in umetnih nasutij izven površinske akumulacije vode. Vzorčenje površinske akumulacije vode smo izvedli pred začetkom vrtnih del in po zaključku vrtnih del. Vzorčenje podzemne vode iz geološke podlage v medzrnskem vodonosniku smo izvedli po aktivaciji piezometrov za namene kontrole morebitnih vplivov iz površine na kakovost podzemne vode. Vzorčenje mulja in umetnih nasutij smo izvedli po dokončanih vrtnih delih, saj smo s pomočjo geološke sestave vrtin pridobili predstavo o tem, kakšna je globina usedalnega mulja v površinski akumulaciji vode ter kje se nahajajo umetna nasutja oz. naravno prisotna tla (raščena tla ponekod prekrita z jalovino). Kemijsko analizo površinske akumulacije vode smo izvedli in ovrednotili glede na določbe Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Ur.l. RS, št. 64/2012, 64/14 in 98/15) in Uredbe o stanju površinskih voda (Ur. L. RS, št. 14/09, 98/10, 96/13 in 24/16). Kemijsko analizo podzemne vode smo izvedli in ovrednotili skladno z določbami Uredbo o stanju podzemnih voda (Ur.l. RS 25/2009, 68/2012 in 66/2016; Pravilnikom o monitoringu podzemnih vod (Ur.l.RS št. 31/2009 in Direktive 2006/118/ES Evropskega parlamenta in sveta z dne 12.12.2006. - izsek iz priloženega dokumenta. Kemijske analize mulja, nasutij in tal ter izlužkov smo izvedli in ovrednotili skladno z Uredbo o odpadkih (Ur. l. RS št. 37/15 in 69/15), Uredbo o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Ur. l. RS št. 34/08 in 61/11), Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS št. 68/96 in 41/04-ZVO-1), Uredbo o odlagališčih odpadkov (Ur. l. RS št. 10/14, 54/15, 36/16 in 37/18) ter pripadajočimi standardi za izvedbo kemijskih analiz in analiz izlužkov. Podali smo zaključke o stanju kemijskih parametrov v površinski akumulaciji vode, podzemni vodi, umetnih nasutjih, mulju in naravno prisotnih tleh ter predloge za ravnanje z površinsko akumulacijo vode ter izkopno zemljino pri izgradnji poslovno obrtne cone, ki je načrtovana na obravnavanem območju.

Iz geološko-geotehničnih (GG) raziskav izhaja, da dno površinske akumulacije vode gradijo zelo slabo prepustne plasti gline in melja pod katerimi se nahaja meljasti prodni vodonosnik podzemne vode. Glede na te ugotovitve ocenjujemo, da na tem območju ne prihaja do interakcije površinske akumulacije vode s podzemno vodo. Zato ju v nadaljevanju obravnavamo ločeno.

5.2. Pretekle raziskave

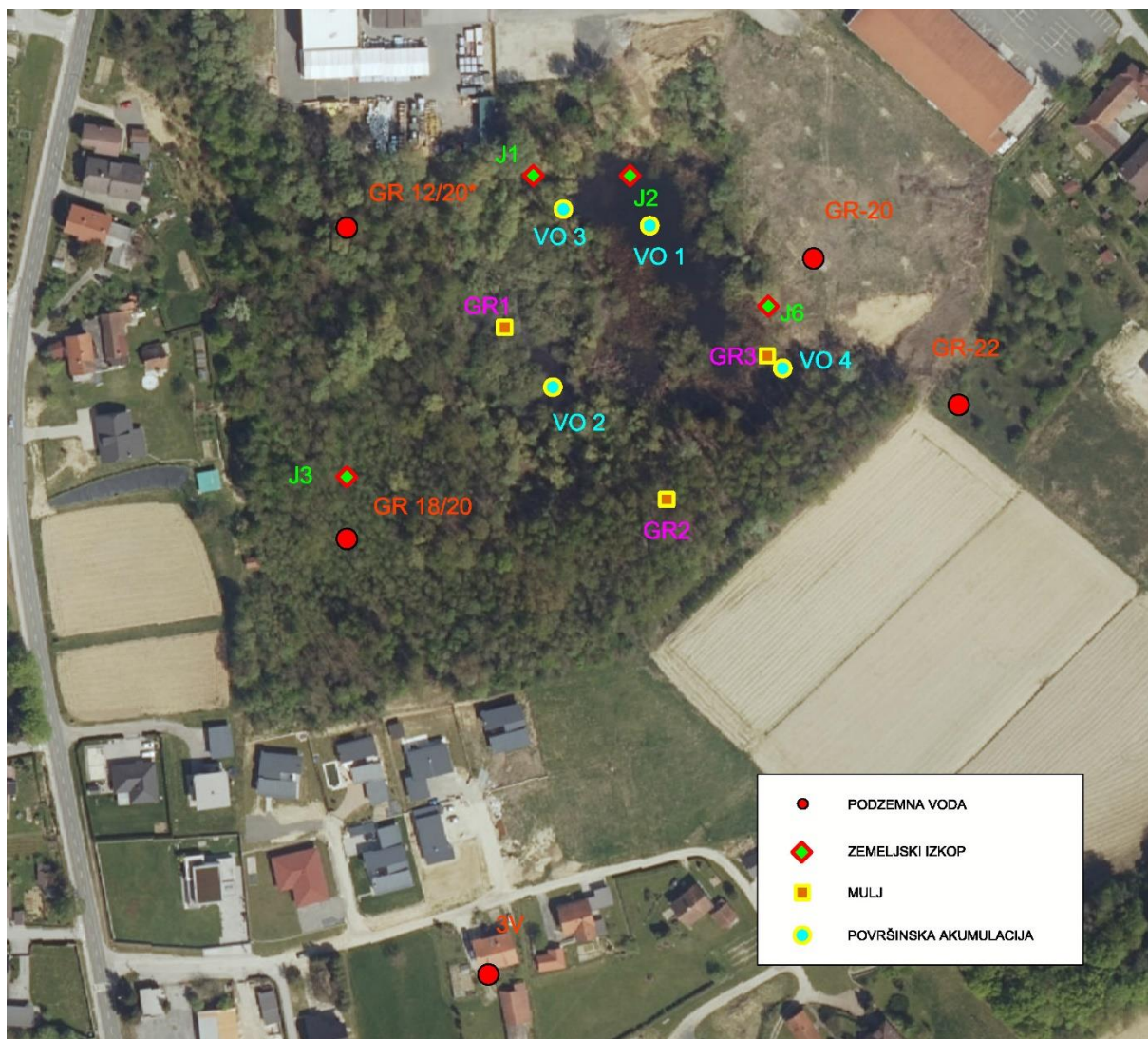
Na obravnavanem območju je bila v preteklosti izdelana 1 okoljska analiza, katere rezultati so podani v poročilu z naslovom »Ocena o kakovosti zemeljskega izkopa za namen nasipavanja zemljišč in zapolnjevanja izkopov in ocena kakovosti tal, kamor se izkop vnaša«, ki so ga izdelali na Zavodu za zdravstveno varstvo Celje (Gobec, 2012). V sklopu pretekle okoljske analize so v severovzhodnem delu, v bližini parkirišča podjetja Lidl, odvzeli 3 vzorce umetnega nasutja in 1 vzorec raščenega terena. Vrednosti anorganskih (As, Pb, Cd, Cr Cu, Ni, Hg, Zn) in organskih (vsota CH, PAH, BTX, PCB) parametrov ter parametrov v izlužkih (As, Pb, Cd, Cr Cu, Ni, Hg, Zn, vsota CH, AOX) so bile v obravnavanih vzorcih pod mejnimi vrednostmi, ki jih predpisuje Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Ur. l. RS št. 34/08 in 61/11). Vrednosti parametrov v izlužkih (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Cl, F, SO₄, celotne raztopljene snovi) so bile ravno tako pod mejnimi vrednostmi, ki so bile predpisane v zahtevah za inertne odpadke v tistem času veljavne Uredbe o odlaganju odpadkov na odlagališčih (Ur.

I. RS št. 61/11).

5.3. Izbor lokacij in vzorčenje

5.3.1. Mulj in zemeljski izkopi

Vzorčenje mulja (1 vzorec) in zemeljskih izkopov (3 vzorci) je za namene okoljskih analiz izvedel Talum Inštitut, d.o.o.. Skupno so bili za okoljske preiskave odvzeti štiri vzorci. Lokacije vzorčenja mulja so prikazane na sliki (Slika 12), prostorske koordinate pa v spodnji preglednici (Preglednica 9). Izvedenih je bilo več bagrskih izkopov, katerih namen je bil poleg okoljskih analiz pridobiti tudi manjkajoče podatke za izris geoloških prereзов. Bagrski izkopi za okoljske analize so bili izvedeni na lokacijah J1, J2, J3 in J6.



Slika 12: Lokacije vzorčenja okoljskih vzorcev

Preglednica 9: Lokacije vzorčenja zemljin in mulja s prostorskimi koordinatami

Vzorec	Material	Y D96	X D96	Datum vzorčenja
GR1	Mulj	170291,96	576127,85	16.09.2020
GR2	Mulj	170237,36	576205,07	16.09.2020

GR3	Mulj	170293,42	576242,62	16.09.2020
J1	Umetno nasutje (gradbeni odpadki)	170361,48	576162,20	20.10.2020
J2	Umetno nasutje (gradbeni odpadki)	170361,45	576197,21	20.10.2020
J3	Naravno prisotna tla	170252,34	576094,52	20.10.2020
J6	Umetno nasutje (gradbeni odpadki)	170314,18	576247,37	20.10.2020

Vzorec mulja je sestavljen iz treh podvzorcev (GR1, GR2, GR3), odvzetih na dnu akumulacije površinske vode (5-10 cm), in sicer v dostopnih delih akumulacije, v oddaljenosti cca. 2-3 m od brega (Slika 13). Na terenu je bilo razvidno, da mulj sestavlja avtohton material in material, ki je nastal z usedanjem vodnega rastlinja in usedljivih snovi. Slednje dotekajo v akumulacijo z dotoki vode, ki so ocenjeni za »zelo majhne«. Pod muljem, katerega globina praviloma ne presega 5-10 cm, so naravno prisotna tla, ponekod prekrita z jalovino, ki je bila odložena v času delovanja nekdanjega glinokopa. Usedalni mulj je bil odvzet z lopatko do globine 5-10 cm, pri čemer je bila voda odlita ter kosi organskega materiala odstranjeni. Količina odvzetega vzorca za analize je znašala 3 kg. Ostale podrobnosti vzorčenja so podane na vzorčnem listu v prilogi (Poročilo o preskusu št. poročila 2020/111127/167623).



Slika 13: Vzorčenje mulja; lokacija odvzema inkrementa (levo) ter inkrement podvzorca (desno)

Zemeljski izkopi so bili odvzeti na treh lokacijah (Slika 12). Za okoljske analize sta bila odvzeta dva vzorca (J1J2 ter J6) iz plasti umetnega nasutja (gradbeni odpadki) ter 1 vzorec (J3) iz plasti naravno prisotnih tal. Vzorčenje je bilo izvedeno z uporabo bagra.

Vzorec J1J2 je sestavljen vzorec iz plasti umetnega nasutja, ki se nahaja na severnem delu obravnavanega območja. Za vzorčenje sta bila izkopana dva jaška, J1 in J2 (Slika 14), v razdalji 25 m. Plast umetnega nasutja v J1 se nahaja na globini od 0,2 do 1,8 m v J2 pa od 0,2 do 2,7 m. Umetno nasutje sestavljajo gradbeni odpadki (izkopi naravnih zemljin, opeka, beton, asfalt in biomasa). Iz vsakega izkopnega jaška je bagrist postrgal celotno plast umetnega nasipa od spodnje do zgornje meje

plasti, nato je vzorčevalec iz žlice bagra z lopatko odvzel 10 inkrementov (skupaj ca. 10 kg materiala v 10 L posodo). Vsako zaprto posodo je premešal in vsipal na folijo. Iz posameznega kupa (J1 in J2) je bil s kvartiranjem odvzet skupen vzorec J1J2 (ca. 10 kg) v 5L posodo. Ostale podrobnosti vzorčenja so podane na vzorčnem listu v prilogi (Poročilo o preskusu št. poročila 2020/125014/167623).



Slika 14: Izkopni jašek in vzorčni zemeljski izkop na lokaciji J1 (levo) ter na lokaciji J2 (desno)

Vzorec J3 je sestavljen iz 10 inkrementov izkopne zemljine (naravno prisotna tla) (kup ca. 2 m³) (Slika 15), ki jo je bagrist vsipal zraven izkopnega jaška J3, katerega smo izkopali 2 m globoko. Inkrementi so bili odvzeti tako, da zajemajo celotno plast izkopa naravno prisotnih tal. Ostale podrobnosti vzorčenja so podane v prilogi (Poročilo o preskusu št. poročila 2020/125017/167623).



Slika 15: Izkopni jašek in vzorčeni zemeljski izkop na lokaciji J3 (levo) ter na lokaciji J6 (desno)

Vzorec J6 je sestavljen iz 10 inkrementov izkopa umetnega nasutja (kup ca. 2 m³) (Slika 15), ki ga je bagrist vsipal zraven izkopnega jaška J6. Umetno nasutje sestavljajo gradbeni odpadki (izkopi naravnih zemljin s koščki opeke). Plast umetnega nasutja v J6 se nahaja na globini od 0 do 2,7 m. Inkrementi so bili odvzeti tako, da zajemajo celotno plast umetnega nasutja. Ostale podrobnosti vzorčenja so podane v prilogi (Poročilo o preskusu št. poročila 2020/125019/167623).

5.3.2. Površinska akumulacija vode

Površinska akumulacija vode je nastala na najnižjem delu dna nezasutega dela glinokopa zaradi akumuliranja padavin in dotoka padavinskih voda iz okoliških brežin ter po jarkih in ceveh, ki odvajajo površinske vode iz sosednjih platojev. Nivo vode je odvisen od količine padavin.

Odvzem vzorcev iz površinske akumulacije vode je bil za namen ocene kemijskega stanja vode in določitve pogojev ravnanja z vodo pred in med gradnjo objektov izveden dvakrat na dveh lokacijah. V času prvega vzorčenja sta bili lokaciji odvzema vzorcev izbrani z namenom dobiti splošno sliko kemijskega stanja površinske akumulacije vode. V času drugega vzorčenja smo izbrali lokaciji odvzema vzorcev vode, kjer je bilo glede na rabo prostora v okolici pričakovati, da bi lahko prihajalo do zatekanja potencialno obremenjene vode s padavinsko vodo v površinsko akumulacijo vode (Slika 12).

Odvzem vzorcev je izvedel Talum Inštitut, d.o.o. Prvo vzorčenje je bilo izvedeno 28.7.2020 pred začetkom izvedbe nasipov in vrtnih del, drugo vzorčenje pa 18.11.2020 po koncu raziskovalnih del z vrtnimi deli in zemeljskimi izkopi.

Odvzem vzorcev je potekal skladno s standardom SIST ISO 5667-10:1996, upoštevajoč potrebna določila SIST EN ISO 5667-6:2017. Pred vzorčenjem so bile izvedene meritve terenskih parametrov vode (temperatura, pH, specifična električna prevodnost, oksidacijsko-redukcijski potencial in nasičenost s kisikom). Ostale podrobnosti vzorčenja podzemne vode so podane na vzorčnem listu v prilogi (Poročila o preskusu št. 2020/93132, 2020/93133, 2020/134489, 2020/134490).

Lokacije odvzemov vzorcev iz površinske akumulacije vode so podane v preglednici (Preglednica 10) in na slikah (Slika 12, Slika 16).

Preglednica 10: Pregled podatkov o lokacijah vzorčnih mest iz površinske akumulacije vode

Oznaka vzorčnega mesta	Y D96	X D96	Opombe
VO1	170371,92	576210,50	Prva serija vzorčenja – severni del površinske akumulacije vode
VO2	170284,84	576169,20	Prva serija vzorčenja – jugozahodni del površinske akumulacije vode
VO3	170373,54	576187,69	Druga serija vzorčenja – severozahodni del površinske akumulacije vode
VO4	170291,63	576252,58	Druga serija vzorčenja - jugovzhodni del površinske akumulacije vode



Slika 16: Prikaz vzorčenja površinske akumulacije vode

5.3.3. Podzemna voda

Odvzem vzorcev podzemne vode je bil za namen ocene okoljskega stanja izveden na štirih piezometrih GR-12/20, GR-18/20, GR-20/21 in GR-22/21 ter hišnem vodnjaku V-3, dne 3.3.2021. Odvzem vzorcev je izvedel Talum Inštitut, d.o.o.

Lokacije odvzemov vzorcev podzemne vode so podane v preglednici (Preglednica 11) in na slikah (Slika 17, Slika 18, Slika 19).

Odvzem vzorcev je potekal skladno s standardom SIST ISO 5667-11:2010. Pred vzorčenjem vode so bile izvedene meritve terenskih parametrov (temperatura vode, pH, specifična električna prevodnost vode, oksidacijsko-redukcijski potencial, nasičenost s kisikom v vodi in motnost). Ostale podrobnosti vzorčenja podzemne vode so podane na vzorčnem listu v prilogi (Poročila o preskusu št. 2021-26619, 2021-26620, 2021-26622, 2021-26626, 2021-26628).

Preglednica 11: Pregled podatkov o lokacijah vzorčnih mest podzemne vode na območju opuščenega glinokopa

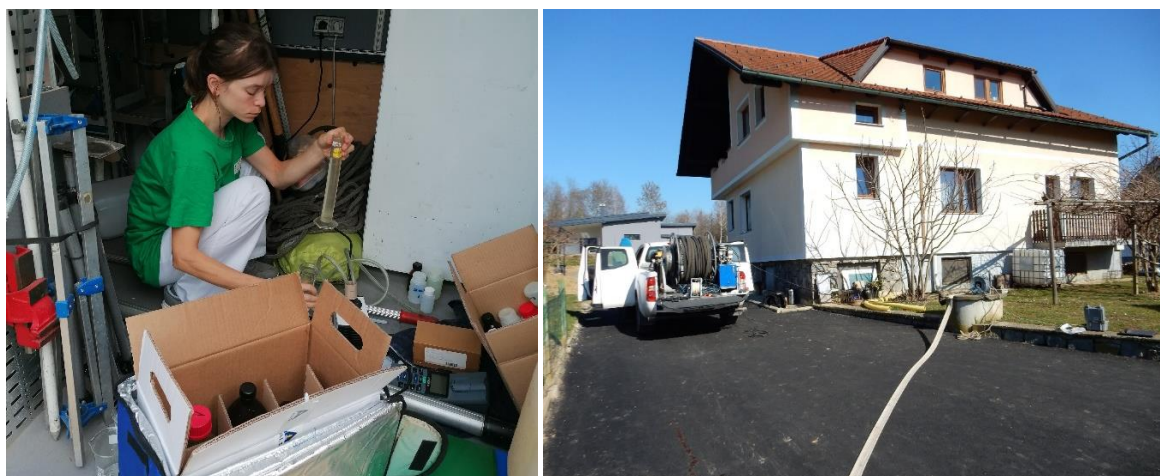
Oznaka vzorčnega mesta	Y D96	X D96	Z (tal)	Z (ustja)	Opombe
GR-12/20	170342,63	576094,52	215,51	216,56	Piezometer – dolvodno glede na smer toka podzemne vode in položaj vrtin
GR-18/20	170229,84	576094,52	216,48	217,53	Piezometer – gorvodno glede na smer toka podzemne vode in položaj vrtin
GR-20/21	170278,42	576263,74	218,44	219,46	Piezometer – dolvodno glede na smer toka podzemne vode in položaj vrtin
GR-22/21	170278,42	576244,75	222,39	223,42	Piezometer – dolvodno glede na smer toka podzemne vode in položaj vrtin
V-3	170072,01	576145,79	-	218,37	Hišni vodnjak – gorvodno glede na smer toka podzemne vode in položaj vrtin



Slika 17: Vzorčenje podzemne vode na piezometrih (GR-12/20 (levo) in GR-18/20 (desno))



Slika 18: Piezometra GR-20/21 (levo) in GR-22/21 (desno)



Slika 19: Priprava vzorcev na terenu za kemijske analize v laboratoriju (levo) in čiščenje hišnega vodnjaka V-3 pred vzorčenjem podzemne vode (desno)

5.4. Nabor parametrov in kemijske analize

5.4.1. Mulj in zemeljski izkopi

Nabor parametrov je podan v spodnjih preglednicah (Preglednica 12, Preglednica 13). Kemijske analize je izvedel Talum Inštitut, d.o.o. v sodelovanju s podizvajalcem ALS Czech Republic s. r. o.. Rezultati kemijskih analiz mulja in zemeljskih izkopov so predstavljeni v prilogi (Priloga 7).

Preglednica 12: Nabor parametrov in kemijske analize mulja in zemeljskih izkopov

Parameter	Standard
Kovine (Pb, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Zn)	SIST EN ISO 17294-2:2017
Kovine (Hg)*	ČSN75 7440, ČSN46 5735
Fenolni indeks*	ČSN ISO 6439
PCB*	US EPA 8082, ISO 10 382
Indeks mineralnih olj (C10-C40)*	ČSNEN ISO 9377-2
TOC*	ČSNISO 10694, ČSNEN 13137
BTX*	US EPA 8260, US EPA 5021A, US EPA 5021, MADEP 2004, rev. 1.1, ISO 15009

PAO*	US EPA 8270, ISO 18287
Pesticidi (organoklorni)*	EN 11465, US EPA 8081
Pesticidi (triazinski)*	EN 15637, US EPA 1694
F-celotni	SIST ISO 10359-2 modif.
Granulacija >2,00 mm	ISO 1953
pH	DIN EN 12176

*Meritve izvedel podizvajalec ALS Czech Republic s. r. o.

Preglednica 13: Nabor parametrov in kemijske analize izlužka (po standardni metodi SIST EN 12457-4) mulja in zemeljskih izkopov

Parameter	Standard
Kovine (Pb, As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Mo, Ni, Sb, Se, Zn)	SIST EN ISO 17294-2:2017
Kovine (Hg)*	US EPA 245.7, US EPA 1631, CS E ISO 17852, ČSNEN 16192
Cl, SO ₄	SIST ISO 10304-1:2009
F celotni	SIST ISO 10359-2 modif.
AOX*	ČSNEN ISO 9562
Fenolni indeks*	ČSN ISO 6439
DOC*	ČSNEN1484, ČSNEN 16192, SM 5310
Pesticidi (organoklorni)*	ČSNEN ISO 6468, US EPA 8081, DIN 38407-3
Pesticidi (triazinski)*	US EPA 535, US EPA 1694
Sušilni ost. filtrata (105 °C)	SIST ISO 10359-2 modif.

*Meritve izvedel podizvajalec ALS Czech Republic s. r. o.

5.4.2. Površinska akumulacija vode

Nabor parametrov in kemijske analize površinske akumulacije vode smo izvedli skladno z Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Ur. l. RS št. 64/12, 64/14 in 98/15), kar je bila tudi zahteva MOP DRSV z dopisom št. 35506-1575/2019-3 z dne 20.9.2019. Kemijske analize je izvedel Talum Inštitut, d.o.o. v sodelovanju s podizvajalcema ALS Czech Republic s. r. o. in Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano Maribor.

Analizne metode in rezultati kemijskih analiz površinske akumulirane vode so predstavljene v prilogi (Priloga 7).

5.4.3. Podzemna voda

Nabor parametrov za kemijske analize podzemne vode smo določili skladno z Uredbo o stanju podzemnih voda (Ur. l. RS št. 25/09, 68/12 in 66/16) (v nadaljevanju: Uredba o stanju podzemnih voda). Nabor parametrov smo zaradi opredelitve geokemijskega stanja podzemne vode razširili še za osnovne kemijske parametre in raztopljene kovine. Kemijske analize je izvedel Talum Inštitut, d.o.o. v sodelovanju s podizvajalcem ALS Czech Republic s. r. o..

Analizne metode in rezultati kemijskih analiz podzemne vode so predstavljene v prilogi (Priloga 7).

5.5. Vrednotenje rezultatov

5.5.1. Mulj in zemeljski izkopi

V sklopu naloge smo opredelili vrednosti naravnega ozadja, in sicer na način, da smo odvzeli vzorec naravno prisotnih tal/zemljine (vzorec J3). Izmerjene vrednosti obravnavanih parametrov v vzorcu naravno prisotnih tal/zemljine odražajo naravno stanje, ki je posledica geoloških danosti na

obravnavanem območju, in tako služijo kot nultotno stanje oz. so ustrezna podlaga za odkrivanje antropogenih obremenitev. S primerjavo izmerjenih vrednosti v vzorcih umetnih nasutij in mulja smo tako lahko ocenili morebitna odstopanja od naravnih danosti.

Rezultate kemijskih analiz smo ovrednotili tudi z uporabo različnih predpisov. Uredbo o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Ur. l. RS št. 34/08 in 61/11) smatramo kot najpomembnejšo, saj le ta predpisuje standarde za zemeljske izkope. Zemeljski izkop je po omenjeni uredbi odpadek, sestavljen iz prsti, mineralnih sedimentov in kamenja, ki nastanejo pri odkrivanju tal ali podtalja. Poleg tega uredba določa največje vrednosti organskih in anorganskih parametrov v zemeljskem izkopu, namenjenem nasipavanju stavbnih zemljišč. Ker je namen naročnika, da bi zemljine na obravnavanem območju uporabil pri izgradnji poslovno obrtne cone, je torej upoštevanje standardov iz te uredbe smiselno. Hkrati uredba v 7. členu narekuje, da se tla lahko obremenijo z vnosom polnila pri gradnji objektov, če je izdelano iz materiala, katerega kemične lastnosti se ne razlikujejo od lastnosti, ki so v predpisu, ki ureja odlaganje odpadkov na odlagališčih, določenih za inertne odpadke (Uredba o odlagališčih odpadkov (Ur. l. RS št. 10/14, 54/15, 36/16 in 37/18)). Zato smo v obravnavanih zemljinah določili in ovrednotili vse parametre, ki so predpisani za inertne odpadke. Ker smo pri vzorčenju našli tudi na umetna nasutja (gradbeni odpadki) smo upoštevali še smernice iz Uredbe o odpadkih (Ur. l. RS št. 37/15, 69/15 in 129/20). Za oceno stanja tal na obravnavanem območju smo rezultate ovrednotili tudi v skladu z Uredbo o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS št. 68/96 in 41/04-ZVO-1). Pri tem opozarjamo da so bile vrednosti celokupnih kovin izmerjene po štiri-kislinskem razklopu, tako da z zakonodajnimi mejnimi, opozorilnimi in kritičnimi vrednostmi (Ur. l. RS št. 68/96 in 41/04-ZVO-1), ki so določene po razklopu z zlatotopko, niso direktno primerljive. Vrednosti po štiri-kislinskem razklopu so nekoliko višje, toda razlike so majhne (do 20 %) in so večinoma istega reda velikosti kot analitska napaka (Šajn in Gosar, 2003).

5.5.2. Površinska akumulacija vode

Rezultate kemijskih analiz površinske akumulacije vode smo zaradi ocene primernosti za odvajanje akumulirane vode v vodotok pred in med gradnjo vrednotili glede na mejne vrednosti, določene z Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Ur. l. RS št. 64/12, 64/14 in 98/15).

Glede na to, da gre za posredno ali neposredno odvajanje vode v vodotok s prispevno površino, manjšo od 10 km², smo kot mejno vrednost posameznih parametrov onesnaženosti uporabili desetino mejne vrednosti tega parametra (opomba t Priloge 2 Uredbe).

Za oceno okoljskega stanja površinske akumulacije vode pa smo uporabili tudi mejne vrednosti, ki so določene z Uredbo o stanju površinskih voda (Ur. l. RS št. 14/09, 98/10, 96/13 in 24/16).

5.5.3. Podzemna voda

Za vrednotenje rezultatov podzemne vode smo uporabili standarde kakovosti in vrednosti praga določene z Uredbo o stanju podzemnih voda. Ker navedena Uredba vključuje le standarde kakovosti za nitrat in pesticide ter vrednosti praga za lahkihlapne halogenirane ogljikovodike, smo za vrednotenje kovin v podzemni vodi uporabili konzervativni pristop in tako uporabili tudi Pravilnik o pitni vodi (Ur. l. RS št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15 in 51/17).

5.6. Rezultati

5.6.1. Mulj in zemeljski izkopi

Vrednosti izmerjenih parametrov v zemeljskih izkopih in mulju

V preglednici (Preglednica 14) so podane izmerjene vrednosti obravnavanih parametrov v zemeljskih izkopih in mulju, skupaj z merilno negotovostjo, mejnimi, opozorilnimi in kritičnimi imisijskimi vrednostmi nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS št. 68/96 in 41/04-ZVO-1) ter največjimi dovoljenimi vrednostmi v zemeljskem izkopu namenjenem nasipavanju stavbnih zemljišč (Ur. l. RS št. 34/08 in 61/11). Izmerjene vrednosti v tabeli so povzete iz preskusnih poročil št: 2020/111127/167623 in PR2094079 za mulj ter 2020/125014/167623, 2020/125017/167623, 2020/125019/167623 in PR20A9178 za umetna nasutja in naravno prisotna tla.

Preglednica 14: Izmerjene vrednosti obravnavanih parametrov v naravno prisotnih tleh, umetnih nasutjih in mulju skupaj z mejnimi, opozorilnimi in kritičnimi imisijskimi vrednostmi nevarnih snovi v tleh (Ur. l. RS št. 68/96 in 41/04-ZVO-1) ter največjimi dovoljenimi vrednostmi v zemeljskem izkopu namenjenem nasipavanju stavbnih zemljišč (Ur. l. RS št. 34/08 in 61/11). Vsi parametri so podani v mg/kg s. s., razen suha snov v % in TOC ter žarilna izguba v % mase s. s.

Parameter	J3 (Raščena tla) – naravno ozadje	mejna/opozorilna/kritična vrednost v tleh	J1J2 (Umetni nasip)	J6 (Umetni nasip)	Mulj	največja dovoljena vrednost v zemeljskem izkopu
suha snov (105°C)	96,6	ni predpisana	97,4	97	97,1	ni predpisana
žarilna izguba (550°C)	2,45	ni predpisana	3,89	2,83	9,9	ni predpisana
TOC	0,38 ± 0,06	ni predpisana	1,59 ± 0,24	0,57 ± 0,09	2,35 ± 0,35	<2
As	13,7 ± 2,0	20/30/50	13,8 ± 2,0	13,6 ± 2,0	8,22 ± 1,22	30
Ba	430 ± 141	ni predpisana	379 ± 124	462 ± 152	303 ± 99	ni predpisana
Cd	<1	1/2/12	<1	<1	<1	1,1
Cr	70,8 ± 12,2	100/150/380	80,9 ± 13,9	66,6 ± 11,5	81,9 ± 14,1	90
Co	25,3 ± 3,6	20/50/240	83,3 ± 12,0	24,3 ± 3,5	16,0 ± 2,3	30 ¹
Cu	28,1 ± 10,7	60/100/300	23,8 ± 9,1	26,9 ± 10,3	20,4 ± 7,8	60(90) ²
Hg	0,036 ± 0,007	0,8/2/10	0,050 ± 0,010	0,040 ± 0,080	0,049 ± 0,010	0,7
Mo	1,0 ± 0,4	10/40/200	1,4 ± 0,5	1,1 ± 0,4	4,3 ± 1,6	ni predpisana
Ni	37,5 ± 11,7	50/70/210	41,5 ± 13,0	31,8 ± 9,9	36,9 ± 11,5	55
Pb	21,8 ± 3,6	85/100/530	18,4 ± 3,1	21,5 ± 3,6	22,3 ± 3,7	100
Zn	89,5 ± 24,1	200/300/720	74,1 ± 19,9	82,9 ± 22,3	75,1 ± 20,2	300(450) ¹
benzen	<0,01	0,05/0,5/1	<0,01	<0,01	<0,01	ni predpisana
toluen	<0,03	0,05/65/130	<0,03	<0,03	<0,03	ni predpisana
etilbenzen	<0,02	0,05/25/50	<0,02	<0,02	<0,02	ni predpisana
meta- & para-ksilen	<0,02	ni predpisana	<0,02	<0,02	<0,02	ni predpisana
orto-ksilen	<0,01	ni predpisana	<0,01	<0,01	<0,01	ni predpisana
vsota ksilenov	<0,03	ni predpisana	<0,03	<0,03	<0,03	ni predpisana
Vsota BTEX	<0,09	0,05/12,5/25	<0,09	<0,09	<0,09	1

PCB 28	<0,003	ni predpisana	<0,003	<0,003	<0,003	ni predpisana
PCB 52	<0,003	ni predpisana	<0,003	<0,003	<0,003	ni predpisana
PCB 101	<0,003	ni predpisana	<0,003	<0,003	<0,003	ni predpisana
PCB 118	<0,003	ni predpisana	<0,003	<0,003	<0,003	ni predpisana
PCB 138	<0,003	ni predpisana	<0,003	<0,003	<0,003	ni predpisana
PCB 153	<0,003	ni predpisana	<0,003	<0,003	<0,003	ni predpisana
PCB 180	<0,003	ni predpisana	<0,003	<0,003	<0,003	ni predpisana
Vsota 6 PCB-jev	<0,018	0,2/0,6/1	<0,018	<0,018	<0,018	0,1
Vsota 7 PCB-jev	<0,021	ni predpisana	<0,021	<0,021	<0,021	ni predpisana
naftalen	<0,01	ni predpisana	<0,01	<0,01	<0,01	ni predpisana
acenaftalen	<0,01	ni predpisana	<0,01	<0,01	<0,01	ni predpisana
acenaften	<0,01	ni predpisana	0,011 ± 0,0033	<0,01	<0,02	ni predpisana
fluoren	<0,01	ni predpisana	0,025 ± 0,0075	<0,01	<0,01	ni predpisana
fenantren	0,03 ± 0,009	ni predpisana	0,235 ± 0,0705	0,08 ± 0,024	0,012 ± 0,0036	ni predpisana
antracen	<0,01		0,023 ± 0,0009	<0,01	<0,01	ni predpisana
fluoranten	0,017 ± 0,0051	ni predpisana	0,081 ± 0,0243	0,062 ± 0,0186	<0,01	ni predpisana
piren	<0,01	ni predpisana	0,064 ± 0,0192	0,05 ± 0,015	<0,01	ni predpisana
Benzen(a)antracen	<0,01	ni predpisana	0,033 ± 0,0099	0,015 ± 0,0045	<0,01	ni predpisana
krizen	<0,01	ni predpisana	0,038 ± 0,0114	0,019 ± 0,0057	<0,01	ni predpisana
Benzo(b)fluoranten	<0,01	ni predpisana	0,051 ± 0,0153	0,029 ± 0,0087	<0,01	ni predpisana
Benzo(k)fluoranten	<0,01	ni predpisana	0,017 ± 0,0051	0,01 ± 0,003	<0,01	ni predpisana
Benzo(a)piren	<0,01	ni predpisana	0,036 ± 0,0108	0,017 ± 0,0051	<0,01	ni predpisana
Indeno(1.2.3.cd)piren	<0,01	ni predpisana	0,025 ± 0,0075	0,013 ± 0,0039	<0,01	ni predpisana
Dibenzo(a,h.)antracen	<0,01	ni predpisana	<0,01	<0,01	<0,01	ni predpisana
Benzo(g,h,i.)perilen	<0,01	ni predpisana	0,031 ± 0,0093	0,013 ± 0,0039	<0,01	ni predpisana
Vsota 16 PAH	<0,160	1/20/40	0,67 ± 0,201	0,308 ± 0,0924	<0,170	2
C10 - C40	<20	50/2500/5000	205 ± 61,5	<20	43 ± 12,9	20/50/100/200 ³
C10 - C12	<2	ni predpisana	<2	<2	<2	ni predpisana
C12 - C16	<3	ni predpisana	<3	<3	<3	ni predpisana
C16 - C35	<10	ni predpisana	159 ± 47,7	<10	30 ± 9	ni predpisana
C35 - C40	<5	ni predpisana	43,3 ± 12,99	<5	10,3 ± 3,09	ni predpisana
Fenolni indeks	<0,2	ni predpisana	<0,2	<0,2	0,56 ± 0,24	ni predpisana
Fluoridi	515 ± 103	450/825/1200	323 ± 65	519 ± 104	866 ± 173	ni predpisana

¹Velja za zemeljski izkop, namenjen zapolnitvi izkopov pod gladino podzemne vode.

²Pri zemljini s pH > 7 velja višja mejna vrednost, vendar ne za zemeljski izkop, namenjen zapolnitvi izkopov pod gladino podzemne vode.

³Vrednost 20 mg/kg s.s. velja za zemeljski izkop, namenjen zapolnitvi izkopov pod gladino podzemne vode, vrednost 50 mg/kg s.s. velja za zemeljski izkop s TOC < 0,5 %, vrednost 100 mg/kg s.s. velja za zemeljski izkop 0,5 % < TOC < 2 %, vrednost 200 mg/kg s.s. velja za zemeljski izkop s TOC > 2 %.

V vseh vzorcih je bil določen tudi širok nabor pesticidov (več kot 100 različnih pesticidov oz. njihovih metabolitov), z namenom ugotavljanja ali so naravno prisotna tla, umetna nasutja in mulj lahko izvor pesticidov, ki so povišani v nekaterih vzorcih podzemne vode (atrazin in desetilazrazin na vseh merilnih mestih) in površinske akumulacije vode (alaklor v VO1 in VO2). Rezultati, ki so podani v preskusnih poročilih podizvajalca ALS Czech Republic s. r. o. št. PR20A9178 za naravno prisotna tla in umetna nasutja ter št. PR2094097 za mulj, so pokazali, da so bile vse vrednosti pesticidov pod mejo določanja (<0,01 mg/kg), ki je enaka najnižji mejni vrednosti pesticidov (atrazina in simazina) v tleh (Ur. l. RS št.

68/96 in 41/04-ZVO-1). Pesticidi torej niso bili zaznani v naravno prisotnih tleh, umetnih nasutjih in mulju in določene vrednosti so pod mejno vrednostjo za tla. S tem smo ovrgli možnost, da bi bile obravnavane zemljine, to so naravno prisotna tla, umetna nasutja ali mulj vir onesnaženja podzemne vode ali površinske akumulacije vode s pesticidi.

Glede na primerjavo z vrednostmi naravnega ozadja (J3) ter okoljskimi standardi v umetnih nasutjih oziroma mulju odstopajo naslednji parametri:

- TOC v umetnem nasutju J1J2 ($1,59 \pm 0,24$ mg/kg) in mulju ($2,35 \pm 0,35$ mg/kg) je povišan glede na naravno ozadje ($0,38 \pm 0,06$ mg/kg). TOC v mulju je tik nad največjo dovoljeno vrednostjo za zemeljski izkop (< 2 mg/kg). Višje vrednosti TOC v mulju so pričakovane zaradi prisotnosti večjih količin usedanja in posledično razkrajanja odmrlih rastlinskih ostankov na območju akumulacije/ojezeritve.
- Co v umetnem nasutju J1J2 ($83,3 \pm 12,0$ mg/kg), naravno ozadje znaša $25,3 \pm 3,6$ mg/kg. Vrednost Co je za približno 3× povišana, vendar ne presega največje dovoljene vrednosti oz. ta ni predpisana za zemeljske izkope, ki so namenjeni nasipavanju nad gladino podzemne vode. Največja dovoljena vsebnost 30 mg/kg velja za zemeljski izkop, namenjen zapolnitvi izkopov pod gladino podzemne vode, kar pa ne velja za obravnavano območje. Je pa vrednost Co v J1J2 med opozorilno (50 mg/kg) in kritično vrednostjo (240 mg/kg) v tleh.
- Vsota PAH je povišana v obeh umetnih nasutjih, in sicer znaša $0,670 \pm 0,201$ mg/kg v J1J2 ter $0,308 \pm 0,0924$ mg/kg v J6. Naravno ozadje znaša $< 0,160$ mg/kg. Vendar pa vsota PAH v obeh umetnih nasutjih ne presega največje dovoljene vrednosti za zemljine (2 mg/kg) oz. je pod mejno vrednostjo v tleh (1 mg/kg).
- Indeks mineralnih olj (C10-C40) v umetnem nasutju J1J2 ($205 \pm 61,5$ mg/kg) ter v mulju ($43 \pm 12,9$ mg/kg) presega naravno ozadje (< 20 mg/kg). Največja dovoljena vrednost za zemeljske izkope, ki imajo TOC vrednost v razponu $0,5 \% < \text{TOC} < 2 \%$, kar velja za J1J2, znaša 100 mg/kg. Za zemeljske izkope z vrednostjo TOC $> 2 \%$, kar velja za mulj, pa znaša 200 mg/kg. Iz tega izhaja, da Indeks mineralnih olj v mulju največje vrednosti za zemeljske izkope ne presega, medtem ko vrednost ogljikovodikov v umetnem nasutju J1J2 največjo dovoljeno vrednost presega za ca. 2x. Indeks mineralnih olj (C10-C40) v J1J2 je ravno tako med opozorilno (50 mg/kg) in kritično vrednostjo (2500 mg/kg) v tleh. Glede na mejno vrednost parametra onesnaženosti za inertne odpadke (500 mg/kg), pa Indeks mineralnih olj v J1J2 ni presežen.
- Fenolni indeks ($0,56 \pm 0,24$ mg/kg) v mulju je povišan glede na naravno ozadje ($< 0,2$ mg/kg). Za fenolni indeks največje dovoljene vrednosti za zemeljske izkope in tla niso predpisane.
- Fluoridi (866 ± 173 mg/kg) v mulju so povišani glede na naravno ozadje (515 ± 103 mg/kg). Največje dovoljene vrednosti za zemeljske izkope za fluoride niso predpisane. Vrednost fluoridov v mulju pa je med opozorilno (825 mg/kg) in kritično vrednostjo (1200 mg/kg) za tla. Vendar pa mejno vrednost (450 mg/kg) minimalno presegajo tudi naravno prisotna tla (515 ± 103 mg/kg) in umetno nasutje J6 (519 ± 104 mg/kg).

Izmerjene vrednosti ostalih parametrov v umetnih nasutjih in mulju, ki jih zgoraj ne omenjamo, so primerljive z izmerjenimi vrednostmi naravnega ozadja ter so pod največjimi dovoljenimi vrednostmi za zemeljski izkop (Ur. l. RS št. 34/08 in 61/11) oz. pod mejnimi vrednostmi v tleh (Ur. l. RS št. 68/96 in 41/04-ZVO-1).

Vrednosti izmerjenih parametrov v izlužkih

V preglednici (Preglednica 15) so podane izmerjene vrednosti obravnavanih parametrov v izlužkih naravno prisotnih tal, umetnih nasutij in mulja skupaj z merilno negotovostjo, mejnimi vrednostmi parametra izlužka v zemeljskem izkopu namenjenem nasipavanju stavbnih zemljišč (Ur. l. RS št. 34/08 in 61/11) in mejnimi vrednostmi parametra izlužka za inertne odpadke (Ur. l. RS št. 10/14, 54/15, 36/16 in 37/18). Izmerjene vrednosti v preglednici so povzete iz preskusnih poročil št: 2020/111127/167623 in PR2094079 za mulj ter 2020/125016/167623, 2020/125020/167623, 2020/125024/167623 in PR20B2092 za umetna nasutja in naravno prisotna tla.

Preglednica 15: Izmerjene vrednosti obravnavanih parametrov v izlužku naravno prisotnih tal, umetnih nasutij in mulja skupaj z merilno negotovostjo, mejnimi vrednostmi parametra izlužka v zemeljskem izkopu namenjenem nasipavanju stavbnih zemljišč (Ur. l. RS št. 34/08 in 61/11) in mejnimi vrednostmi parametra izlužka za inertne odpadke (Ur. l. RS št. 10/14, 54/15, 36/16 in 37/18). Vsi parametri, razen pH, so podani v mg/kg s. s..

Parameter	J3 (Raščena tla) – naravno ozadje	J1J2 (Umetni nasip)	J6 (Umetni nasip)	Mulj	mejna vrednost parametra izlužka L/S = 10 l/kg za zemeljski izkop	mejna vrednost parametra izlužka L/S = 10 l/kg za inertne odpadke
pH	6,6 ± 0,1	8,1 ± 0,1	5,8 ± 0,1	7,3 ± 0,1	od 6,5 do 8	
As	<0,01	<0,01	<0,01	0,026 ± 0,018	0,3	0,5
Ba	0,016 ± 0,006	0,02 ± 0,007	0,012 ± 0,004	1,44 ± 0,47	/	20
Cd	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,04
Cr	<0,01	<0,01	<0,01	0,224 ± 0,107	0,3	0,5
Cu	<0,1	<0,1	<0,1	0,18 ± 0,073	0,6	2
Hg	0,0038 ± 0,0004	0,0016 ± 0,0005	0,0021 ± 0,0002	<0,0001	0,01	0,01
Mo	0,011 ± 0,005	<0,01	<0,01	0,01 ± 0,005	/	0,5
Ni	<0,01	<0,01	<0,01	0,13 ± 0,042	0,6	0,4
Pb	<0,01	<0,01	<0,01	0,13 ± 0,063	0,3	0,5
Sb	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	/	0,06
Se	<0,01	<0,01	<0,01	0,013 ± 0,005	/	0,1
Zn	<0,1	<0,1	<0,1	0,79 ± 0,322	18	4
Cl	14,1 ± 1,1	26,6 ± 2,1	13,3 ± 1,1	73 ± 5,8	/	800
F	3,25 ± 0,71	18,3 ± 4	6,36 ± 1,38	3,07 ± 0,67	/	10
SO₄	<10	84 ± 6,4	232 ± 17,6	59 ± 4,5	/	1000
fenolni indeks	0,03 ± 0,005	0,04 ± 0,006	0,03 ± 0,005	0,03 ± 0,005	0,05 ¹	1
DOC	10 ± 3	51,7 ± 10,3	22,2 ± 6,7	149 ± 29,8	100 ¹	500
AOX	0,1 ± 0,07	0,26 ± 0,08	<0,1	<0,1	0,3	/
¹ Velja za zemeljski izkop, namenjen zapolnitvi izkopov pod gladino podzemne vode.						

V vseh vzorcih izlužkov je bila izvedena analiza prisotnosti pesticidov. Rezultati, ki so podani v preskusnem poročilu podizvajalca ALS Czech Republic s. r. o. št. PR20B2092, so pokazali, da v izlužkih pesticidi niso bili zaznani oz. so bili pod mejo določanja. S tem smo dodatno ovrgli možnost, da bi bila naravno prisotna tla, umetna nasutja ali mulj v glinokopu vir onesnaženja podzemne in površinske vode s pesticidi.

Glede na primerjavo z vrednostmi naravnega ozadja (J3) ter okoljskimi standardi v umetnih nasutjih oziroma mulju odstopajo naslednji parametri:

- Vrednost pH ($8,1 \pm 0,1$) v umetnem nasutju J1J2 je višja kot v naravno prisotnih tleh ($6,6 \pm 0,1$) ter je tik nad zgornjo mejno vrednostjo za zemeljske izkope ($6,5 - 8$).
- Vrednosti As ($0,026 \pm 0,018$ mg/kg), Ba ($1,44 \pm 0,47$ mg/kg), Cr ($0,224 \pm 0,107$ mg/kg), Cu ($0,18 \pm 0,073$ mg/kg), Ni ($0,13 \pm 0,042$ mg/kg), Pb ($0,13 \pm 0,063$ mg/kg), Se ($0,013 \pm 0,005$ mg/kg) in Zn ($0,79 \pm 0,322$) v izlužku mulja so povišane glede na naravno ozadje za As, Cr, Ni, Pb in Se ($< 0,01$ mg/kg), za Ba ($0,016 \pm 0,006$ mg/kg) ter za Cu in Zn ($< 0,1$ mg/kg). Vendar pa vrednosti omenjenih parametrov v mulju ne presegajo mejnih vrednosti parametra izlužka za zemeljski izkop oz. inertne odpadke.
- Vrednost F v umetnem nasutju J1J2 ($18,3 \pm 4$ mg/kg) je povišana glede na naravno ozadje ($3,25 \pm 0,71$ mg/kg) in minimalno presega mejne vrednosti parametra izlužka za inertne odpadke (10 mg/kg).
- Vrednost Cl v mulju ($73 \pm 5,8$ mg/kg) je povišana glede na naravno ozadje ($14,1 \pm 1,1$ mg/kg), vendar ne presega mejne vrednosti parametra izlužka za inertne odpadke (800 mg/kg).
- Vrednosti SO_4 so povišane v umetnih nasutjih J1J2 ($84 \pm 6,4$ mg/kg) in J6 ($232 \pm 17,6$ mg/kg) ter mulju ($59 \pm 4,5$ mg/kg) glede na naravno ozadje (< 10 mg/kg), vendar mejna vrednosti parametra izlužka za inertne odpadke (1000 mg/kg) ni presežena.
- Vrednosti DOC so povišane v umetnem nasutju J1J2 ($51,7 \pm 10,3$ mg/kg) in mulju ($149 \pm 29,8$ mg/kg) glede na naravno ozadje (10 ± 3 mg/kg). Mejna vrednost parametra izlužka za zemeljski izkop (100 mg/kg) je predpisana za izkope, namenjene zapolnitvi izkopov pod gladino podzemne vode, zato za obravnavano območje ni relevantna. Vrednosti DOC v J1J2 in mulju niso presežene glede na mejno vrednost izlužka za inertne odpadke (500 mg/kg).

Izmerjene vrednosti ostalih parametrov v izlužku umetnih nasutij in mulja, ki jih zgoraj ne omenjamo, so primerljive z izmerjenimi vrednostmi naravnega ozadja ter so pod mejnimi vrednostmi parametra izlužka za zemeljski izkop oz. za inertne odpadke.

5.6.2. Površinska akumulacija vode

Terenski in splošni parametri

Površinska akumulacija vode predstavlja stoječo vodo z zelo slabo prepustnim glinenim dnom, ki se napaja s padavinami in z dotoki vode z brežin. Dotoki padavinskih voda zato pomembno vplivajo na razmere v površinski akumulaciji vode, zaradi česar je reprezentativnost rezultatov meritev za vrsto parametrov, kot na primer razmere s kisikom, neraztopljene snovi, biološka in kemijska potreba po kisiku, vprašljiva.

V preglednici (Preglednica 16) so podani rezultati meritev terenskih parametrov v času dveh vzorčenj,

na dveh lokacijah in rezultati dodatnega vzorčenja na lokacijah VO3 in VO4.

Temperatura vode je bila v času prvega vzorčenja med $21,0$ in $24,5 \pm 0,5$ °C, v času drugega vzorčenja $6,3$ oz. $6,4 \pm 0,5$ °C in v času tretjega vzorčenja $4,8$ oz. $6,3 \pm 0,5$ °C, kar sovпада s temperaturo zraka in sezonskim obdobjem vzorčenja. Voda je imela pH vrednost med $7,2$ in $7,6 \pm 0,1$ v času prvega vzorčenja, med $7,1$ in $7,2 \pm 0,1$ v času drugega vzorčenja in $6,9$ in $7,3 \pm 0,1$ v času tretjega vzorčenja. Izmerjene vrednosti so v okviru sprejemljivih vrednosti za vode naravnega okolja, prav tako so v okviru sprejemljivih vrednosti za vode, katere se neposredno odvajajo v vodotok.

Električna prevodnost, kot merilo raztopljenih ionsko aktivnih snovi, je na severnem delu površinske akumulacije vode v vseh treh serijah vzorčenja nekoliko višja, med 280 $\mu\text{S/cm}$ in 468 $\mu\text{S/cm}$, kot na južnem delu, kjer se vrednosti znašajo med 113 $\mu\text{S/cm}$ in 234 $\mu\text{S/cm}$. Vse izmerjene vrednosti električne prevodnosti so sicer nizke, izmerjene razlike med lokacijami vzorčenja pa lahko pripišemo možnim površinskim dotokom iz povoznih površin in tovarne, ki se nahaja severno od površinske akumulacije vode, na južnem delu pa se nahajajo brežine pokrite z gozdom, v zaledju pa tudi njive in travniki. Mejna vrednost za odvajanje vode neposredno oziroma posredno v vodotok in okoljski standard za površinske vode nista določena.

Preglednica 16: Rezultati meritev terenskih in splošnih parametrov površinske akumulacije vode z dne 28.7.2020, 18.11.2020 in 3.3.2021 (krepko – presežena mejna vrednost Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo; ležeče – mejna vrednost ni presežena ob upoštevanju merilne negotovosti).

Enota	Mejna vrednost	VO1	VO2	VO3	VO4	VO3	VO4
Datum vzorčenja		28.7.2020	28.7.2020	18.11.2020	18.11.2020	3.3.2021	3.3.2021
Temperatura zraka	°C	31	31	12	12	14	14
Temperatura vode	°C	$24,5 \pm 0,5$	$21 \pm 0,5$	$6,3 \pm 0,5$	$6,4 \pm 0,5$	$4,8 \pm 0,5$	$6,5 \pm 0,5$
pH-vrednost	/	$7,2 \pm 0,1$	$7,6 \pm 0,1$	$7,1 \pm 0,1$	$7,2 \pm 0,1$	$6,9 \pm 0,1$	$7,3 \pm 0,1$
Električna prevodnost (25 °C)	$\mu\text{S/cm}$	280	113	285	187	468	234
Nasičenost s kisikom	%	80,8	53,0	21,3	33,3	67,4	30,1
Raztopljeni kisik	mg/l	6,57	4,61	2,64	4,15	8,29	3,82
Neraztopljene snovi	mg/L	80	33 ± 3	141 ± 14	18 ± 2	36 ± 4	<2
Usedljive snovi	ml/L	0,5	$2 \pm 0,5$	$1,5 \pm 0,7$	$0,3 \pm 0,1$	$0,6 \pm 0,3$	$<0,1$
Obarvanost pri 436 nm	m-1	7	1,7	6,67	1,86	0,99	$0,53 \pm 0,11$
Obarvanost pri 525 nm	m-1	5	0,74	2,53	0,82	0,42	0,19
Obarvanost pri 620 nm	m-1	3	0,47	1,32	0,37	0,11	0,12

1 - Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Ur. l. RS št. 64/12, 64/14 in 98/15)

Razlike v izmerjenih vrednostih raztopljenega kisika v vodi med lokacijami so posledica stoječe vode, višine in razslojenosti vodnega stolpca ter prisotnosti organskih snovi. Na merilnih mestih, kjer je vodni stolpec večji in je prisotno manj organske snovi, je voda bolj prezračena, vsebnost kisika pa se zaradi evtrofikacije akumulacije in procesov fotosinteze, spreminja s časom.

Vsebnosti neraztopljenih snovi na merilnem mestu VO2 in usedljivih snovi na merilnih mestih VO1, VO2 in VO4 so glede na mejne vrednosti Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v

vode in javno kanalizacijo, presežene. Ocenjeno je, da so povečane vsebnosti usedljivih in neraztopljenih snovi predvsem posledica mešanja vode z usedlino /muljem v času zajema prve in druge serije vzorčenja vode.

Mejne vrednosti splošnih parametrov za kemijsko stanje površinske vode z Uredbo o stanju površinskih voda niso določene.

Anorganske snovi

V preglednici (Preglednica 17) so podani rezultati meritev anorganskih snovi v površinski akumulaciji vode v času prve, druge in tretje serije vzorčenja. Tretja serija vzorčenja je bila izvedena le za parametre za katere se je v prvi in drugi seriji vzorčenja izkazalo, da je prišlo do sistematske napake meritev oziroma so bile spodnje meje določanja analitske metode na ravni mejne vrednosti.

Preglednica 17: Rezultati meritev anorganskih parametrov v površinski akumulaciji vode z dne 28.7.2020, 18.11.2020 in 3.3.2021 (krepko – presežena mejna vrednost Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo).

Parameter	Enota	Razvrstitev snovi	Mejna vrednost	Kemijsko stanje NDK-OSK	Ekološko stanje NDK-OSK	VO1	VO2	VO3	VO4	VO3	VO4
Datum vzorčenja						28.7.2020	28.7.2020	18.11.2020	18.11.2020	3.3.2021	3.3.2021
klor – prosti	mg/l		0,02*			0,08	0,22	0,06	0,10	<0,05	<0,05
celotni klor	mg/l		0,05*			0,14	0,22	0,08	0,12	0,07	<0,06
celotni dušik	mg/l					0,49 ± 0,147	0,93 ± 0,279	0,49 ± 0,147	0,37 ± 0,111	-	-
amonijev dušik	mg/l		1*			<0,05	0,07 ± 0,009	<0,05	<0,05	-	-
nitritni dušik	mg/l		0,1*		ni določena	0,003	0,006	<0,002	<0,002	-	-
nitratni dušik	mg/l		20		6,5 - 9,5 (nitrat)	<0,23	<0,23	<0,23	<0,23	-	-
celotni cianid	mg/l	N	0,05*			<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-
cianid – prosti	mg/l	N	0,01*		0,017	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-
fluorid	mg/l		1*		6,8	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	-	-
kloridi	mg/l					19,5 ± 1,6	11,1 ± 0,9	14,8 ± 1,2	12,1 ± 1	-	-
celotni fosfor	mg/l		2			0,26 ± 0,05	0,36 ± 0,07	0,10 ± 0,02	0,16 ± 0,03	-	-
hidrazin	mg/l	N	0,2*			0,004	0,025	0,008	0,006	0,003	0,003
sulfat	mg/l		2000		ni določena	2,72 ± 0,21	<1	1,94 ± 0,15	<1	-	-
sulfid	mg/l		0,01*			<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,01	<0,01
sulfit	mg/l		0,1*			<1,0	1,1 ± 0,76	<1,0	<1,0	<0,5	<0,5
bromat	µg/l	N	100			<3,0	<3,0	<3,0	<3,0		

N – onesnaževalo, nevarno za podzemno vodo, za katero je treba preprečiti vnos v podzemno vodo; * Mejna vrednost je 1/10 mejne vrednosti tega parametra skladno z Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Ur. l. RS št. 64/12, 64/14 in 98/15)

Iz preglednice je razvidno, da parametri ne presegajo najvišjih dovoljenih koncentracij okoljskih

standardov kakovosti (NDK-OSK) za vrednotenje površinske vode.

Glede na Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo pa so ugotovljene presežene vrednosti za klor-prosti in klor-celotni na vseh merilnih mestih ter za sulfit na merilnem mestu VO2. Ob upoštevanju merilne negotovosti za parameter sulfit ($\pm 0,8$ mg/l) in glede na vsebnosti kisika, tudi sulfata in sulfida, ocenjujemo, da se koncentracija sulfita giblje pod <1 mg/l. To potrjujejo tudi rezultati tretje serije vzorčenja, ko so koncentracije sulfita $<0,5$ mg/l.

Glede na rezultate obarvanosti vzorcev in motnosti ocenjujemo, da izmerjene visoke vsebnosti prostega klora in skupnega klora ter prisotnost hidrazina v prvi in drugi seriji vzorčenja niso možne zaradi njihove visoke reaktivnosti in eutrofiranosti vode. Ocenjujemo, da gre za sistematsko napako izvedbe meritve (spektrometrijske oz. spektro - fotometrijske metode), katera zahteva izvedbo meritev ne-motnih voda (oz. z motnostjo pod 4 NTU). To nam nakazuje tudi primerjava preračunanih izmerjenih vrednosti prostega klora v AOX z izmerjenimi vrednostmi AOX v vzorcih vode. Iz primerjave je razvidno, da izmerjene vsebnosti prostega klora niso spojine klora. Za namen preveritve izvedbe meritev so bili vzorci v času tretje serije vzorčenja še dodatno filtrirani skozi $0,20\ \mu\text{m}$ filter. Rezultati so pokazali, da so bile vsebnosti klora – prosti v obeh vzorcih bistveno nižje, in sicer $<0,05$ mg/l.

V spodnji preglednici (Preglednica 18) so podani rezultati meritev mikroelementov v površinski akumulaciji vode v času prvega in drugega vzorčenja. V času tretjega vzorčenja smo ponovno izvedli meritve mikroelementov v vodi v neraztopljeni obliki, za vrednotenje vsebnosti mikroelementov glede na Uredbo o površinski vodi pa smo dodatno izvedli meritve mikroelementov v raztopljeni obliki (VO3* in VO4*).

Preglednica 18: Rezultati meritev mikroelementov v površinski akumulaciji vode z dne 28.7.2020, 18.11.2020 in 3.3.2021 (krepko – presežena mejna vrednost Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo; ležeče – mejna vrednost ni presežena ob upoštevanju merilne negotovosti; podčrtano – presežen NDK-OSK glede na Uredbo o stanju površinskih voda)

Parame ter	Enota	Razv rstit ev snov i	Mejna vrednos t ¹	Kemijsko stanje NDK-OSK	Ekološk o stanje NDK- OSK	VO1	VO2	VO3	VO4	VO3	VO4	VO3*	VO4*
Datum vzorčenj a						28.7.2020	28.7.2020	18.11.2020	18.11.2020	3.3.2021	3.3.2021	3.3.2021	3.3.2021
Al	µg/l		300			2641 ± 531	2647 ± 532	3605 ± 725	4091 ± 822	365 ± 73	550 ± 111	<10	<10
Sb	µg/l		300		30,6	46 ± 10	34 ± 7	3,5 ± 0,8	3,1 ± 0,8	59 ± 13	50 ± 11	<1,0	<1,0
As	µg/l	N	10		21	7,2 ± 1,5	5,3 ± 1,1	1,4 ± 0,3	1,4 ± 0,3	3,1 ± 0,7	2,4 ± 0,5	<1,0	<1,0
Cu	µg/l		50		73	32 ± 6	25 ± 5	<10	10 ± 2	22 ± 4	<10	<10	<10
Ba	µg/l		500			22 ± 3	6,8 ± 1,3	59 ± 9	62 ± 9	28 ± 4	33 ± 5	6,7 ± 1,3	7,2 ± 1,4
Be	µg/l					<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
B	mg/l		0,1		1,83	0,032 ± 0,003	0,033 ± 0,003	0,010 ± 0,001	<0,01	<0,01	0,013 ± 0,001	0,0182 ± 0,0018	<0,01
Zn	µg/l		200		82,2	57 ± 10	61 ± 11	14 ± 2	15 ± 3	46 ± 8	49 ± 9	<10	<10
Cd	µg/l	N	2,5	r.1: ≤0,49 r.2: 0,49 r.3: 0,64 r.4: 0,94 r.5: 1,54		<1,0	<1,0	1,2 ± 0,1	1,4 ± 0,2	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Co	µg/l		3		2,9	4,0 ± 1,0	2,3 ± 0,6	<1,0	<1,0	<1,0	1,1 ± 0,3	<1,0	<1,0
Sn	µg/l		200			1,0 ± 0,3	1,0 ± 0,3	65 ± 20	67 ± 20	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Cr	µg/l		50		160	2,4 ± 0,6	2,9 ± 0,7	8,6 ± 2,1	8,1 ± 2,0	2,7 ± 0,7	3,4 ± 0,8	<1,0	<1,0
Cr – 6+	µg/l		10			<0,4	<0,4	<0,4	<0,4				
Mn	µg/l		100			1122	325 ± 88	188 ± 51	525 ± 143	26 ± 7	655 ± 178	<1,0	<1,0
Mo	mg/l		0,5		0,2	0,0787 ± 0,0079	<0,0030	<0,0030	<0,0030	0,0436 ± 0,0044	0,0106 ± 0,011	<0,002	<0,002
Ni	µg/l	N	50	34		3,3 ± 0,8	4,6 ± 1,2	3,8 ± 1	3,6 ± 0,9	4,5 ± 1,1	5,6 ± 1,4	<1,0	<1,0
Se	µg/l		60		72	8,4 ± 2,3	5,3 ± 1,5	2,7 ± 0,7	2,4 ± 0,7	15,0 ± 3,0	9,0 ± 2,5	<1,0	<1,0
Ag	µg/l		10			1,3 ± 0,2	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Pb	µg/l	N	50	14		29 ± 8	18 ± 5	6,8 ± 1,8	6,1 ± 1,6	8,6 ± 2,3	8,3 ± 2,2	<1,0	<1,0
Tl	µg/l		50			<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	2,3	<1,0	<1,0	<1,0
Te	µg/l					<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Ti	µg/l					35	49	18	37	3,4	22	<1,0	<1,0
V	mg/l		0,05			<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,001	<0,001
Fe	µg/l		200			2357 ± 278	2140 ± 253	1116 ± 132	2086 ± 246	291 ± 30	1932 ± 228	<100	<100
Hg	µg/l	N	0,5	0,0725		0,020 ± 0,002	<0,02	<0,02	0,291 ± 0,029	<0,020	<0,020	<0,01	<0,01

N – onesnaževalo, nevarno za podzemno vodo, za katero je treba preprečiti vnos v podzemno vodo; 1 - Mejna vrednost je 1/10 mejne vrednosti tega parametra skladno z Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Ur. l. RS št. 64/12, 64/14 in 98/15); *raztopljena oblika mikroelementov

Meritve kemijskih elementov so v vseh treh serijah vzorčenja izvedene v celokupnem vzorcu. Rezultati meritev zato predstavljajo raztopljene oblike kemijskih elementov in kemijskih elementov v neraztopljenih oblikah. Slednje praviloma predstavljajo kemijske elemente v obliki koloidov in oblike adsorbirane na organsko snov. Namen tako izvedenih meritev je pridobiti informacije o najvišjih vsebnostih kemijskih elementov, kateri lahko vstopajo v fizikalno – kemijska in biološka ravnotežja v sistemu površinske vode akumulacije.

Odstopajoče vsebnosti aluminija, mangana in železa so pričakovane, saj je za te tri elemente značilno intenzivno pojavljanje koloidnih in drugih, praviloma organskih oblik v vodi z visoko površinsko absorptivno zmogljivostjo. Poleg tega se ti elementi značilno pojavljajo v glinenih mineralih in so tako naravnega izvora.

Glede na Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo pa so ugotovljene stalno presežene vrednosti za aluminij, mangan in železo na vseh merilnih mestih. Izmerjena vsebnost kobalta na merilnem mestu VO1 (prva serija vzorčenja) ob upoštevanju merilne negotovosti ne presega mejne vrednosti določene z Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo.

Ostale kovine se pojavljajo v sledovih (na spodnji meji določljivosti uporabljenih merilnih metod).

Iz preglednice je razvidno, da se raztopljene oblike mikroelementov, z izjemo barija na obeh merilnih mestih in bora na VO4 pojavljajo pod spodnjo mejo določanja analitske metode. Najvišja dovoljena koncentracija okoljskega standarda kakovosti (NDK-OSK) za bor glede na Uredbo o stanju površinskih voda ni presežena.

Organske snovi

V spodnji preglednici (Preglednica 19) so podani rezultati meritev organskih spojin v površinski akumulaciji vode v času prvega in drugega vzorčenja. Tretja serija vzorčenja je bila izvedena le za parametre za katere se je v prvi in drugi seriji vzorčenja izkazalo, da presegajo mejne vrednosti določene z Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo oziroma Uredbo o stanju površinskih voda.

Preglednica 19: Rezultati meritev organskih snovi v površinski akumulaciji vode z dne 28.7.2020 in 18.11.2020 (krepko – presežena mejna vrednost Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo; podčrtano – presežen NDK-OSK glede na Uredbo o stanju površinskih voda; ležeče – mejna vrednost oz. NDK-OSK ni presežena ob upoštevanju merilne negotovosti)

Parameter	Enota	Razvrstitev snovi	Mejna vrednost ¹	Kemijsko stanje NDK-OSK	Ekološko stanje NDK-OSK	VO1	VO2	VO3	VO4	VO3	VO4
Datum vzorčenja						28.7.2020	28.7.2020	18.11.2020	18.11.2020	3.3.2021	3.3.2021
adsorbiljni organski halogeni (AOX)	mg/l		0,05*		ni določena	0,033 ± 0,009	0,038 ± 0,010	0,013 ± 0,007	0,010 ± 0,006	0,044 ± 0,011	0,012 ± 0,007
celotni organski ogljik – TOC	mg/l		10			7,4 ± 1,5	13,5 ± 2,7	9,26 ± 1,8	6,55 ± 1,3	5,4 ± 1,1	6,59 ± 1,32
kemijska potreba po kisiku – KPK	mg/l		40		ni določena	36,8 ± 11,6	97,2 ± 21,2	29,2 ± 9,2	21,9 ± 6,9	14,9 ± 4,7	19,8 ± 6,3
biokemijska potreba po kisiku – BPK5	mg/l		8,33		2 - 5,4	10 ± 2	9 ± 1	17 ± 3	14 ± 2	6 ± 1	8 ± 1
Težko hlapne lipofilne snovi (maščobe, mineralna olja ...)	mg/l		2			<5,0	<5,0	-	-	-	-
celotni ogljikovodiki (mineralna olja)	mg/l	N	0,5		ni določena	<0,2	<0,2	<0,2	0,2	-	-
lahkohlapni halogenirani ogljikovodiki (LKCH)	µg/l	N	10			<0,60	<0,60	<0,60	<0,60	-	-
tetraklorometan	µg/l	N	10			<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	-	-
triklorometan (kloroform)	µg/l	N	10	ni relevantno		<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	-	-
1,2-dikloroetan	µg/l	N	10	ni relevantno		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-
1,1-dikloroeten	µg/l	N	10			<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	-
trikloroeten	µg/l	N	10	ni relevantno		<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	-	-
tetrakloroeten	µg/l	N	10	ni relevantno		<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-	-
heksakloro-1,3-butadien (HCBd)	µg/l	N	1	0,6		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
diklorometan	µg/l	N	10	ni		<6,0	<6,0	<6,0	<6,0	-	-

Parameter	Enota	Razvrstitev snovi	Mejna vrednost ¹	Kemijsko stanje NDK-OSK	Ekološko stanje NDK- OSK	VO1	VO2	VO3	VO4	VO3	VO4
				relevantno							
alaklor	µg/l	N	3	0,7		$0,707 \pm 0,283$	$0,176 \pm 0,070$	<0,01	<0,01	-	-
heksaklorobenzen (HCB)	µg/l	N	0,1	0,05		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-
1,2,3,4,5, 6 – heksaklorocikloheksan (HCH)	µg/l	N	0,2	0,04		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
lindan (gama heksaklorocikloheksan)	µg/l	N	1			<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
endosulfan	µg/l	N	0,05	0,01		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
aldrin	µg/l	N	0,1	ni relevantno		<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-
dieldrin	µg/l	N	0,1	ni relevantno		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
endrin	µg/l	N	0,1	ni relevantno		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
heptaklor	µg/l	N	0,3	0,0003		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
heptaklorepoksid	µg/l	N	0,3	0,0003		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
izodrin	µg/l	N	0,1	ni relevantno		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
pentaklorobenzen	µg/l	N	0,07	ni relevantno		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
vsota DDT	µg/l	N	0,25	ni relevantno		<0,06	<0,06	<0,06	<0,06	-	-
para-para-DDT	µg/l	N	0,1	ni relevantno		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
dikofol	µg/l	N	1	ni relevantno		<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	-	-
kvintozen	µg/l	N	1			<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
teknazen	µg/l	N	1			<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
atrazin	µg/l	N	6	2		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-
klorfenvinfos	µg/l	N	1	0,3		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-
klorpirifos	µg/l	N	0,3	0,1		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-
pendimetalin	µg/l	N	3		3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-
simazin	µg/l	N	10	4		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-

Parameter	Enota	Razvrstitev snovi	Mejna vrednost ¹	Kemijsko stanje NDK-OSK	Ekološko stanje NDK-OSK	VO1	VO2	VO3	VO4	VO3	VO4
trifluralin	µg/l	N	0,3	ni relevantno		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
S-metolaklor	µg/l	N	3		2,7	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-
terbutilazin	µg/l	N	5		5,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-
Metalaksil (izomeri)	µg/l	N				<0,05	0,069 ± 0,028	<0,05	<0,05	-	-
pesticidi fenilurea, bromacil, metribuzin – vsota	µg/l	N	8			<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-
izoproturon	µg/l	N	3	1		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-
diuron	µg/l	N	2	1,8		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-
klorotoluron (+ desmetil klorotoluron)	µg/l	N	8		8	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-
pentaklorofenol (PCP)	µg/l	N	4	1		<0,01	<0,01	-	-	-	-
klordan	µg/l	N	1			<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
klordekon	µg/l	N	1							-	-
mireks	µg/l	N	1			<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
toksafen	µg/	N	1			-	-	-	-	<0,1	<0,1
glifosat	µg/	N	1			-	-	-	-	<0,1	<0,1
tributilkositrove spojine (tributilkositrov kation)	µg/l	N	0,002	0,0015		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-
trifenilkositrove spojine (trifenilkositrov kation)	µg/l	N				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-
dibutilkositrove spojine (dibutilkositrov kation)	µg/l	N	0,2		0,21	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-
Monobutilkositrov ion	µg/l	N				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-
Tetrabutilkositrov ion	µg/l	N				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-
Tricikloheksilkositrov ion	µg/l	N				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-
Monooktilkositrov ion	µg/l	N				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-
Dioktilkositrov ion	µg/l	N				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-
Difenilkositrov ion	µg/l	N				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-
Monofinilkositrov ion	µg/l	N				<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	-
poliklorirani bifenili (PCB) (m)	µg/l	N	0,1		ni določena	<0,0073	<0,0073	-	-	-	-
lahkohlapni aromatski	µg/l	N	10			<1,6	<1,6	<1,6	<1,6	-	-

Parameter	Enota	Razvrstitev snovi	Mejna vrednost ¹	Kemijsko stanje NDK-OSK	Ekološko stanje NDK- OSK	VO1	VO2	VO3	VO4	VO3	VO4
ogljikovodiki (BTX)(n)											
benzen	µg/l	N	10	50		<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-	-
toluen	µg/l	N	10		740	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-
ksilen	µg/l	N	10			<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	-	-
etilbenzen	µg/l	N	10			<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	-	-
polarna organska topila (o)	µg/l					<5	<5	<5	<5	-	-
triklorobenzen	µg/l	N	4	ni relevantno		<0,40	<0,40	<0,40	<0,40	-	-
fenoli	mg/l		0,01		77	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	-
vsota anionskih in neionskih tenzidov	mg/l		0,1			<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
tenzidi – anionski	mg/l					<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	-
kloroalkani _{C10-C13}	µg/l	N	4	1,4	2500	<0,40	<0,40	-	-	-	-
nonilfenol in nonilfenol etoksilati	µg/l	N	3	2 (4- nonilfenol)		<0,1	<0,1	-	-	-	-
di(2-etilheksil)ftalat (DEHP)	µg/l	N	13	ni relevantno		<1,3	<1,3	-	-	-	-
oktilfenoli in oktilfenol etoksilati	µg/l	N	1	ni relevantno		<0,1	<0,1	-	-	-	-
heksabromobifenil	µg/l					<0,0037	<0,0044	-	-	-	-
vinil klorid	µg/l	N	5			<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	-
bromirani difenileter (PBDE)	µg/l	N	0,005	0,14		POD LOR	POD LOR	-	-	-	-
1,2,4-trimetilbenzen	mg/l	N	0,02		0,02	<0,2 *	<0,2*	-	-	-	-
1,3,5-trimetilbenzen	mg/l	N	0,02		0,02	<0,2*	<0,2*	-	-	-	-
dibutilftalat	µg/l	N	10		100	<0,60	<0,60	-	-	-	-
bisfenol-A	µg/l	N	16		16	<0,05	<0,05	-	-	-	-
formaldehid	mg/l		1,3		1,3	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-
epiklorhidrin	µg/l	N	120		120	<0,5	<0,5	-	-	-	-
heksakloroetan	µg/l	N	240		240	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
antracen	µg/l	N	1	0,1		<0,02	<0,02	<0,01	<0,01	-	-
naftalen	µg/l	N	1	130		<0,1	<0,1	<0,03	<0,03	-	-
fluoranten	µg/l	N	1	0,12		<0,03	<0,03	0,018	<0,01	-	-

Parameter	Enota	Razvrstitev snovi	Mejna vrednost ¹	Kemijsko stanje NDK-OSK	Ekološko stanje NDK-OSK	VO1	VO2	VO3	VO4	VO3	VO4
								±0,005			
benzo(a)piren	µg/l	N	0,5	0,27		<0,02	<0,02	<0,01	<0,01	-	-
benzo(b)fluoranten	µg/l	N	0,3	0,017		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
benzo(k)fluoranten	µg/l	N	0,3	0,017		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
benzo(g,h,i)perilen	µg/l	N	0,02	0,0082		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
indeno(1,2,3-cd)piren	µg/l	N	0,02	ni relevantno		<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	-
dioksini in furani (PCDD/PCDF)	µg/l	N	0,00003	ni relevantno		Pod LOR	Pod LOR	-	-	-	-
akrilamid	µg/l		10			<0,05	<0,05	-	-	-	-
terbutrin	µg/l	N		0,34		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	-	-
heksabromociklododekan (HBCDD)	µg/l	N		0,5		<0,01	<0,01	-	-	-	-
vsota ksilenov	µg/l	N			1850	<0,30	<0,30	<0,15	<0,15	-	-

N – onesnaževalo, nevarno za podzemno vodo, za katero je treba preprečiti vnos v podzemno vodo; 1 - Mejna vrednost je 1/10 mejne vrednosti tega parametra skladno z Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Ur. l. RS št. 64/12, 64/14 in 98/15); *- parameter zajet s parametrom celotni ogljikovodiki (<0,2 mg/l); LOR – meja poročanja

Iz rezultatov meritev v zgornji preglednici so razvidne značilnosti površinske akumulacije vode obrasle z vodnim rastjem, kot posledice eutrofikacije po celotnem območju akumulacije. Izmerjene vrednosti BPK5 so zato pričakovane, visoka stopnja korelacije TOC in KPK Cr ter neraztopljenih snovi pa potrjuje ugotovitev, da med neraztopljenimi snovmi prevladujejo snovi organske narave, sposobne absorpcije med drugim tudi zvrsti kemijskih elementov, kot so aluminij, mangan in železo. Opisane snovi tudi porabljajo kisik za svojo razgradnjo – slednje je tudi eden od razlogov za vsebnosti kisika med 2,5 in 4,5 mg/L O₂ na posameznih merilnih mestih.

Na merilnem mestu VO1 je ugotovljena prisotnost herbicida alaklor, ki ob upoštevanju merilne negotovosti ne presega najvišje dovoljene vsebnosti (NDK-OSK) določene z Uredbo o stanju površinskih voda. Alaklor je prisoten tudi na merilnem mestu VO2, vendar v nižjih koncentracijah. V času drugega vzorčenja (VO3 in VO4) alaklor ni bil zaznaven. Alaklor je selektivni prekursor herbicid, ki se ga je v preteklosti uporabljalo v pridelavi koruze, soje in bombaža. Njegova sedanja poraba je zaradi njegove okoljske škodljivosti prepovedana (Koroša in Mali, 2019). Izvora ni možno opredeliti.

Na merilnem mestu VO2 je ugotovljena prisotnost pesticida - metalaksa (0,069 ± 0,028 µg/l). Raba fungicida metalaksa je v času teh raziskav dovoljena in tudi razširjena (od pridelave koruze do zelenjave). Ocenjeno je, da je praviloma izvor tega fungicida v padavinskih vodah s kmetijskih površin.

Od spojin iz sklopa policikličnih aromatskih ogljikovodikov je ugotovljena prisotnost fluorantena (0,018 ± 0,005 µg/l na VO3), vendar ne presega NDK-OSK. V vzorcih mulja vsebnosti pesticidov in policikličnih aromatskih ogljikovodikov niso bile zaznavne.

Glede na Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo so ugotovljene presežene vrednosti za biokemijska potreba po kisiku – BPK5 na vseh merilnih mestih v prvi in drugi seriji vzorčenja ter za celotni organski ogljik – TOC in kemijska potreba po kisiku – KPK na merilnem mestu VO2 v času prvega vzorčenja.

Glede na izmerjene vrednosti za BPK5 so po celotnem območju akumulacije presežene mejne vrednosti za »dobro ekološko stanje« določene z Uredbo o stanju površinskih voda.

5.6.3. Podzemna voda

Terenski parametri

Izmerjene vrednosti terenskih meritev v času vzorčenja podzemne vode na posameznem merilnem mestu so prikazane v spodnji preglednici (Preglednica 20).

Preglednica 20: Izmerjene povprečne vrednosti terenskih meritev na posameznih merilnih mestih

Ime parametra	Enota	Mejna vrednost	GR-20/21	GR-12/20	GR-18/20	GR-22/21	3V
Datum vzorčenja			3.3.2021	3.3.2021	3.3.2021	3.3.2021	3.3.2021
Globina do podzemne vode	m		9,78	7,19	5,78	13,67	6
Prehodnost vrtine	m		15,6	12,4	14,05	18,78	7,64
Temperatura zraka	°C		7	10	13	14	15
Temperatura vode	°C		13,2 ± 0,3	12,2 ± 0,3	12,6 ± 0,3	12,8 ± 0,3	13,8 ± 0,3
Električna prevodnost (25 °C)	µS/cm	2500	926 ± 10	637 ± 10	625 ± 10	522 ± 10	751 ± 10
pH	-		6,2 ± 0,1	6,8 ± 0,1	6,8 ± 0,1	6,4 ± 0,1	6,7 ± 0,1

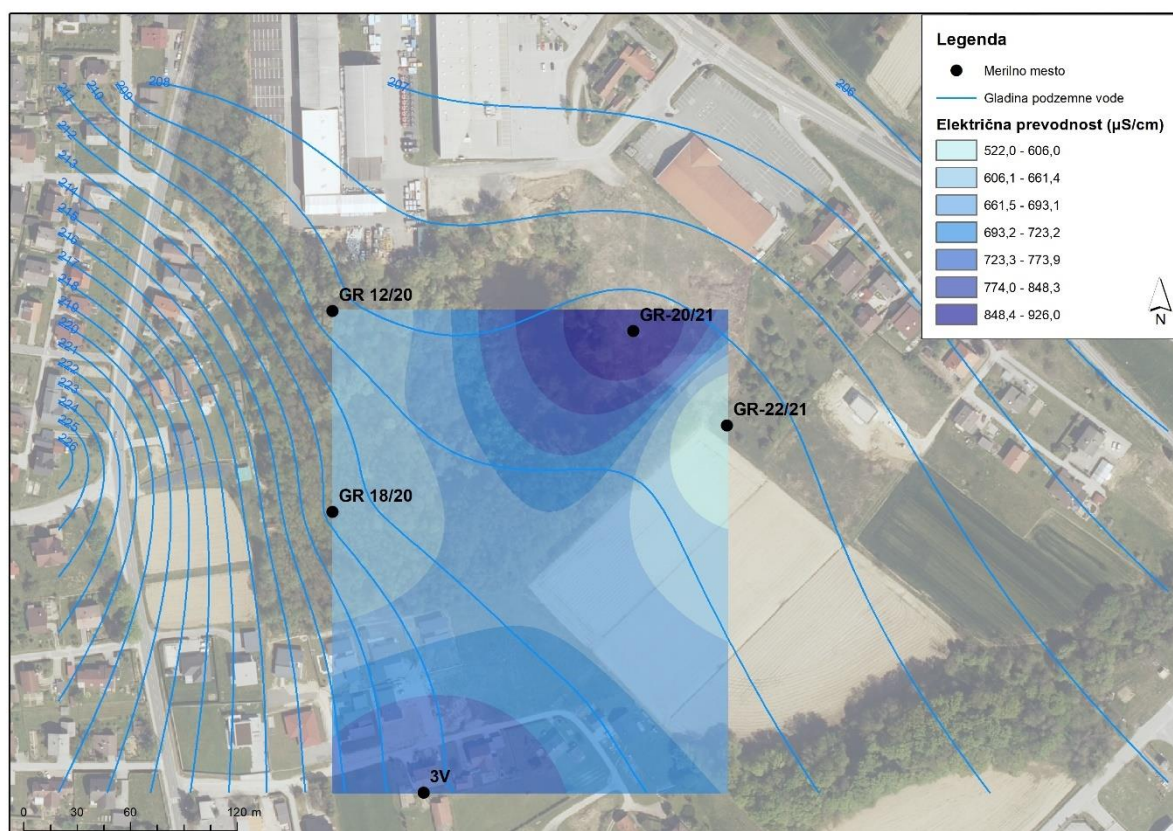
Nasičenost s kisikom	%		4,2 ± 0,1	55,4 ± 0,1	60,6 ± 0,1	12,6 ± 0,1	43,0 ± 0,1
Raztopljeni kisik	mg/l		0,40 ± 0,01	5,90 ± 0,01	6,40 ± 0,01	1,30 ± 0,01	4,50 ± 0,01
Redoks potencial	mV		363 ± 1	630 ± 1	536 ± 1	543 ± 1	653 ± 1
Obarvanost (436 nm)	m-1		0,5	0,5	0,9	1,4	<0,4
Motnost	NTU		35,1 ± 1,76	10,2 ± 0,51	25,5 ± 1,27	12,4 ± 0,62	26,3 ± 1,31

Mejna vrednost glede na Pravilnik o pitni vodi (Ur. l. RS št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15 in 51/17)

Temperatura podzemne vode je bila v času vzorčenja med 12,2 in 13,8 ± 0,3 °C, kar kaže na stalne razmere v vodonosniku. Na piezometrih GR-12/20 in GR-18/20 in hišnem vodnjaku 3V znaša pH vrednost 6,7 oz. 6,8 ± 0,1, na vrtinah GR-20/21 in GR-22/21 pa je pH vrednost nižja (6,2 oz. 6,4 ± 0,1), že nekoliko v kislem okolju.

Vrednosti električne prevodnosti (EC) se gibljejo med 522 ± 10 μS/cm (GR-22/21) in 926 ± 10 μS/cm (GR-20/21), od povprečja odstopa vrednost na GR-20/21.

Prostorska porazdelitev električne prevodnosti podzemne vode kaže, da priteka na območje glinokopa že nekoliko obremenjena podzemna voda, katere vrednosti pa se v smeri toka podzemne vode sicer znižujejo, na GR-20/21 pa se zopet vrednosti povišajo in dosežejo vrednosti do 926 ± 10 μS/cm (Slika 20). Povišana vrednost električne prevodnosti na tem merilnem mestu je posledica višjih koncentracij karbonatnih komponent (Ca, Mg, HCO₃) in klorida v podzemni vodi. Razlog za višje vrednosti ionov je lahko umetno nasutje, kjer so odloženi gradbeni materiali, ki vsebujejo karbonatne zmesi.



Slika 20: Prostorska porazdelitev električne prevodnosti v podzemni vodi.

Glede na izmerjene vsebnosti raztopljenega kisika (0,40 – 6,40 ± 0,01 mg/l) v podzemni vodi in redoks

potenciala – ORP (363 – 653 ±1 mV) so na merilnih mestih GR-12/20, GR-18/20 in 3V prevladujoče oksidacijsko do prehodno oksidacijsko - redukcijske razmere, medtem ko so na merilnih mestih GR-20/21 in GR-22/21 prevladujoče redukcijske razmere.

Osnovni kemijski parametri

Komponente podzemne vode, ki opredeljujejo geokemijske lastnosti sestavljajo hidrogenkarbonat (HCO_3^-) in karbonati (CO_3^{2-}), sulfati (SO_4^{2-}), kloridi (Cl^-), nitrati (NO_3^-), natrij (Na^+), kalij (K^+), kalcij (Ca^{2+}) in magnezij (Mg^{2+}) ter amonij (NH_4^+) (Preglednica 21).

Preglednica 21: Rezultati osnovnih kemijskih parametrov v podzemni vodi na vseh treh merilnih mestih.

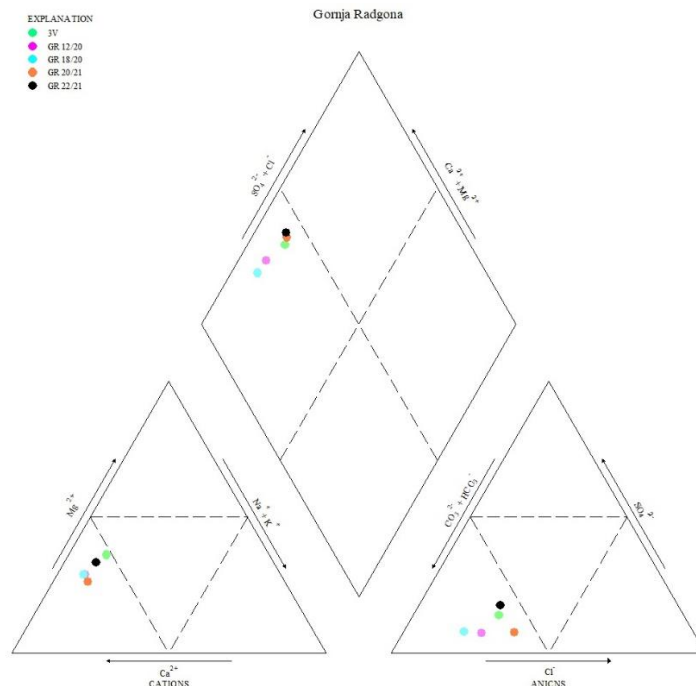
Ime parametra	Izražen kot	Enota	Mejna vrednost ¹	GR-20/21	GR-12/20	GR-18/20	GR-22/21	V3
Datum vzorčenja				3.3.2021	3.3.2021	3.3.2021	3.3.2021	3.3.2021
Kalcij	Ca	mg/l		122 ± 24	81,5 ± 16,3	74,9 ± 15,0	60,8 ± 12,2	79,7 ± 15,9
Magnezij	Mg	mg/l		30,9 ± 6,2	23,3 ± 4,7	21,4 ± 4,3	21,8 ± 4,4	34,0 ± 6,8
Natrij	Na	mg/l	200*	23,6 ± 4,7	13,1 ± 2,6	10,5 ± 2,1	12,1 ± 2,4	21,4 ± 4,3
Kalij	K	mg/l		1,04 ± 0,21	0,86 ± 0,17	0,80 ± 0,16	0,91 ± 0,18	0,61 ± 0,12
Kloridi	Cl	mg/l	250*	112 ± 9	50,3 ± 4,0	37,5 ± 3,0	45,2 ± 3,6	70,0 ± 5,6
Sulfati	SO_4	mg/l	250*	33,9 ± 2,6	19,5 ± 1,5	22,1 ± 1,7	40,7 ± 3,1	48,6 ± 3,7
Nitrat	NO_3	mg/l	50	2,01 ± 0,29	46,2 ± 6,7	47,4 ± 6,9	12,4 ± 1,8	31,4 ± 4,6
Amonijev N	N	mg/l	0,5*	<0,05	<0,05	<0,05	0,056 ± 0,007	<0,05
Ortofosfatni P	P	mg/l		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Karbonati	CO_3^{2-}	mg/l		0	0	0	0	0
Hidrogenkarbonati	HCO_3^-	mg/l		315 ± 38	234 ± 28	251 ± 30	167 ± 20	262 ± 31
CO_2 - celotni	CO_2	mg/l		273 ± 33	181 ± 22	194 ± 23	140 ± 17	194 ± 23
CO_2 - prosti	CO_2	mg/l		45,4 ± 5,4	11,9 ± 1,4	12,8 ± 1,5	19,3 ± 2,3	12,1 ± 1,5
CO_2 - agresivni	CO_2	mg/l		3,94 ± 0,47	0	0	10,4 ± 1,2	0

1 - Uredba o stanju podzemnih voda (Ur. l. RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16); * - Mejna vrednost glede na Pravilnik o pitni vodi (Ur. l. RS št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15 in 51/17)

Analiza rezultatov meritev navedenih parametrov je uravnotežena – glede na izmerjene vrednosti za električno prevodnost.

Rezultati kemijskih analiz podzemne vode kažejo, da imamo na območju glinokopa opraviti s podzemnimi vodami tipa Ca – Mg – HCO_3 – Cl, le na vrtini GR-18/20 je ugotovljena podzemna voda tipa Ca – Mg – HCO_3 (Slika 21).

Koncentracije v vodi raztopljenega CO_2 , ki je kot naravna komponenta podzemne vode pomemben zaradi obarjanja ali raztapljanja mineralov ter posledično inkrustracij ali korozije gradbenih materialov, znašajo v zaledju vodonosnika med 11,9 ± 1,4 mg/l na GR-12/20 in 12,8 ± 1,5 mg/l na GR-18/20. Na severovzhodni dolvodni strani obravnavanega območja se koncentracije raztopljenega CO_2 povišajo na 19,3 ± 2,3 mg/l na GR-22/21 oziroma na 45,4 ± 5,4 mg/l na GR-20/21. Koncentracije agresivnega CO_2 so na tem območju 3,94 ± 0,47 mg/l (GR-20/21) oziroma 10,4 ± 1,2 mg/l (GR-22/21). Glede na izmerjene vrednosti agresivnega CO_2 in ostalih osnovnih kemijskih parametrov v podzemni vodi po kriterijih standarda SIST EN 206-1 ocenjujemo, da se vzorci vode ne uvrščajo v agresivno kemično okolje, saj so vsi parametri nižji od kriterijev za malo agresivno okolje XA1.



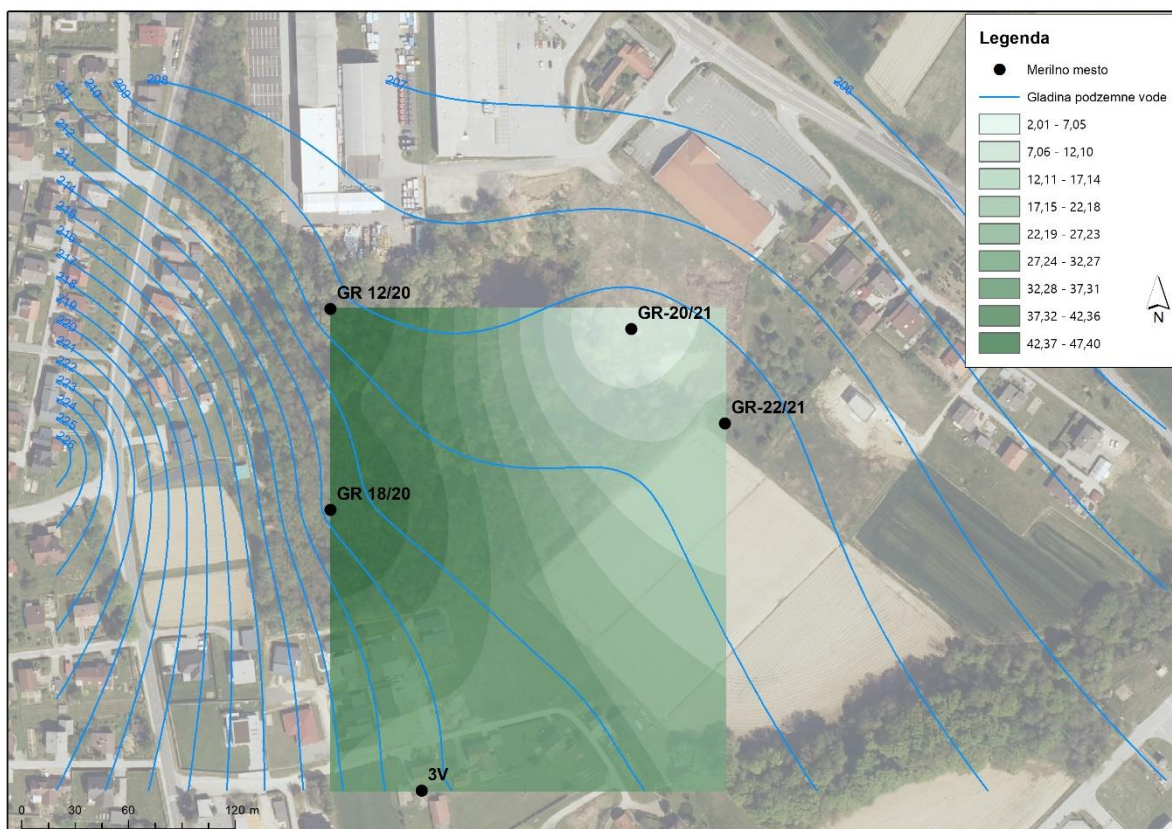
Slika 21: Piperjev diagram podzemne vode na območju glinokopa.

Vsebnosti klorida v podzemni vodi se gibljejo na območju glinokopa med $37,5 \pm 3,0$ mg/l (GR-18/20) in $70,0 \pm 5,6$ mg/l (3V), odstopa GR-20/21, kjer znaša izmerjena koncentracija klorida 112 ± 9 mg/l.

Najnižje vsebnosti sulfata v podzemni vodi so prav tako izmerjene na merilnih mestih GR-12/20 ($19,5 \pm 1,5$ mg/l) in GR-18/20 ($22,1 \pm 1,7$ mg/l), medtem ko na merilnih mestih GR-20/21, GR-22/21 in 3V vsebnosti sulfata znašajo med $33,9 \pm 2,6$ mg/l in $48,6 \pm 3,7$ mg/l.

Izmerjene vsebnosti amonijevega dušika in fosfata – izraženega kot ortofosfat v podzemni vodi so pod mejo določljivosti analitske metode. Izjema je amonijev dušik na vrtini GR-22/21, kjer znaša izmerjena vrednost $0,056 \pm 0,007$ mg/l, vendar pa se ob upoštevanju merilne negotovosti koncentracije gibljejo lahko pod mejo določanja analitske metode.

Prostorska porazdelitev nitrata v podzemni vodi sledi smeri toka podzemne vode (Slika 22). Najvišje vsebnosti nitrata v podzemni vodi so izmerjene na gorvodnih merilnih mestih GR-18/20 in GR-12/20 in ob upoštevanju merilne negotovosti lahko koncentracije nitrata presegajo standard kakovosti določen z Uredbo o stanju podzemnih voda (Ur. l. RS št. 25/09, 68/12 in 66/16). V smeri toka podzemne vode se koncentracije nitrata v vodi znižujejo in dosežejo najnižje vrednosti na vrtini GR-20/21 ($2,01 \pm 0,29$ mg/l). Podatki o vsebnosti nitrata v vodi kažejo, da na območje glinokopa priteka že obremenjena podzemna voda z nitrati, ki je posledica kmetijske dejavnosti v zaledju vodonosnika.



Slika 22: Prostorska porazdelitev nitrata v podzemni vodi.

Mikroelementi

Mikroelementi se v podzemni vodi pojavljajo v sledovih (Preglednica 22). Izjema je mangan, ki se v podzemni vodi pojavlja v višjih koncentracijah na merilnih mestih GR-20/21 in GR-22/21 ter presega mejno vrednost za pitno vodo določeno z Pravilnikom o pitni vodi (Ur. l. RS št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15 in 51/17). Slednje dokazujejo tudi meritve raztopljenega kisika, ki nakazujejo na prevladujoče redukcijske razmere. Glede na izmerjene vrednosti ocenjujemo, da bi lahko prišlo do izločanja železa in mangana ob stiku vode z zrakom, če bi se voda kasneje črpala za morebitno različno rabo v tehnološke namene.

Ostali mikroelementi se v podzemni vodi pojavljajo v nižjih koncentracijah in so lahko posledica geogenega oziroma naravnega izvora.

Preglednica 22: Rezultati mikroelementov v podzemni vodi na vseh treh merilnih mestih (krepko – preseganje mejne vrednosti za pitno vodo).

Ime parametra	Izražena kot	Enota	Mejna vrednost	GR-20/21	GR-12/20	GR-18/20	GR-22/21	V3
Datum vzorčenja				3.3.2021	3.3.2021	3.3.2021	3.3.2021	3.3.2021
Al	Al	µg/l	200	10 ± 1	<10	<10	11 ± 2	<10
Sb	Sb	µg/l	5	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
As	As	µg/l	10	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Cu	Cu	µg/l	2000	<10	<10	<10	<10	<10
Ba	Ba	µg/l		31 ± 6	15 ± 3	13 ± 2	19 ± 4	44 ± 8

Be	Be	µg/l		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
B	B	mg/l	1,0	0,0118 ± 0,0012	<0,01	<0,01	<0,01	0,0402 ± 0,0040
Zn	Zn	µg/l		35 ± 6	<10	<10	14 ± 2	<10
Cd	Cd	µg/l	5	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Co	Co	µg/l		1,4 ± 0,3	<1,0	<1,0	1,1 ± 0,3	1,2 ± 0,3
Sn	Sn	µg/l		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Cr	Cr	µg/l	50	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	7,8 ± 1,8
Mn	Mn	µg/l	50	194 ± 58	17 ± 5	26 ± 8	473 ± 141	10 ± 3
Mo	Mo	µg/l		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Ni	Ni	µg/l	20	14 ± 3	2,8 ± 0,6	<1,0	3,6 ± 0,8	1,1 ± 0,3
Se	Se	µg/l	10	1,1 ± 0,2	<1,0	<1,0	1,8 ± 0,3	2,2 ± 0,4
Ag	Ag	µg/l		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Pb	Pb	µg/l	10	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Tl	Tl	µg/l		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Te	Te	µg/l		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Ti	Ti	µg/l		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
V	V	µg/l		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Hg	Hg	µg/l	1,0	0,015 ± 0,002	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fe	Fe	µg/l	200	<100	<100	<100	<100	<100

Mejna vrednost glede na Pravilnik o pitni vodi (Ur. l. RS št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15 in 51/17)

Organske spojine

Izmerjene vrednosti organskih spojin v času vzorčenja podzemne vode na posameznem merilnem mestu so prikazane v spodnji preglednici (Preglednica 23).

Preglednica 23: Rezultati organskih snovi v podzemni vodi na vseh treh merilnih mestih (krepko – presežene vrednosti standarda kakovosti glede na Uredbo o stanju podzemnih voda; ležeče – presežene vrednosti standarda kakovosti ob upoštevanju merilne negotovosti)

Ime parametra	Enota	Mejna vrednost	GR-20/21	GR-12/20	GR-18/20	GR-22/21	V3
Datum vzorčenja			3.3.2021	3.3.2021	3.3.2021	3.3.2021	3.3.2021
BTEX – vsota ¹	µg/l		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
LKCH – vsota ²	µg/l	10	0	0	0	0	0
Diklorometan	µg/l	2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tetraklorometan	µg/l	2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,2-Dikloroetan	µg/l	3	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
1,1-Dikloroeten	µg/l	2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Trikloroeten	µg/l	2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Tetrakloroeten	µg/l	2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
ETBE	µg/l		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,24±0,10
MTBE	µg/l		<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,21±0,08
Naftalen	µg/l		<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Pesticidi – vsota ³	µg/l	0,5					
atrazin	µg/l	0,1	0,019±0,006	0,167±0,050	0,296±0,089	0,062±0,019	0,285±0,086
atrazin-2-hidroksi	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,013±0,004
desetilatrazin	µg/l	0,1	0,059±0,018	0,254±0,076	0,442±0,133	0,136±0,041	0,376±0,113
desizopropilatrazin	µg/l	0,1	<0,01	0,014±0,004	0,030±0,009	0,011±0,003	0,048±0,014
kloridazon	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
kloridazon-desfenil	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	0,092±0,032	0,188±0,066
propazin	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	0,013±0,004	<0,01	<0,01
aldrin	µg/l	0,03	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
dieldrin	µg/l	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
heptaklor	µg/l	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
heptaklor epoksid	µg/l	0,03	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Mejna vrednost določena glede na Uredbo o stanju podzemnih voda (Ur. l. RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16); 1 – vse spojine v skupini BTEX so pod LOR = 0,1-1,0 µg/l; 2 – vse spojine v skupini LKCH so pod LOR = 0,1-1,0 µg/l; 3 – vse ostale spojine v skupini Pesticidi so pod LOR = 0,05 µg/l

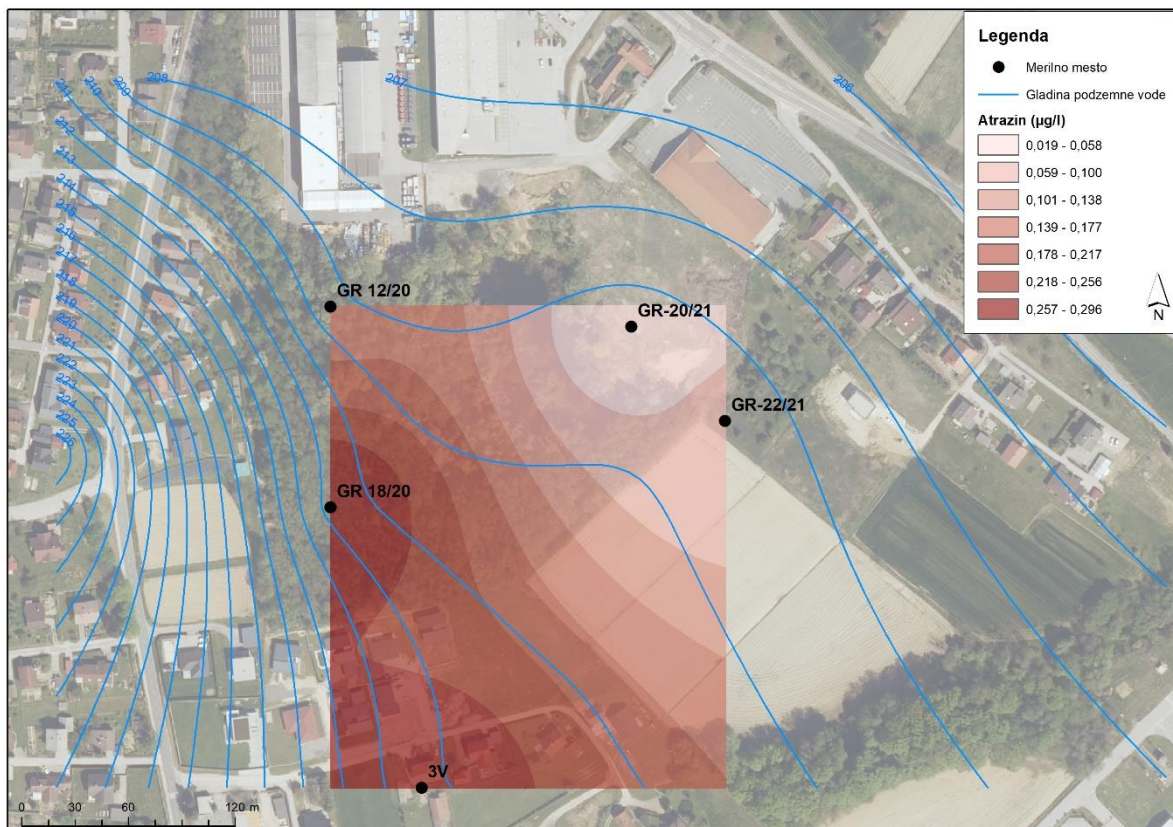
Izmerjene vsebnosti organskih snovi iz sklopov BTEX, LKCH – izjema ETBE in MTBE na V3 in pesticidov z izjemo atrazina in njegovih metabolitov desetilatrazina, desizopropilatrazina in atrazin-2-hidroksi ter kloridazon-desfenila in propazina so pod spodnjo mejo določanja analitske metode (LOQ). Vrednosti praga za LKCH določene z Uredbo o stanju podzemnih voda niso presežene.

Atrazin in njegova metabolita desetilatrazin in desizopropilatrazin se v podzemni vodi pojavljajo na vseh merilnih mestih z izjemo desizopropilatrazina na GR-20/21.

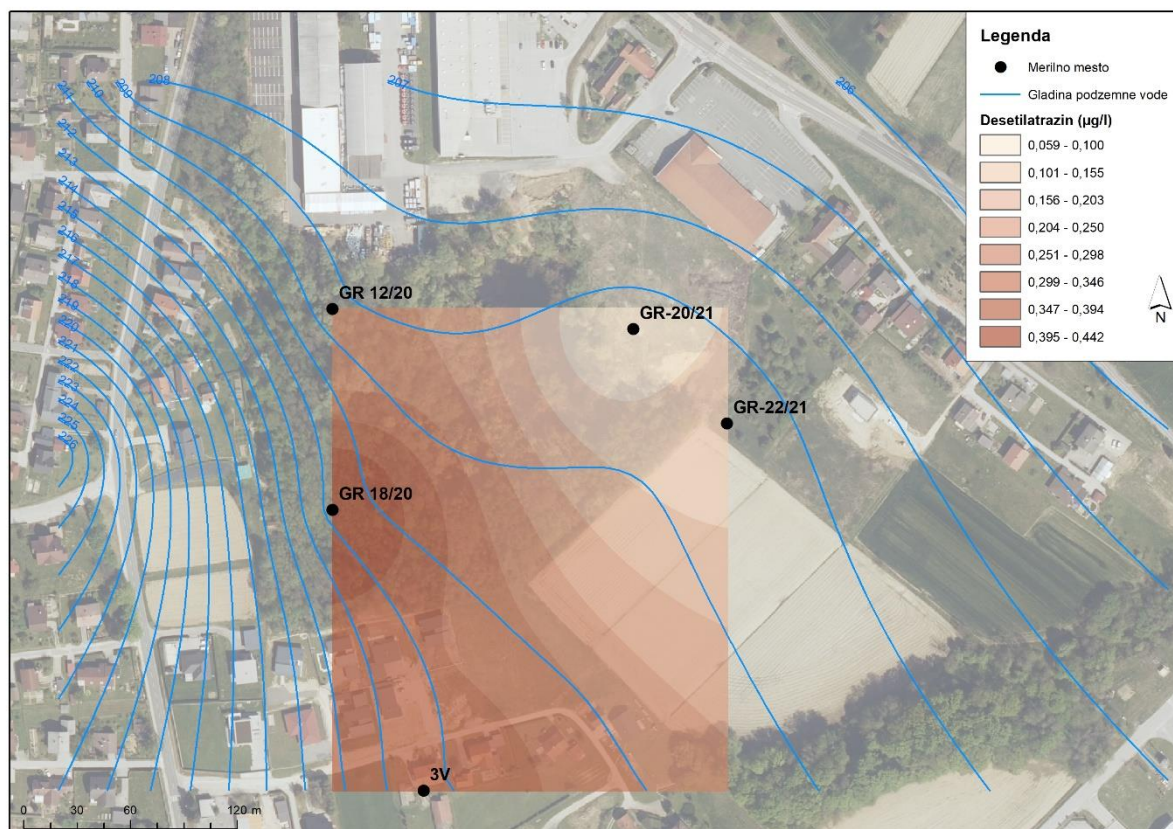
Koncentracije atrazina in desetilatrazina v podzemni vodi presegajo standarde kakovosti določene z Uredbo o stanju podzemnih voda že na gorvodnih merilnih mestih GR-18/20, GR-12/20 in V3 (Slika 23, Slika 24). V smeri toka podzemne vode pa se le te znižujejo in na GR-20/21 in GR-22/21 dosežejo vrednosti pod standardom kakovosti.

Prisotnost atrazina in njegovih metabolitov v podzemni vodi je posledica akumulacije pripravkov na osnovi atrazina (prepoved uporabe od leta 2003) v nenasičeni coni vodonosnika in dinamičnega izpiranja s padavinskimi vodami v podzemno vodo.

Poleg pesticidov, katerih uporaba je prepovedana, standard kakovosti podzemne vode presega tudi metabolit pesticida iz skupine herbicidov kloridazon-desfenil na gorvodnem merilnem mestu (V3). Nekoliko nižja koncentracija je izmerjena v smeri toka podzemne vode na GR-22/21, kjer vrednost ob upoštevanju merilne negotovosti prav tako lahko presega standard kakovosti. Vsebnosti primarne spojine kloridazon so pod spodnjo mejo določanja (LOQ).



Slika 23: Prostorska porazdelitev atrazina v podzemni vodi.



Slika 24: Prostorska porazdelitev desetilatrazina v podzemni vodi.

Vsebnosti pesticidov so bili v mulju in vzorcih zemeljskih izkopov (umetna nasutja in naravna tla) pod mejo določanja analitske metode, kar nakazuje, da je prisotnost pesticidov posledica dotoka že obremenjene podzemne vode na območje opuščenega glinokopa.

5.7. Zaključki in predlogi za ravnanje z zemljinami in površinsko akumulirano vodo v času gradnje

5.7.1. Zemljine

Naravna tla (ozadje) – suha snov

V vzorcu naravno prisotnih tal so vsi predpisani zakonodajni parametri pod mejnimi vrednostmi (Ur. l. RS št. 68/96 in 41/04-ZVO-1), z izjemo fluoridov (515 mg/kg), ki minimalno presegajo mejno vrednost (450 mg/kg).

Umetno nasutje (prerinjeni material v glinokopu) – suha snov

V umetnih nasutjih J1J2 ter J6 so vrednosti parametrov večinoma primerljive z naravnim ozadjem, z nekaj izjemami. Glede na naravno ozadje so v umetnem nasutju J1J2 povišani TOC, Co, PAH in Indeks mineralnih olj (C10-C40), v umetnem nasutju J6 pa le PAH. Vendar pa med njimi največjo dovoljeno vrednost za zemeljske izkope presega samo Indeks mineralnih olj, in sicer C10-C40 v J1J2 znaša $205 \pm 61,5$ mg/kg, največja dovoljena vrednost je 100 mg/kg. Velja pa dejstvo, da vrednost C10-C40 ne presega najvišje dovoljene vrednosti za inertne odpadke (500 mg/kg). V skladu s 7. členom uredbe (Ur. l. RS št. 34/08 in 61/11) se tla lahko obremenijo z vnosom polnila pri gradnji objektov, če je izdelano iz materiala, katerega kemične lastnosti se ne razlikujejo od lastnosti, ki so v predpisu, ki ureja odlaganje

odpadkov na odlagališčih, določenih za inertne odpadke (Ur. l. RS št. 10/14, 54/15, 36/16 in 37/18).

Zaradi tega menimo, da so vrednosti C10-C40 za uporabo kot polnilo pri gradnji sprejemljive.

Mulj – suha snov

V mulju so vrednosti parametrov večinoma primerljive z naravnim ozadjem, z nekaj izjemami. Glede na naravno ozadje so v mulju povišani TOC, fluoridi, Indeks mineralnih olj in fenolni indeks, vendar pa dovoljena vrednost za zemeljske izkope presega samo TOC, in sicer ta v mulju znaša $2,35 \pm 0,35$ mg/kg, največja dovoljena vrednost za zemeljske izkope je < 2 mg/kg. Z upoštevanjem merilne negotovosti je preseganje TOC minimalno. Povišane vrednosti TOC so naravnega izvora, zaradi prisotnosti večjih količin usedanja in posledično razkrajanja odmrlih rastlinskih ostankov na območju akumulacije površinske vode.

Naravna tla (ozadje) - izlužki

V izlužkih naravno prisotnih tal so vsi predpisani zakonodajni parametri pod mejnimi vrednostmi za zemeljske izkope (Ur. l. RS št. 34/08 in 61/11) oz. za inertne odpadke (Ur. l. RS št. 10/14, 54/15, 36/16 in 37/18).

Umetno nasutje (prerinjeni material v glinokopu) - izlužki

V izlužkih umetnih nasutij J1J2 ter J6 so vrednosti parametrov večinoma primerljive z naravnim ozadjem z nekaj izjemami. Glede na naravno ozadje so v izlužkih J1J2 povišani pH, DOC, F in SO_4 , v J6 pa SO_4 . Vendar pa omenjeni parametri ne presegajo mejne vrednosti za izlužke za zemeljske izkope oz. inertne odpadke, razen F v umetnem nasutju J1J2 ($18,3 \pm 4,0$ mg/kg), ki minimalno presega mejno vrednost parametra izlužka za inertne odpadke (10 mg/kg) ter pH v J1J2 ($8 \pm 0,1$), ki je tik nad zgornjo mejno vrednostjo izlužka za zemeljske izkope (8).

Mulj - izlužki

V izlužkih mulja so vrednosti parametrov večinoma primerljive z naravnim ozadjem z nekaj izjemami. Glede na naravno ozadje so v mulju povišane vrednosti As, Cr, Ni, Pb, Se, Ba, Cu, Zn, Cl, SO_4 in DOC, vendar pa vrednosti omenjenih parametrov v mulju ne presegajo zakonodajnih mejnih vrednosti parametra izlužka za zemeljski izkop oz. inertne odpadke.

Ocena okoljskega stanja, s posebnim poudarkom na določitvi kemijske sestave mulja

Na podlagi rezultatov zaključujemo, da so vrednosti parametrov v vseh materialih – to so naravno prisotna tla, umetna nasutja in mulj – sprejemljive za uporabo kot polnilo pri gradnji.

Ob upoštevanju uporabljenih zakonodajnih smernic, minimalno presegajo zakonodajne vrednosti le TOC v mulju (Ur. l. RS št. 34/08 in 61/11) in F ter pH v izlužku umetnega nasutja J1J2 (Ur. l. RS št. 10/14, 54/15, 36/16 in 37/18).

Vendarle pa glede na dejstva, da (1) količini mulja in materiala v umetnem nasutju J1J2 predstavljata zelo majhen delež materiala na obravnavanem območju, (2) da se mulj in umetno nasutje nahajata v nezasičeni coni, podlaga pod njima pa so slabše prepustne avtohtone zemljine ter (3) da bo območje po gradnji prekrito z neprepustnimi plastmi (stavbe, asfalt), uporaba mulja in umetnega nasutja J1J2 kot polnilo pri gradnji ne predstavlja tveganja za okolje.

Ravnanje z izkopi

Na podlagi rezultatov začasno odlaganje zemeljskih izkopov v času gradnje ne predstavlja tveganja za

okolje. Ker so okoljski parametri v zemeljskih izkopih na območju nekdanjega glinokopa sprejemljivi za uporabo kot polnilo pri gradnji, je smotrno, da naročnik zemeljske izkope iz območja nekdanjega glinokopa uporabi kot polnilo pri izgradnji poslovno obrtniške cone. Če se naročnik ne bi odločil uporabiti zemeljskih izkopov pri gradnji kot polnilo, jih je smiselno uporabiti kot polnilo pri drugih gradbenih delih in tako zagotoviti njihovo trajnostno uporabo.

5.7.2. Kemijska sestava vode

Površinska akumulacija vode

Rezultati kemijskih analiz površinske akumulacije vode kažejo, da so presežene mejne vrednosti določene z Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo za usedljive in neraztopljene snovi, kar je lahko posledica predvsem mešanja vode z usedlino /muljem v času vzorčenja vode.

Prosti klor, skupni klor in hidrazin

Glede na rezultate obarvanosti vzorcev in motnosti ocenjujemo, da so bile prvotno izmerjene visoke vsebnosti prostega klora in skupnega klora ter prisotnost hidrazina posledica sistematske napake izvedbe meritve (spektrometrijske oz. spektro - fotometrijske metode), ki zahteva izvedbo meritev nemotnih voda.

Aluminij, mangan in železo

Glede na Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo so ugotovljene stalno presežene vrednosti za aluminij, mangan in železo v celokupnih vzorcih na vseh merilnih mestih. Izmerjena vsebnost kobalta na merilnem mestu VO1 (prva serija vzorčenja) ob upoštevanju merilne negotovosti ne presega mejne vrednosti določene z Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo.

Odstopajoče vsebnosti aluminija, mangana in železa so pričakovane, saj se ti elementi značilno pojavljajo v glinenih mineralih in so tako naravnega izvora. Raztopljene oblike mikroelementov se, z izjemo barija na obeh merilnih mestih in bora na VO4 pojavljajo pod spodnjo mejo določanja analitske metode. Najvišja dovoljena koncentracija okoljskega standarda kakovosti (NDK-OSK) za bor glede na Uredbo o stanju površinskih voda ni presežena.

Prisotnost organskih snovi

Glede na Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo so ugotovljene presežene vrednosti za biokemijska potreba po kisiku – BPK5, celotni organski ogljik – TOC in kemijska potreba po kisiku – KPK. Iz rezultatov meritev so razvidne značilnosti površinske akumulacije vode obrasle z vodnim rastjem, kot posledice eutrofikacije po celotnem območju akumulacije. Izmerjene vrednosti BPK5 so tako pričakovane, visoka stopnja korelacije TOC in KPK Cr ter neraztopljenih snovi pa potrjuje ugotovitev, da med neraztopljenimi snovmi prevladujejo snovi organske narave, sposobne absorpcije med drugim tudi zvrsti kemijskih elementov, kot so aluminij, mangan in železo.

Glede na izmerjene vrednosti za BPK5 so po celotnem območju akumulacije presežene mejne vrednosti za »dobro ekološko stanje« opredeljene z Uredbo o stanju površinskih voda (Ur. l. RS št. 14/09, 98/10, 96/13 in 24/16).

Na merilnem mestu VO1 je ugotovljena enkratna prisotnost herbicida alaklor, ki ob upoštevanju merilne negotovosti ne presega najvišje dovoljene vsebnosti (NDK-OSK) določene z Uredbo o stanju površinskih voda. Alaklor je prisoten tudi na merilnem mestu VO2 v nižjih koncentracijah.

Od spojin iz sklopa policikličnih aromatskih ogljikovodikov je ugotovljena enkratna prisotnost - fluorantena ($0,018 \pm 0,005 \mu\text{g/l}$) na merilnem mestu VO3, ki ne presega NDK-OSK. V vzorcih mulja vsebnosti pesticidov in policikličnih aromatskih ogljikovodikov niso bile zaznavne.

Podzemna voda

Nitrati, pesticidi in ogljikovodiki

Na podlagi rezultatov kemijskih analiz podzemne vode je ugotovljeno, da na območje glinokopa priteka že obremenjena voda z nitrati in pesticidi zaradi kmetijskih dejavnosti v zaledju vodonosnika. Za te snovi so ugotovljene tudi presežene vrednosti standardov kakovosti določenih z Uredbo o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16). Koncentracije teh parametrov se v smeri toka podzemne vode znižujejo in na območju glinokopa ne presegajo standardov kakovosti. Vrednosti lahkihhalogeniranih ogljikovodikov so pod spodnjo mejo določanja analitske metode.

Ocena okoljskega stanja, s posebnim poudarkom na določitvi kemijske sestave vode v površinski akumulaciji

Glede na Uredbo o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15) so v vodi iz površinske akumulacije ugotovljene stalno znatno presežene vrednosti za aluminij, mangan in železo v celokupnih vzorcih, medtem ko se ti elementi v vzorcih v raztopljeni obliki pojavljajo pod spodnjo mejo določanja analitske metode.

Koncentracije ostalih mikroelementov se v vodi iz površinske akumulacije pojavljajo v sledovih. V primerjavi z izmerjenimi vrednostmi Cr, Ni, Ba in Zn v izlužkih mulja, so izmerjene vrednosti v vodi iz površinske akumulacije nižje, medtem ko so vrednosti As, Pb, Se in Cu na posameznih vzorčnih mestih nekoliko višje, vendar ne presegajo mejnih vrednosti (Uradni list RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15).

Občasno so ugotovljene tudi presežene vrednosti za biokemijska potreba po kisiku – BPK5, celotni organski ogljik – TOC in kemijska potreba po kisiku – KPK, kot posledica eutrofikacije po celotnem območju akumulacije.

Na podlagi rezultatov zaključujemo, da se voda iz površinske akumulacije lahko odvaja v Črešnjevski potok. Pri tem pa je treba odvodnjo vode iz površinske akumulacije urediti tako, da se voda predhodno prefiltrira in zagotovi dobro prezračevost vode. Pred iztokom odpadne vode v Črešnjevski potok predlagamo, da se izvaja občasni monitoring kemijskega stanja odpadne vode.

Povišanje oziroma znižanje koncentracij kemijskih parametrov v Črešnjevskem potoku bo možno oceniti šele po pridobljenih rezultatih kemijskih analiz površinske vode Črešnjevskega potoka.

Na območju površinske akumulacije vode (ocenjena površina akumulacije 12.300 m^2) je ocenjena povprečna infiltracija vode po metodi Kennesey (Geološki zavod Slovenije, 2004) na približno 130 mm/leto oz. $0,051 \text{ l/s}$, ki jo lahko glede na naravne danosti območja enačimo kot povprečno razpoložljivo količino vode, ki naj bi se odvajala v površinsko vodo. Količina padavinske vode po gradnji, ki jo bo potrebno odvajati pa je odvisna od vrste površin (utrjene, neutrjene) in načina ureditve odvodnje padavinske vode.

Na območje opuščenega glinokopa priteka že obremenjena podzemna voda s pesticidi, ki glede na

Uredbo o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16) znatno presegajo vrednosti standard kakovosti za posamezne pesticide (atrazin in njegovi razgradni produkti). Na območju opuščenega glinokopa se koncentracije znižajo in so pod standardom kakovosti.

Izmerjene vrednosti posameznih osnovnih parametrov in agresivnega CO₂ v podzemni vodi kažejo, da podzemna voda ni agresivna na beton (SIST EN 206-1). Obstaja pa možnost, da bi prišlo do izločanja železa in mangana ob stiku vode z zrakom, če bi se voda kasneje črpala za morebitno različno rabo v tehnološke namene.

6. UPORABLJENI PREDPISI IN STANDARDI

Ur. l. RS št. 37/15, 69/15 in 129/20, Uredba o odpadkih, Dostopna na spletni povezavi <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED7011>

Ur. l. RS št. 34/08 in 61/11, Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov, Dostopna na spletni povezavi <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED4791>

Ur. l. RS št. 68/96 in 41/04-ZVO-1, Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh, Dostopna na spletni povezavi <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED114>

Ur. l. RS št. 10/14, 54/15, 36/16 in 37/18, Uredba o odlagališčih odpadkov, Dostopna na spletni povezavi <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED6660>

Ur. l. RS št. 64/12, 64/14 in 98/15, Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo. Dostopna spletni povezavi: <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED6070>

Ur. l. RS št. 25/09, 68/12 in 66/16, Uredba o stanju podzemnih voda. Dostopna spletni povezavi: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED5121>

Ur. l. RS št. 14/09, 98/10, 96/13 in 24/16, Uredba o stanju površinskih voda. Dostopna spletni povezavi: <http://pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED5010>

Ur. l. RS št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15 in 51/17, Pravilnik o pitni vodi. Dostopen spletni povezavi: <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV3713>

7. LITERATURA/VIRI

Gobec, M., 2012. Ocena o kakovosti zemeljskega izkopa za namen nasipavanja zemljišč in zapolnjevanja izkopov in ocena kakovosti tal, kamor se izkop vnaša. Zavod za zdravstveno varstvo Celje. Številka poročila: 6030205-13-007.

Koroša, A. in Mali, N., 2019. Razširjenost pesticidov v vodonosniku Dravskega polja. *Geologija* 62/2, 301–319. doi: 10.5474/geologija.2019.015.

Šajn, R. in Gosar, M., 2003. Primerjava določitve vsebnosti kemičnih prvin v tleh in podstrešnem prahu po pripravi z različnimi kislinskima postopkoma. *Geologija* 46/2, 273–280. doi: 10.5474/geologija.2003.024

ARSO – Agencija RS za okolje, 2013, *ATLAS OKOLJA*. [online]. [Dostopano 15 april 2021]. Pridobljeno s: http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso

ARSO – Agencija RS za okolje, 2009, 4016 – *Murska kotlina – ocena kemijskega stanja in trendov vodnega telesa podzemne vode*. [online]. [Dostopano 15 april 2021]. Pridobljeno s: <http://www.arso.gov.si/vode/podzemne%20vode/publikacije%20in%20poro%C4%8Dila/11%20Murska%20kotlinina.pdf>

Filipović, B., Stepanović, B., Valjarević, R. 1980: Metodika hidrogeoloških istraživanja: I. Beograd:Naučna knjiga.

HÖTZL, M. (1989). *Poročilo o meritvah lege podtalnice na območju akumulacijskega prostora HEp GORNJA RADGONA in HEp APAČE, ter ugotavljanje soodvisnosti med gladino vode v reki Muri in gladino podtalnice*. Geološki zavod Ljubljana.

MIOČ, P. & MARKOVIĆ, S. *Osnovna geološka karta SFRJ*. Tolmač lista Čakovec. Ljubljana: Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko, Zagreb: Inštitut za geološka istraživanja, 1998.

MIOČ, P. & ŽNIDARČIČ, M. *Osnovna geološka karta SFRJ*. Tolmač lista Maribor in Leibnitz. Beograd: Zvezni geološki zavod, 1987.

Program geološko geotehničnih raziskav in raziskav za oceno okoljskega stanja na lokaciji opuščenega glinokopa v Gornji Radgoni (2020). E-solventa Ljubljana d.o.o.

Šegula, N. (2016). *Razvoj turizma v mestih Gornja Radgona in Bad Radkersburg* [na spletu]. Univerza v Mariboru, Filozofska fakulteta. [Dostopano 15 april 2021]. Pridobljeno s: <https://dk.um.si/IzpisGradiva.php?lang=slv&id=63467>

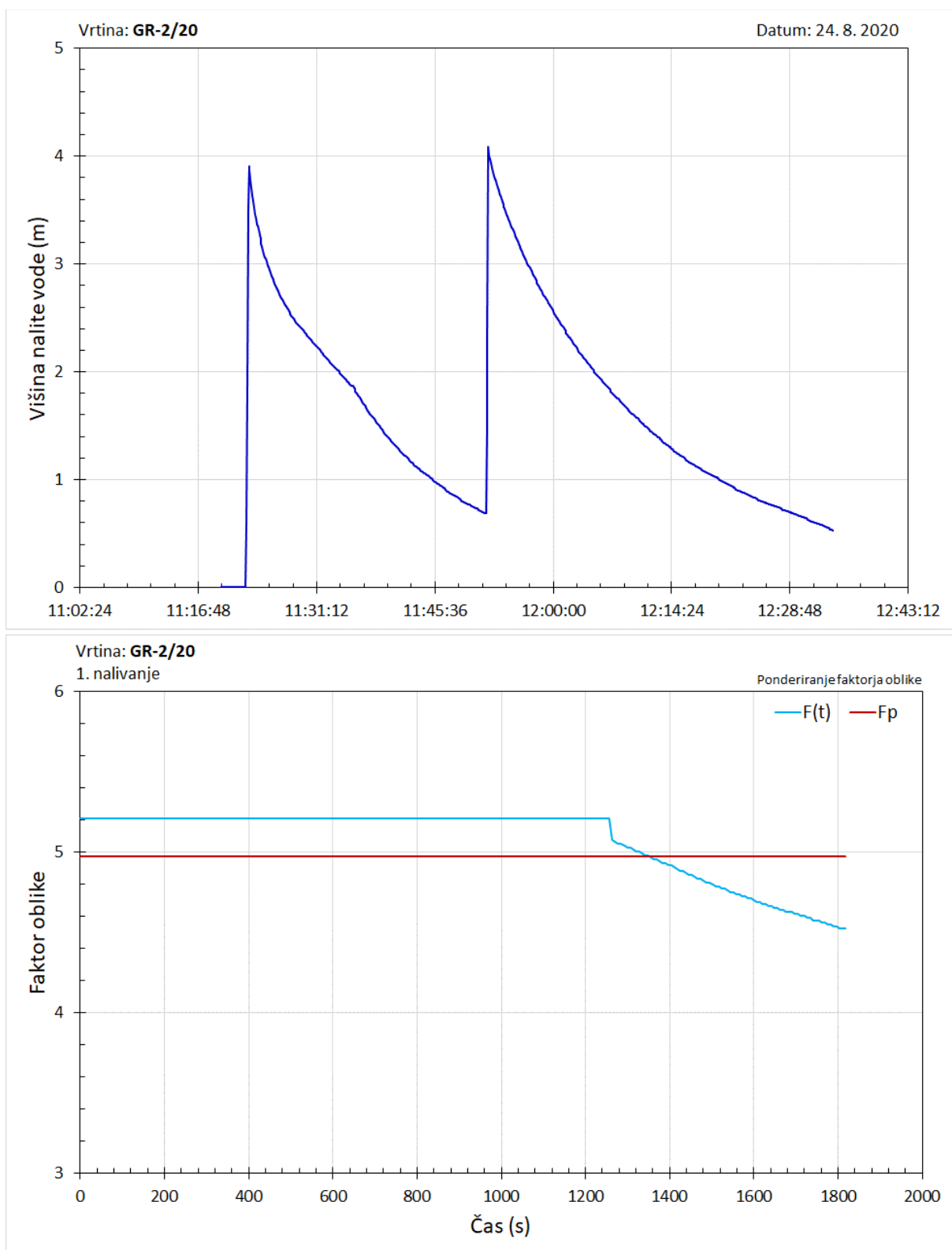
Šram, D., Rman, N., Rižnar, I., & Lapanje, A. (2015). *The three-dimensional regional geological model of the Mura-Zala Basin, northeastern Slovenia*. *Geologija*, /2(58), 139–154. <http://doi.org/10.5474/geologija.2015.011>

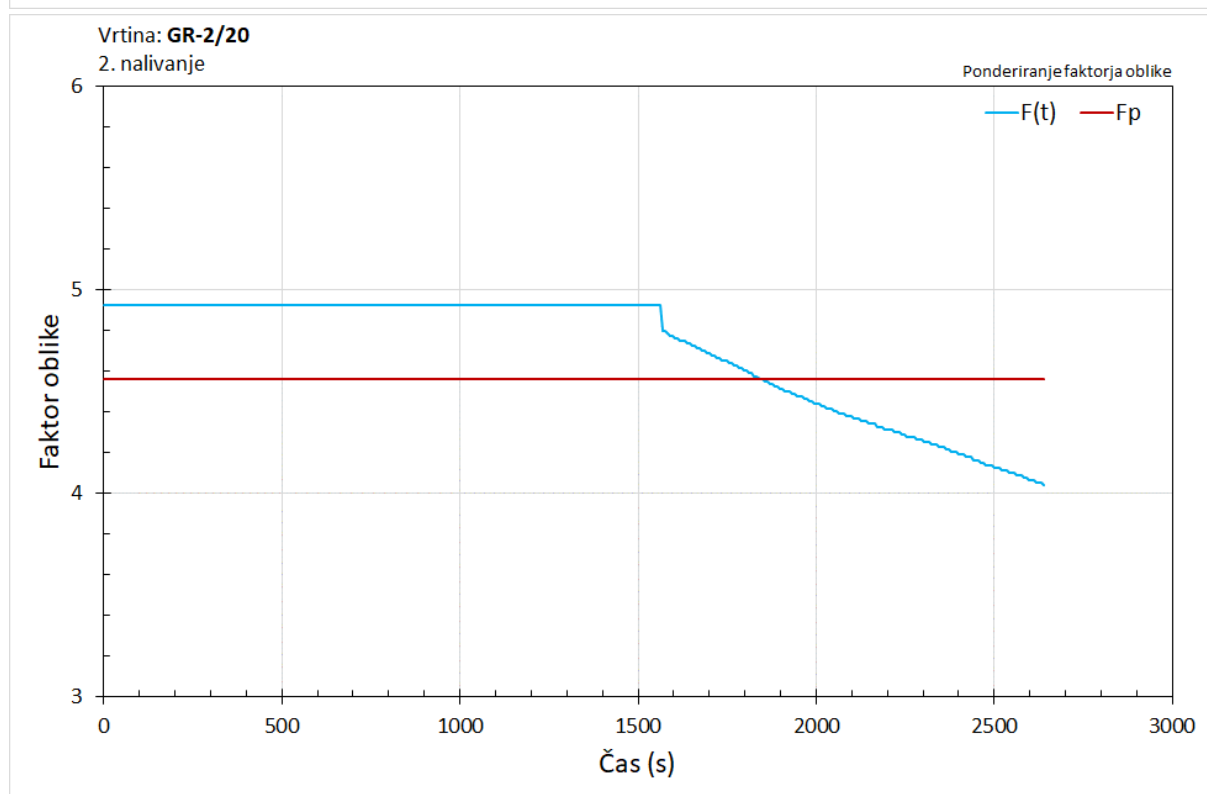
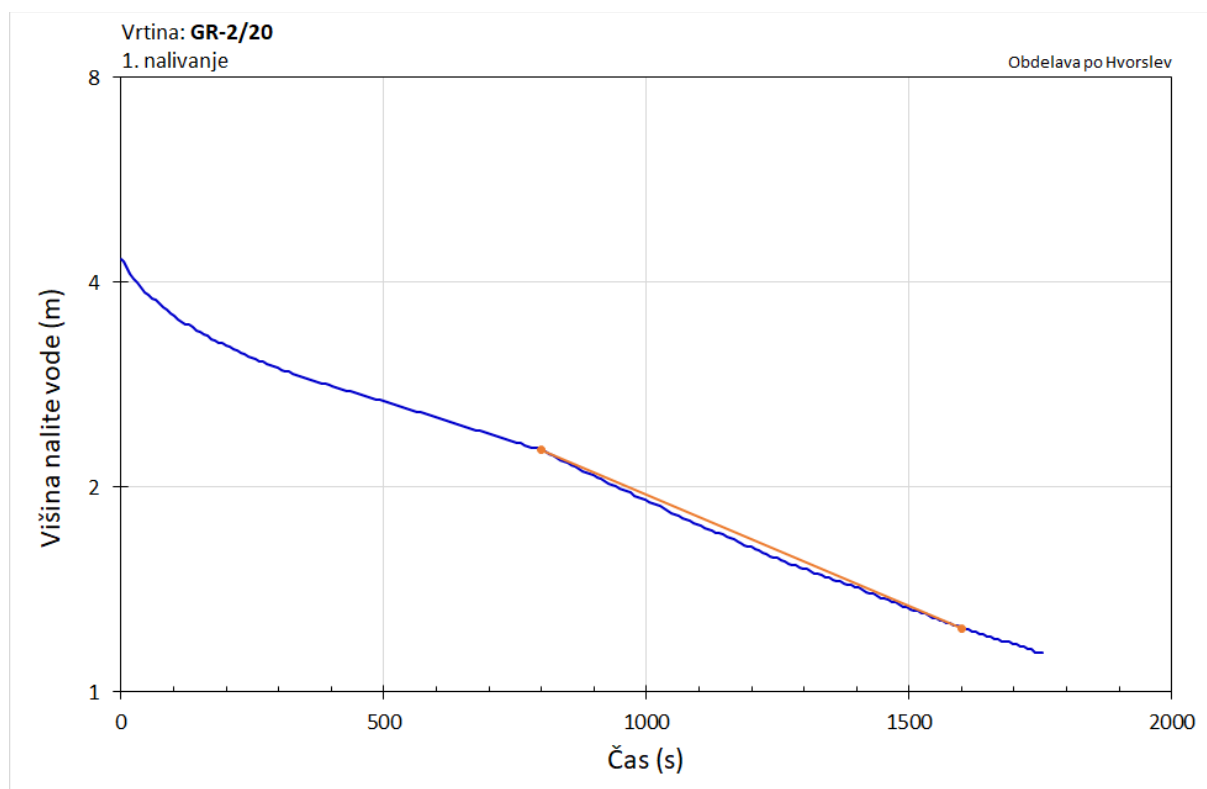
8. PRILOGE

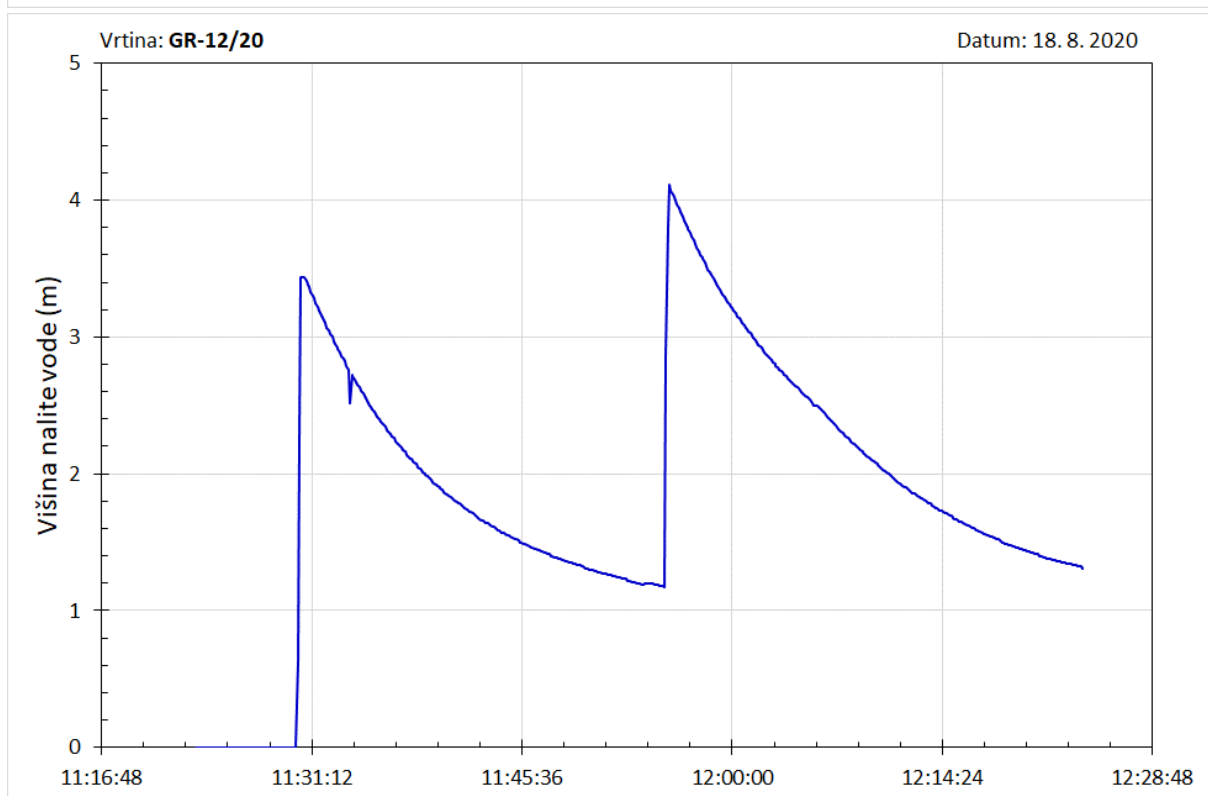
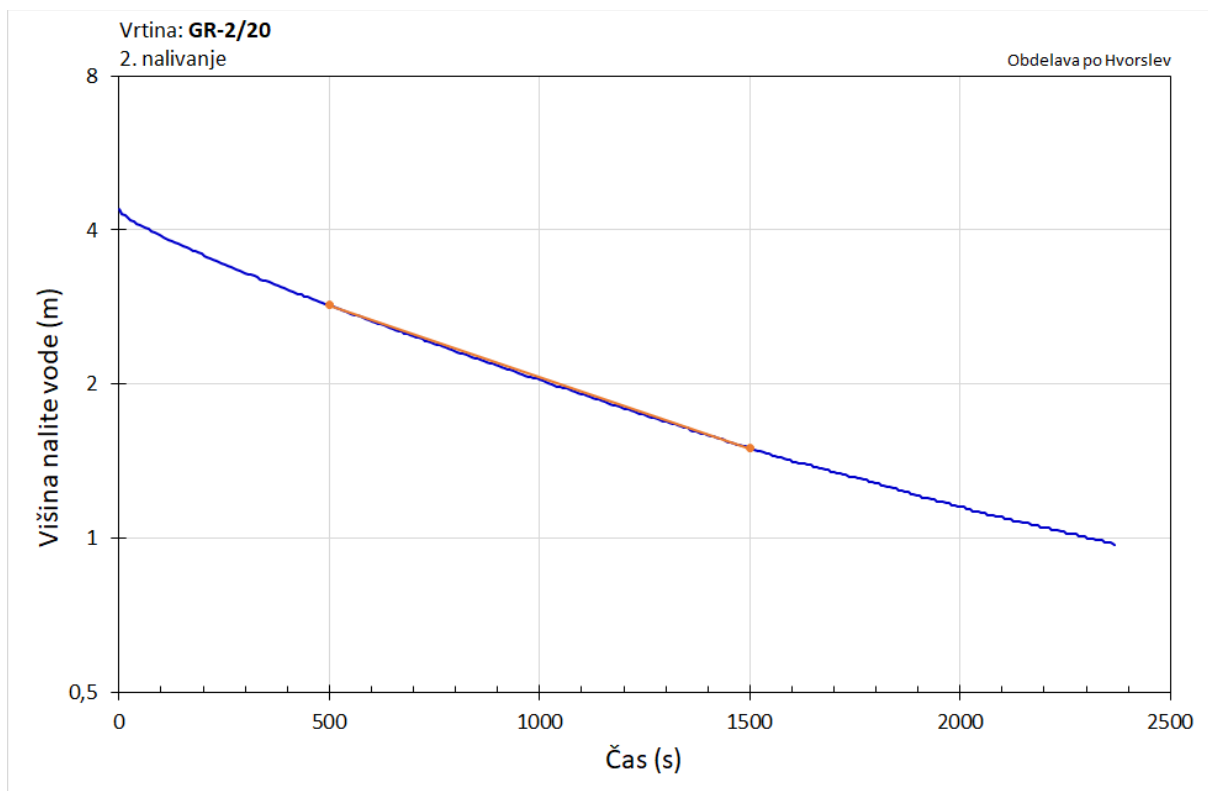
Priloga 1: Pregledna karta obravnavanega območja M 1:5000

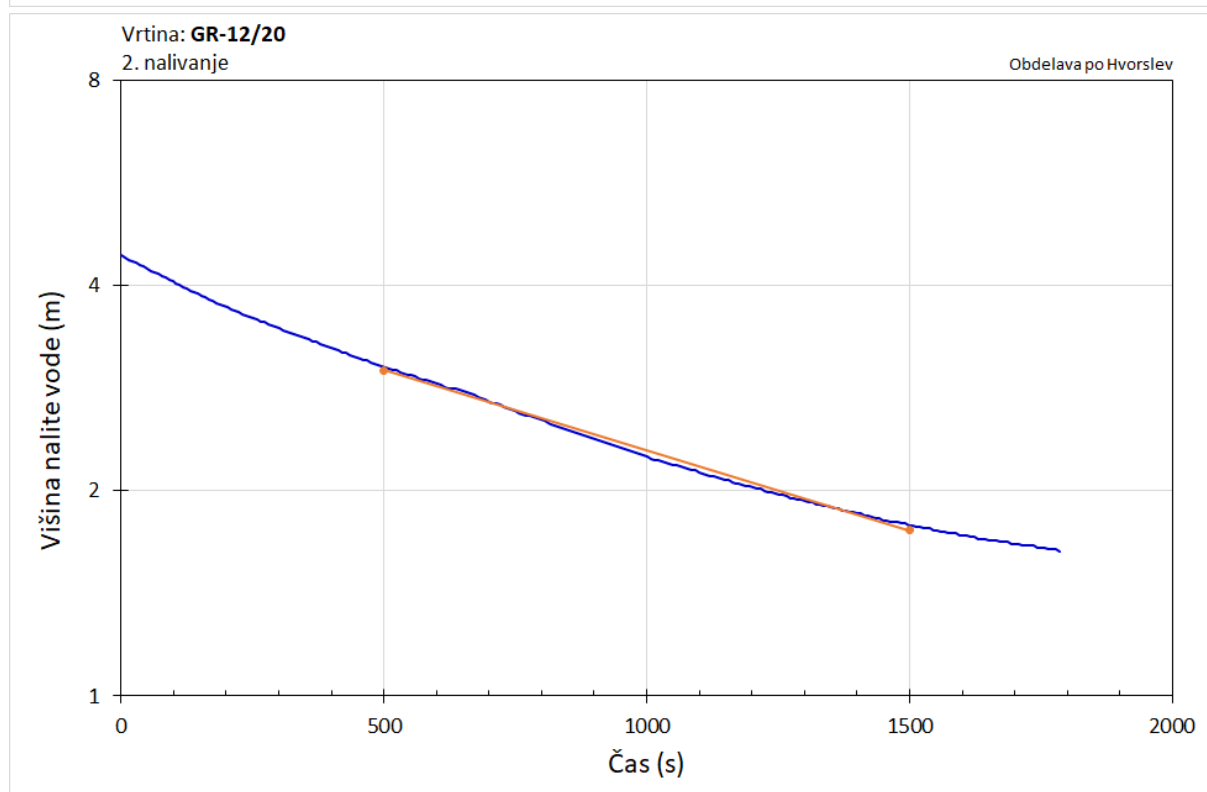
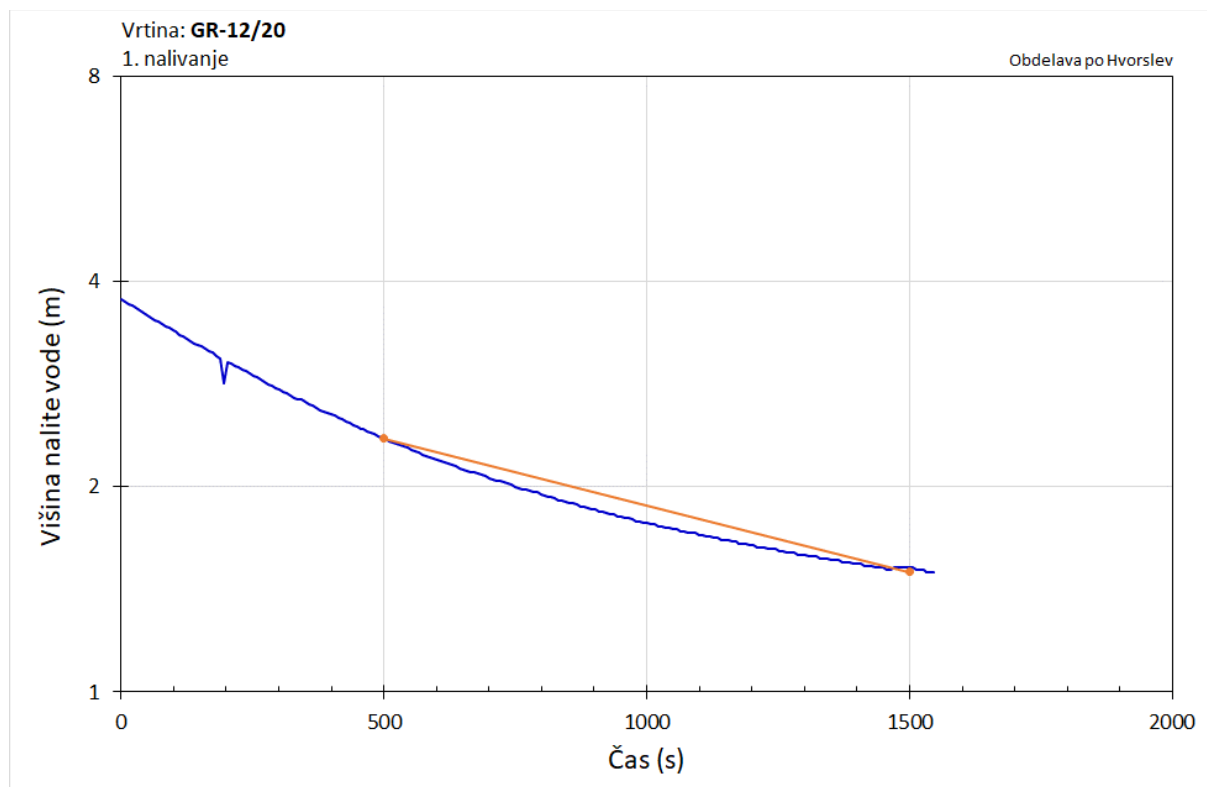
Priloga 2: Litološki in tehnični profili piezometričnih vrtin

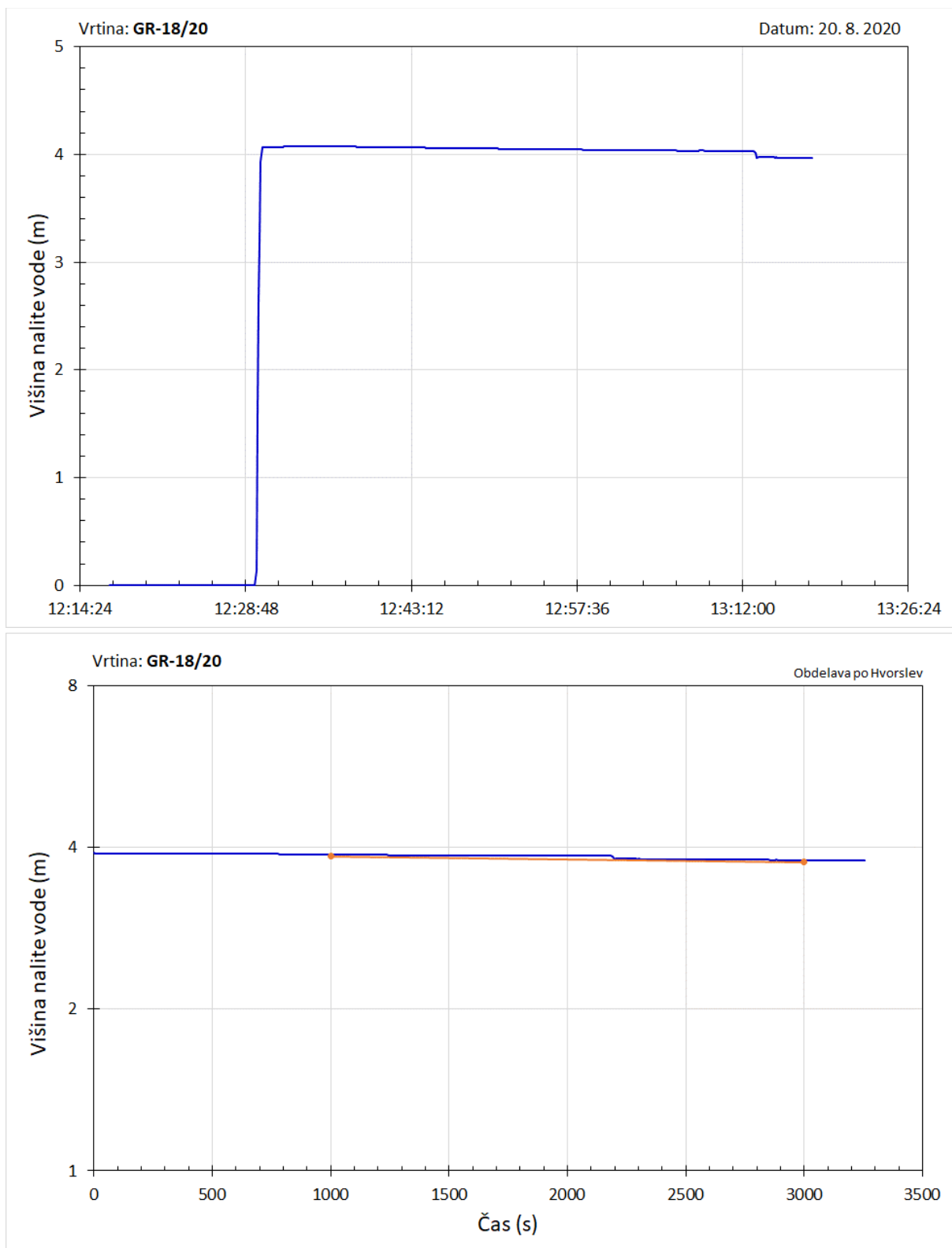
Priloga 3: Nalivalni preizkusi











Priloga 4: Lokacija hidrogeoloških profilov

Priloga 5: Hidrogeološki profili

Priloga 6: Smer toka podzemne vode na dan 24.3.2021

Priloga 7: Rezultati kemijskih analiz mulja, zemeljskih izkopov, površinske akumulacije vode in podzemne vode