

Hidrogeološko poročilo za OPPN občine Sevnica – stanovanjska soseska ob Drožanjski cesti – zahod

Končno poročilo



Ljubljana, maj 2020

Naročnik:	Gradbeni inštitut ZRMK, d.o.o., Dimičeva ulica 12, 1000 Ljubljana
Za naročnika:	Katarina Žibret <katarina.zibret@gi-zrmk.si>
Investitor:	Občina Sevnica, Glavni trg 19a, 8290 Sevnica
Za investitorja:	Dušan Markošek <dusan.markosek@obcina-sevnica.si>
Izvajalec:	GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE Dimičeva ulica 14, 1001 Ljubljana
Naročilnica:	e-pošta (7.11.2019 in 14. 4. 2020, Katarina Žibret, ZRMK)
Datum izdaje ponudbe:	2. 10. 2019 in 29.1.2020 (e-pošta)
Evidenčna številka:	631-115/2020
Število izvodov:	5
Naloga:	Hidrogeološko poročilo za OPPN Občine Sevnica - stanovanjska soseska ob Drožanjski cesti – zahod
Datum izdelave:	14. 5. 2020
Avtorji:	Matjaž Klasinc, univ. dipl. inž. geol.  Zmago Bole  dr. Ana Novak, mag. geofiz. Andrej Germovšek, dipl. inž. geol. (UN); študent GeoZS Milan Strojan
Vodja projekta:	Matjaž Klasinc, univ. dipl. inž. geol. 
Vodja organizacijske enote Podzemne vode – hidrogeologija:	dr. Nina Rman, univ. dipl. inž. geol.
Direktor:	dr. Miloš Bavec, univ. dipl. inž. geol. 
Ključne besede:	Prostorski načrt, hidrogeologija, podzemna voda, vrtine, črpalni preizkus, nalivalni preizkus



Slika na naslovnici: Območje OPPN, globel nad objektom Drožanjska cesta 94 (30.4.2040).

VSEBINA

1. UVOD	1
2. TERENSKÉ MERITVE	3
2.1. Vrtina DR-2P/19.....	3
2.1.1. Tehnični popis vrtanja vrtine DR-2P/19.....	3
2.1.2. Aktivacija vrtine DR-2P/19.....	3
2.1.3. Ureditev ustja vrtine DR-2P/19	3
2.1.4. Nalivalna preizkusa v vrtini DR-2P/19.....	4
2.1.5. Črpalni preizkus v vrtini DR-2P/19.....	6
2.2. Vrtina DR-3P/19.....	8
2.2.1. Tehnični popis vrtanja vrtine DR-3P/19.....	8
2.2.2. Aktivacija vrtine DR-3P/19.....	8
2.2.3. Ureditev ustja vrtine DR-3P/19	9
2.2.4. Črpalni preizkus v vrtini DR-3P/19.....	9
2.3. Vrtina DR-4P/19.....	13
2.3.1. Tehnični popis vrtanja vrtine DR-4P/19.....	13
2.3.2. Aktivacija vrtine DR-4P/19.....	13
2.3.3. Ureditev ustja vrtine DR-4P/19	13
2.3.4. Nalivalni preizkus v vrtini DR-4P/19	13
2.4. Vrtina DR-7P/20.....	16
2.4.1. Tehnični popis vrtanja vrtine DR-7P/20.....	16
2.4.2. Aktivacija vrtine DR-7P/20.....	16
2.4.3. Ureditev ustja vrtine DR-7P/20	17
2.4.4. Nalivalni preizkus v vrtini DR-7P/20	17
2.5. Vrtina DR-8P/20.....	20
2.5.1. Tehnični popis vrtanja vrtine DR-8P/20.....	20
2.5.2. Aktivacija vrtine DR-8P/20.....	20
2.5.3. Ureditev ustja vrtine DR-8P/20	21
2.5.4. Črpalni preizkus v vrtini DR-8P/20.....	21
2.6. Izvedba izkopov	25
2.6.1. Izkop SI-1	25
2.6.2. Izkop SI-2	26
2.6.3. Izkop SI-3	27
2.6.4. Izkop SI-4	28

2.6.5. Izkop SI-5.....	30
2.6.6. Izkop SI-6.....	30
2.6.7. Izkop SI-7.....	31
3. MONITORING MERITEV VODE V VRTINAH	32
4. PREGLED SISTEMA DRENAŽ GRIČKA DROŽANJSKA IN HIDROGEOLOŠKI OGLED OBMOČJA	47
4.1. Jašek M D96.....	47
4.2. Jašek M 2.2-1 (Drožanjska 96)	48
4.3. Jašek M 2.2-2 (Drožanjska 98)	48
4.4. Jašek M 2.2-3 (Drožanjska 100)	49
4.5. Jašek M 2.2-4 (»Južna drenaža«)	50
4.6. Jašek M 2-7 (Severna drenaža)	51
4.7. Jašek M 2-8 (Drožanjska 90)	52
4.8. Jašek M 2-9 (Drožanjska 92)	52
4.9. Jašek M 2-10 (Drožanjska 90)	52
4.10. Jašek M 2-11 (Drožanjska 88)	53
4.11. Jašek M 2-12 (Drožanjska 86 - ni še zgrajena)	54
4.12. Jašek M 2-13 (Igrišče)	54
4.13. Jašek M1.2-1 (Križišče spodnji).....	56
4.14. Jašek M1.2-2 (Križišče zgornji).....	56
4.15. Jašek M1.2-3	56
4.16. Jašek M1.2-4	57
4.17. Jašek M1.2-5	58
4.18. Udornica pri znaku prepovedan promet	58
4.19. Območje pojavov vode zahodno od objekta Drožanjska 94	59
4.20. Območje pojavljanja vode ob cesti nad plazom	60
4.21. Plaz ob cesti južno od območja OPPN	61
4.22. Hidrogeološki pregled grape južno od OPPN.....	62
4.23. Izdanek laporovca pri krožnem obračališču	62
5. HIDROGEOLOŠKA ANALIZA	64
5.1. Določitev koeficientov prepustnosti	64
5.2. Rezultati	65
6. HIDROGEOLOŠKI KONCEPTUALNI MODEL	70
7. OPREDELITEV PLAZLJIVOSTI	74
7.1. Znaki aktivnega plazenja.....	74
7.2. Znaki nekdanjega plazenja.....	75

7.3. Analiza stabilnosti pregledanega območja	77
7.4. Skladnost ugotovitev s predhodnimi geomehanskimi poročili in priporočila	79
8. HIDROGEOLOŠKE SMERNICE ZA OPPN	81
8.1. Odvodnja padavinskih vod	81
8.2. Izvedba drenaž	81
8.3. Izvedba umetnih nasutij	81
8.4. Možnosti izvedbe podkletitev z upoštevanjem možnosti zamakanja v kleti	81
8.5. Zahtevne razmere v globeli zahodno od objekta Drožanjska 94	82
8.6. Zahtevnejše hidrogeološke razmere pri meji proda in lapornatih plasti – diskordanca	82
8.7. Raba plitve geotermalne energije	84
8.8. Možnosti rabe podzemne vode	84
8.9. Podrobnejše preveritve hidrogeoloških pogojev gradnje	84
9. SMERNICE ZA STABILNOST POBOČIJ	85
10. LITERATURA/VIRI	86
11. PRILOGE	87

KAZALO SLIK

Slika 1: Lokacije piezometričnih vrtin (vir karte: Atlas okolja MOP-ARSO)	1
Slika 2: Tip PVC cevi, ki so vgrajene v vse opazovalne vrtine (piezometre)	3
Slika 3: Ustje vrtine DR-2P/19	4
Slika 4: Prikaz meritev med nalivalnima preizkusoma v vrtini DR-2	5
Slika 5: Potek črpalnega preizkusa v vrtini DR-2P/19	6
Slika 6 (leva slika): Količina vode, ki smo jo uspeli prečrpati iz vrtine	6
Slika 7 (desna slika): Ustje vrtine pred vgraditvijo črpalke	6
Slika 8: Meritve med črpalnim preizkusom v vrtini DR-2P/19	7
Slika 9: Aktivacija vrtine DR-3P/19	9
Slika 10: Aktivacija vrtine DR-3P/19	9
Slika 11: Črpalni preizkus v vrtini DR-3P/19	10
Slika 12 (leva slika): Začetek črpanja: kalna voda	10
Slika 13 (desna slika): Začetek črpanja: usedline	10
Slika 14 (leva slika): Konec črpanja: rahlo kalna voda	10
Slika 15 (desna slika): Konec črpanja: malo usedlin	10
Slika 16: Prikaz meritev med črpalnim preizkusom v vrtini DR-3P/19	11
Slika 17: Nalivalni preizkus v vrtini DR-4P/19	14
Slika 18: Nalita voda v ustju vrtine DR-4P/19	14
Slika 19: Meritve med nalivalnim preizkusom v vrtini DR-4P/19	15
Slika 20: Aktivacija v vrtini DR-7P/20 z uporabo dvojnega airlifta	16
Slika 21: Ustje vrtine DR-7P/20 s ključavnico	17
Slika 22: Izvedba nalivalnega preizkusa v vrtini DR-7P/20	18

Slika 23: Prikaz meritev med nalivalnim preizkusom v vrtini DR-7P	19
Slika 24: Aktivacija vrtine DR-8P/20 z dvojnim airliftom	20
Slika 25: Ureditve ustja vrtine DR-8P/20.....	21
Slika 26: Potek črpalnega preizkusa v vrtini DR-8P/20.....	22
Slika 27: Ročne meritve fizikalno kemijskih parametrov podzemne vode.....	22
Slika 28: Prikaz meritev med črpalnim preizkusom v vrtini DR-8P/20.....	23
Slika 29: Lokacija izvedbe izkopa SI-1	25
Slika 30: Dotoki vode na izkopu SI-1	26
Slika 31: Material iz izkopa SI-2 (desno)	27
Slika 32: Izkop SI-2 (levo)	27
Slika 33: Omočeno mesto v izkopu SI-3	28
Slika 34: Lokacija izkopa SI-4.....	29
Slika 35: Izkop SI-4	29
Slika 36: Izkop SI-5	30
Slika 37: Lokacija izkopa SI-6.....	30
Slika 38: Ostanek školjke v plasti mastne gline, na globini med 1,5 in 4,5 m (desno)	31
Slika 39: Izkop SI-6 (levo)	31
Slika 40: Izkop SI-7	31
Slika 41: Monitoring gladine podzemne vode v vrtini DR-2P/19.....	33
Slika 42: Monitoring temperature podzemne vode in gladine podzemne vode v vrtini DR-2P/19 gladina podana od površja tal	34
Slika 43: Monitoring gladine in elektroprevodnosti podzemne vode v vrtini DR-2P/19	35
Slika 44: Monitoring gladine podzemne vode v vrtini DR-3P/19	36
Slika 45: Monitoring temperature podzemne vode in gladine podzemne vode v vrtini DR-3P/19 gladina podana od površja tal	37
Slika 46: Monitoring gladine in elektroprevodnosti podzemne vode v vrtini DR-3P/19	38
Slika 47: Monitoring gladine podzemne vode v vrtini DR-4P/19	39
Slika 48: Monitoring temperature podzemne vode in gladine podzemne vode v vrtini DR-4P/19 gladina podana od površja tal	40
Slika 49: Monitoring gladine podzemne vode v vrtini DR-7P/20	41
Slika 50: Monitoring temperature podzemne vode in gladine podzemne vode v vrtini DR-7P/20 gladina podana od površja tal	42
Slika 51: Monitoring gladine in elektroprevodnosti podzemne vode v vrtini DR-7P/20	43
Slika 52: Monitoring gladine podzemne vode v vrtini DR-8P/20	44
Slika 53: Monitoring temperature podzemne vode in gladine podzemne vode v vrtini DR-8P/20 gladina podana od površja tal	45
Slika 54: Monitoring gladine in elektroprevodnosti podzemne vode v vrtini DR-8P/20	46
Slika 55 (leva slika): Vhod v podkleten objekt, kjer se nahaja jašek	47
Slika 56 (desna slika): Odprt podkleten objekt, jašek označen s puščico	47
Slika 57: Tok vode skozi drenažno cev jaška M D96.....	47
Slika 58 (leva slika): Pokrov jaška M 2.2-1	48
Slika 59 (desna slika): Notranjost jaška M 2.2-1	48
Slika 60 (leva slika): Odprt pokrov jaška M 2.2-2	49
Slika 61 (desna slika): Notranjost jaška M 2.2-2	49
Slika 62 (leva slika): Odprt pokrov jaška M 2.2-3	49

Slika 63 (desna slika): Notranjost jaška M 2.2-3	49
Slika 64 (leva slika): Odprt pokrov jaška M 2.2-4.....	50
Slika 65 (desna slika): Notranjost jaška M 2.2-4.....	50
Slika 66: Sledovi usedlin zemljine in hribine na območju krožišča pri Drožanjska 99a; vidno na Atlas okolja in PISO (DOF 2017-2019).	51
Slika 67 (leva slika): Pokrov jaška M 2-7	51
Slika 68 (desna slika): Odprt pokrov jaška M 2-7 s posodico za merjenje pretoka	51
Slika 69: Notranjost jaška M 2-7	51
Slika 70 (leva slika): Odprt jašek M 2-8.....	52
Slika 71 (desna slika): Notranjost jaška M 2-8.....	52
Slika 72 (leva slika): Odprt jašek M 2-9.....	52
Slika 73 (desna slika): Notranjost jaška M 2-9.....	52
Slika 74 (leva slika): Odprt jašek M 2-10.....	53
Slika 75 (desna slika): Notranjost jaška M 2-10.....	53
Slika 76 (leva slika): Odprt jašek M 2-11.....	54
Slika 77 (desna slika): Notranjost jaška M 2-11.....	54
Slika 78 (leva slika): Jašek M 2-12 (spodaj), kramp je na njem.....	54
Slika 79 (desna slika): Notranjost jaška M 2-12.....	54
Slika 80 (leva slika): Odpiranje jaška M 2-13	55
Slika 81 (desna slika): Notranjost jaška M 2-12 – gruščnate usedline.....	55
Slika 82 (leva slika): Najverjetnejši izvor usedlin v jašku	55
Slika 83 (leva slika): Odpiranje jaška M1.2-1	56
Slika 84 (desna slika): Notranjost jaška križišče spodnji	56
Slika 85: Položaj jaška M1.2-2	56
Slika 86 (leva slika): Položaj jaška M1.2-3.....	57
Slika 87 (desna slika): Notranjost jaška M1.2-3.....	57
Slika 88 (leva slika): Položaj jaška M1.2-4.....	57
Slika 89 (desna slika): Notranjost jaška M1.2-4.....	57
Slika 90 (leva slika): Odprt jašek M D1.2-5	58
Slika 91 (desna slika): Notranjost jaška M1.2-5.....	58
Slika 92 (desna slika): Notranjost jaška M1.2-5.....	58
Slika 93: Položaj udornice pri znaku za prepovedan promet.....	59
Slika 94: Kanal udornice	59
Slika 95: Pobočje nad udornico, slika iz Google street view, slikano pred nastankom udornice.....	59
Slika 96 (leva slika): Mesto občasnega pojavljanja vode ob padavinah-ožje območje večjega pojavljanja	60
Slika 97 (desna slika): Pogled na mesto občasnega pojavljanja vode z zahodne strani	60
Slika 98: Globel nad objektom Drožanjska 94 z označenim mestom pojavljanja vode.	60
Slika 99 (leva slika): Pojavljanje vode-presihajoč izvir ob asfaltirani cesti na Grič Drožanjska	61
Slika 99 (desna slika): Odvodnja pojavljanja vode ob cesti na grič Drožanjska	61
Slika 100: 4.21. Plaz ob cesti južno od območja OPPN.....	61
Slika 101 (leva slika): Izrazita morfološka oblika grape južno od OPPN (Lidar-ARSO)	62
Slika 102 (desna slika): Prodniki in kosi gruščja ter laporovca v grapi	62
Slika 103: Grapa z vodotokom južno od območja OPPN	62
Slika 104: Izdanek laporovca pri krožnem obračališču	63

Slika 105: Graf interpretacije za določitev koeficienta prepustnosti v vrtini DR-2P/19	67
Slika 106: Opazovanje znižanja pri nalivalnih preizkusih v vrtini DR-2P/19	67
Slika 107: Graf (1) interpretacije za določitev koeficienta prepustnosti v vrtini DR-4P/19.....	68
Slika 108: Graf (2) interpretacije za določitev koeficienta prepustnosti v vrtini DR-4P/19.....	68
Slika 109: Graf interpretacije za določitev koeficienta prepustnosti v vrtini DR-7P/20	69
Slika 110: Poenostavljen hidrogeološki konceptualni model območja OPPN Drožanjska zahod	70
Slika 111: Karta rezultatov hidrogeoloških meritev iz dne 24. 4. 2020.....	73
Slika 112: Nagnjena drevesa v bližini vrtine DR-3P/19; zgoraj pogled proti jugu (slikano v bližini GKY 524360; GKX: 96635), spodaj pogled proti severu (slikano v bližini GKY 524360; GKX: 96620).	75
Slika 113: Primeri morfoloških stopenj v sadovnjaku (zgoraj: slikano v bližini GKY 524360; GKX 96720) in na travniku (spodaj: slikano v bližini GKY 524395; GKX 96840). Zgornji rob stopnje je označen z rdečimi puščicami.	76
Slika 114: Izrazita polkrožna morfološka stopnja, ki je označena z rdečimi puščicami (slikano v bližini GKY 524400; GKX 96530).....	77
Slika 115: Karta plazljivosti območja OPPN Drožanjska zahod (vir lidarske podlage: Atlas okolja MOP - ARSO).	78
Slika 116: Primer stabilnega območja (slikano v bližini GKY 524410; GKX 96475).	79
Slika 117: Opredelitev rdečega območja, kjer gradnje stanovanjskih stavb ne priporočamo (zahtevne hidrogeološke razmere) in opredelitev rumenega območja, kjer so možnosti za gradnjo objektov zahtevnejše in je potrebno še posebej upoštevati lastnosti objektov in hidrogeološke razmere	83

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Koordinate merilnih mest	1
Preglednica 2 : Meritve fizikalno-kemijskih parametrov in črpalne količine med črpalnim preizkusom na vrtini DR-3P/19	12
Preglednica 3: Potek črpalnega preizkusa v vrtini DR-3P/19	12
Preglednica 4: Ročne meritve fizikalno kemijskih parametrov podzemne vode v vrtini DR-8P/20.....	24
Preglednica 5: Potek črpalnega preizkusa v vrtini DR-8P/20	24
Preglednica 6: Meritve gladine vode v geomehanskih vrtinah	32
Preglednica 7: Vhodni parametri in rezultati izračuna koeficienta prepustnosti črpalnega preizkusa..	65

KAZALO PRILOG

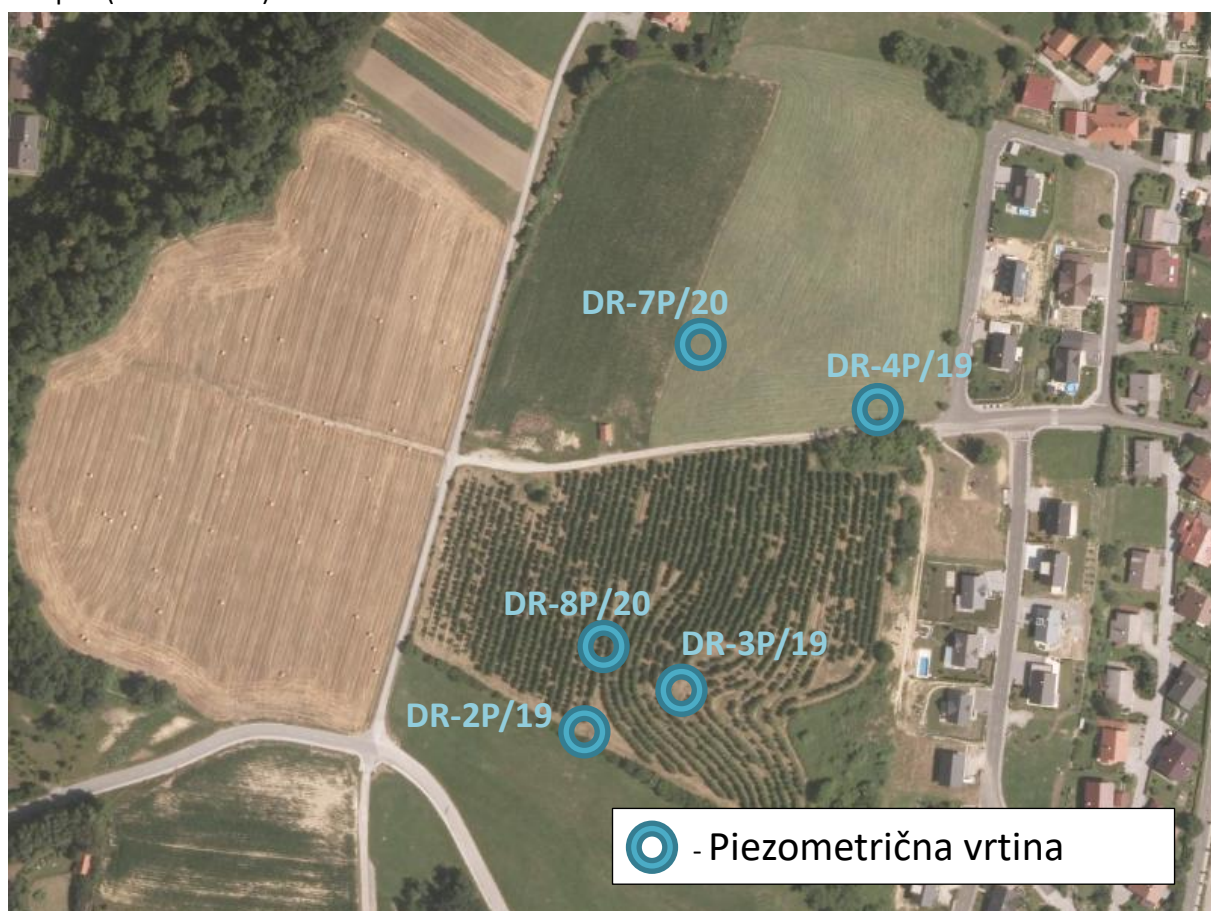
Priloga 1: Hidrogeološki profili vrtin

Digitalna priloga: Karta plazljivosti območja OPPN Drožanjska zahod (Sevnica) v GIS formatu z metapodatkovnim opisom

1. UVOD

Občina Sevnica načrtuje poselitev območja zahodno od obstoječe Drožanjske ceste (Slika 1), kjer je predvidena pozidava s šolo, domom za starejše občane, oskrbovanimi stanovanji in individualnimi stanovanjskimi objekti. Območje se nahaja na gričevnatem terenu s splošnim vpadom pobočja proti vzhodu. Namen izdelave tega poročila je opredeliti hidrogeološke razmere in pogoje gradnje vključno s smernicami odvodnavanja. To poročilo je del geološko-geotehničnega elaborata za OPPN občine Sevnica – stanovanjska soseska ob Drožanjski cesti – zahod.

Terenska dela so obsegala izdelavo pet piezometričnih vrtin (7.11.2019 – 11.11.2019 in 21. 2. 2020) v katerih smo izvedli tri nalivalne in tri črpalne preizkuse. Spremljavo smo izvajali tudi pri kopanju sedmih izkopov (25. 11. 2019).



Slika 1: Lokacije piezometričnih vrtin (vir karte: Atlas okolja MOP-ARSO)

Vse vrtine so izvedene na območju OPPN v katastrski občini Sevnica. Vrtine DR-2P/19 in DR-3P/19 in DR-8P ležijo na parceli 568/1. Vrtini DR-4P/19 in DR-7P ležita na parceli 570/1.

Preglednica 1: Koordinate merilnih mest

Ime objekta	Tip objekta		GKY	GKX	Z ustja (m n. m.)	Z površja (m n. m.)	Vir:
DR-2P/19	Piezometer	in	524319,02	96600,96	230,8	230,48	Geodetski GPS, ZRMK
DR-3P/19	geomehanska vrtina						
DR-3P/19	Piezometer	in	524366,99	96617,99	226,04	225,71	Geodetski GPS, ZRMK
DR-3P/19	geomehanska vrtina						
DR-4P/19	Piezometer	in	524448,86	96740,41	219,19	218,86	Geodetski GPS, ZRMK
DR-4P/19	geomehanska vrtina						

DR-7P/20	Piezometer geomehanska vrtina	in	524370,82	96774,83	234,985	234,61	Geodetski GPS, ZRMK
DR-8P/20	Piezometer geomehanska vrtina	in	524330,04	96640,04	231,3	230,94	Geodetski GPS, ZRMK

V vse piezometrične vrtine smo vgradili avtomatske sonde za meritve položaja gladine vode in temperature vode. V vrtinah DR-2/19 in DR-3/19 avtomatski sondi merita tudi elektroprevodnost vode, vse sonde so last GeoZS in bodo predvidoma vgrajene še najmanj en mesec.

Pregled stabilnosti/plazovito območja smo izvedli 31. 3. 2020. Pregled obstoječega drenažnega sistema ob Drožanjski cesti smo izvedli 30. 4. 2020.

2. TERENSKE MERITVE

2.1. Vrtina DR-2P/19

2.1.1. Tehnični popis vrtanja vrtine DR-2P/19

Vrtanje vrtine se je pričelo dne 8. 11. 2019. Vrtina je bila izvrtana z metodo jedrovanja. Do globine 5 m se je vrtalo z jedrnikom premera 143 mm in do končne globine 8 m z jedrnikom premera 128 mm. Med vrtanjem je bila vrtina začasno zacevljena s tehnično kolono premera 143 mm do globine 6 m.

Vrtina je bila opremljena kot opazovalna vrtina (piezometer). Zacevljena je bila z vodnjaškimi PVC DN 100 cevmi in sicer:

- 0 - 5 m: polna PVC DN 100 cev
- 5 – 8 m: filtrska PVC DN 100 cev s čepom na dnu

PVC cevi imajo notranji premer 103 mm in zunanji premer 115 mm.



Slika 2: Tip PVC cevi, ki so vgrajene v vse opazovalne vrtine (piezometre)

2.1.2. Aktivacija vrtine DR-2P/19

Preizkus aktivacije, iznosa vode ter usedlin smo izvedli 11. 11. 2019. Uporabili smo dvojni airlift, a je bil neuspešen, ker do bili dotoki v vrtino in višina vodnega stolpca premajhni.

2.1.3. Ureditev ustja vrtine DR-2P/19

Okoli zacevljenega dela vrtine je bil izkopen jašek premera okoli 0,5 m in globine do približno 0,3 m. Vanj se je čez PVC cev vgradilo železno ustje s ključavnico in se jašek zalilo z betonom. Ustje sega 0,32 m nad površje.

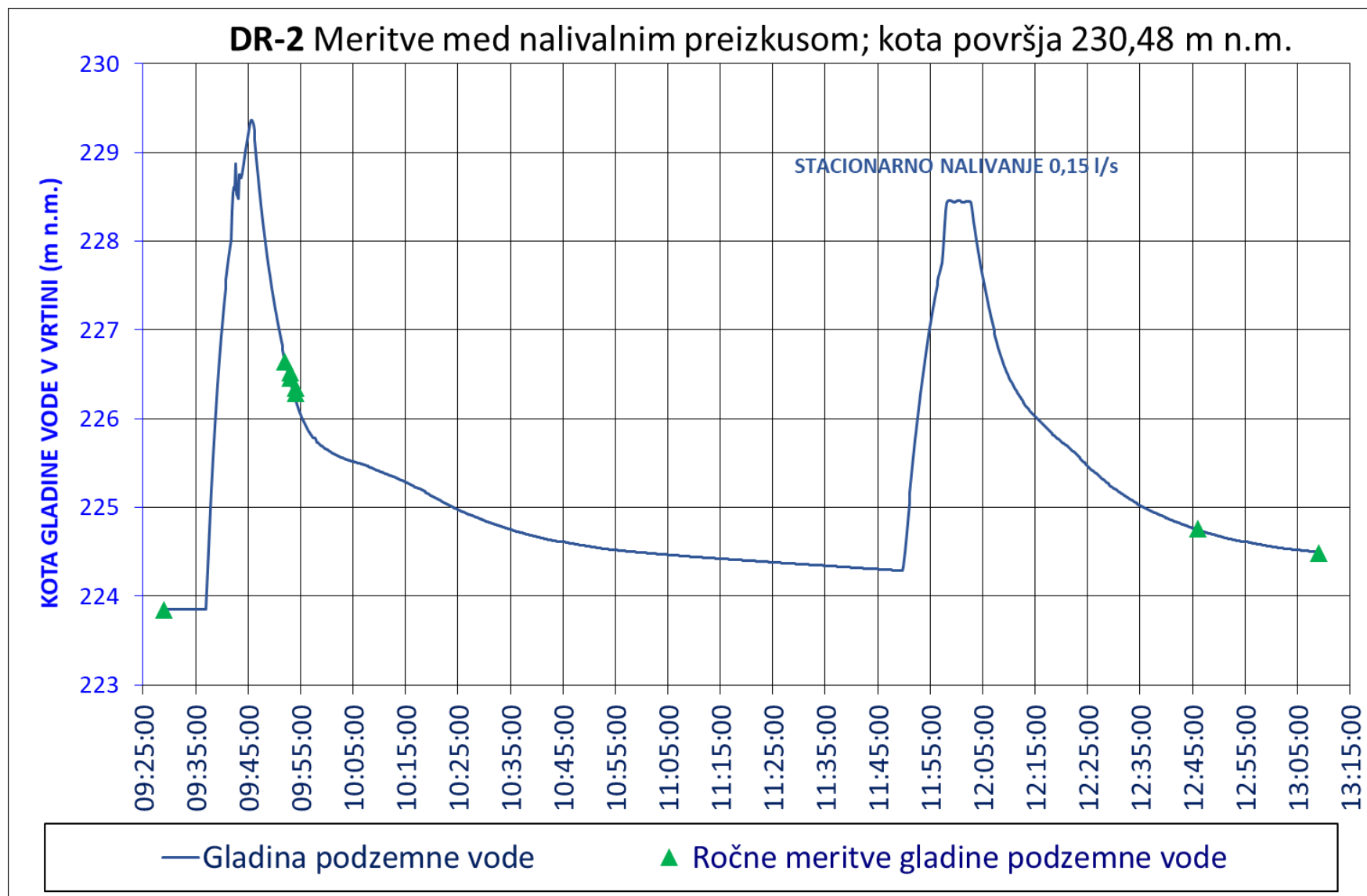


Slika 3: Ustje vrtine DR-2P/19

2.1.4. Nalivalna preizkusa v vrtini DR-2P/19

V vrtini DR-2P smo dne 12. 12. 2019 izvedli dva nalivalna preizkusa. Prvi nalivalni preizkus smo izvedli ob 9:37 uri. Na globino približno 8 m od ustja smo vgradili 0,5 barsko tlačno sondo, registrator podjetja Eltratec pa je podatke zapisoval z vzorčnim časom 10 sekund. Vodo smo nalivali iz 55 l sodov. Med nalivanjem je sonda zapisovala dvig vode v vrtini. Prvi nalivalni preizkus smo zaključili ob 9:45 uri, pri katerem je maksimalni dvig vode nad začetno gladino znašal 5,51 m. Sledilo je opazovanje upada gladine podzemne vode.

Drugi nalivalni preizkus smo izvedli pri enakih pogojih, ob 11:49 uri. Vodo smo prav tako nalivali iz 55 l sodov, s tem, da smo od 11:58 do 12:02 ure dosegli stacionarni nivo vode. Pri stabilizaciji smo vodo nalivali s količino 0,15 l/s. Ob 12:03 smo z nalivanjem vode prenehali, maksimalni dvig vode nad začetno gladino je znašal 4,17 m. Po končanem nalivalnem preizkusu je sledilo opazovanje znižanja gladine podzemne vode.



Slika 4: Prikaz meritev med nalivalnima preizkusoma v vrtini DR-2

2.1.5. Črpalni preizkus v vrtini DR-2P/19

V vrtini DR-2P smo dne 5. 3. 2020 izvedeli črpalni preizkus. Prehodnost vrtine smo izmerili na 8,265 m od železnega ustja vrtine. V vrtino smo vgradili sondo Eltratec na globino 8,25 m od železnega ustja vrtine in 2" potopno črpalko, ki smo jo spustili do dna. Kontrolno meritev GPV smo izmerili pred začetkom črpalnega preizkusa, ko sta bili v vrtini že vgrajena sonda in črpalka. Ob 12:18 je bila GPV na globini 7,45 m od ustja.

Ob 12:20 smo pričeli s črpanjem vode iz vrtine. Zaradi izredno nizkega vodnega stolpca v vrtini smo črpalni preizkus končali ob 12:25. Skupno smo iz vrtine načrpali približno 2 litra močno motne vode.

Po končanem črpalnem preizkusu smo v vrtini opazovali dvig GPV.

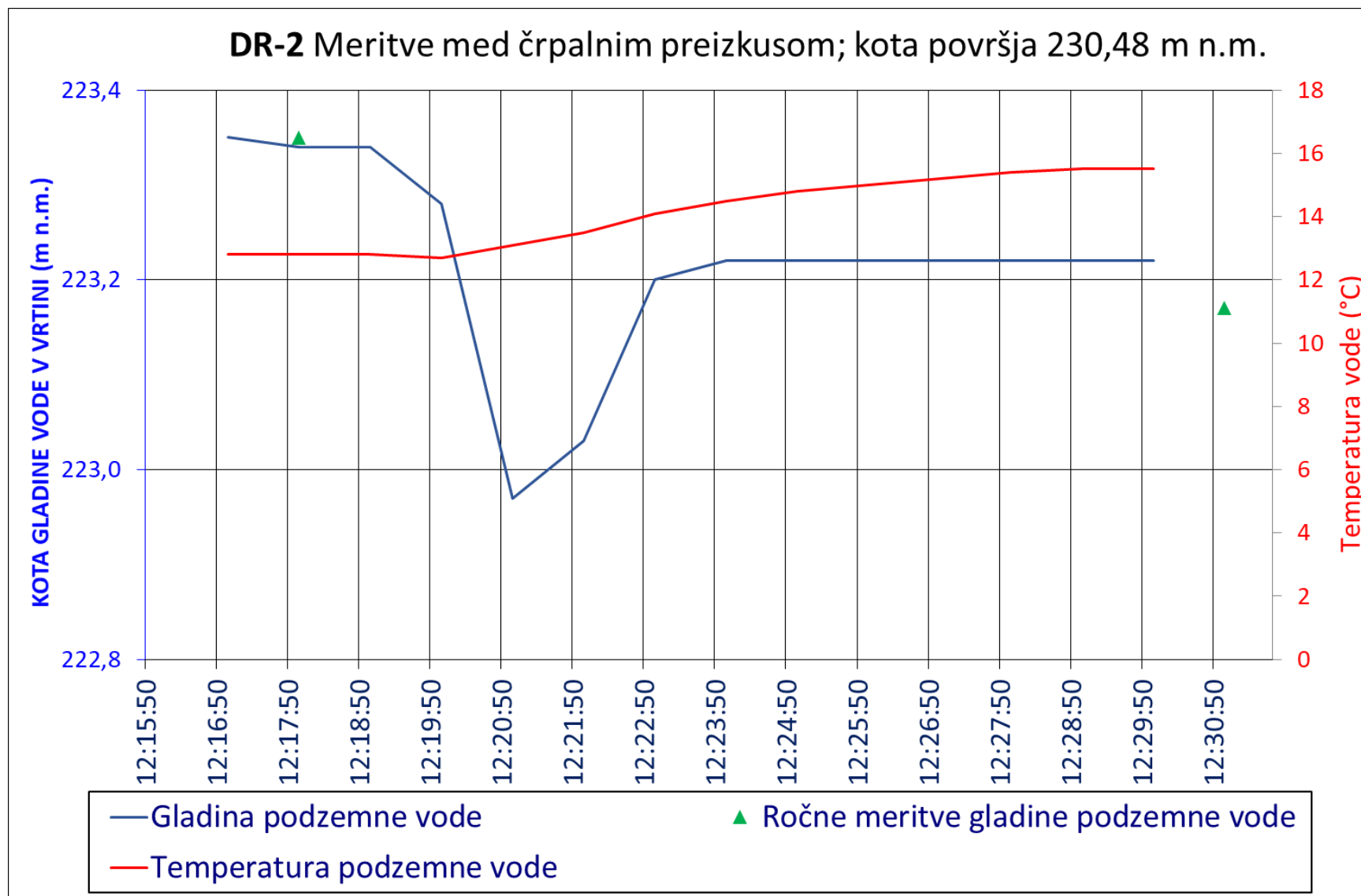


Slika 5: Potek črpalnega preizkusa v vrtini DR-2P/19



Slika 6 (leva slika): Količina vode, ki smo jo uspeli prečrpati iz vrtine

Slika 7 (desna slika): Ustje vrtine pred vgraditvijo črpalke



Slika 8: Meritve med črpalnim preizkusom v vrtini DR-2P/19

2.2. Vrtina DR-3P/19

2.2.1. Tehnični popis vrtanja vrtine DR-3P/19

Vrtanje vrtine se je pričelo 9. 11. 2019. Vrtina je bila izvrtana z metodo jedrovanja. Do globine 4 m se je vrtalo z jedrnikom premera 143 mm in do končne globine 8 m z jedrnikom premera 128 mm. Med vrtanjem je bila vrtina do globine 5 m zacevljena s tehnično kolono premera 143 mm in do globine 7 m s tehnično kolono premera 128 mm.

Vrtina je bila opremljena kot opazovalna vrtina (piezometer). Zacevljena je bila z vodnjaškimi PVC DN 100 cevmi in sicer:

- 0 – 2 m: polna PVC DN 100 cev
- 2 – 5 m: filtrska PVC DN 100 cev
- 5 – 7 m: polna PVC DN 100 cev
- 7 – 8 m: polna PVC DN 100 cev; usedalnik s čepom

PVC cevi imajo notranji premer 103 mm in zunanji premer 115 mm.

2.2.2. Aktivacija vrtine DR-3P/19

Po zacevitvi in vgradnji ustja je 11. 11. 2019 sledila aktivacija vrtine s kompresorjem, in sicer s kombinacijo enojnega in dvojnega airlifta, skupno 2 uri. Enojni airlift je bil učinkovit samo pri začetnem delu čiščenja, kajti takoj ko se je stolpec vode v vrtini zmanjšal na višino le 2 m, je bilo vrtino možno aktivirati le še z dvojnim airliftom. Saprnico smo premikali predvsem po usedalniku v smeri od dna vrtine proti spodnjem filtrskemu odseku in obratno.

Med vpihovanjem zraka je iz vrtine v začetku iztekala gosta, močno rjavo obarvana voda z veliko primesi raztopljenе gline in sivega peska premera manjšega od 0,5 mm.

Med aktiviranjem je voda zvezno iztekala iz vrtine. Ko je bila sapnica skoraj na dnu, to je na globini okoli 8 m, je bila ocenjena količina iztekajoče vode spočetka okoli 0,05 l/s. Zajet, omočen sloj se je postopoma aktiviral, tako da je v končni fazi iztekalo že okoli 0,1 l/s vode. V tem primeru se je gibala podzemna voda na globini od 6 m do 6,40 m pod ustjem (generalno okoli 6 m pod površino terena). Torej je bilo pri omenjeni količini 0,1 l/s iztekajoče vode okoli 3 m znižanja gladine vode.

Proti koncu aktiviranja je bila voda, ki je iztekala iz vrtine, vedno bolj svetla in ne več gosta (manjša vsebnost raztopljenе predvsem rjave gline). Tudi količina iznašanja peska je bila vedno manjša (frakcija manjša od 0,5 mm). Torej je bil vsaj iz neposrednega dela okoli zacevljenega dela vrtine iznešen drobnejši - fin pesek, melj in glina. Ta prostor je zapolnil prodni zasip, oziroma pesek s premerom več kot 0,5 mm.

Na koncu aktiviranja je bila vrtina prehodna, do dna to je do 8,38 m pod ustjem, iznesene so bile vse usedline, ki so bile odložene nad dnom usedalnika.



Slika 9: Aktivacija vrtine DR-3P/19



Slika 10: Aktivacija vrtine DR-3P/19

2.2.3. Ureditev ustja vrtine DR-3P/19

Okoli zacevljenega dela vrtine je bil izkopen jašek premera okoli 0,5 m in globine do približno 0,30 m. Vanj se je čez PVC cev vgradilo železno ustje s ključavnico in se jašek zalilo z betonom. Ustje sega 0,33 m nad površje.

2.2.4. Črpalni preizkus v vrtini DR-3P/19

Črpalni preizkus s črpanjem iz vrtine DR-3P smo izvedli 12. 12. 2019 s pričetkom ob 10:34. Črpanje je potekalo z 2" (2 palčno) potopno črpalko na globini približno 8 m pod površjem. Statična gladina podzemne vode v vrtini DR-3P je bila pred začetkom črpanja izmerjena na globini 2,34 m pod površjem oziroma na koti 223,37 m n. m. Zvezne meritve gladine podzemne vode in temperature smo merili s 1,5 barsko tlačno sondo, ki smo jo vgradili 7,58 m pod površjem. Kontrolne meritve položaja gladine smo izvajali z ročnim merilcem. Pretok črpane vode smo uravnavali z frekvenčnim regulatorjem. Voda je bila preko manjše PVC cevi odvedena na travnato površino. Preizkus je bil izveden z eno črpalno količino (eno stopenjski test). Pri črpalni količini $Q=9,6$ cl/s smo dosegli stacionarno stanje za približno šest minut, kjer je bila vrednost znižanja $s=3,38$ m. Črpalni preizkus je na vrtini DR-3P trajal dve uri, dvig gladine podzemne vode pa smo opazovali še nadaljnjo uro. Temperatura podzemne vode je med črpalnim preizkusom nihala med 12,1 in 13,5 °C.



Slika 11: Črpalni preizkus v vrtini DR-3P/19



Slika 12 (leva slika): Začetek črpanja: kalna voda



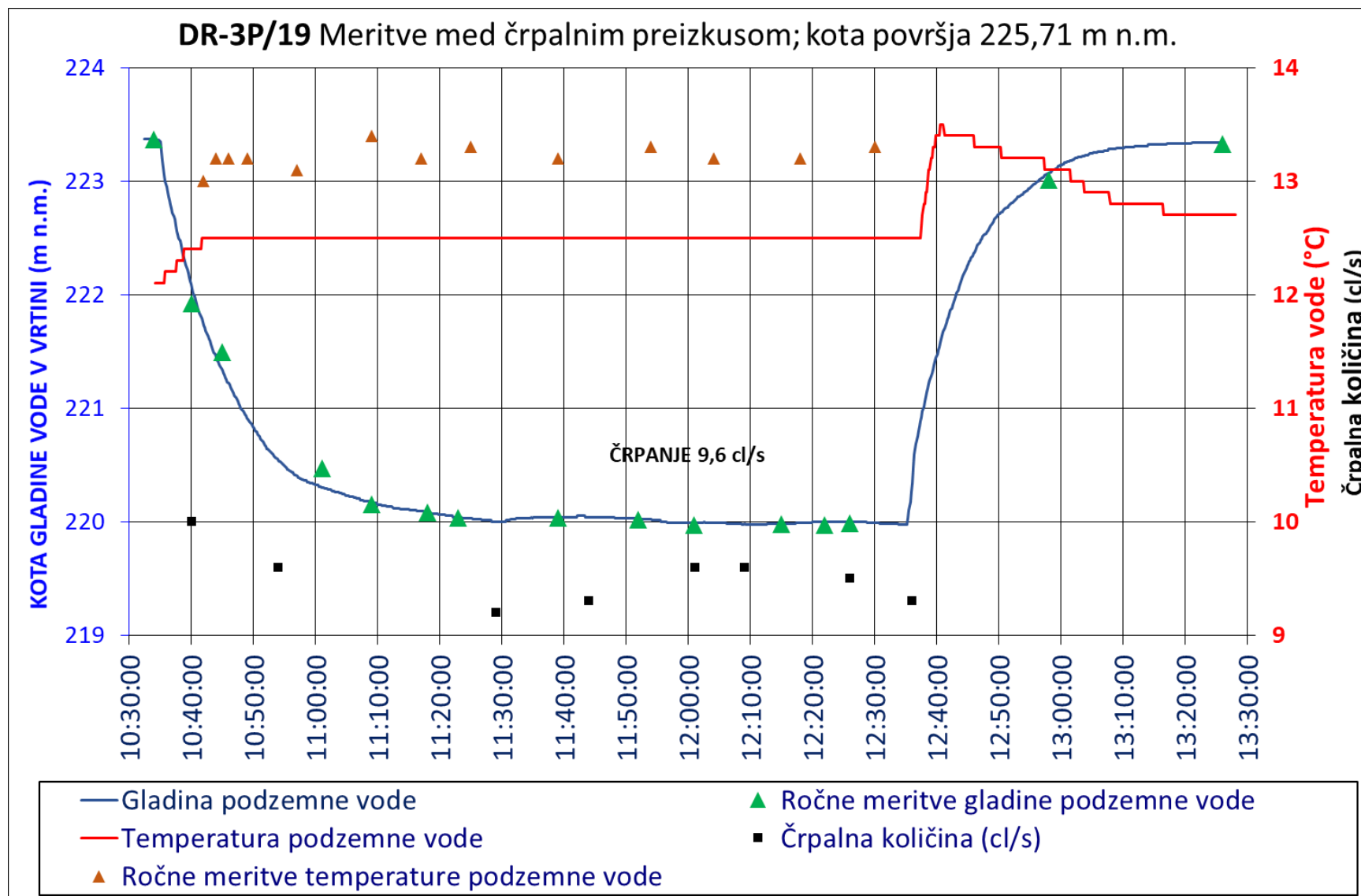
Slika 13 (desna slika): Začetek črpanja: usedline



Slika 14 (leva slika): Konec črpanja: rahlo kalna voda



Slika 15 (desna slika): Konec črpanja: malo usedlin



Slika 16: Prikaz meritev med črpalnim preizkusom v vrtini DR-3P/19

Preglednica 2 : Meritve fizikalno-kemijskih parametrov in črpalne količine med črpalnim preizkusom na vrtini DR-3P/19

Datum	Čas	Količina črpanja Q (l/s)	Temperatura vode (°C)	Elektroprevodnost vode (μS/cm; Tref =25°C)	pH (m)
12.12.2019	10:40	0,1	-	826	-
12.12.2019	10:42	0,1	13	803	-
12.12.2019	10:44	0,1	13,2	772	-
12.12.2019	10:46	0,1	13,2	760	-
12.12.2019	10:49	0,1	13,2	749	-
12.12.2019	10:54	0,096	-	-	-
12.12.2019	10:57	0,096	13,1	778	-
12.12.2019	11:09	0,096	13,4	821	6,81
12.12.2019	11:17	0,096	13,2	824	6,85
12.12.2019	11:25	0,096	13,3	825	6,79
12.12.2019	11:29	0,092	-	-	-
12.12.2019	11:39	0,092	13,2	825	6,75
12.12.2019	11:44	0,093	-	-	-
12.12.2019	11:54	0,093	13,3	824	6,83
12.12.2019	12:01	0,096	-	-	-
12.12.2019	12:04	0,096	13,2	824	6,85
12.12.2019	12:09	0,096	-	-	-
12.12.2019	12:18	0,096	13,2	824	6,89
12.12.2019	12:26	0,095	-	-	-
12.12.2019	12:30	0,095	13,3	824	6,8
12.12.2019	12:36	0,093	-	-	-

Preglednica 3: Potek črpalnega preizkusa v vrtini DR-3P/19

Čas	Količina črpanja (l/s)	Znižanje (m)	Kota gladine (m n.v.)	Opombe
12.12.2019 10:34	0	/	223,37	Stacionarni nivo tik pred pričetkom črpanja
12.12.2019 11:58	0,096	3,38	219,99	Stabilizacija gladine, stacionarno črpanje
12.12.2019 12:36	0,093	3,4	219,97	Konec črpanja, začetek dviga

2.3. Vrtina DR-4P/19

2.3.1. Tehnični popis vrtanja vrtine DR-4P/19

Vrtanje vrtine DR-4P/19 se je pričelo dne 9. 11. 2019. Vrtina je bila izvrtana z metodo jedrovanja. Do globine 4 m se je vrtalo z jedrnikom premera 143 mm in do končne globine 6 m z jedrnikom premera 128 mm. Med vrtanjem je bila vrtina do globine 4 m zacevljena s tehnično kolono premera 143 mm.

Vrtina je bila po končanem vrtanju opremljena kot opazovalna vrtina (piezometer). Vgrajene so bile vodnjaške PVC DN 100 cevi in sicer:

- 0 – 2 m: polna PVC DN 100 cev
- 2 – 5 m: filtrska PVC DN 100 cev
- 5 – 6 m: polna PVC DN 100cev; usedalnik s čepom

PVC cevi imajo notranji premer 103 mm in zunanji premer 115 mm.

2.3.2. Aktivacija vrtine DR-4P/19

Preizkus iznosa vode oziroma usedlin z dna vrtine smo izvedli 11. 11. 2019, ta poskus je potekal z uporabo dvojnega airlifta in je bil neuspešen, ker je bila višina vodnega stolpca in količina vode v vrtini tudi za izvedbo dvojnega airlifta premajhna.

2.3.3. Ureditev ustja vrtine DR-4P/19

Okoli zacevljenega dela vrtine je bil izkopen jašek premera okoli 0,5 m in globine do približno 0,30 m. Vanj se je čez PVC cev vgradilo železno ustje s ključavnico in jašek zalilo z betonom. Ustje sega 0,33 m nad površje.

2.3.4. Nalivalni preizkus v vrtini DR-4P/19

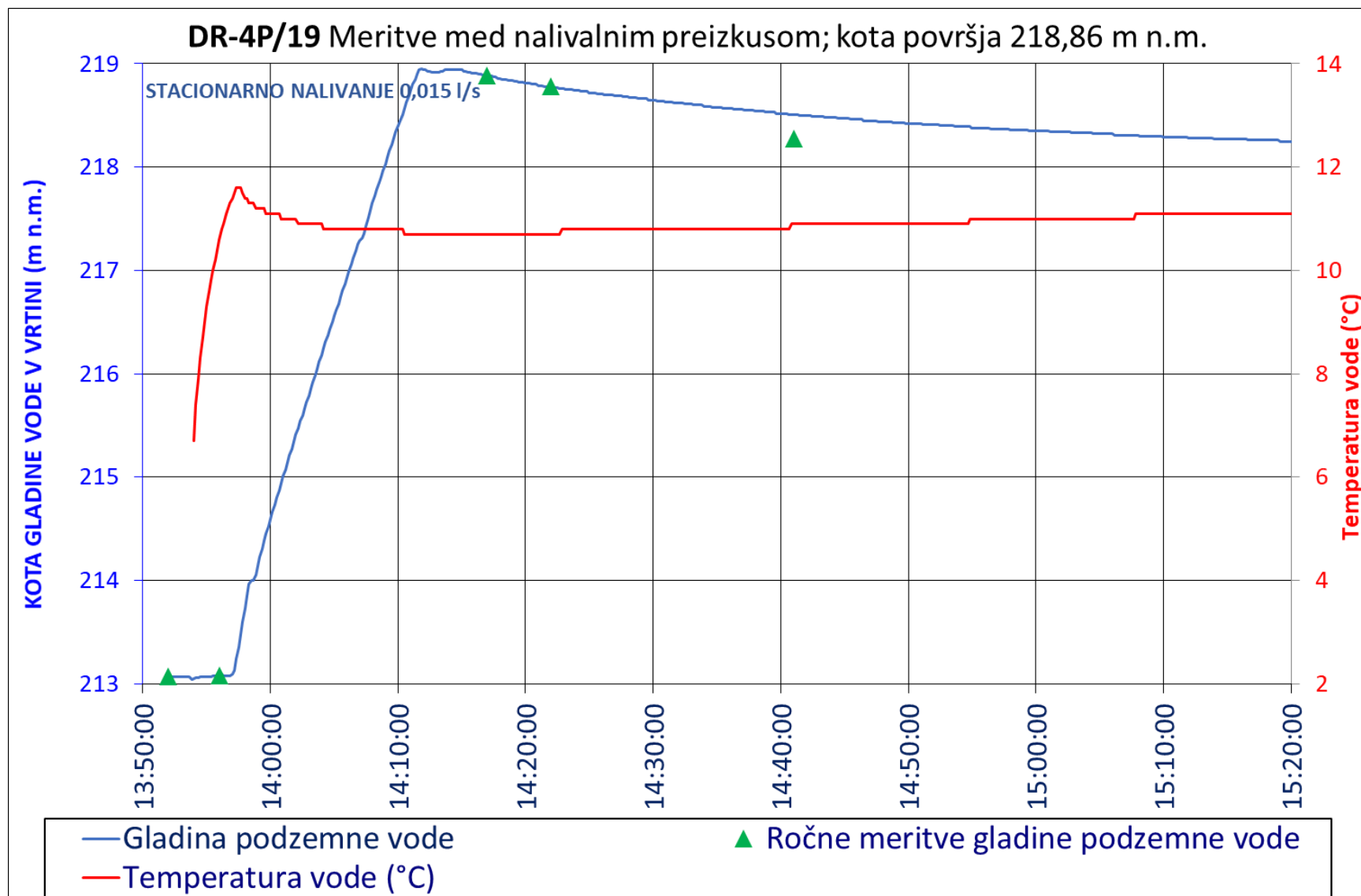
Nalivalni preizkus v vrtini se je izvedel na dan 12. 12. 2019 ob 13:53 uri. Na globino približno 6 m od površine je bila vgrajena 1,5 barska tlačna sonda z registratorjem Eltratec. Vzorčni čas sonde je bil nastavljen na 10 sekund. Voda se je nalivala iz dveh 55 l sodov. Ko je gladina vode v vrtini dosegla nivo PVC ustja, se je izvedlo stacionarno nalivanje, ki je trajalo od 14:11 do 14:15 ure. Po končanem stacionarnem nalivanju, se je opazovalo znižanje gladine podzemne vode. Maksimalni dvig vode nad referenčno gladino je pri nalivalnem preizkusu znašal 5,87 m.



Slika 17: Nalivalni preizkus v vrtini DR-4P/19



Slika 18: Nalita voda v ustju vrtine DR-4P/19



Slika 19: Meritve med nalivalnim preizkusom v vrtini DR-4P/19

2.4. Vrtina DR-7P/20

2.4.1. Tehnični popis vrtanja vrtine DR-7P/20

Vrtanje vrtine DR-7P se je pričelo dne 19. 2. 2020 in končalo 20. 2. 2020. Vrtina je bila do končne globine 15,0 m izvrtana z metodo jedrovanja in z jedrnikom premera 143/146 mm.

Vrtina je bila po končanem vrtanju opremljena kot opazovalna vrtina (piezometer). Vgrajene so bile vodnjaške PVC DN 100 cevi in sicer:

- +0,3 – 3,7 m: polna PVC DN 100 cev
- 3,7 – 9,7 m: filtrska PVC DN 100 cev
- 9,7 – 10,7 m: polna PVC DN 100 cev
- 10,7 – 13,7 m: filtrska PVC DN 100 cev
- 13,7 – 14,7 m: polna PVC DN 100 cev; usedalnik s čepom

PVC cevi imajo notranji premer 103 mm in zunanji premer 114 mm.

2.4.2. Aktivacija vrtine DR-7P/20

Aktivacija vrtine se je izvedla dne 24. 2. 2020. Vrtina je bila aktivirana z metodo dvojnega airlifta z dodajanjem vode iz gasilske cisterne (2,5 m³). Kljub izvajanju hidravličnih udarov in pomikanju sapnice gor in dol po filtrih, je bila voda vseskozi čista.

Pred čiščenjem je bila gladina podzemne vode na 14,87 m in globina vrtine 15,05 m. Po prekinitvi dodajanja vode je dvojni airlift deloval še najmanj 15 minut, z namenom izčrpanja čim več vode iz vrtine. Med tem je bil iztok vode manjši od 0,03 l/s. Po prekinitvi airlifta je bila gladina vode na 12,13 m, globina vrtine pa ni bila izmerjena. (vse meritve od ustja vrtine).



Slika 20: Aktivacija v vrtini DR-7P/20 z uporabo dvojnega airlifta

2.4.3. Ureditev ustja vrtine DR-7P/20

Okoli zacevljenega dela vrtine je bil izkopen jašek premera okoli 0,5 m in globine do približno 0,3 m. Vanj se je čez PVC cev vgradilo železno ustje s ključavnico in jašek zalilo z betonom. Ustje sega 0,375 m nad površje.



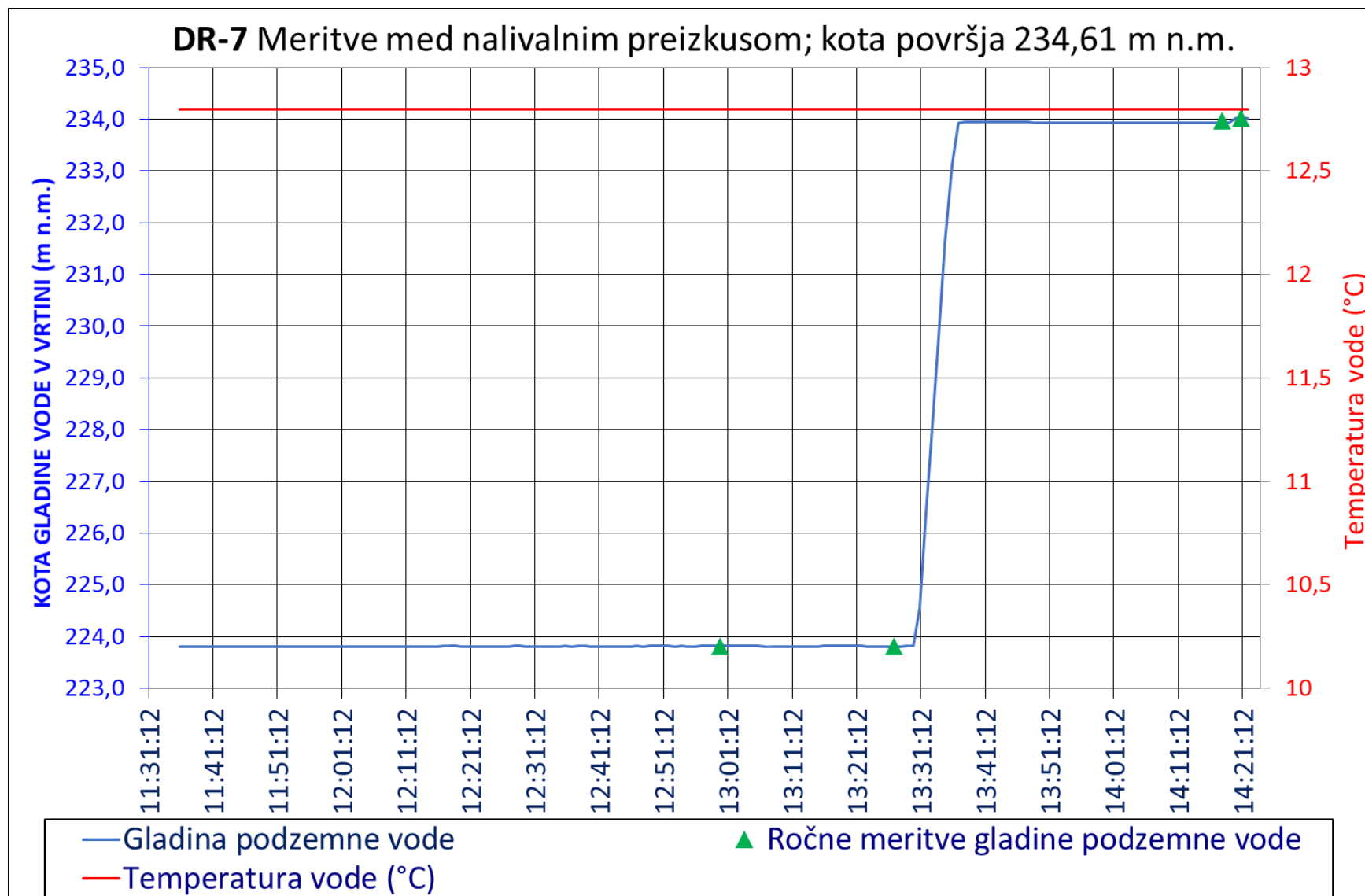
Slika 21: Ustje vrtine DR-7P/20 s ključavnico

2.4.4. Nalivalni preizkus v vrtini DR-7P/20

Nalivalni preizkus v vrtini se je izvedel dne 5. 3. 2020 ob 13:30 uri. Merilno sondo smo vgradili na globino 14,48 m od železnega ustja. Uporabili smo sondo proizvajalca Eltratec in nastavljenim vzorčnim časom eno minuto. Voda se je nalivala iz gasilske cisterne PGD Sevnica. Vodo smo nestacionarno nalivali do 13:42 ure. Po končanem nalivanju smo opazovali znižanje gladine podzemne vode. Maksimalni dvig vode nad referenčno gladino je pri nalivalnem preizkusu znašal 10,13 m.



Slika 22: Izvedba nalivalnega preizkusa v vrtini DR-7P/20



Slika 23: Prikaz meritev med nalivalnim preizkusom v vrtini DR-7P

2.5. Vrtina DR-8P/20

2.5.1. Tehnični popis vrtanja vrtine DR-8P/20

Vrtanje vrtine DR-7P se je pričelo dne 20. 2. 2020 in končalo 21. 2. 2020. Vrtina je bila do končne globine 15,0 m izvrtana z metodo jedrovanja in z jedrnikom premera 143/146 mm.

Vrtina je bila po končanem vrtanju opremljena kot opazovalna vrtina (piezometer). Vgrajene so bile vodnjaške PVC DN 100 cevi in sicer:

- 0,0 – 4,0 m: polna PVC DN 100 cev
- 4,0 – 13,0 m: filtrska PVC DN 100 cev
- 13,0 – 15,0 m: polna PVC DN 100 cev s čepom na dnu

PVC cevi imajo notranji premer 103 mm in zunanji premer 114 mm.

2.5.2. Aktivacija vrtine DR-8P/20

Aktivacija vrtine se je izvedla dne 24. 2. 2020. Aktivacijo smo izvedli z metodo dvojnega airlifta brez dodajanja vode. Na začetku je bila voda zelo kalna z dotokom 0,15 l/s. Z enakomernim dodajanjem zraka se je počasi čistila, vendar je bila še vedno kalna. Vmes so se izvajale prekinitve s hidravličnimi udari in pomikanjem sapnice gor dol po filterjih. Proti koncu čiščenja je bila sapnica na dnu vrtine (čiščenje usedalnika) z dotokom vode 0,165 l/s, voda pa je bila še vedno rahlo kalna.

Pred čiščenjem je bila gladina vode na 7,46 m in globina vrtine 15,16 m, na koncu je bila gladina vode na 7,47 m. (vse meritve od ustja vrtine).



Slika 24: Aktivacija vrtine DR-8P/20 z dvojnim airliftom

2.5.3. Ureditev ustja vrtine DR-8P/20

Okoli zacevljenega dela vrtine je bil izkopen jašek premera okoli 0,5 m in globine do približno 0,3 m. Vanj se je čez PVC cev vgradilo železno ustje s ključavnico in jašek zalilo z betonom. Ustje sega 0,36 m nad površje.



Slika 25: Ureditev ustja vrtine DR-8P/20

2.5.4. Črpalni preizkus v vrtini DR-8P/20

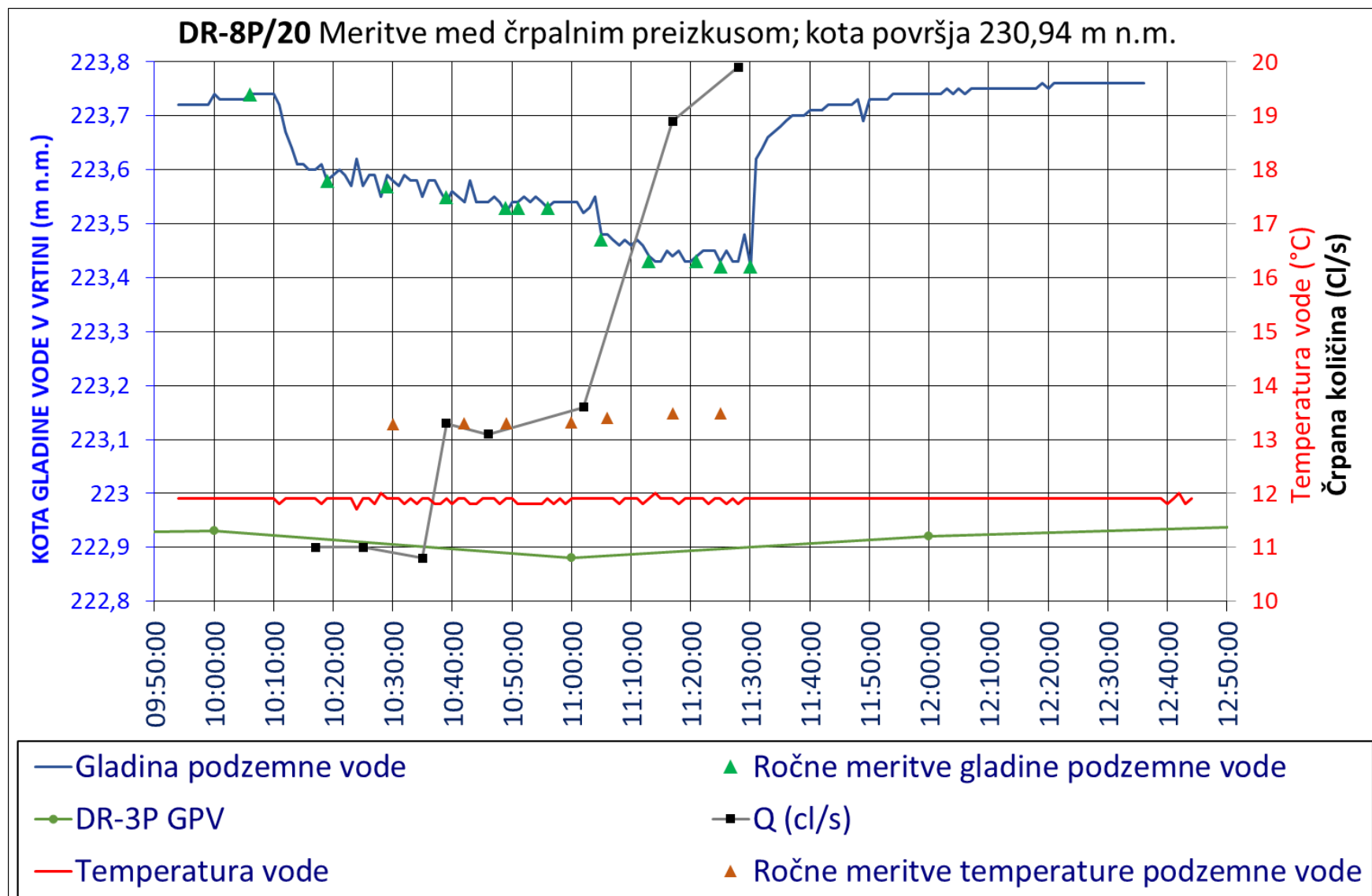
Črpalni preizkus s črpanjem iz vrtine DR-8P smo izvedli 5. 3. 2020 s pričetkom ob 10:10. Črpanje je potekalo z 2" (2 palčno) potopno črpalno na globini 14 m od ustja vrtine. Statična gladina podzemne vode v vrtini DR-8P je bila pred začetkom črpanja izmerjena na globini 7,56 m od ustja vrtine. Zvezne meritve gladine podzemne vode in temperature smo merili s sondo, ki smo jo vgradili 14,94 m od ustja vrtine. Kontrolne meritve položaja gladine smo izvajali z ročnim merilcem. Pretok črpane vode smo uravnavali z frekvenčnim regulatorjem. Črpano vodo smo odvajali v vedro, v katerem smo spremljali ročne meritve fizično kemijskih lastnosti vode. Preizkus je bil izveden s tremi črpalnimi količinami (tri stopenjski test). Črpalni preizkus je na vrtini DR-8P trajal uro in dvajset minut, dvig gladine podzemne vode pa smo opazovali še nadaljnjo uro.



Slika 26: Potek črpalnega preizkusa v vrtini DR-8P/20



Slika 27: Ročne meritve fizikalno kemijskih parametrov podzemne vode



Slika 28: Prikaz meritev med črpalnim preizkusom v vrtini DR-8P/20

Preglednica 4: Ročne meritve fizikalno kemijskih parametrov podzemne vode v vrtini DR-8P/20

Datum	Čas	Količina črpanja Q (l/s)	Temperatura vode (°C)	Elektroprevodnost vode ($\mu\text{S}/\text{cm}$; Tref =25°C)	pH	ORP (mV)	O ₂ (%)	O ₂ (mg)
5.3.2020	10:17	0,11	-	-	-	-	-	-
5.3.2020	10:25	0,11	-	-	-	-	-	-
5.3.2020	10:30	-	13,28	823	7	133,9	33,3	3,37
5.3.2020	10:35	0,108	-	-	-	-	-	-
5.3.2020	10:39	0,133	-	-	-	-	-	-
5.3.2020	10:42	-	13,3	826	6,99	116,6	33,8	3,42
5.3.2020	10:46	0,131	-	-	-	-	-	-
5.3.2020	10:49	-	13,3	826	6,99	111,5	34,7	3,5
5.3.2020	11:00	-	13,31	822	6,96	108,8	33,3	3,36
5.3.2020	11:02	0,136	-	-	-	-	-	-
5.3.2020	11:06	-	13,4	825	7,01	102,5	36,3	3,67
5.3.2020	11:17	0,189	13,49	826	7,01	96,4	35,6	3,57
5.3.2020	11:25	-	13,48	824	7,02	97,7	33,7	3,38
5.3.2020	11:28	0,199	-	-	-	-	-	-

Preglednica 5: Potek črpalnega preizkusa v vrtini DR-8P/20

Čas	Količina črpanja (l/s)	Znižanje (m)	Kota gladine (m n.v.)	Q/s (l/s /m)	Opombe
5.3.2020 ob 10:10	0,0	/	223,74	/	Stacionarni nivo tik pred pričetkom črpanja
5.3.2020 ob 10:11	0,109	0,17	223,58	/	Črpanje s prvo črpalno količino
5.3.2020 ob 10:39	0,133	0,20	223,54	/	Črpanje s drugo črpalno količino
5.3.2020 ob 11:17	0,194	0,32	223,43	/	Črpanje s tretjo črpalno količino
5.3.2020 ob 11:30	0,0	0,0	223,42	/	Konec črpalnega poizkusa, začetek opazovanja dviga GPV

2.6. Izvedba izkopov

Dne 25. 11. 2019 smo izvedli hidrogeološko spremljavo 6 sondažnih izkopov. Namen izkopov je bil ugotoviti ali se na globinah do približno 5 m pojavlja podzemna voda.

2.6.1. Izkop SI-1

Izkop je bil izveden do globine 3,5 m. Voda je bila v izkopu prisotna in sicer na globini od 0 - 30 cm. Dotoki vode (curljanje) so bili mestoma opaženi tudi do globine 80 cm (v plasti melja do kontakta z glino).



Slika 29: Lokacija izvedbe izkopa SI-1



Slika 30: Dotoki vode na izkopu SI-1

2.6.2. Izkop SI-2

Izkop SI-2 se je izvedel do končne globine 3,6 m. V izkopu vode ni bilo.



Slika 31: Material iz izkopa SI-2 (desno)



Slika 32: Izkop SI-2 (levo)

2.6.3. Izkop SI-3

Izkop SI-3 se je izvedel do končne globine 3,8 m. Vodo smo v izkopu zaznali na kontaktu med preplavnim meljem in mastno glino (na globini 1,20 m).



Slika 33: Omočeno mesto v izkopu SI-3

2.6.4. Izkop SI-4

Izkop se je izvedel do končne globine 5,5 m. Dotokov vode v izkop ni bilo.



Slika 34: Lokacija izkopa SI-4



Slika 35: Izkop SI-4

2.6.5. Izkop SI-5

Izkop SI-5 se je izvedel do končne globine 4,5 m. Dotokov vode v izkop ni bilo.



Slika 36: Izkop SI-5

2.6.6. Izkop SI-6

Izkop se je izvedel do končne globine 4,5 m. Dotokov vode v izkop ni bilo.



Slika 37: Lokacija izkopa SI-6



Slika 38: Ostanek školjke v plasti mastne gline, na globini med 1,5 in 4,5 m (desno)

Slika 39: Izkop SI-6 (levo)

2.6.7. Izkop SI-7

Izkop se je izvedel do končne globine 5 m. V izkopu ni bilo dotokov vode.



Slika 40: Izkop SI-7

3. MONITORING MERITEV VODE V VRTINAH

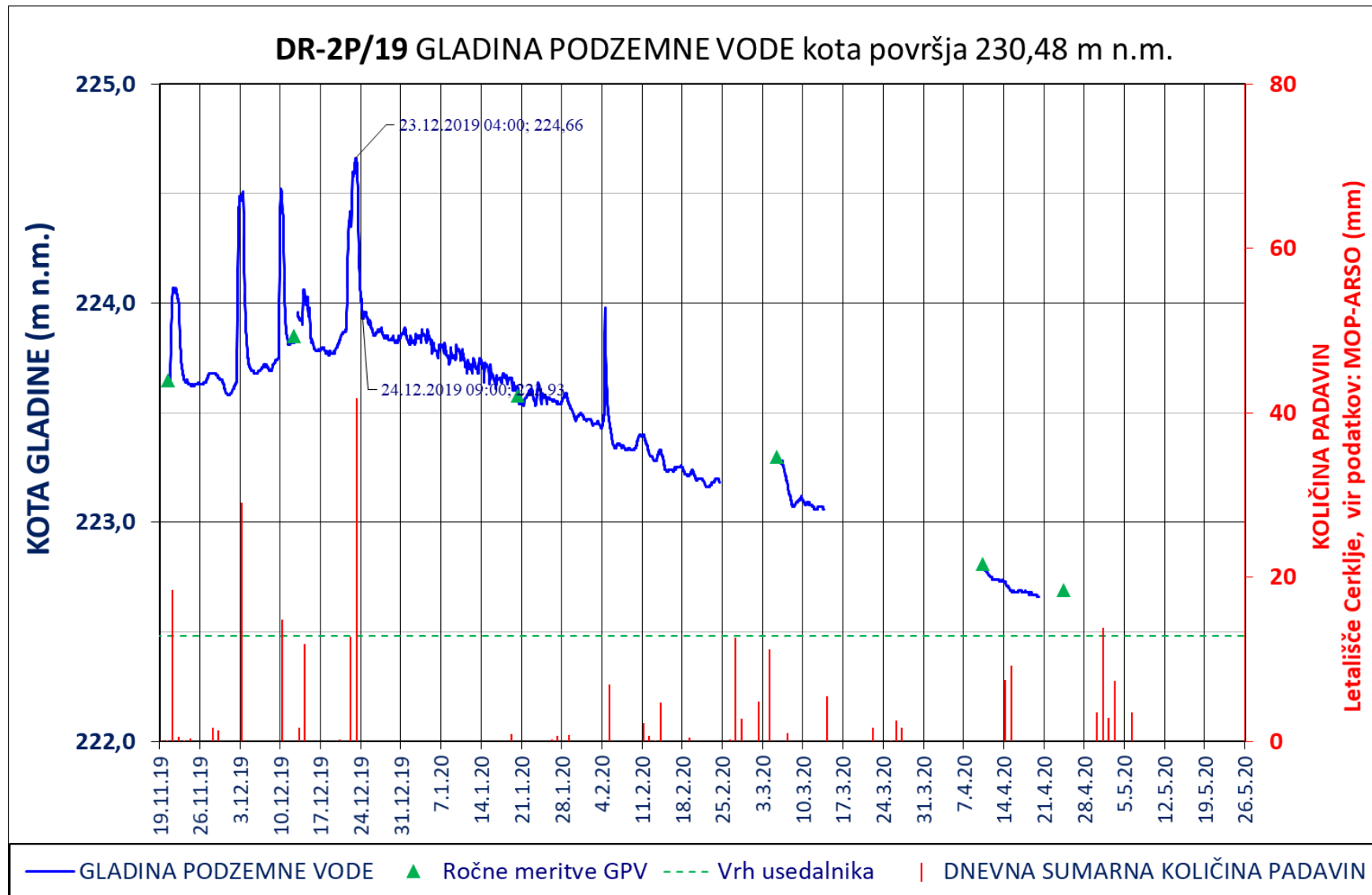
Avtomatske meritve položaja gladine in temperature podzemne vode na vrtinah DR-2P, DR-3P in DR-4P smo vzpostavili dne 19. 11. 2019, od takrat smo večkrat preverili delovanje avtomatskih merilnih sond z ročnimi kontrolnimi meritvami. Na vrtinah DR-7P/20 in DR-8P/20 smo avtomatske meritve vzpostavili dne 5. 3. 2010.

Zanimivost vrtin DR-2/19 in DR-3/19 je, da se gladina vode med intenzivnimi padavinami lahko dvigne za več kot 1 m v primerjavi z gladino pred padavinami. Ponovna vzpostavitev običajnega nihanja gladine v vrtinah v povprečju traja 48 ur (2 dni). V vrtini DR-8P je bila na dan izvedbe črpalnega preizkusa gladina vode izmerjena na 7,22 m pod površjem, kar je nižje od meje med glino in gruščem (5 m pod površjem).

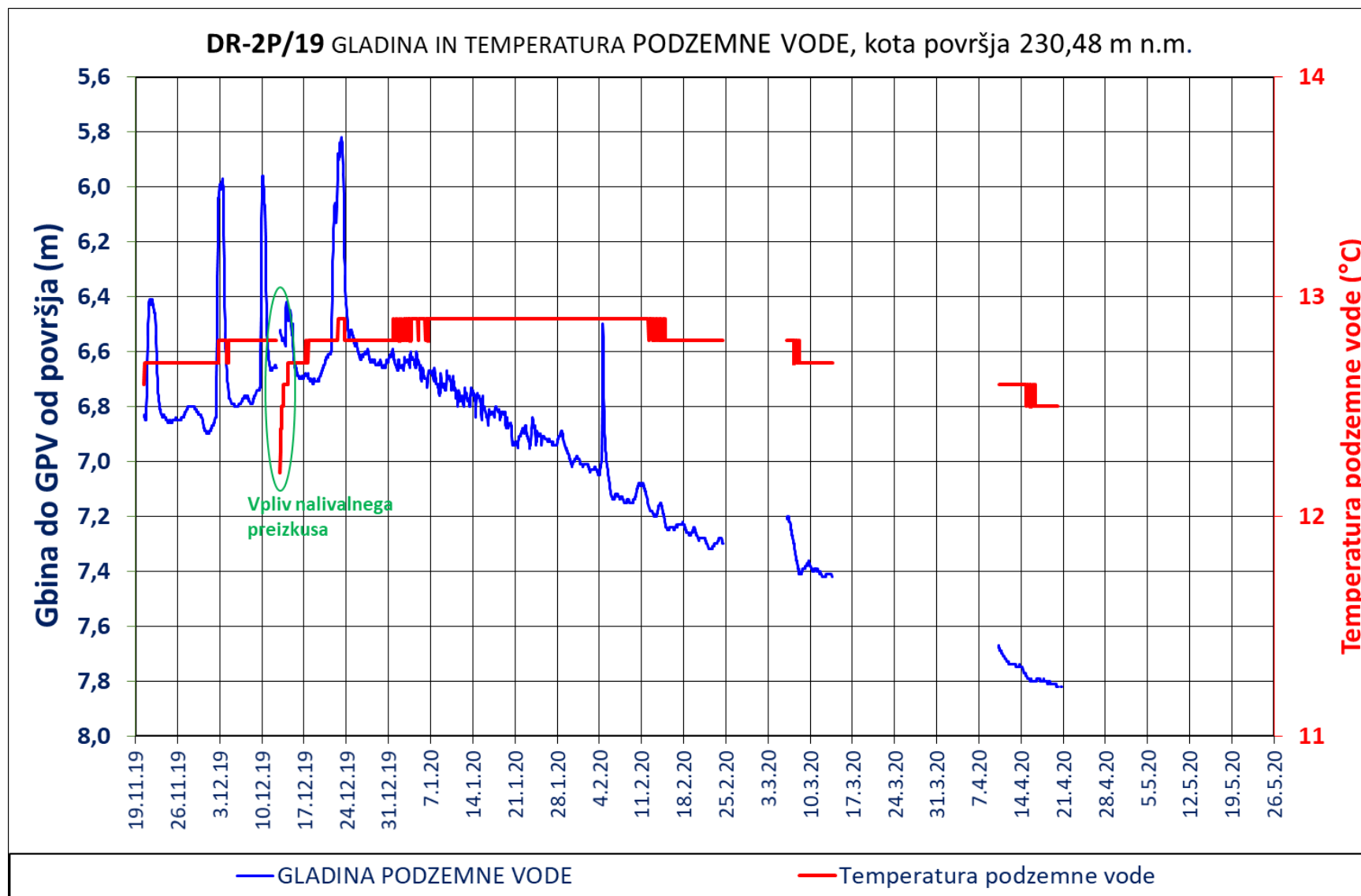
Visok dvig gladine podzemne vode v vrtini DR-3P ob močnejših nalivih lahko pripišemo geološkim značilnostim površja: kontakt med vodonosno plastjo (grušč) in podlago (lapor) je lahko bolj horizontalen, kot je površje med vrtinama DR-3 in DR-8 (približno 5 višinskih metrov razlike). Ker je razdalja med vrtinama nekje 40 m, se lahko vrtina DR-3P obnaša bolj arteško kot vrtina DR-8P, saj se sama plast grušča predvideno izklinja oz. izdanja pri površju in se zagotovo ne razteza daleč, zato se podzemna voda tam predvidoma koncentrira. Sklepamo lahko torej, da bo na izravnanem delu (jugozahodni del preiskovanega območja) prihajalo do nekoliko nižjih maksimalnih dvigov podzemne vode ob nalivih, na območju vrtine DR-3P in vzhodnejše od nje pa do višjih.

Preglednica 6: Meritve gladine vode v geomehanskih vrtinah

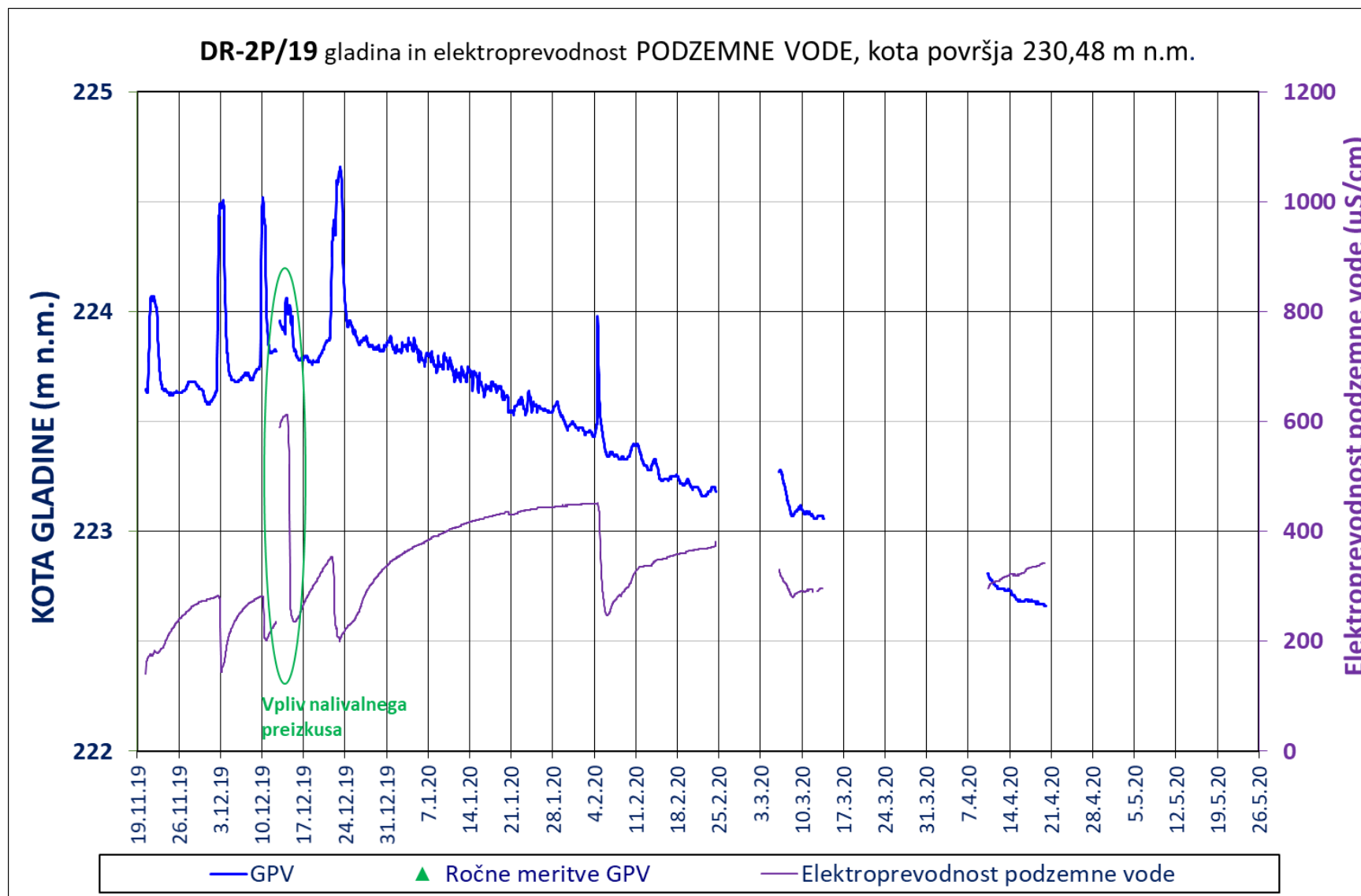
Ime vrtine	Datum	GPV od površja (m)	Prehodna globina (m)	Kota gladine (m n. m.)
DR-1	5.03.2020	1,13	1,75	231,49
DR-1	10.04.2020	suho	1,74	-
DR-1	24.04.2020	suho	1,74	-
DR-5	10.04.2020	suho	0,65	-
DR-5	24.04.2020	Ni več prehodna	Ni več prehodna	-
DR-6	5.03.2020	4,68	7,3	236,89
DR-6	10.04.2020	suho	4,3	-
DR-6	24.04.2020	suho	2,72	-



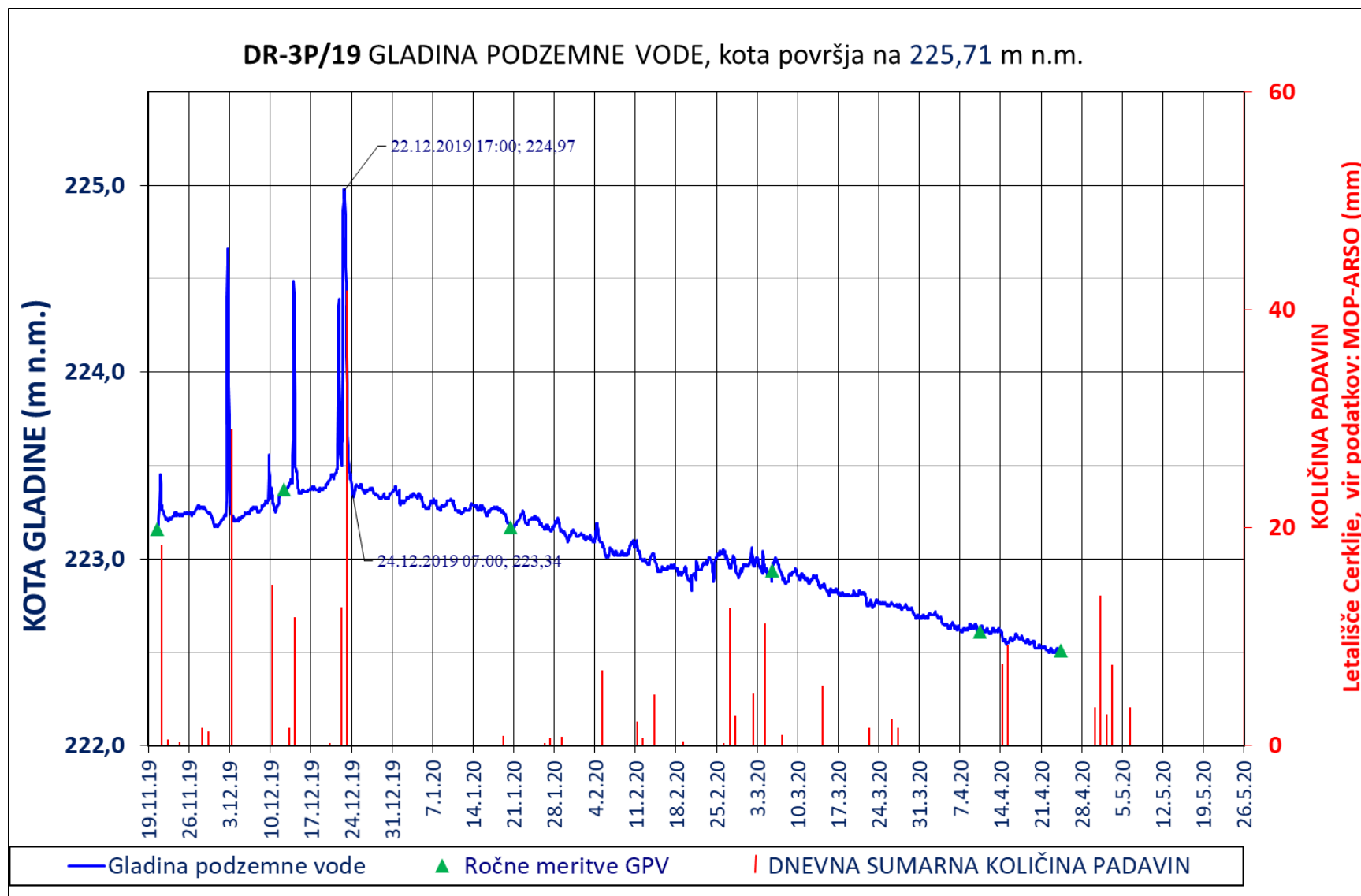
Slika 41: Monitoring gladine podzemne vode v vrtini DR-2P/19



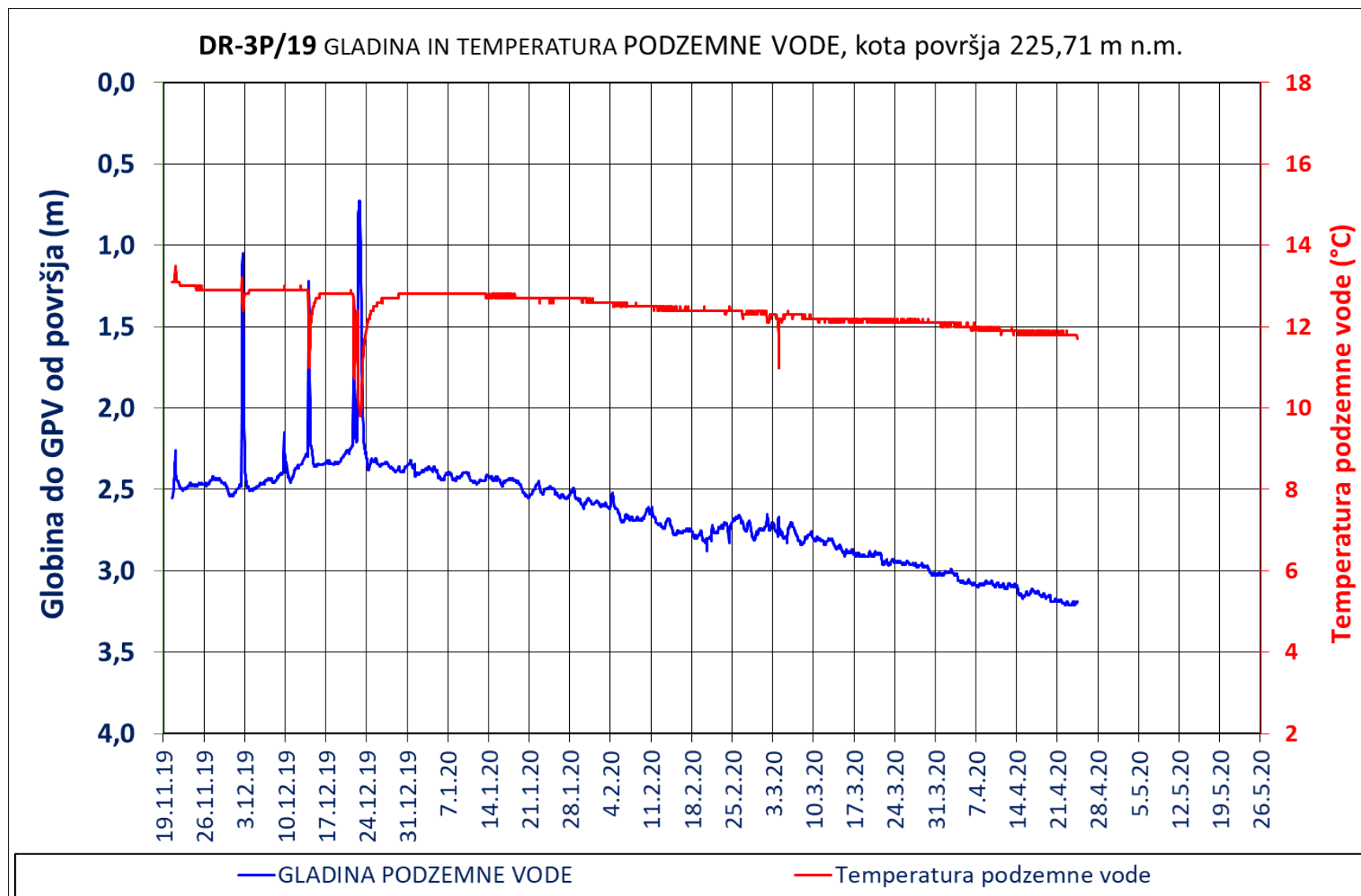
Slika 42: Monitoring temperature podzemne vode in gladine podzemne vode v vrtini DR-2P/19 gladina podana od površja tal



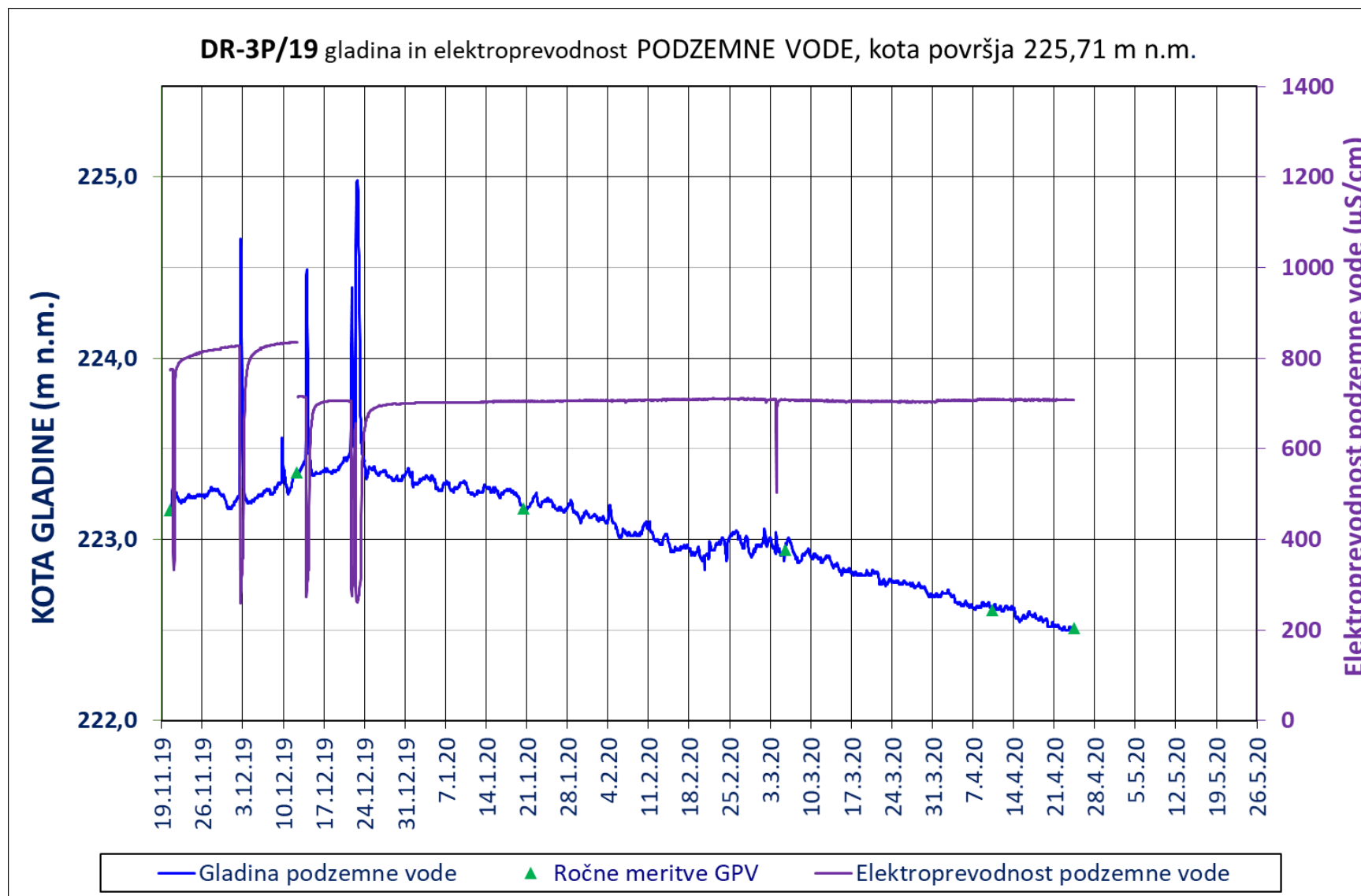
Slika 43: Monitoring gladine in elektroprevodnosti podzemne vode v vrtini DR-2P/19



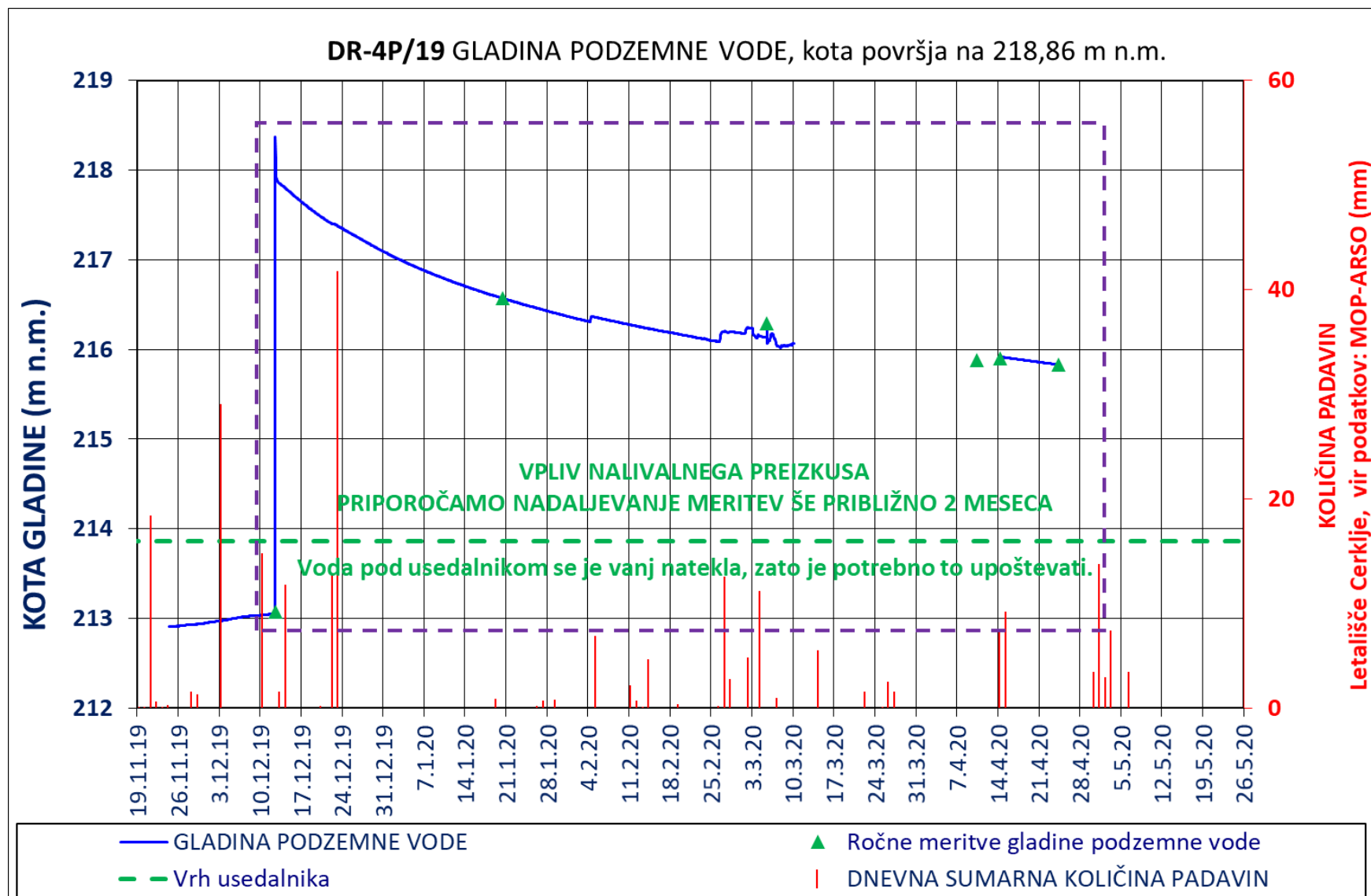
Slika 44: Monitoring gladine podzemne vode v vrtini DR-3P/19



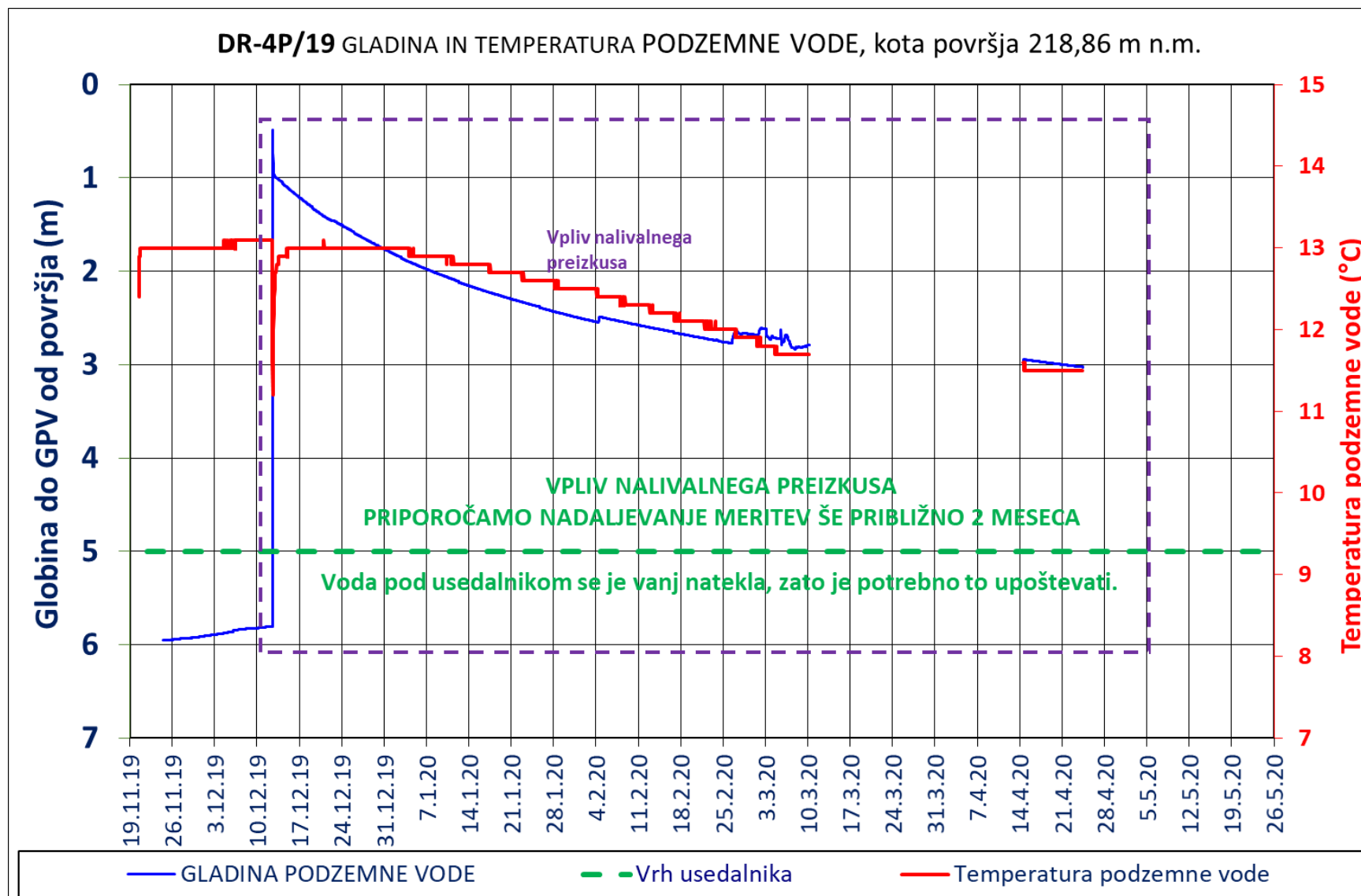
Slika 45: Monitoring temperature podzemne vode in gladine podzemne vode v vrtini DR-3P/19 gladina podana od površja tal



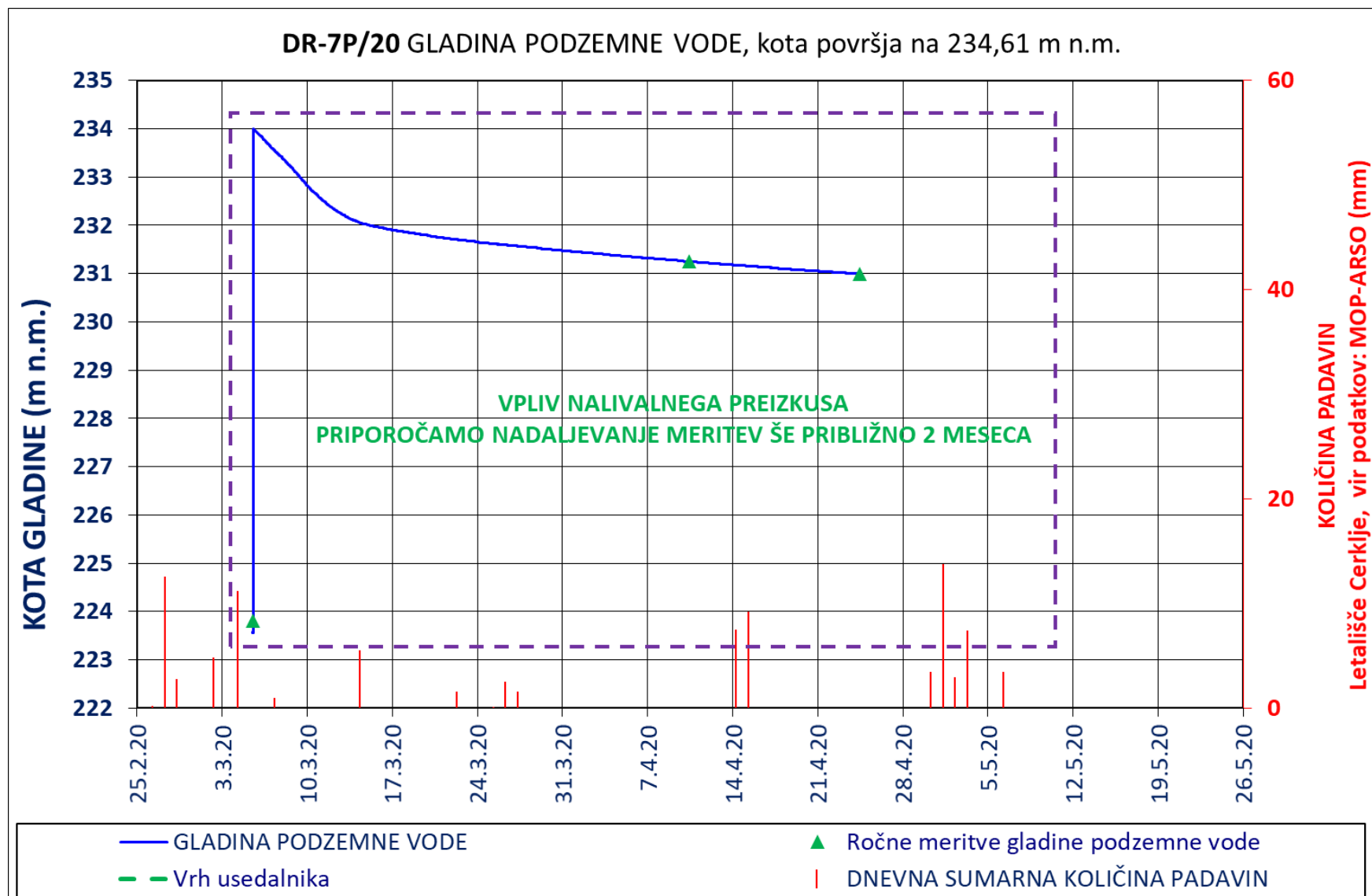
Slika 46: Monitoring gladine in elektroprevodnosti podzemne vode v vrtini DR-3P/19



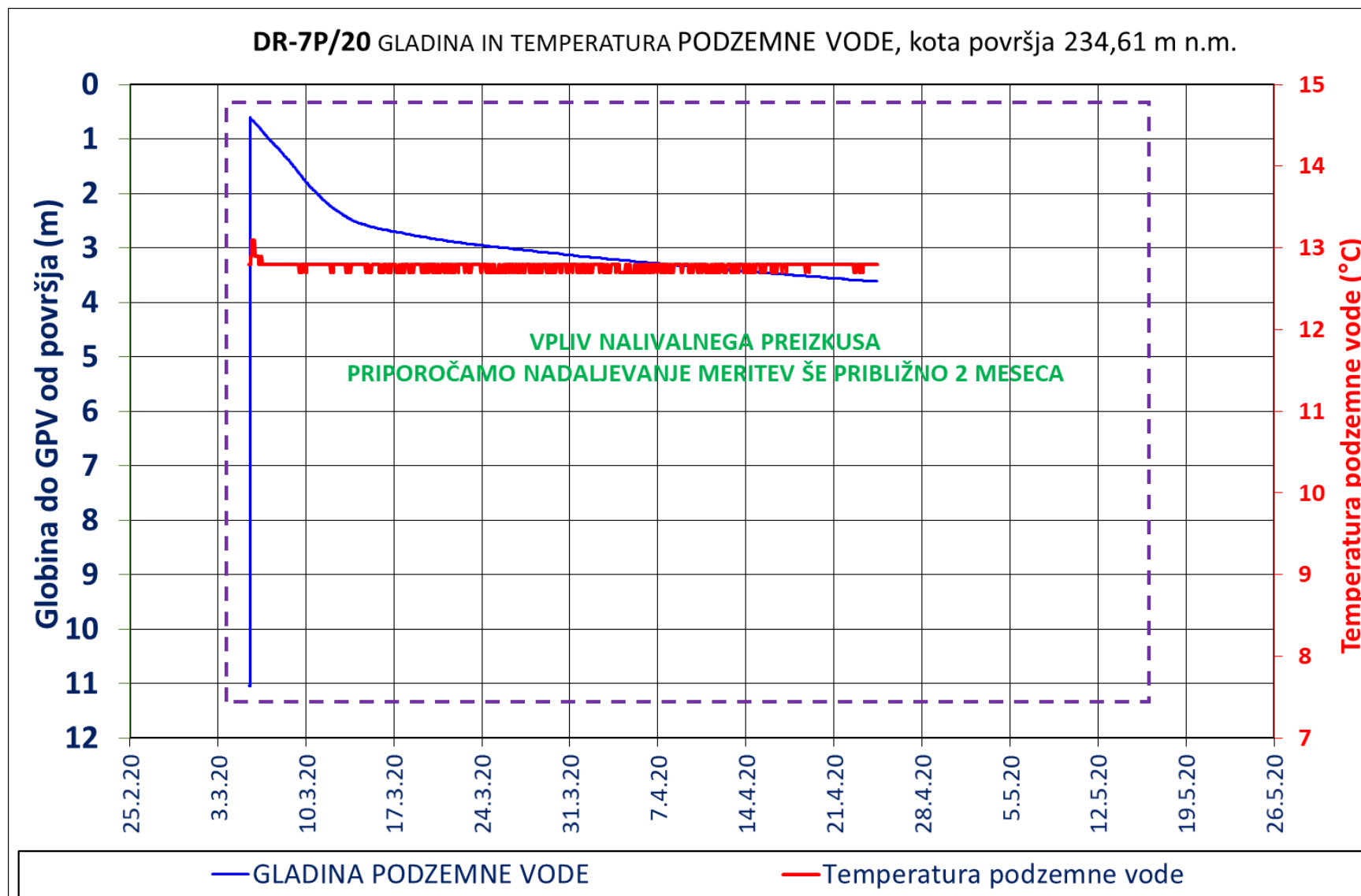
Slika 47: Monitoring gladine podzemne vode v vrtini DR-4P/19



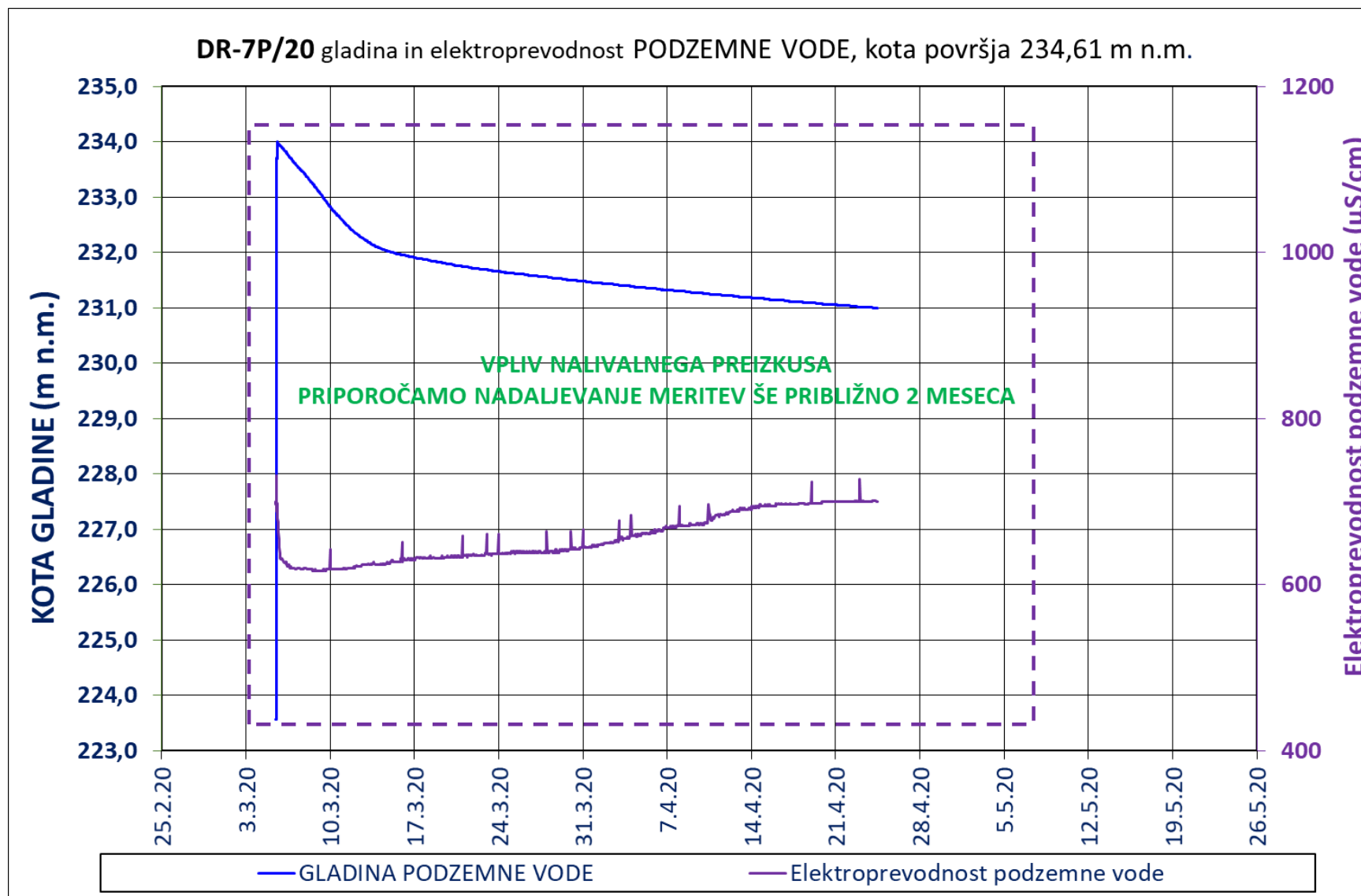
Slika 48: Monitoring temperature podzemne vode in gladine podzemne vode v vrtini DR-4P/19 gladina podana od površja tal



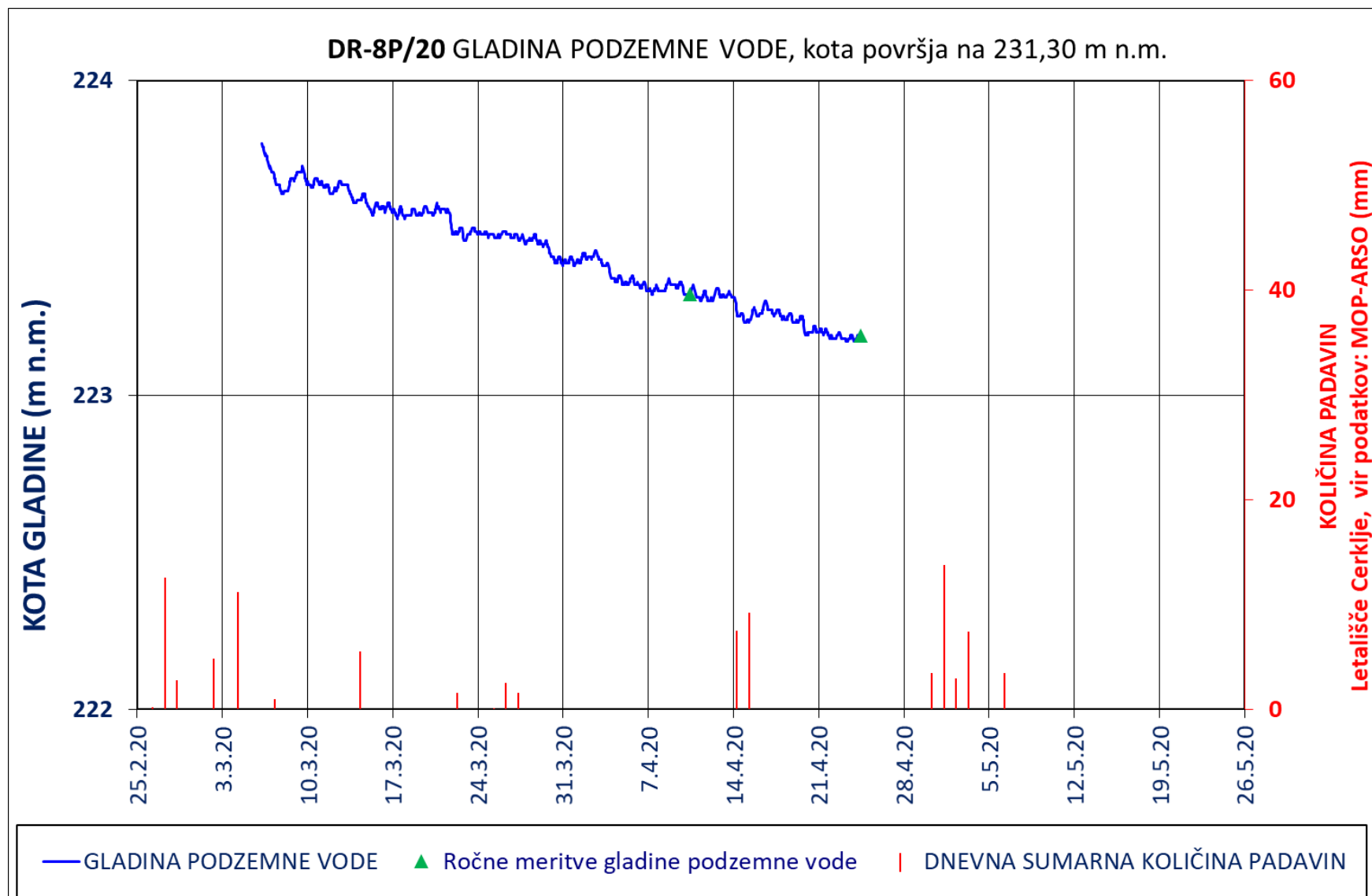
Slika 49: Monitoring gladine podzemne vode v vrtini DR-7P/20



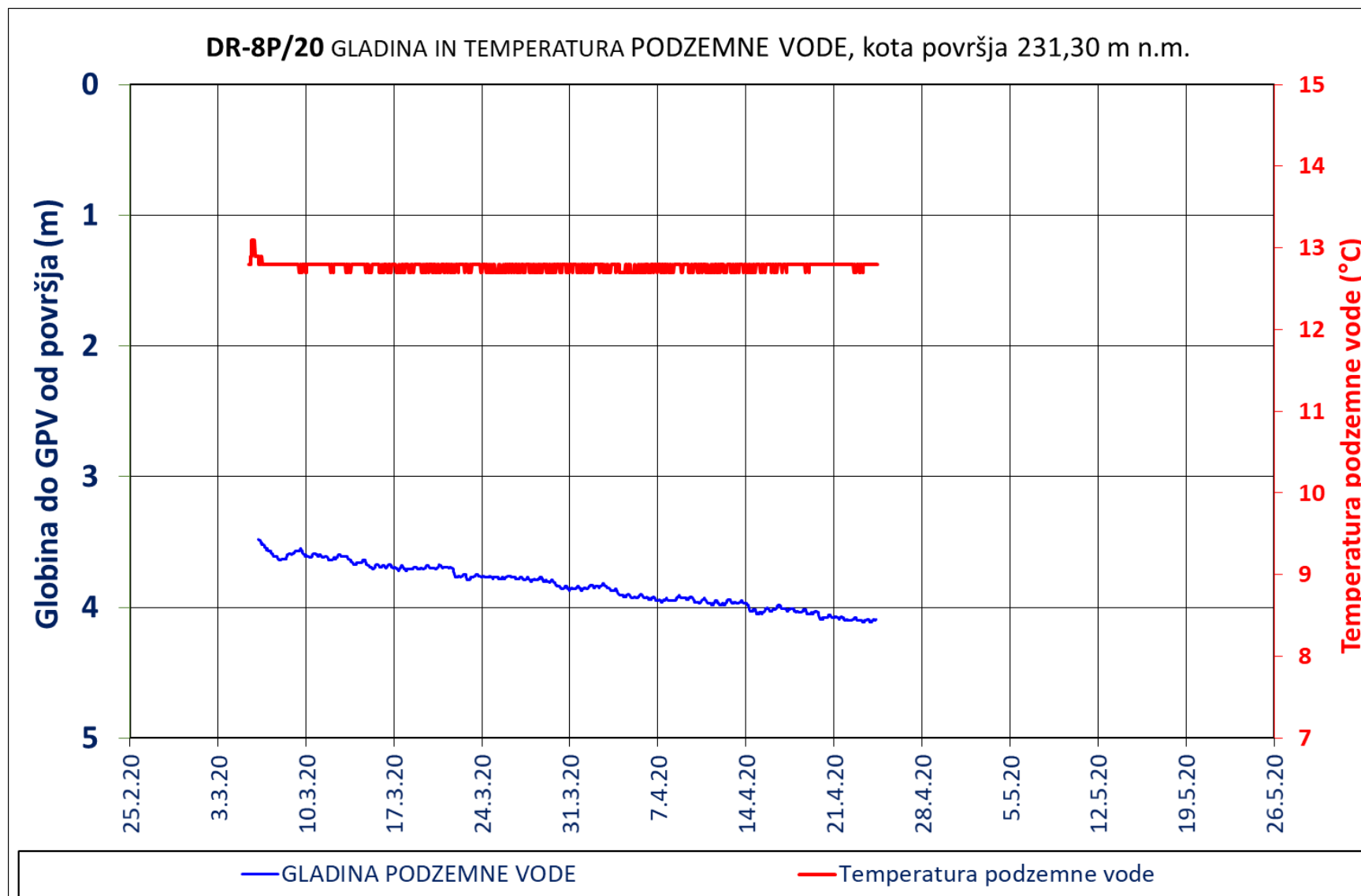
Slika 50: Monitoring temperature podzemne vode in gladine podzemne vode v vrtini DR-7P/20 gladina podana od površja tal



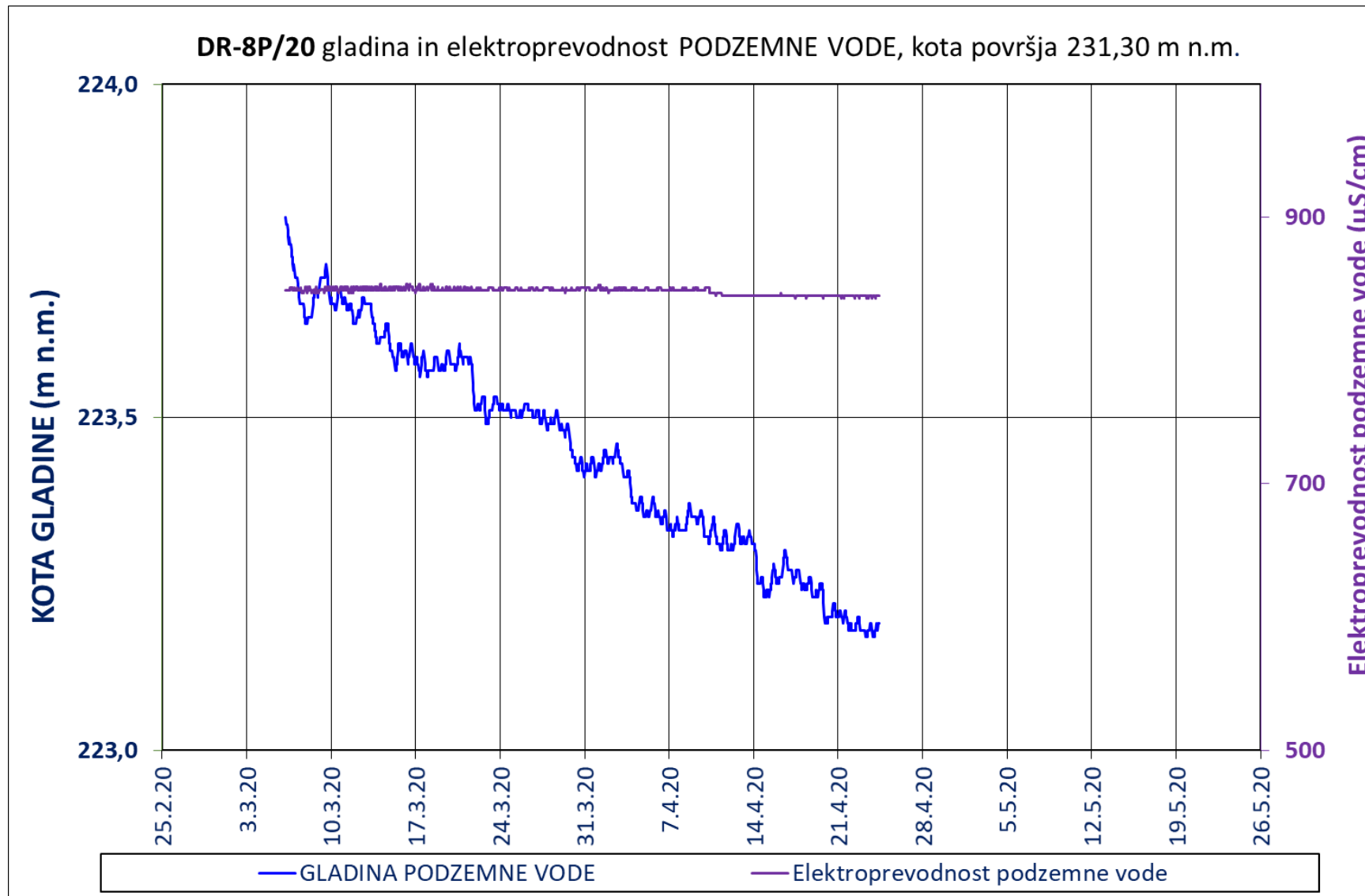
Slika 51: Monitoring gladine in elektroprevodnosti podzemne vode v vrtini DR-7P/20



Slika 52: Monitoring gladine podzemne vode v vrtini DR-8P/20



Slika 53: Monitoring temperature podzemne vode in gladine podzemne vode v vrtini DR-8P/20 gladina podana od površja tal



Slika 54: Monitoring gladine in elektroprevodnosti podzemne vode v vrtini DR-8P/20

4. PREGLED SISTEMA DRENAŽ GRIČKA DROŽANJSKA IN HIDROGEOLOŠKI OGLED OBMOČJA

Dne 30. 4. 2020 smo pregledali jaške meteorne kanalizacije celotne najzahodnejše ulice Drožanjska (od hišne številke 78 do 98). Pri terenskem pregledu sta bila prisotna Matjaž Klasinc (GeoZS) in Stojan Žulič (Komunala Sevnica). Hidrogeološki pregled območja OPPN in bližje okolice je dne 30. 4. 2020 izvedel Matjaž Klasinc. Vsi jaški so plastični in približnega premera 0,8 m. Globine jaškov smo izmerili s tračnim metrom z namenom lažje identifikacije jaškov. Pretok vode iz drenaž smo merili s posodo za vzorčenje - Slika 68 in štoparico. Koordinate večine jaškov smo odčitali iz posredovane dokumentacije naročnika, koordinate jaška M D96 in ostalih terenskih točk (udornica, plaz grapa...) smo določili z Atlasom okolja – MOP ARSO.

4.1. Jašek M D96

Približen položaj jaška: GKY 524489 GKX 96567 Z 205,93 m n. m.

V jašku teče približno 0,12 l/s vode. Stanovalka objekta Drožanjska cesta 96 je navedla, da v jašku voda teče vedno, med dežjem malo več. Stanovalka je navedla, da težav z zamakanjem vode pri njih nimajo. Cevi drenaže so plastične in najverjetneje premera 300 mm, kot je v projektu PZI. Jašek je znotraj privatnega objekta in ni vrisan na projektu PZI ali na delovni GIS karti Komunale Sevnica.



Slika 55 (leva slika): Vhod v podkleten objekt, kjer se nahaja jašek

Slika 56 (desna slika): Odprt podkleten objekt, jašek označen s puščico



Slika 57: Tok vode skozi drenažno cev jaška M D96

Stanovalci podkletenega objekta so Drožanjska 96 so navedli, da s podzemno vodo oni niso imeli težav ima pa sosed severno od njih na predvideni hišni številki 94 (objekt v gradnji). Okoli objekta imajo, kot je tukaj običajno, drenažne cevi.

4.2. Jašek M 2.2-1 (Drožanjska 96)

Približen položaj jaška: GKY 524497,40 GKX 96552,12 Z 205,65 m n. m.

V jašku se je pretakala voda, z izvorom večinoma iz drenaže, ki priteka v jašek M 2.2-4 – poimenovana južna drenaža.



Slika 58 (leva slika): Pokrov jaška M 2.2-1

Slika 59 (desna slika): Notranjost jaška M 2.2-1

4.3. Jašek M 2.2-2 (Drožanjska 98)

Približen položaj jaška: GKY 524491,79 GKX 96533,36 Z 206,9 m n. m.

V jašku je tekla voda ki je odlaga usedline, najverjetneje lehnjak. Količina teh usedlin ni zelo velika.

Približna globina jaška je 1,9 m.



Slika 60 (leva slika): Odprt pokrov jaška M 2.2-2



Slika 61 (desna slika): Notranjost jaška M 2.2-2

4.4. Jašek M 2.2-3 (Drožanjska 100)

Približen položaj jaška: GKY 524484,83 GKX 96510,14 Z 207,80 m n. m.

Približna globina jaška je 1,45 m in 1,75 m v najglobljem delu.

V jašku se je pretakala voda, ki z izvorom iz drenaže, ki priteka v jašek M 2.2-4 – poimenovana južna drenaža. Na videz je v jašku M 2.2-3 teklo malo manj vode, kot v jašku M 2.2-2, zato manjših dodatnih dotokov med jaškoma ne gre izključiti, lahko pa gre le za napačno vizualno oceno.

Približna globina jaška je 1,45 m in 1,75 m v najglobljem delu.



Slika 62 (leva slika): Odprt pokrov jaška M 2.2-3



Slika 63 (desna slika): Notranjost jaška M 2.2-3

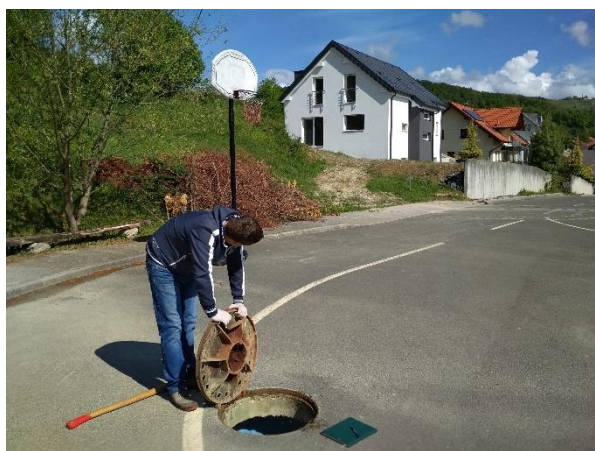
4.5. Jašek M 2.2-4 (»Južna drenaža«)

Približen položaj jaška: GKY 524478,84 GKX 96490,33 Z 208,07 m n. m.

Približna globina jaška je 1,3 m in 1,6 m v najglobljem delu.

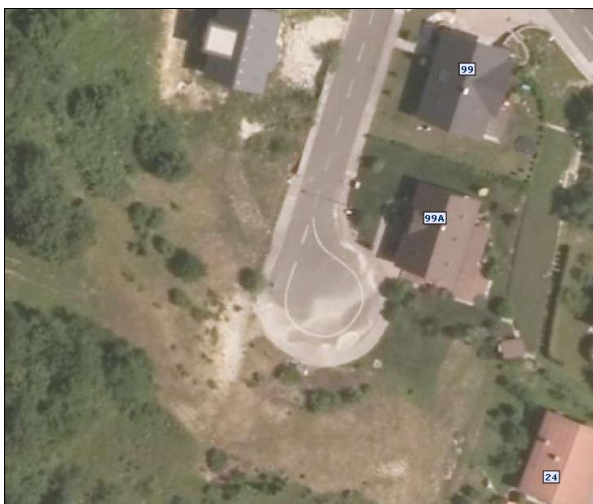
V jašek se steka voda krajše drenaže, ki jo poimenujemo »južna drenaža«. Pritok iz južne drenaže je znašal približno 0,002 l/s. Ta pritok je iz cevi, ki je približno 0,5 m nad dnom jaška (črna rebrasta plastična cev). Pokrov jaška je naluknjan.

Stanovalec objekta Drožanjska cesta 99 je navedel, da z zamakanjem vode v objekt nima težav. Nevšečnost povzroča spiranje zemljine in delcev kamnin iz bližnjega izdanka kamnin v območje krožišča, kar je vidno tudi na Atlasu okolja (Slika 66), zato je v jašku tudi nekaj kosov hribine in zemljina. Cevovod se tukaj konča. To, da v času padavin pri obračališču teče voda je navedel tudi stanovalec objekta Drožanjska ulica 90. Jaškov gorvodno nismo našli.



Slika 64 (leva slika): Odprt pokrov jaška M 2.2-4

Slika 65 (desna slika): Notranjost jaška M 2.2-4



Slika 66: Sledovi usedlin zemljine in hribine na območju krožišča pri Drožanjska 99a; vidno na Atlas okolja in PISO (DOF 2017-2019).

4.6. Jašek M 2-7 (Severna drenaža)

Približen položaj jaška: GKX 524502,63 GKX 96565,64 Z 205,01 m n. m.

Približna globina jaška je 1,4 m in 1,73 m v najglobljem delu.

V ta jašek se steka večja – Severna drenaža griča Drožanjska.



Slika 67 (leva slika): Pokrov jaška M 2-7



Slika 68 (desna slika): Odprt pokrov jaška M 2-7 s posodico za merjenje pretoka



Slika 69: Notranjost jaška M 2-7

4.7. Jašek M 2-8 (Drožanjska 90)

Pretoka vode v jašku ni bilo.

Približen položaj jaška: GKY 524502,11 GKX 96583,85 Z 205,71 m n. m.

Približna globina jaška je 1,67 m in 1,96 m v najglobljem delu.



Slika 70 (leva slika): Odprt jašek M 2-8

Slika 71 (desna slika): Notranjost jaška M 2-8

4.8. Jašek M 2-9 (Drožanjska 92)

Približen položaj jaška: GKY 524505,13 GKX 96610,11 Z 208,53 m n. m.

Približna globina jaška je 2,67 m in 2,78 m v najglobljem delu.



Slika 72 (leva slika): Odprt jašek M 2-9

Slika 73 (desna slika): Notranjost jaška M 2-9

4.9. Jašek M 2-10 (Drožanjska 90)

Položaj jaška: GKY 524508,36 GKX 96637,68 Z 211,92 m n. m.

Približna globina jaška je 2,97 m.

Stanovalci so navedli, da težav z zamakanjem vode v objekt nimajo. Navedli pa so, da so na vodo naleteli pri kopanju bazena za hišo, kjer je na kontaktu med glino in laporjem curljala voda. Stanovalec je navedel popis plasti na območju bazena: 0,0 – 1,0 m glina, 1,0 – 1,3 m lapor. Navedel je da je bil lapor zelo trden. Stanovalec je navedel, da so spodnji del hiše in temelji v laporju. Navedbo o trdnosti laporja je potrebno jemati z zadržkom, saj je bagerist le izdelal bazen. Stanovalec ima izdelano drenažo tal okolice bazena. Po njegovi navedbi v nizkem vodnem stanju pretoka ni. Pozimi pretok v drenažo ocenjuje na približno nekaj l/dan. V višjem vodnem stanju poleti, kadar ni sušno, pa pretok drenaže bazena ocenjuje na primer 300 l/mesec.



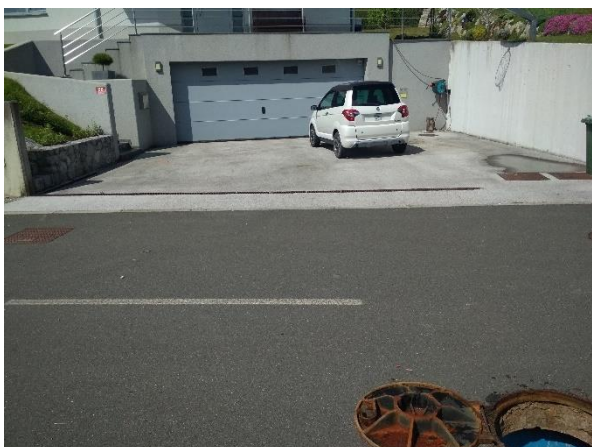
Slika 74 (leva slika): Odprt jašek M 2-10

Slika 75 (desna slika): Notranjost jaška M 2-10

4.10. Jašek M 2-11 (Drožanjska 88)

Položaj jaška: GKY 524511,82 GKY 96668,47 Z 213,13 m n. m.

Približna globina jaška je 1,94 m in 2,16 m v najglobljem delu. Stanovalci nimajo težav z zamakanjem vode v objekt. Stanovalci so navedli, da drenažo griča poznajo, saj so pri gradbenih delih naleteli na prodnat zasip drenaže. Navedli so tudi, da je bila tam približna globina drenaže 4 m od površja.



Slika 76 (leva slika): Odprt jašek M 2-11

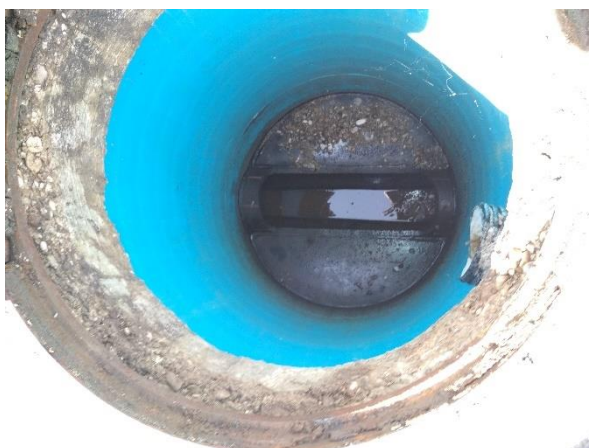
Slika 77 (desna slika): Notranjost jaška M 2-11

4.11. Jašek M 2-12 (Drožanjska 86 - ni še zgrajena)

Položaj jaška: GKY 524513,48 GKX 96690,11 Z 213,29 m n. v.

Približna globina jaška je 1,67 m in 1,90 m v najglobljem delu.

Na sliki je v jašku stoječa voda.



Slika 78 (leva slika): Jašek M 2-12 (spodaj), kramp je na njem

Slika 79 (desna slika): Notranjost jaška M 2-12

4.12. Jašek M 2-13 (Igrišče)

Položaj jaška: GKY 524514,81 GKX 96715,52 Z 212,66 m n. v.

Približna globina jaška je 0,8 m in 1,02 m v najglobljem delu.

V jašku M 2-13 je veliko gruščnatih usedlin. Izvor usedlin je umetni nasip, saj takšnega naravnega materiala na tem območju ni. Najverjetneje so v jašek popadala zrna iz območja, kjer se stene jaška končajo pod površjem; plasti umetnega nasipa so tako pri vrhu v jaška odprte in vidne (Slika 82).

Jašek naj se očisti usedlin in nato naj se sanira stene jaška, po večjih deževjih naj se beleži ali se v jašek še spira material.

Po prejeti dokumentaciji je jašek M 2-13 najbolj gorvoden jašek lokalnega podsistema odvodnje, zato je večina usedlin verjetno v jašek padla hitro po izgradnji.



Slika 80 (leva slika): Odpiranje jaška M 2-13

Slika 81 (desna slika): Notranjost jaška M 2-12 – gruščnate usedline



Slika 82 (leva slika): Najverjetnejši izvor usedlin v jašku

4.13. Jašek M1.2-1 (Križišče spodnji)

Položaj jaška: GKY 524493,42 GKX 96737,56 Z 213,37 m n. m.

Približna globina jaška je 1,75 m.

V jašek križišče spodnji se steka tudi odvodnja iz rešetk pri makadamski cesti.



Slika 83 (leva slika): Odpiranje jaška M1.2-1

Slika 84 (desna slika): Notranjost jaška križišče spodnji

4.14. Jašek M1.2-2 (Križišče zgornji)

Položaj jaška: GKY 524486,99 GKX 96746,37 Z 214,33 m n. m.

Približna globina jaška je 2,10 m.

Notranjost jaška smo pozabili slikati. Jašek je bil suh.



Slika 85: Položaj jaška M1.2-2

4.15. Jašek M1.2-3

Položaj jaška: GKY 524492,26 GKX 96783,95 Z 216,16 m n. m.

Približna globina jaška je 1,05 m. Jašek je bil suh.



Slika 86 (leva slika): Položaj jaška M1.2-3

Slika 87 (desna slika): Notranjost jaška M1.2-3

4.16. Jašek M1.2-4

Položaj jaška: GKY 524497,59 GKX 96821,38 Z 218,63 m n. m.

Približna globina jaška je 1,45 m. Jašek je bil suh.



Slika 88 (leva slika): Položaj jaška M1.2-4

Slika 89 (desna slika): Notranjost jaška M1.2-4

4.17. Jašek M1.2-5

Položaj jaška: GKY 524502,21 GKX 96853,07 Z 219,59 m n. m.

Približna globina jaška je 1,2 m. Verjetno je v jašek speljana še drenaža bližnje okolice, kar v projektni dokumentaciji ni označeno.



Slika 90 (leva slika): Odprt jašek M D1.2-5

Slika 91 (desna slika): Notranjost jaška M1.2-5



Slika 92 (desna slika): Notranjost jaška M1.2-5

4.18. Udornica pri znaku prepovedan promet

Položaj udornice: GKY 524472 GKX 96738 Z 215,5 m n. m.

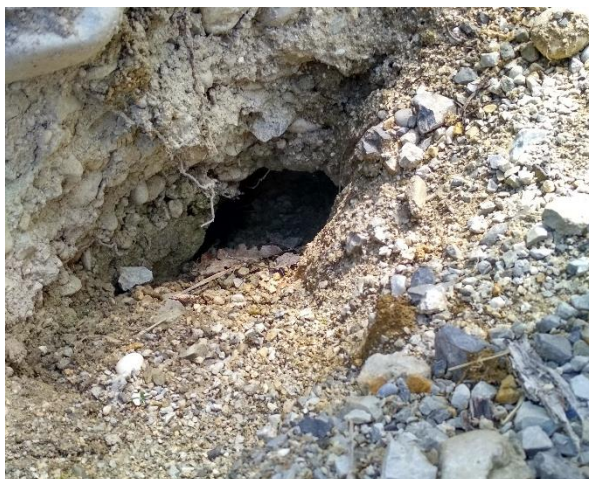
Premjer udornice znaša približno 2 m, največja globina pa približno 0,7 m. Udornica se nahaja v lokalni depresiji, kjer je območje koncentracije padavinskih in pripovršinskih podzemnih vod. Udornica je torej v najnižji točki blage globeli - Slika 95. V času padavin se plasti globlje (do nekaj metrov) zasičijo z vodo. Ker mora biti nekje območje boljše prepustnosti, kamor voda podzemno teče, je tok vode pod površjem tako hiter, da premeša zrna zemljine. Nastal je celo kanal-Slika 94 po katerem se premeščajo tudi debelo zrnata zrna. Potrebno je ugotoviti ali se voda in zrna premeščajo v kanal meteorne kanalizacije ali morda v umetni nasip pod cesto ali celo kam drugam (drugi geološki vzroki) in nato sanirati udornico. Sanacija lahko poteka z zasipavanjem z različne zrnivosti in dobro zbitega po plasteh, vendar se naj določi po ugotovitvi mehanizma nastanka.

V prihodnje naj se pri vseh kontaktih umetnega nasipa z naravnim materialom uporabi ločilni geotekstil

(imenovan tudi filc), ki naj prepeči spiranje drobnozrnatih zrn iz okolice v umetni nasip, omogoča pa naj precejanje vode. Vse umetne vode naj se izdela tako, da spiranje drobnozrnatih zrn iz okolice ne bo možno. Preveri naj se tudi ali v okolici pušča vodovod. Kot ukrep sanacije je možna tudi odvodnja pripovršinske in površinske vode.

K sanaciji udornice je potrebno čim prej pristopiti, saj se bo drugače širila še naprej.

Stanovalec objekta Drožanjska cesta 90 je navedel, da je mnogo let nazaj udornica nastala tudi približno 50 m višje po cesti naprej in na območju, kjer poteka gradnja stadiona.



Slika 93: Položaj udornice pri znaku za prepovedan promet

Slika 94: Kanal udornice



Slika 95: Pobočje nad udornico, slika iz Google street view, slikano pred nastankom udornice

4.19. Območje pojavov vode zahodno od objekta Drožanjska 94

Približen položaj občasnih pojavov vode: GKY 524467 GKX 96589 Z 212,5 m n. m.

Pri novi gradnji, ki jo poimenujemo Drožanjska 94 (najverjetnejša hišna številka) se ob padavinah pojavlja izvir vode. Med terenskim pregledom smo opazili le sledove toka vode in sicer na enem mestu obsežne sledove, v ožji okolici tega mesta (nekaj metrov stran) pa manjše. Voda med dežjem zagotovo priteka iz območja sufuzijskih kanalov in pripovršja, verjetno pa je takrat z vodo nasičen večji del podpovršja nad laporovcem. To nasičenje je tako intenzivno zaradi nahajanja v globeli in še na prevoju površja.



Slika 96 (leva slika): Mesto občasnega pojavljanja vode ob padavinah-ožje območje večjega pojavljanja

Slika 97 (desna slika): Pogled na mesto občasnega pojavljanja vode z zahodne strani



Slika 98: Globel nad objektom Drožanjska 94 z označenim mestom pojavljanja vode.

4.20. Območje pojavljanja vode ob cesti nad plazom

Pojavljanje vode: GKY 524392 GKX 96446 Z 217,8 m n. m.

Med terenskim pregledom smo zabeležili pojavljanje vode – presihajoč izvir ob Drožanjski cesti, ki vodi na Grič. Količina vode je bila majhna in jo lahko ocenimo na približno 0,25 dl/s. To da se na tem mestu (pri rumenih rožah) pogosto nahaja voda, je navedla tudi stanovalka objekta, ki se nahaja pod izvirom. Pogoja za nastanek izvira sta litološka meja med prodnimi plastmi in laporovcem ter glinami in oblika površja (pobočje vpada podobno kot smer toka vode). Po sedanjih podatkih se izvir nahaja malo vzhodneje od meje med prodom in laporovcem.



Slika 99 (leva slika): Pojavljanje vode-presihajoč izvir ob asfaltirani cesti na Grič Drožanjska

Slika 100 (desna slika): Odvodnja pojavljanja vode ob cesti na grič Drožanjska

4.21. Plaz ob cesti južno od območja OPPN

Položaj plazu: GKY 524392 GKX 96446 Z 217,8 m n. m.

Plaz se nahaja približno 30 m pod območjem pojavljanja vode. Povod za plazenje je strm nagib površja in omočenje z vodo. Vzrok za plazenje so plasti z glino pod umetnim nasipom ceste in razširitev ceste. Med možnosti sanacije lahko uvrstimo odvodnjo površinskih in podpovršinskih vod (na primer, da voda ne zateka neposredno v razpoke v asfaltu). Priporočamo, da se beleži morebitno napredovanje plazu.

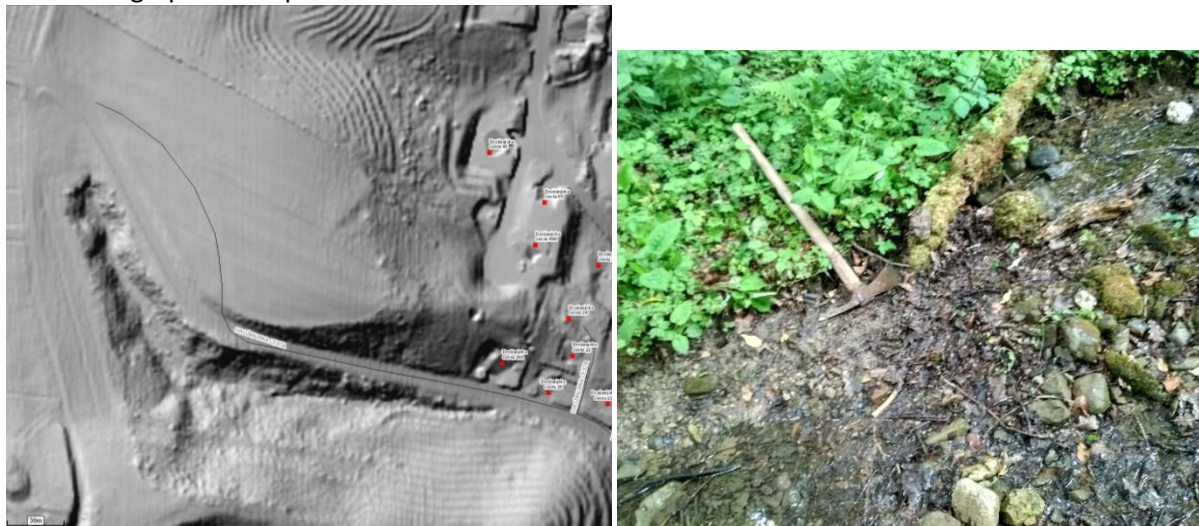


Slika 101: 4.21. Plaz ob cesti južno od območja OPPN

4.22. Hidrogeološki pregled grape južno od OPPN

Približen položaj točke do katere je bila v grapi voda: GKY 524341 GKX 96427 Z 216 m n. m.

Izrazita grapa se nahaja južno od meje obravnavanega OPPN (Slika 102). V grapi je vodotok, ki na karti TTN 5 ni označen, prav tako vodotok ni označen na neuradnih slojih Atlasa voda. Okvirna ocena pretoka dne 30. 4. 2020 je približno 0,4 l/s. Predvidevamo, da je pretok vode skoraj stalen tudi, ker imajo iz potoka napeljana cev za napajanje živine in ker je stanovalec objekta Drožanjska 90 navedel, da je vodotok v grapi že bil v preteklosti.



Slika 102 (leva slika): Izrazita morfološka oblika grape južno od OPPN (Lidar-ARSO)

Slika 103 (desna slika): Prodniki in kosi grušča ter laporovca v grapi



Slika 104: Grapa z vodotokom južno od območja OPPN

4.23. Izdanek laporovca pri krožnem obračališču

Položaj izdanka: GKY 524469 GKX 96486 Z 213,1 m n. m.

Na izdanku prepereva laporovec, deloma se kamnina tudi odlamlja v obliki kvadrov. Naklon pobočja se je zaradi preperevanja zmanjšal. Ponekod se izdanek naravno zatravlja. Preperina in melišče sta že skoraj zasula hidrant (Slika 104). Preperino po večjih padavinah odnaša na asfaltno površino krožnega obračališča. Stanovalec bližnjega objekta je navedel, da med padavinami po površju teče padavinska voda, pojavljanje izvirov ob padavinah pa mu ni znano, niti pojavljanje kanalov pri površini. Med

terenskim pregledom sledov izvirov tudi v bližnji okolici nismo opazili. Vpad ploskve na sliki-Slika 104 znaša 76/35.



Slika 105: Izdanek laporovca pri krožnem obračališču

5. HIDROGEOLOŠKA ANALIZA

5.1. Določitev koeficientov prepustnosti

Teoretične osnove

Za izračun koeficienta prepustnosti pri nestacionarnih nalivalnih preizkusih in dvigu gladine podzemne vode po črpalnem preizkusu smo uporabili metodo po **Hvorslevu za nestacionarno stanje**. Za izračun koeficienta prepustnosti pri stacionarnem delu nalivalnih preizkusov in stacionarnega dela črpalnega preizkusa smo uporabili metodo po **Hvorslevu za stacionarno stanje**. Za določitev koeficienta prepustnosti pri črpalnem poizkusu smo uporabili tudi metode **Girinskega & Babuškina za odprt vodonosnik** in metodo **Girinskega za zaprt vodonosnik**.

Girinski & Babuškin (odprt vodonosnik)

$$k = \frac{0,366 Q}{l \cdot s} \log \frac{0,66l}{r}$$

k	...	koeficient prepustnosti (m/s)
Q	...	črpana količina (m ³ /s) = 0,002 m ³ /s 2 l/s
r	...	polmer vrtnice vključno z zasipom (m) = 114 mm = 0,114 m
s	...	doseženo znižanje (m)
l	...	dolžina filtrov, oz. debelina zajetega sloja (m)

Girinski (zaprt vodonosnik)

$$k = \frac{0,366 \cdot Q \cdot \log \frac{1,6 \cdot l}{r}}{l \cdot s}$$

Hvorslev (nestacionarno stanje)

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

$$F = \frac{2\pi L}{\ln(2L/D)}$$

K	...	koeficient prepustnosti (m/s)
k	...	koeficient prepustnosti (m/s)
A	...	prečni presek v cevovodu (m)
H	...	doseženo stacionarno zvišanje oziroma znižanje (m)
Q	...	črpalna oz. nalivalna količina (m ³ /s)
Δt	...	sprememba v času med h ₁ in h ₂ (s)
h₁	...	višina GPV nad začetno višino h ₀
h₂	...	višina GPV nad začetno višino h ₀
D	...	premer testiranega odseka (m)
L	...	dolžina testiranega odseka (m)
F	...	geometrijski faktor (m)

Hvorslev (stacionarno stanje)

$$k = \frac{Q}{FH}$$

$$F = \frac{2\pi L}{\ln(2L/D)}$$

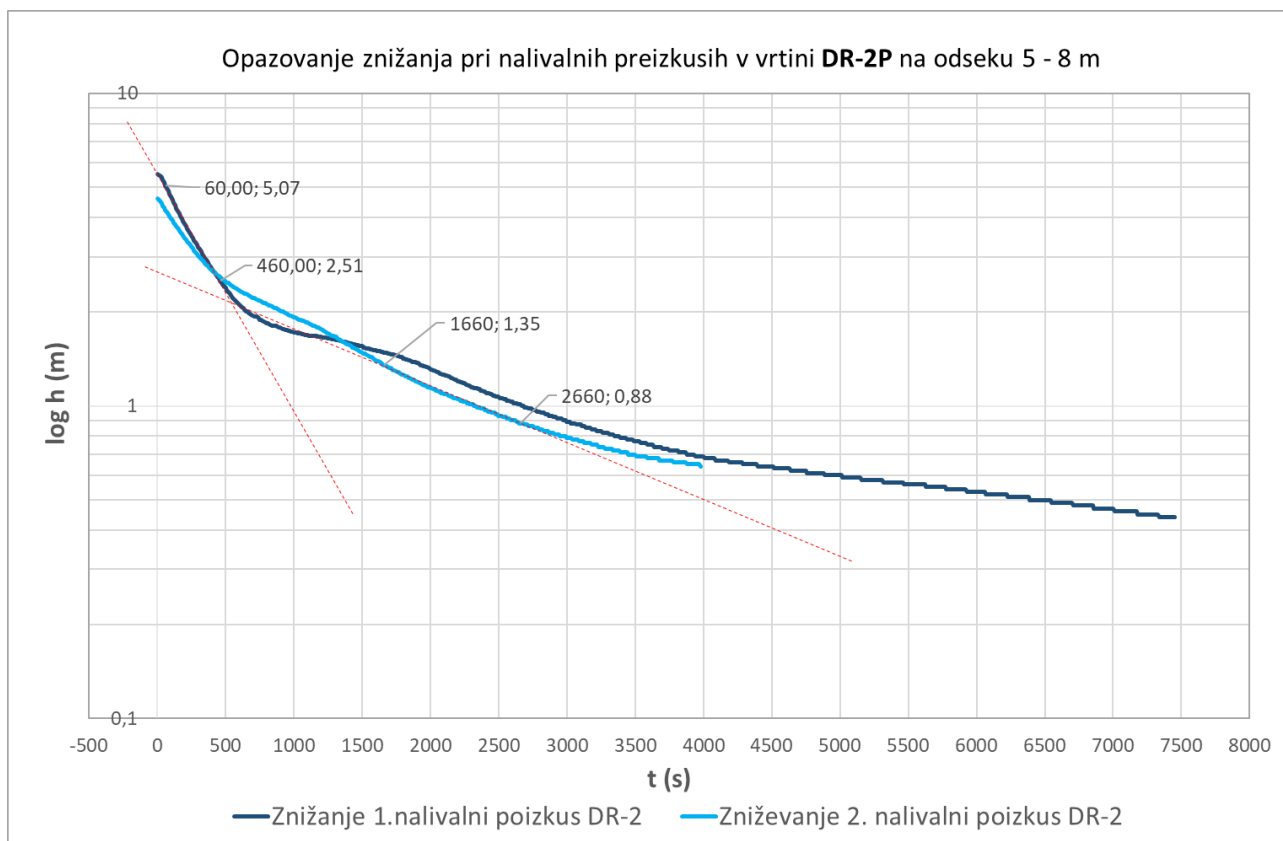
5.2. Rezultati

Preglednica 7: Vhodni parametri in rezultati izračuna koeficienta prepustnosti črpalnega preizkusa

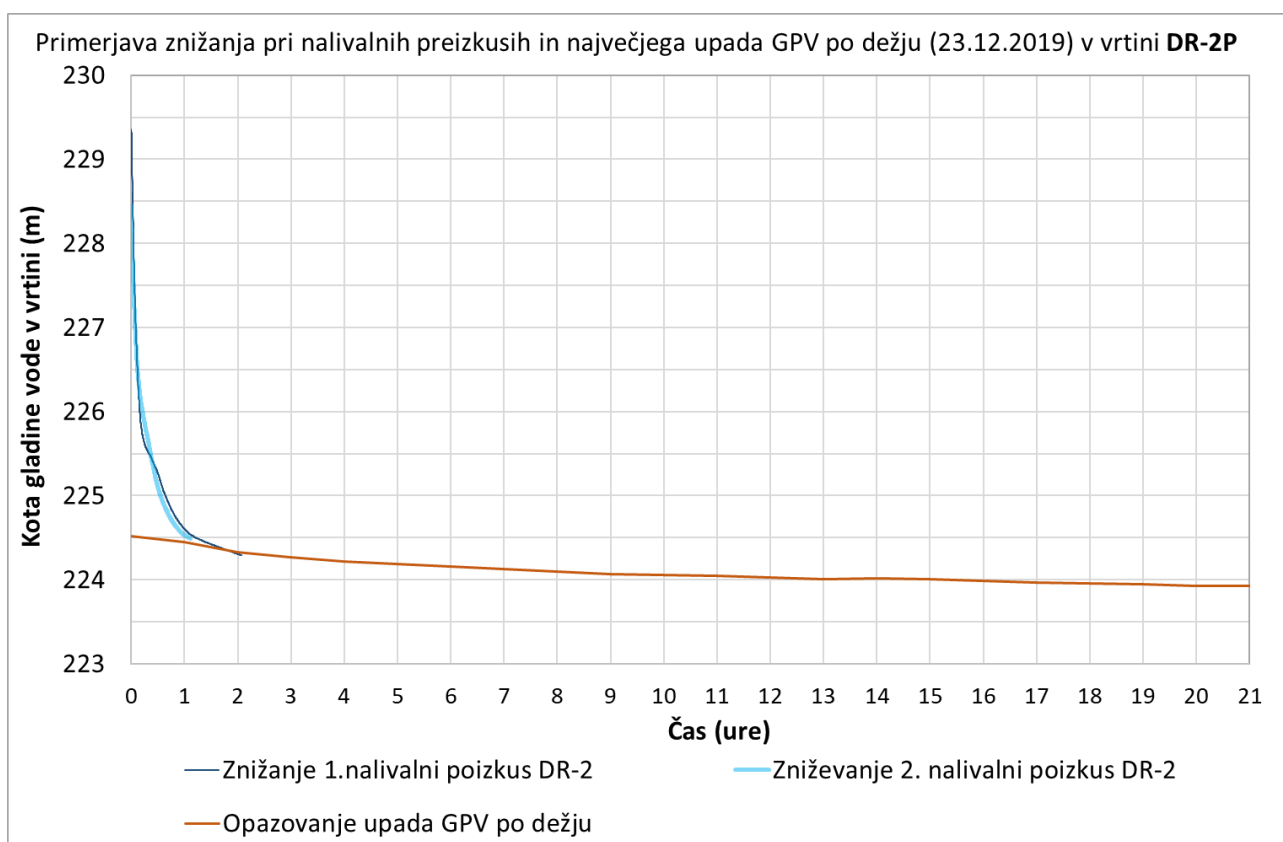
VRTINA	Q (m ³ /s)	r (m)	s (m)	l (m)	k (m/s)	R (m)	Priporočen izbor K (m/s)
DR-3P <i>po Girinski in Babuškin</i> <i>(odprt vodonosnik)</i>	0,000096	0,057	3,38	5,1	3,61x10 ⁻⁶	-	4,00x10⁻⁶
DR-3P <i>po Girinski (zaprt vodonosnik)</i>	0,000096	0,057	3,38	5,1	4,39x10 ⁻⁶	-	
DR-8P/20 1. črpalna količina Po Girinski in Babuškin <i>(odprt vodonosnik)</i>	0,000109	0,057	0,17	5,8	7,39x10 ⁻⁵	-	7,39x10⁻⁵
DR-8P/20 2. črpalna količina Po Girinski in Babuškin <i>(odprt vodonosnik)</i>	0,000133	0,057	0,20	5,8	7,67x10 ⁻⁵	-	
DR-8P/20 3. črpalna količina Po Girinski in Babuškin <i>(odprt vodonosnik)</i>	0,000194	0,057	0,32	5,8	6,99x10 ⁻⁵	-	

VRTINA	Testiran odsek[m]	Metoda	A [m ²]	Q [m ³ /s]	h ₁ [m]	h ₂ [m]	Δt[s]	F	L[m]	D[m]	K [m/s]	T [m ² /s]
DR-2P 1. nalivanje.	5-8m GM/GC	Hvorslev nest. stanje	0,00833229	-	5,07	2,51	400	4,44	3	0,114	3,30x10 ⁻⁶	9,89x10 ⁻⁶
DR-2P 2. nalivanje	5-8m GM/GC	Hvorslev nest. stanje	0,00833229	-	1,35	0,88	1000	4,44	3	0,114	8,03x10 ⁻⁷	2,41x10 ⁻⁶
DR-2P Črpalni preizkus (dvig)	5-8m GM/GC	Hvorslev nest. stanje	0,00833229	-	0,37	0,12	180	4,44	3	0,114	1,17x10 ⁻⁵	3,52x10 ⁻⁵

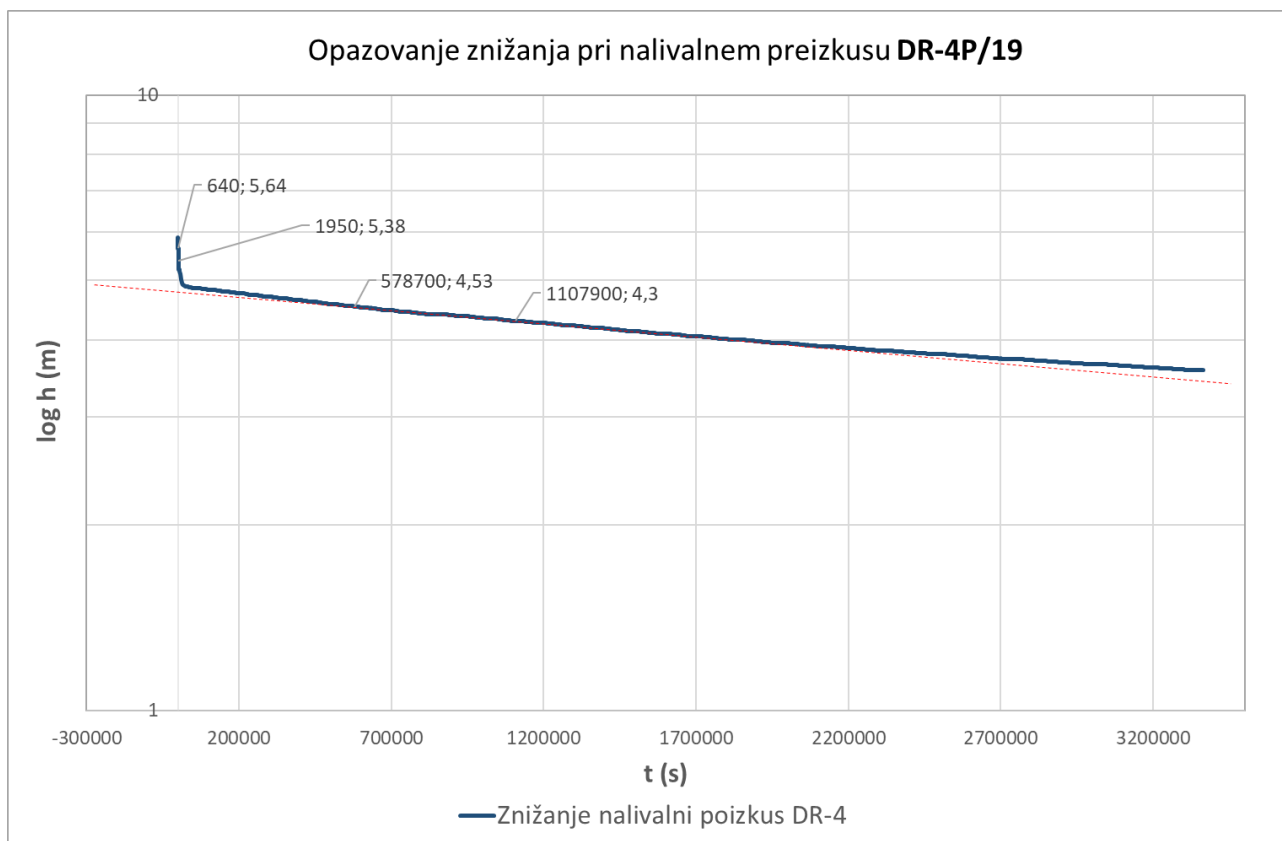
DR-4P Nalivalni preizkus 1. izračun	2-5 m glina in laporovec	Hvorslev nest. stanje	0,00833229	-	4,53	4,3	529200	4,45	3	0,114	$1,84 \times 10^{-10}$	$5,53 \times 10^{-10}$
DR-4P Nalivalni preizkus 2. izračun	2-5 m glina in laporovec	Hvorslev nest. stanje	0,00833229	-	5,64	5,38	1310	4,45	3	0,114	$6,75 \times 10^{-8}$	$2,02 \times 10^{-7}$
DR-4P Priporočena ocena koeficienta prepistnosti											$\approx 5 \times 10^{-8}$	
DR-7P Nalivalni preizkus	3,7-13,7m Lapor	Hvorslev nest. stanje	0,00833229	-	10,12	10,11	2520	10,86	9	0,114	$\approx < 3,01 \times 10^{-10}$	$\approx < 2,71 \times 10^{-9}$
DR-2P 2. nalivanje (stac. del)	5-8 m GM/GC	Hvorslev stac.stanje	-	0,00015	4,61		-	-	3	0,114	$6,84 \times 10^{-6}$ Priporočen izbor za DR-2P 5 do 8 m	
DR-4P Stacionarno nalivanje	2-5 m glina in laporovec	Hvorslev stac.stanje	-	0,000015	5,87		-	-	3	0,114	$5,36 \times 10^{-7}$	
DR-3P Črpalni preizkus (stac. del)	2,9-8 m GM/GC, GP/GM	Hvorslev stac.stanje	-	0,000096	3,38		-	-	5,1	0,114	$3,98 \times 10^{-6}$	



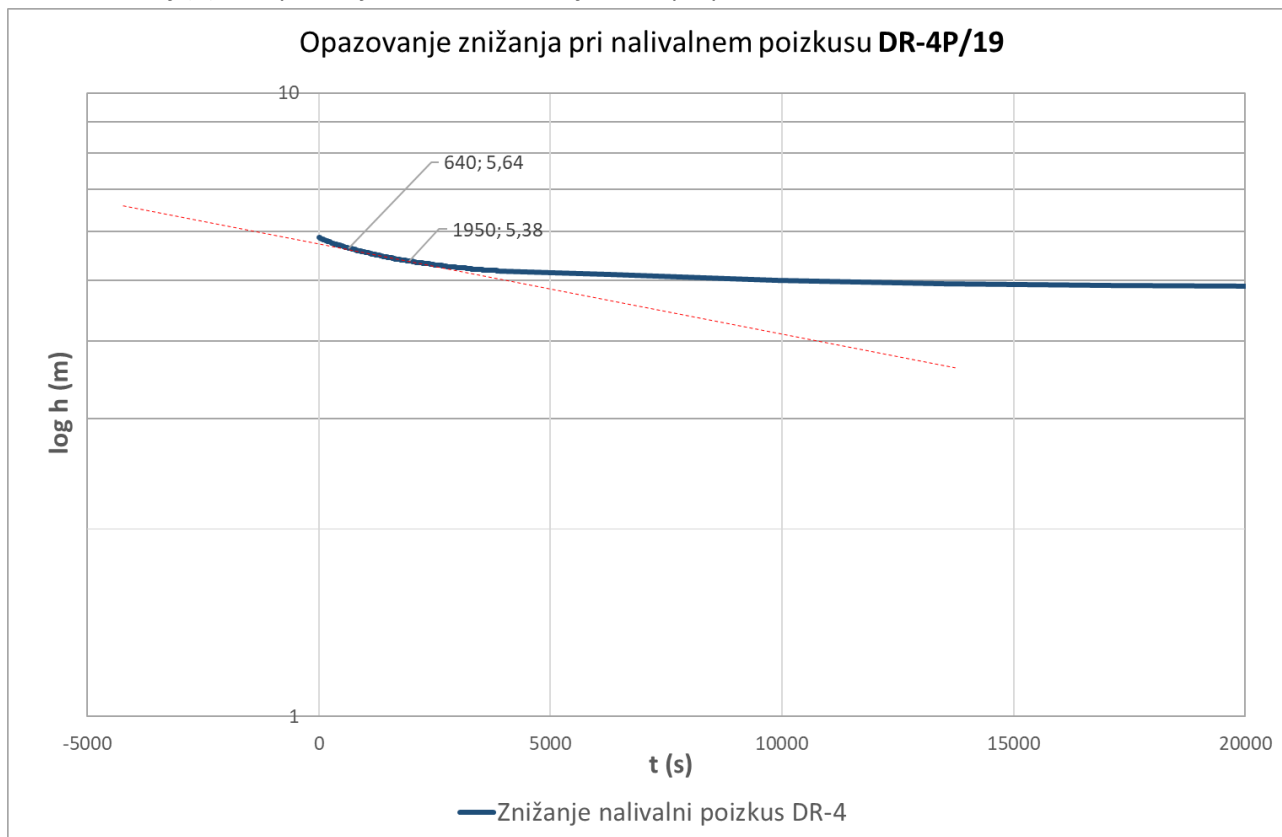
Slika 106: Graf interpretacije za določitev koeficienta prepustnosti v vrtini DR-2P/19



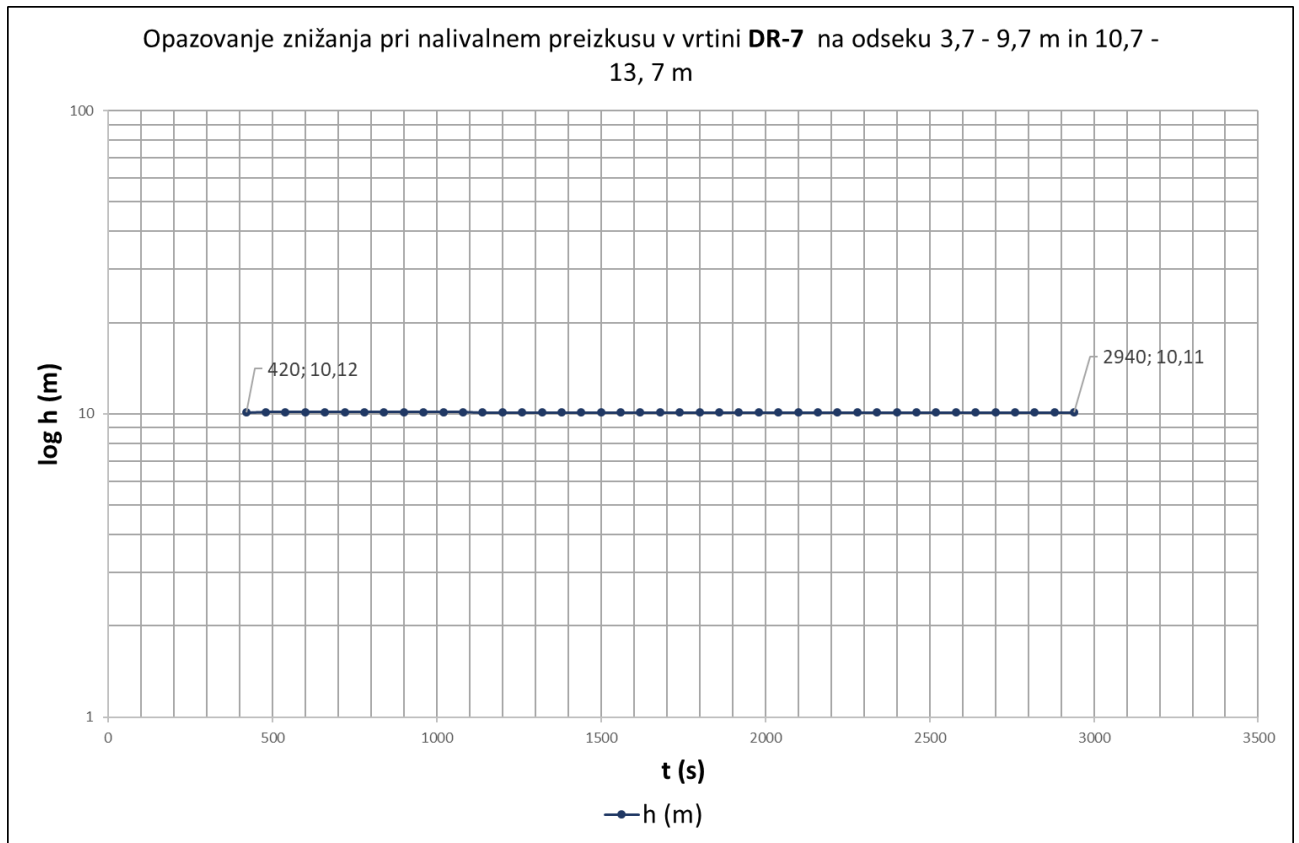
Slika 107: Opazovanje znižanja pri nalivalnih preizkusih v vrtini DR-2P/19



Slika 108: Graf (1) interpretacije za določitev koeficienta prepustnosti v vrtini DR-4P/19

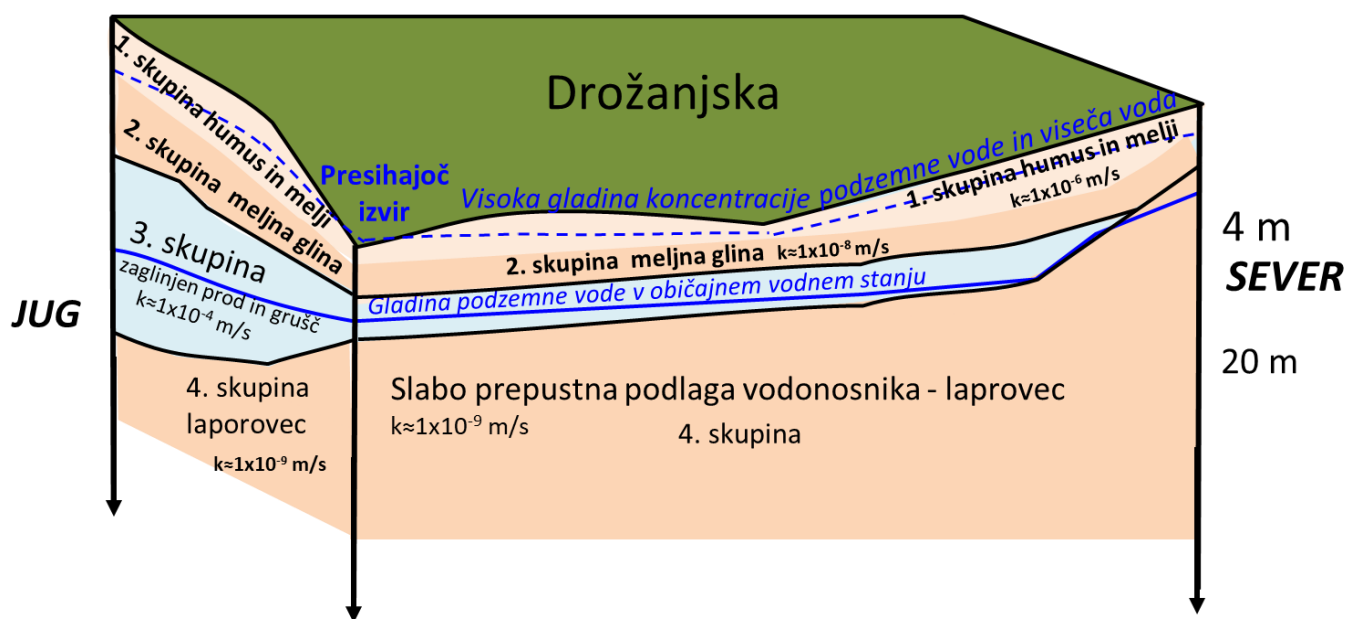


Slika 109: Graf (2) interpretacije za določitev koeficienta prepustnosti v vrtini DR-4P/19



Slika 110: Graf interpretacije za določitev koeficienta prepustnosti v vrtini DR-7P/20

6. HIDROGEOLOŠKI KONCEPTUALNI MODEL



Slika 111: Poenostavljen hidrogeološki konceptualni model območja OPPN Drožanjska zahod

Raziskovano območje hidrogeološko uvrščamo na območje nahajanje manjših vodonosnikov z lokalnimi omejenimi viri podzemne vode. Za namene nove gradnje lahko zemljine razvrstimo v več skupin plasti:

- 1. Skupina plasti: Humus ($k \approx 5 \times 10^{-5}$ m/s), melj ($1 \times 10^{-5} > k > 1 \times 10^{-7}$ m/s) ter glina in melj ($1 \times 10^{-7} < k < 1 \times 10^{-9}$ m/s):** Plast humusa najdemo na vsem območju, od globine 0,0 m do v povprečju 0,3 m pod površjem, z maksimalnimi debelinami do 0,5 m v vrtinah DR-5/19 in DR-6/19 (zahodni in severni del, na izravnanim delu preiskovanega območja). Njegova prepustnost je ocenjena na dobro. Humusu sledijo plasti melja in gline, ki lahko vsebujejo še peščena zrna. Plast melja je v povprečju debeline 0,5 m, maksimalna debelina plasti je bila izvrtana v vrtini DR-1 in sicer 1,2 m. Melj se pojavlja v južnem delu preiskovanega območja, na mestu predvidenem za izgradnjo šole Ane Gale. Če melj vsebuje več peska prepustnost melja ocenjujemo na srednjo ($1 \times 10^{-5} > k > 1 \times 10^{-7}$ m/s), prevladuje pa slabša prepustnost ($1 \times 10^{-7} > k > 1 \times 10^{-8}$). Skupna debelina 1. skupine plasti je v povprečju 1 m.

V 1. skupini plasti najdemo visečo podzemno vodo. Ta je prisotna predvsem po večjih nalivih in se zadržuje v meljnati plasti. Doseže lahko višino do nekaj deset centimetrov pod površjem ali posebno v globelih sega do površja. Po nalivih zaradi slabega podpovršinskega odtoka v plasteh z glino in meljem voda v zgornji plasti do globine približno 0,3 m (večinoma organski horizont, t.i. humus) ustvari kanale, ki jih imenujemo sifuzijski kanali (ker so nastali zaradi hitrosti toka vode, ki je premestil zrna), kjer se tokovi vode koncentrirajo in po katerih voda z gradientom površja odteka. Pretakanje vode lahko slišimo. To pretakanje vode v okolici vrtine DR-7P/20 smo zabeležili dne 5.3.2020, pri vrtini DR-3P/19 pa dne 7. 11. 2019 in tudi med kopanjem izkopa SI-1 - poglavje 2.6.1. V horizontu viseče podzemne vode imamo torej pojav medzrnske in kanalske poroznosti.

2. Skupina plasti: Glina, meljna glina in glina z meljem ($1 \times 10^{-7} > K > 1 \times 10^{-9}$ in $K < 1 \times 10^{-9}$): Plasti druge skupine smo zabeležili v vseh vrtinah in izkopih sicer približno 1 m pod površjem, mestoma tudi višje (npr. DR-6) in sega do globine od 3 do 7,8 m. Gre za plasti gline, peščene gline z vložki melja ali ostalih frakcij (peska ali grušča), ki pa nastopajo podrejeno. Prepustnost plasti mastne gline trde konsistence brez ostalih frakcij smo ocenili kot zelo slabo ($K < 1 \times 10^{-9}$). Plasti z glino imajo zelo nizko efektivno poroznost. Plasti 2. skupine imajo večinoma običajno naravno vlažnost. Ob intenzivnejših padavinah se tudi plasti 2. skupine nasičijo z vodo. Ker je efektivna poroznost tako nizka, izgleda, da so plasti suhe, vendar predvidevamo, da se ob zelo intenzivnih padavinah lahko nasičijo do približno 1 m pod površjem, oziroma do podobne višine kot to kažejo meritve piezometrične gladine v piezometrih DR-2P/19 in DR-3P/19. To je predstavljeno na geomehanskih prerezih - Žibert in Šabec (2020).

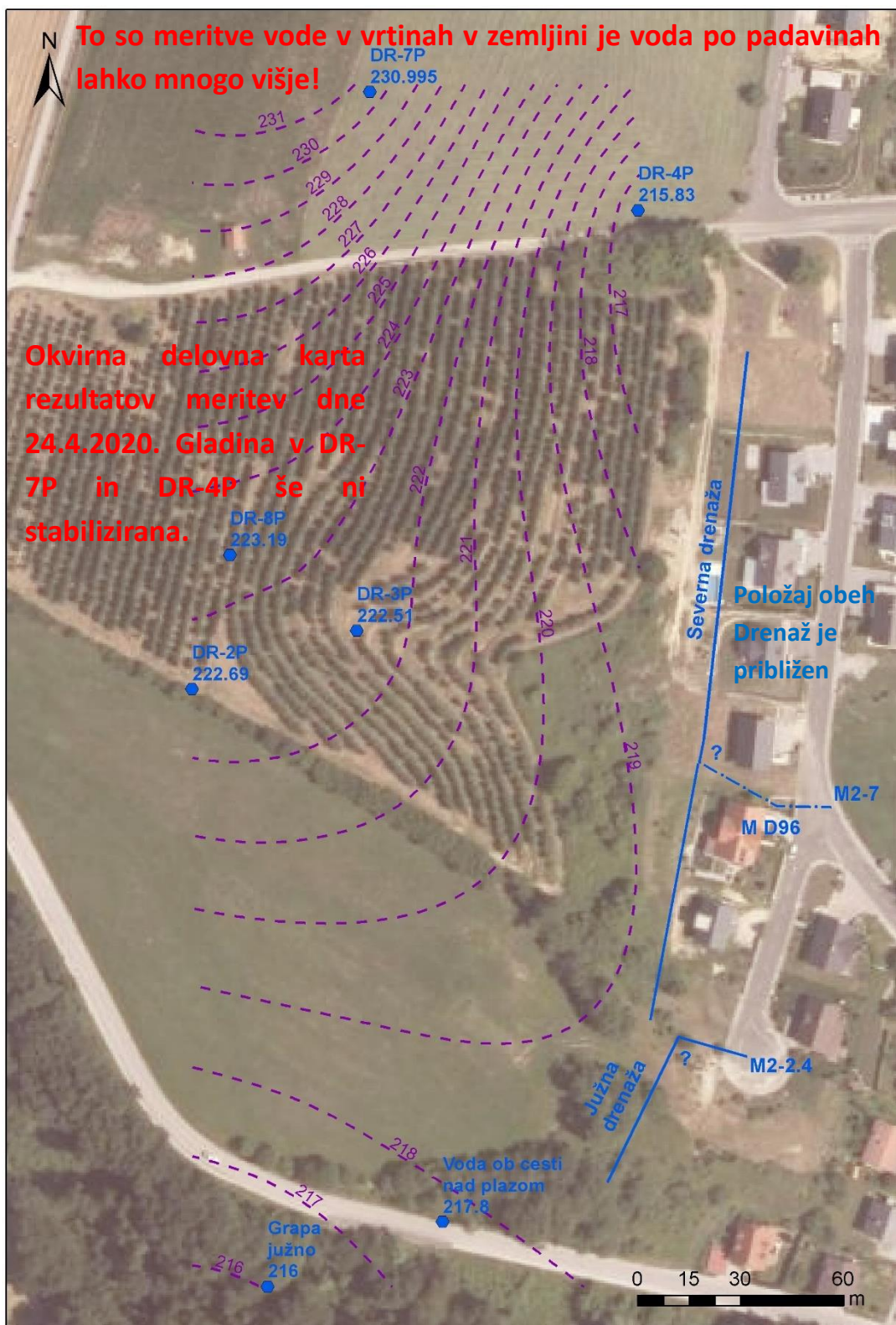
3. Skupina plasti: Grušč/prod ($1 \times 10^{-3} > K > 1 \times 10^{-6}$): Grušč in prod se na območju pojavlja s frakcijami gline, melja, peska ali z deleži vsake od teh. Te plasti se nahajajo na južnem delu območja in sicer na globini približno 5 m, v vrtini DR-3P se plast grušča začne že pri globini 2,9 m od površja. Debelino plasti 8 m lahko ocenimo na podlagi vrtine DR-8, ki je plast prevrtala do podlage. V tej plasti se pojavlja znatna, vendar ne zelo velika količina podzemne vode. Interpretiran koeficient prepustnosti na podlagi izračunov se giblje med $7,39 \times 10^{-5} > K > 4,00 \times 10^{-6}$ m/s in variira glede na to, v kateri vrtini je bil črpalni test opravljen. Dejanska prepustnost plasti je spremenljiva, večji delež prodaja prepustnost poveča.

Gladino podzemne vode v tej plasti opazujemo v vrtinah DR-2P/19, DR-3P/19 in DR-8P/20. Povprečna GPV v vrtini DR-3P/19 je na globini 2,44 pod površjem, kar je nekoliko nad plastjo prodaja in grušča. Podzemno vodo v tej vrtini lahko ob obravnavamo kot »subarteško«, vodonosnik pa kot polzaprt, ker izdatnejše plasti 3. skupine prekrivajo vrhnje plasti 2. in 1. skupine. Vodni stolpec se torej na mestu vrtine DR-3/19 dvigne v slabše prepustnejše vrhnje plasti. Najverjetneje je vodonosnik pri vrtini DR-3/19 po hidrodinamskem tipu nekaj vmes med odprtim in med zaprtim, kar je v naravi pogosto; tako da je verjetno tudi, da se vodonosnik tudi na mestu vrtine napaja iz zelo bližnje okolice. Pri vrtinah DR-2P/19 in DR-8P/20 dosedanje meritve kažejo odprt vodonosnik brez »subarteških« tlakov v času izredno visokih vod pričakujemo tudi subarteške tlake. Predvidevamo, da se vodonosnik 3. skupine plasti napaja na območju OPPN, oziroma v njegovi bližnji okolici, čeprav se v to zaradi konceptualne razporeditve plasti v prostoru lahko dvomi. Predvidevamo, da plasti iz 1. in 2. skupine plasti le niso tako zvezno neprepustne za vodo, kot se zdi na prvi pogled. Predvidevamo, da se v plasti 3. skupine infiltrira voda iz nenasičene cone iz bližine.

4. Skupina plasti: Lapor/laporovec ($K < 1 \times 10^{-9}$): Podlago območja predstavlja laporovec. Pojavlja se na globinah od 3 m (vrtina DR-7P) do 13,5 m (vrtina DR-8) pod površjem. Izvrtan je bil v vrtinah DR-4P, DR-6, DR-7P in DR-8P kar nakazuje na dejstvo, da se na severnem delu območja pojavlja precej plitveje, kot v južnem. Mestoma se nad laporovcem pojavlja preperel laporovec, katerega prepustnost je nekoliko boljša vendar vseeno slaba ($1 \times 10^{-7} > K > 1 \times 10^{-9}$). Lapor je zelo slabo prepusten ($K < 1 \times 10^{-9}$) in ne vsebuje veliko vode.

Raziskave kažejo, da je smer toka v prvi in drugi skupini plasti v smeri vpada površja in v vertikalno smer proti 3. skupini plasti. Smer toka v 3. skupini plasti pa je proti jugovzhodu. Napajalno zaledje je na območju OPPN in, če upoštevamo podatke geoloških kart, tudi na bližnjem-sosednjem območju zahodno in severozahodno, vendar napajalno zaledje predstavlja večinoma območje OPPN.

Povprečna količina korigiranih padavin za obdobje od 1971 do 200 je 1150 mm. Povprečna ocena infiltracije vode pod površje po metodi Kenesy je 407 mm (Prestor s sodelavci, 2006b). Če upoštevamo to infiltracijo in površino OPPN 84.000 m², je količina vode, ki se infiltrira, približno 1,08 l/s. Del vode odteka površinsko skozi drenažo grička, del teče v potok v južni grapi, približno polovica vode pa podzemno odteka največ v južno in jugovzhodno smer ter v manjši količini v vzhodni smeri. Največ vode z območja OPPN odteka iz prodnih plasti, delno pa odteka tudi v smeri gradienta površja skozi plasti z glino in na meji med laporjem in ostalimi plastmi. Sestavili smo tudi okvirno karto rezultatov hidrogeoloških meritev (Slika 112), ki pa ni uporabna kot karta hidroizohips, ker gladina v severnih piezometrih DR-7P/20 in DR-4P/19 še ni stabilizirana.



Slika 112: Karta rezultatov hidrogeoloških meritev iz dne 24. 4. 2020

7. OPREDELITEV PLAZLJIVOSTI

Terenski inženirskogeološki pregled stabilnosti/plazovitosti območja je 31. marca 2020 izvedla dr. Ana Novak, ki je tudi avtorica vsebine o plazljivosti v tem poročilu.

Terenski pregled je obsegal celotno območje OPPN (**Slika 116**), pri čemer je bil poudarek na prepoznavanju morfoloških znakov aktivnega ali preteklega plazenja oz. nestabilnosti pobočja.

7.1. Znaki aktivnega plazenja

Na pregledanem območju jasni znaki aktivnega plazenja ali lezenja niso bili opaženi. V neposredni bližini piezometrične vrtine DR-3P/19, je bila v sadovnjaku opažena vrsta nagnjenih dreves (**Slika 113**), ki so lahko posredni znak nestabilnosti pobočja. Drevesa so nagnjena za približno 30-45°. Ker so nagnjena drevesa omejena na eno vrsto in ker v njihovi neposredni bližini niso opazni drugi znaki aktivnega plazenja, predpostavljamo, da so nagnjena zaradi drugih procesov ali človeških posegov in ne zaradi plazenja.



Slika 113: Nagnjena drevesa v bližini vrtine DR-3P/19; zgoraj pogled proti jugu (slikano v bližini GKY 524360; GKX: 96635), spodaj pogled proti severu (slikano v bližini GKY 524360; GKX: 96620).

7.2. Znaki nekdanjega plazenja

V osrednjem delu vzhodne polovice pregledanega območja so opazni številni znaki nekdanjega plazenja. Na senčenih lidarskih podlagah (Atlas okolja MOP – ARSO) je opaznih več rahlo povitih morfoloških stopenj, ki so orientirane v smeri SV-JZ (**Slika 116**). Stopnje so dolge med 20 in 120 metrov in so visoke med 0.5 do 2 metra. Stopnje, ki so bile prepoznane na senčenih lidarskih podlagah, so vidne tudi na terenu, tako v sadovnjaku, kot tudi na travniku (Slika 114). Morfološke stopnje domnevno predstavljajo odlomne robove ali sekundarne odlomne robove nekdanjih plazov. Stopnje na travniku so

zaraščene s travo, medtem, ko so preko stopenj v sadovnjaku zasajena drevesa ali je preko njih speljana pot (Slika 3). Nobena od stopenj ne kaže znakov recentnega aktivnega plazenja.



Slika 114: Primeri morfoloških stopenj v sadovnjaku (zgoraj: slikano v bližini GKY 524360; GKX 96720) in na travniku (spodaj: slikano v bližini GKY 524395; GKX 96840). Zgornji rob stopnje je označen z rdečimi puščicami.

V jugovzhodnem delu pregledanega območja se na travniku nahaja do 0,5 metra visoka morfološka stopnja izrazite polkrožne oblike (**Slika 116**). Stopnja je izražena tudi na terenu (Slika 115). Celotna dolžina polkrožne stopnje znaša približno 70 metrov. Domnevno predstavlja odlomni rob nekdanjega

plazu. Velikost nekdanjega plazu je na podlagi današnje morfologije terena ocenjena na približno 40 metrov širine in vsaj 30 metrov dolžine. Trenutno je stopnja zaraščena s travo in ne izkazuje znakov recentno aktivnega plazenja.



Slika 115: Izrazita polkrožna morfološka stopnja, ki je označena z rdečimi puščicami (slikano v bližini GKY 524400; GKG 96530).

7.3. Analiza stabilnosti pregledanega območja

Pri določanju stabilnosti so bili upoštevani: današnja morfologija površja, morebitna prisotnost znakov nekdanjega plazenja ter poznavanje geološke zgradbe. V splošnem pa si z globino v pregledanem delu zaporedja sledijo: humus, heterogene gline (s peščenimi, meljnimi in prodnatimi vložki ter plastmi glinaste zemljine), pliokvartarni prodi/grušči (na južnem delu območja) ter lapor/laporovec.

Pregledano območje se po stabilnosti lahko razdeli v tri razrede, ki so podrobneje opisani v nadaljevanju. Zahodni del pregledanega območja predstavljajo stabilna območja, ki so na **(Slika 116)** označena z zeleno. Zanje je značilna izravnana morfologija z razmeroma nizkimi nakloni pobočja, ki znašajo manj kot 10°, v povprečju pa se gibljejo okoli 5° (Slika 117). Verjetnost za pojav plazov na teh območjih je majhna.



Slika 116: Karta plazljivosti območja OPPN Drožanjska zahod (vir lidarske podlage: Atlas okolja MOP - ARSO).



Slika 117: Primer stabilnega območja (slikano v bližini GKY 524410; GKX 96475).

Z rumeno barvo - **Slika 116** so označena območja, za katera so značilni zmerni do visoki nakloni pobočja (med 10° in 30°), na katerih niso vidni znaki nekdanjega plazenja. Zaradi kombinacije specifične geološke zgradbe (znatne debeline heterogenih deformabilnih plasti nad trdno podlago) in srednjih do visokih naklonov so ta območja podvržena plazenju v primeru gradbenih posegov v prostor (kot npr. pri gradnji sevniškega stadiona) ali v primeru izjemnih vremenskih okoliščin.

Območja, ki se nahajajo nižje po pobočju od morfoloških stopenj, so na sliki - **Slika 116** označena z oranžno barvo (Slika 114, Slika 115). Zanje so značilni znaki nekdanjega plazenja ter zmerni do visoki nakloni med 10° in 30° . Z oranžno je označen tudi skrajni južni del sadovnjaka, ki se nahaja med polkrožno morfološko stopnjo in skrajno južno povito stopnjo (Slika 1). Na tem območju sicer niso bili opazni znaki nekdanjega plazenja, je pa zaradi morfološke značilnosti terena in rabe tal, to območje vseeno smatrano kot območje nekdanjega plazenja, kjer so morfološki znaki plazenja domnevno bili odstranjeni zaradi intenzivnega poseganja v prostor – obdelovanja sadovnjaka. Območja označena z oranžno predstavljajo območja nekdanjega plazenja, kjer je verjetnost za ponovne premike pobočnih mas znatna, še posebej v primerih poseganja v prostor.

7.4. Skladnost ugotovitev s predhodnimi geomehanskimi poročili in priporočila

Predstavljene ugotovitve o stabilnosti območja so v skladu s predhodnimi geomehanskimi poročili. Območja podvržena plazenju in območja nekdanjega plazenja sovpadajo z območji (parcelami) podvrženimi plazenju iz geološko-geotehničnega poročila za sosesko Dobrava (Žerjal, 2014). V tem poročilu so plazovom podvržena območja definirana kot območja, kjer se trdne lapornate gline ali laporovec pojavljajo globlje od treh metrov pod današnjim površjem nad njimi pa se nahajajo

deformabilne gline in glinaste zemljine (Žerjal, 2014). Vse vrtine iz Žibret in Šabec (2020), ki so na pobočju in prikazujejo takšno geološko zgradbo, se nahajajo na oranžnih ali rumenih območjih Karte plazljivosti - Slika 113 ali so v njihovi neposredni bližini. Piezometrična gladine podzemne vode v vrtinah se občasno do pogosto nahaja v višini glinenih plasti, kar dodatno nakazuje podvrženost pobočnim masnim premikom in čemur je v primeru gradbenih posegov potrebno posvetiti veliko pozornosti.

Območja, ki so na Karti plazljivosti - Slika 113 označena z zeleno, v trenutnih razmerah zaradi nizkih naklonov niso podvržena plazenju. Ker tudi na teh območjih globina do trdne podlage praviloma znaša več kot 3 metre, nad njimi pa so deformabilne plasti (Žibret in Šabec, 2020), lahko tudi na teh območjih prihaja do rušenja brežin začasnih gradbenih izkopov. Začasno varovanje izkopov za potrebe izgradnje geotehničnih konstrukcij na območju predvidenih novogradenj svetujeta tudi Žibret in Šabec (2020)

8. HIDROGEOLOŠKE SMERNICE ZA OPPN

8.1. Odvodnja padavinskih vod

Padavinske vode na območju OPPN naj se ne ponika ampak naj se jih odvede v stran. Kot ponikanje je mišljeno vsakršno umetno ponikanje, kot npr. iz povoznih, pohodnih (utrjene neprepustne površine) ter strešnih površin. Ponikanje naj se ne izvaja niti v tla, niti razpršeno na površini, niti v vrtine/ponikalnice.

Koncentrirana in nenaravna odvodnja padavinskih voda lahko negativno vpliva na stabilnost tudi na območjih, ki niso zelo blizu mesta ponikanja (npr. plaz južno ali nad objektom Drožanjska 94). Zaradi meljnih plasti pri površju v naravnem stanju velik delež padavin ali izhlapi ali pa se s pomočjo rastlin vrne v atmosfero (evapotranspiracija znaša približno 65% padavin), pri umetnem ponikanju pa se vode koncentrirajo in skoraj točkovno ponikajo.

8.2. Izvedba drenaž

Če je možno, naj se podporne zidove, ceste in kolesarske steze drenira, saj bo tako manjša možnost posedkov in premikov. Dreniranje naj poteka ali preko tampona in z drenažami, ali z drenažnimi cevmi in zasipom ter geotekstili. Pri tem naj se drenaže načrtuje na višje vode le, če je to res potrebno naj se drenaže načrtuje na srednje podzemne vode. Priporočamo, da naj se drenirajo tudi temeljna tla ali tamponska nasutja objektov. Z dreniranjem bodo objekti imeli daljšo življenjsko dobo in boljšo uporabnost. Drenaže naj se izvedejo z ustreznim načrtovanjem širine rež, zrnivosti filtrskega zasipa in geoteksilov ustrezne perforacije. Uporaba geotekstilov je zelo pomembna, ker obstaja verjetnost spiranja drobnozrnatih zrn, kar lahko povzroči posedke ali celo udore tal. Spiranje je najverjetnejše med intenzivnimi nalivi pri omočenih stikih glinenih plasti s prodnimi/gruščnatimi plastmi ali plastmi umetnih nasutij. Geotekstili naj, odvisno od potreb, omogočajo prehajanje vode, onemogočeno pa naj bo prehajanje zrn zemljine, tako da naj geotekstili naj ločijo materiale različne zrnivosti.

8.3. Izvedba umetnih nasutij

Umetna nasutja naj bodo, če je to mogoče, drenirana, tako bodo posedki in premiki manjši. Pri mejah umetnih nasutij z naravnimi materiali naj se uporabijo ustrezni geotekstili, da drobnozrnata zrna ne bodo prehajala v umetna nasutja in da se zrna umetnih nasutij ne bodo posedala v naraven-praviloma bolj drobnozrnat material. Umetna nasutja naj se ustrezno zbijejo in to po plasteh.

8.4. Možnosti izvedbe podkletitev z upoštevanjem možnosti zamakanja v kleti

V kleti lahko zamaka padavinska voda intenzivnih nalivov, ki deloma nasiči običajno nenasičeno ali naravno vlažno zemljino. Težave z zamakanjem lahko povzroči pripovršinska voda, ki se posebno tik po padavinah zadržuje na kontaktu med humusom in meljem/glino. Te količine vode so na mestih sufuzijskih kanalov lahko znatne. Kjer pa velikih razlik v prepustnosti ni, pa količine pripovršinske vode niso velike. Vlažnost sten in zamakanje lahko povzroči tudi viseča podzemna voda na kontaktu meljno peščenih plasti (1. skupina) z glino (2.skupina) na približnih globinah 1 m. Ob intenzivnih padavinah dotoke lahko predstavljajo tudi meljne plasti znotraj gline ali v daljših padavinskih obdobjih dotoke lahko povzroča tudi vlažnost gline. Pri globljih podkletitvah in na območju globeli, kjer se nahajajo vrtine DR-3P/19, DP-1 in V5 (opisano v prejšnjem podpoglavju), je možnosti tudi večjih dotokov iz

prodnato gruščnatih plasti 3. skupine. Koncentrirani tokovi podzemne vode so lokalno možni tudi pri meji med preperelim laporovcem in kompaktnim laporovcem.

Podkletitve naj se izvedejo ustrezno vodotesno. Priporočamo, da naj se pripovršinska podzemna voda drenira. Če je to potrebno, naj se drenira tudi viseča podzemna voda ali lokalno podzemna voda v produ in grušču. Enako kot ostale naj se tudi drenaže podkletitev ustrezno načrtujejo s poudarkom na velikosti odprtin cevi, ustreznega zasipa in uporabo geotekstilov, ki naj preprečijo spiranje drobnozrnatih zrn iz okolice v drenažni zasip.

8.5. Zahtevne razmere v globeli zahodno od objekta Drožanjska 94

V globeli zahodno od nove gradnje se ob intenzivnih padavinah na površju pojavlja voda (poglavje 4.19). Pojavljanje vode na tem mestu je posledica lege vzhodne meje med laporovcem in ostalimi plastmi (poimenovana tudi diskordanca). Ta meja severno od globeli vpada proti jugu južno od globeli pa se približno uravna, vendar je na mestu globeli laporna podlaga prvič glede na smer toka podzemne vode tako nizko (priloga G.2 in D-D' - Žibert in Šabec, 2020). Prav tako ima meja laporovca obliko kotanje z vzpenjanjem proti vzhodu (Profil P-OK3 - Žibert in Šabec, 2020). Zaradi morfološke oblike-globeli zahodno od objekta Drožanjska 94, je plitko pri površju večja koncentracija toka podzemnih voda in večja možnost zamakanja vode v kleti, večja možnost pojavljanja voda pri površju ter večja možnost spiranja drobnozrnatih zrn. Če se na tem območju naklon površja poveča, je večja možnost plazenja; čeprav zadnje velja za velik del območja OPPN, na območjih koncentracije podzemne vode to velja še v večji meri.

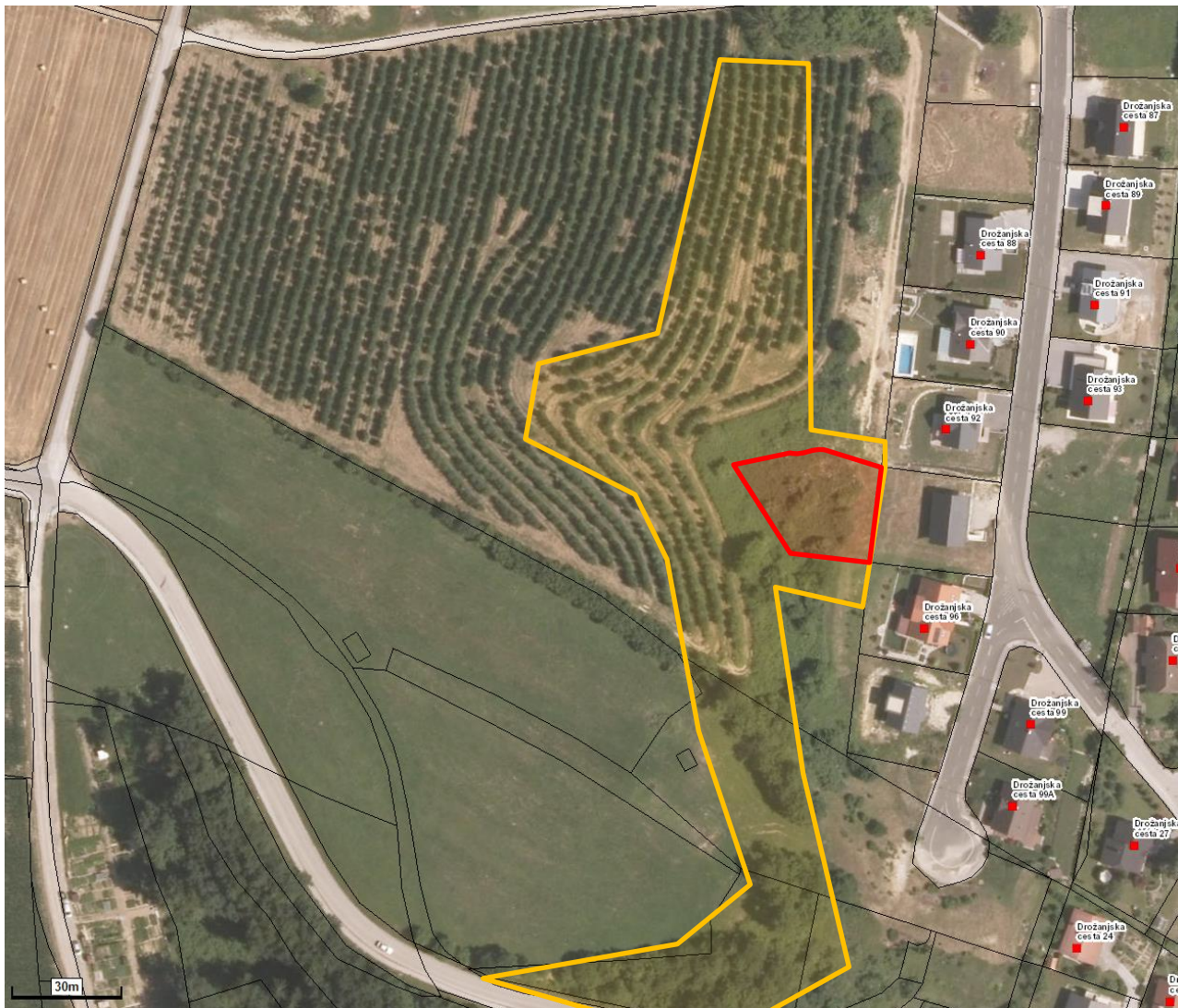
Iz hidrogeoloških vidikov gradnje stanovanjskih stavb ne priporočamo na delu območja OPPN, ki je na Sliki 118 označen z rdečo. Tam gradnje ne priporočamo zaradi občasnega pojavljanja vode na površini in ker gre za območje izrazite koncentracije podzemnih, pripovršinskih in padavinskih vod. Možno je, da se z obsežnejšimi raziskavami ugotovi, da je gradnja stanovanjskih stavb v rdečem območju ob upoštevanju ukrepov možna. Možna je tudi sprememba hidrogeoloških razmer v prihodnosti zaradi posegov v prostor.

8.6. Zahtevnejše hidrogeološke razmere pri meji proda in lapornatih plasti – diskordanca

V območju OPPN laporovec blizu površja meji na plasti s prodrom in gruščem (PI/Q plasti). Ta meja je določena na prilogi G.2. geomehanskega poročila - Žibert in Šabec (2020) kot diskordanca (geološka meja). V plasteh s prodrom in gruščem je več vode, ampak te plasti se končajo večinoma v bolj vzhodnem delu OPPN. Ob intenzivnih padavinah se plasti s prodrom, predvidoma vsaj v južnem delu OPPN, v celoti zasičijo z vodo. Gradnja blizu diskordance (geološke meje) je zahtevnejša iz več vidikov. Ker so plasti s prodrom pri diskordanci bližje površju in pogosto zasičene, je tesnjenje ali odvodnjavanje plasti s prodrom in gruščem zahtevnejše in mora biti ustrezno izvedeno. Pri objektih podkletenih v plasti s prodrom so vodni tlaki na kletno ploščo lahko tudi več metrov. Prepustnost plasti s prodrom je mnogo večja od prepustnosti plasti z glino, zato so dotoki v drenažne sisteme lahko mnogo večji (tudi od približno 10 do 100 krat večji), še posebno pri večjih sistemih. Podkletitve objektov lahko predstavljajo tudi oviro toku podzemne vode, zato je lahko ta tok, na primer v območjih med podkletitvami, bolj koncentriran. To velja le za tista območja, kjer je debelina plasti s prodrom majhna, in sicer do 5 m. Ta območja so blizu diskordance (geološke meje), ki je opredeljena v prilogi G.2 geomehanskega poročila - Žibert in Šabec, 2020.

Sedaj predvideni objekti (vrisani na prilogi G.2 geomehanskega poročila - Žibert in Šabec, 2020) z

vidika tematike tega poglavja po sedaj znanih podatkih in ob dobri praksi izvedbe niso problematični, ker oskrbovana stanovanja niso podkletena (če bi bila, bi ta problematika obstajala), ker so relativno oddaljena od diskordance in ker predvidevamo, da bo tlak pritličja za vodo tesnjen ter da bodo temeljna tla ustrezno izvedena. Šola z vidika tematike tega poglavja ni problematična, ker je diskordanca prekrita z več metri plasti z glino in ker ni podkletena.



Slika 118: Opredelitev rdečega območja, kjer gradnje stanovanjskih stavb ne priporočamo (zahtevne hidrogeološke razmere) in opredelitev rumenega območja, kjer so možnosti za gradnjo objektov zahtevnejše in je potrebno še posebej upoštevati lastnosti objektov in hidrogeološke razmere

Na profilu P-OK3 preko doma starejših občanov in varovanih stanovanj (priloga G.6 geomehanskega poročila - Žibert in Šabec, 2020) je med vrtino DP-1 in V5 narisano izdajanje 3 skupine plasti v globeli. V primeru izredno velikih padavin je možno, da se te plasti nasičijo z vodo in v tem primeru je tesnjenje ali odvodnjavanje teh plasti zahtevnejše in če se zanj odloči, mora biti ustrezno izvedeno, saj so pri hipotetičnem podkletenem objektu na mestu izdajanja prodnih plasti vodni tlaki na kletno ploščo lahko tudi več metrov. To se kaže tudi v višjem razponu nihanja gladine v vrtini DR-3P/19 kot pa v vrtini DR-2P/19.

Če bodo izvedeni podobni objekti, kot je sedaj najzahodnejša ulica, je možen ukrep reševanja problematike tega poglavja izvedba podobne drenaže sedaj izvedeni ob zahodni strani objektov (Slika

112). Težave lahko nastopijo pri odvodnji prodnih plasti, kjer bodo dotoki ob padavinah morda preveliki, zato se lahko problematiko rešuje tudi individualno za posamezen objekt, če bo potrebno.

8.7. Raba plitve geotermalne energije

Plitvo geotermalno energijo je mogoče koristiti z zaprtimi sistemi – geosondami. Odprtih sistemov (voda-voda) ne priporočamo, ker menimo, da je izdatnost podzemne vode (do največ nekaj dl/s/vrtina) premajhna, neugodni so tudi pogoji ponikanja/vračanja vode (veliko drobnozrnatih zrn v zemljini). Izvedbo zemeljskih horizontalnih kolektorjev priporočamo le na naravno (obstoječe stanje) uravnanem in pozimi osončenem površju. Odkop zemljine za horizontalni zemeljski kolektor lahko poruši naravno stabilnost zemljine.

8.8. Možnosti rabe podzemne vode

Tam, kjer se pod površjem ne nahajajo prodnato gruščnate plasti (3. skupina plasti), rabe podzemne vode ni smiselno izvajati, saj zaradi premajhne količine raba podzemne vode iz plasti z glino in iz lapornatih plasti ni ekonomsko smiselna.

V zahodnem in jugozahodnem delu OPPN, tam kjer se nahajajo prodna gruščnate plasti (3. skupina plasti), je ob ustrezni izvedbi vodnjakov/vrtin podzemno vodo mogoče rabiti na primer za zalivanje manjših vrtov. Predvidena izdatnost vrtin je približno do reda velikosti 1 dl/s, kot to velja za vrtino DR-8P/20. Globina takšnih vrtin je približno od 10 m do 15 m.

Podzemne vode je možno raziskovati tudi z globokimi raziskovalnimi vrtinami. Izdanki plasti litotamnijskega apnenca (srednje prepustne plasti) so od OPPN oddaljene okvirno vsaj 400 m. Brez predhodnih strokovnih hidrogeoloških raziskav raziskovanja z globokimi vrtinami ne priporočamo, saj so rezultati negotovi.

8.9. Podrobnejše preveritve hidrogeoloških pogojev gradnje

Hidrogeološke pogoje gradnje in vplive na podzemno vodo naj se podrobneje preverja in razmere med gradnjo beleži vsaj:

- Če se načrtuje več kot eno podkletitev
- Če se objekte temelji ali gradi v plasteh s prodom-PI/Q, tudi če je objekt nepodkleten (ker te plasti vsebujejo več podzemne vode)
- Pri območjih z naklonom površja več kot 30°
- Na območjih opredeljenih na Sliki-Slika 118
- Pri posegih v prostor 10 m zahodno in 10 m vzhodno od diskordance (geološke meje), ki je opredeljena na prilogi G.2 geomehanskega poročila - Žibert in Šabec (2020)
- Na območjih, ki so na Karti plazljivosti označena z oranžno barvo
- Če se naleti na koncentrirane tokove podzemne vode relativno plitko pod površjem (to je verjetno na primer v globelih na kontaktu z laporovcem)

Dodatne hidrogeološke preveritve svetujemo v primeru, da iz zahtevnosti objekta in iz predvidenih hidrogeoloških pogojev sledi, da hidrogeološke razmere niso dovolj poznane in da obstaja možnost vpliva hidrogeoloških razmer na objekte ali obstajajo možni vplivi objektov na hidrogeološke razmere.

9. SMERNICE ZA STABILNOST POBOČIJ

Območja na karti plazljivosti (**Slika 116** in digitalna priloga) označena z oranžno predstavljajo območja nekdanjega plazenja, kjer je verjetnost za ponovne premike pobočnih mas znatna, še posebej v primerih poseganja v prostor. Območja na karti plazljivosti (**Slika 116** in digitalna priloga) označena z rumeno predstavljajo območja na katerih niso vidni znaki nekdanjega plazenja. Zaradi kombinacije specifične geološke zgradbe (znatne debeline heterogenih deformabilnih plasti nad trdno podlago) in srednjih do visokih naklonov so ta območja podvržena plazenju v primeru gradbenih posegov v prostor (kot npr. pri gradnji sevniškega stadiona) ali v primeru izjemnih vremenskih okoliščin.

Pred posegi v prostor za vsak objekt svetujemo geomehanske raziskave, ki bodo podale tehnične parametre izkopov in pogoje temeljenja ter vse potrebne tehnične ukrepe stabilizacije terena in pogoje varne gradnje.

10. LITERATURA/VIRI

BRENČIČ, Mihael. 2011: Praktični napotki za ugotavljanje ponikalnih sposobnosti tal. Revija geologija, let. 54, št. 1. Ljubljana

CHAPUIS, R. P. 1989: Shape factors for Permeability tests in boreholes and piezometers. Ground Water. 27/5: 647-653.

MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR - ARSO. Atlas okolja. Dostopno na svetovnem spletu:
<http://gis.arso.gov.si/atlasokolja> {pregledano 30.4.2020}

MINISTRSTVO ZA OKOLJE IN PROSTOR - DRSV. Atlas voda. Dostopno na svetovnem spletu:
<https://gisportal.gov.si/portal/apps/webappviewer/index.html?id=11785b60acdf4f599157f33aac8556a6> {pregledano 30.4.2020}

PRESTOR, Joerg, URBANC, Janko, JANŽA, Mitja, in MEGLIČ, Petra. 2006a: Nacionalna baza hidrogeoloških podatkov za opredelitev teles podzemne vode Republike Slovenije (VTPodV 2005). Metodologija za opredelitev vodnih teles podzemne vode Republike Slovenije. [Poročilo v arhivu Geološkega zavoda Slovenije]. Ljubljana : Geološki zavod Slovenije.

PRESTOR, Joerg, JANŽA, Mitja 2006b: Ocena višine infiltracije (po metodi kennessy) in ranljivosti podzemne vode na območju Slovenije. [Poročilo v arhivu Geološkega zavoda Slovenije]. Ljubljana: Geološki zavod Slovenije.

ŽERJAL, Milan. 2014: Geološko – geotehnično poročilo o sestavi temeljnih tal, geoloških in geotehničnih pogojih urejanja nove »Stanovanjske soseske Dobrava – Drožanjska II. faza«. i – n – i d.o.o.

ŽIBRET, Katarina, ŠABEC, Andrej. 2020: Geološko geomehansko poročilo in hidrogeološko poročilo z izvedbo predhodnih raziskav za območje OPPN STANOVANJSKA SOSESKA OB DROŽANJSKI CESTI – ZAHOD. Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.

11. PRILOGE

Priloga 1:

Hidrogeološki profili vrtin



GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE
OE Podzemne vode - hidrogeologija
Dimičeva 14, 1000 Ljubljana

Ime vrtnice:

DR-2P/19

Globina	8 m	Merilo:	Višine: 1:50	Širine: 1:20
GKY	524319,02	Način vrtanja:	Vrtanje na jedro	
GKX	96600,96	Datum vrtanja:	8. 11. 2019	
Z površja	230,48	Datum načrta: 18.3.2020		
Avtorji: Matjaž Klasinc, Andrej Germovšek				

Naročnik:

Gradbeni inštitut ZRMK, d.o.o.

Naloga:

Hidrogeološko poročilo za OPPN Občine Sevnica - stanovanjska soseska ob Drožanjski cesti – zahod

Globina (m)	Hidrogeološki stolpec	Opis	Konstrukcija vrtnice	Tehnični opis	
				CEVITEV	VRTANJE
0,0				Železna cev zunanjšega premera 150mm +0,32 m	
0,3		Humus, temno rjave barve			
0,8		Peščen melj, drobljiv, temno rjave barve, težko gnetno			
1,2		Mastna glina z vložki melja, trdno, majhna vsebnost peska, oker barve			
1,5		Mastna glina, svetlo rjave barve, trdno			
2,0				0–5 m	Vrtanje z jedrnikom premera 143/146 mm
3,0		Mastna glina z meljem in vložki peska (podrejeno), lokalno drobci preperelega peščenjaka in laporja, rjave barve, trdne konsistence (v tanjšem sloju pred preperino težko gnetno)		Polna PVC cev 103/114 mm (DN 100)	
4,0					
5,0					
6,0				5–8 m	Vrtanje z jedrnikom premera 128 mm
7,0		Meljast do zaglinjen grušč (različno veliki kosi rdečega in rumenega peščenjaka in laporovca), rjave barve, srednje gosto		Filtrska PVC cev 103/114 mm (DN 100) s čepom na dnu	
8,0				širina rež: 0,5 mm	
9,0					

GPV 5.3.2020
– 7,18 m

223,30 m n. m.

LEGENDA

-  – Dobra prepustnost ($5 \times 10^{-3} < k < 1 \times 10^{-5}$ m/s)
-  – Srednja prepustnost ($1 \times 10^{-5} < k < 1 \times 10^{-7}$ m/s)
-  – Slaba prepustnost ($1 \times 10^{-7} < k < 1 \times 10^{-9}$ m/s)

-  – Slaba do zelo slaba prepustnost ($k \approx 1 \times 10^{-9}$ m/s ali manj)

Priloga 1.1.: Hidrogeološki profil vrtnice DR-2P/19

Geološki popis: mag. Katarina Žibret univ. dipl. geol.
Geološko poročilo: Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.



GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE
OE Podzemne vode - hidrogeologija
Dimičeva 14, 1000 Ljubljana

Ime vrtine:

DR-3P/19

Globina	8 m	Merilo:	Višine: 1:50	Širine: 1:20
GKY	524366,99	Način vrtanja:	Vrtanje na jedro	
GKX	96617,99	Datum vrtanja:	9. 11. 2019	
Z površja	225,71	Datum načrta:	18.3.2020	

Naročnik:

Gradbeni inštitut ZRMK, d.o.o.

Naloga:

Hidrogeološko poročilo za OPPN Občine Sevnica - stanovanjska soseska ob Drožanjski cesti – zahod

Avtorji: Matjaž Klasinc, Andrej Germovšek

Globina (m)	Hidrogeološki stolpec	Opis	Konstrukcija vrtine	Tehnični opis	
				CEVITEV	VRTANJE
0,0				Železna cev zunanega premera 150mm +0,33 m	
0,2		Humus, temno rjave barve			
1,2		Mastna glina z vložki melja, svetlo rjave barve, težko gnetne do trdne konsistence		0–2 m Polna PVC cev 103/114 mm (DN 100)	Vrtanje z jednikom premera 143/146 mm
1,8		Mastna glina z drobcami preperle hribine (laporovec in rdeč ter rumeni peščenjak), rjave barve, tg do tr			
2,4		Mastna glina lokalno vložki melja, svetlo rjave barve s sivimi lisami, težko gnetne konsistence			
2,9		Mastna glina z drobcami preperlega laporovca in peščenjaka, sive barve			
2,9			GPV 5.3.2020 – 2,77 m	222,94 m n. m.	
3,0				2–5 m Filtrska PVC cev 103/114 mm (DN 100) širina rež: 0,5 mm	Vrtanje z jednikom premera 128 mm
4,0					
5,0		Zameljen do zaglinjen grušč, rjave barve			
6,0					
6,8				5–8 m Polna PVC cev 103/114 mm (DN 100) Usedalniki s čepom na dnu	
7,2		Peščen do meljast prod, rjave barve (voda)			
7,2		Meljast do peščen prod in grušč (preperel peščenjak in laporovec), rjave barve			
8,0					
9,0					

LEGENDA

	– Dobra prepustnost ($5 \times 10^{-3} < k < 1 \times 10^{-2}$ m/s)		– Slaba do zelo slaba prepustnost ($k \approx 1 \times 10^{-9}$ m/s ali manj)
	– Srednja prepustnost ($1 \times 10^{-5} < k < 1 \times 10^{-3}$ m/s)		
	– Slaba prepustnost ($1 \times 10^{-7} < k < 1 \times 10^{-5}$ m/s)		

Priloga 1.2.: Hidrogeološki profil vrtine DR-3P/19

Geološki popis: mag. Katarina Žibret univ. dipl. geol.
Geološko poročilo: Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.



GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE
OE Podzemne vode - hidrogeologija
Dimičeva 14, 1000 Ljubljana

Ime vrtine:

DR-4P/19

Globina	6 m	Merilo:	Višine: 1:50	Širine: 1:20
GKY	524448,86	Način vrtanja:	Vrtanje na jedro	
GKX	96740,41	Datum vrtanja:	9. 11. 2019	
Z površja	218,86	Datum načrta:	18.3.2020	

Naročnik:

Gradbeni inštitut ZRMK, d.o.o.

Naloga:

Hidrogeološko poročilo za OPPN Občine Sevnica - stanovanjska soseska ob Drožanjski cesti – zahod

Avtorji: Matjaž Klasinc, Andrej Germovšek

Globina (m)	Hidrogeološki stolpec	Opis	Konstrukcija vrtine	Tehnični opis	
				CEVITEV	VRTANJE
0,0				Železna cev zunanjšega premera 150mm +0,33 m	
0,2		Humus, temno rjave barve			
0,8		Pusti melj z vložki peščenega melja, rjave barve, težko gnetne konsistence			
1,0		Peščen melj z vložki glinaste komponente, rjave barve			
2,4		Pusta do mastna glina z vložki melja, oker barve		0–2 m Polna PVC cev 103/114 mm (DN 100)	Vrtanje z jedričkom premera 143/146 mm
3,0		Mastna glina, rjave barve, trdna			
4,0		Mastna glina, sivorjave barve, trdna		2–5 m Filtrska PVC cev 103/114 mm (DN 100) Širina rež: 0,5 mm	
4,2		Prepereli laporovec, sivorjave barve			
5,0		Laporovec, trden, sive barve		5–6 m Polna PVC cev 103/114 mm (DN 100) Usedalnik s čepom na dnu	Vrtanje z jedričkom premera 128 mm
6,0					
7,0					
8,0					
9,0					

LEGENDA

- | | | | |
|--|--|--|--|
| | - Dobra prepustnost ($5 \times 10^{-3} < k < 1 \times 10^{-5}$ m/s) | | - Slaba do zelo slaba prepustnost ($k \approx 1 \times 10^{-9}$ m/s ali manj) |
| | - Srednja prepustnost ($1 \times 10^{-5} < k < 1 \times 10^{-7}$ m/s) | | |
| | - Slaba prepustnost ($1 \times 10^{-7} < k < 1 \times 10^{-9}$ m/s) | | |

Priloga 1.3.: Hidrogeološki profil vrtine DR-4P/19

Geološki popis: mag. Katarina Žibret univ. dipl. geol.
Geološko poročilo: Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.



GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE
OE Podzemne vode - hidrogeologija
Dimičeva 14, 1000 Ljubljana

Ime vrtnice:

DR-7P/20

Globina	15 m	Merilo:	Všine: 1:100	Širine: 1:20
GKY	524370,82	Način vrtanja:	Vrtanje na jedro	
GKX	96774,83	Datum vrtanja:	19.2.2020 in 20.2.2020	
Z površja	234,61	Datum načrta: 18.3.2020		
Avtorji: Matjaž Klasinc, Andrej Germovšek				

Naročnik: Gradbeni inštitut ZRMK, d.o.o.

Naloga: Hidrogeološko poročilo za OPPN Občine Sevnica - stanovanjska soseska ob Drožanjski cesti – zahod

Globina (m)	Hidrogeološki stolpec	Opis	Konstrukcija vrtnice	Tehnični opis	
				CEVITEV	VRTANJE
0,0 0,3		Humus, temno rjave barve		Železna cev zunanjšega premera 150mm +0,375 m	Vrtanje z jedrnikom premera 143/146 mm
1 2 3,0		Mastna glina z vložki melja, trdna, rjave barve		+0,3–3,7 m Polna PVC cev 103/114 mm (DN 100)	
4 5 6 7 8,0		Preperel lapor, rjave barve		3,7–9,7 m Filtrska PVC cev 103/114 mm (DN 100) širina rež: 0,5 mm	
9 10 11		Lapor, mehki, vmes školjke, sive barve		9,7–10,7 m Polna PVC cev 103/114 mm (DN 100)	
12,0 13 14 15,0		Lapor, trden, sive barve		10,7–13,7 m Filtrska PVC cev 103/114 mm (DN 100) širina rež: 0,5 mm	
16				13,7–14,7 m Polna PVC cev 103/114 mm (DN 100) Usedalnik s čepom na dnu	

LEGENDA

- | | | | |
|--|--|--|--|
| | - Dobra prepustnost ($5 \times 10^{-3} < k < 1 \times 10^{-5}$ m/s) | | - Slaba do zelo slaba prepustnost ($k \approx 1 \times 10^{-9}$ m/s ali manj) |
| | - Srednja prepustnost ($1 \times 10^{-5} < k < 1 \times 10^{-7}$ m/s) | | |
| | - Slaba prepustnost ($1 \times 10^{-7} < k < 1 \times 10^{-9}$ m/s) | | |

Priloga 1.4.: Hidrogeološki profil vrtnice DR-7P/20

Geološki popis: mag. Katarina Žibret univ. dipl. geol.
Geološko poročilo: Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.



GEOLOŠKI ZAVOD SLOVENIJE
OE Podzemne vode - hidrogeologija
Dimičeva 14, 1000 Ljubljana

Ime vrtine: **DR-8P/20**

Globina	15 m	Merilo:	Višine: 1:100	Širine: 1:20
GKY	524330,04	Način vrtanja:	Vrtanje na jedro	
GKX	96640,40	Datum vrtanja:	20.2.2020 in 21.2.2020	
Z površja	230,94	Datum načrta:	18.3.2020	

Naročnik: **Gradbeni inštitut ZRMK, d.o.o.**

Naloga: Hidrogeološko poročilo za OPPN Občine Sevnica - stanovanjska soseska ob Drožanjski cesti – zahod

Avtorji: Matjaž Klasinc, Andrej Germovšek

Globina (m)	Hidrogeološki stolpec	Opis	Konstrukcija vrtine	Tehnični opis	
				CEVITEV	VRTANJE
0,0 0,2		Humus, temno rjave barve		Železna cev zunanega premera 150mm +0,36 m	Vrtanje z jednikom premera 143/146 mm
1,0		Preplavni melj, rjave barve, težko gnetne konsistence		0–4 m Polna PVC cev 103/114 mm (DN 100)	
2,5		Mastna glina z vložki melja, trdne konsistence, rjave barve		4–13 m Filtrska PVC cev 103/114 mm (DN 100) širina rež: 0,5 mm	
3,0		Meljna glina s posameznim drobnim gruščem, oker do sive barve, trdna		13–15 m Polna PVC cev 103/114 mm (DN 100) Usedalnik s čepom na dnu	
5,0					
6,0					
7,0					
8,0					
9,0					
10,0					
11,0					
12,0					
13,0					
13,5		Preperel lapor, rjave barve			
14,0		Lapor, trden, sive barve			
15,0					
16,0					

LEGENDA

	- Dobra prepustnost ($5 \times 10^{-3} < k < 1 \times 10^{-5}$ m/s)		- Slaba do zelo slaba prepustnost ($k \approx 1 \times 10^{-9}$ m/s ali manj)
	- Srednja prepustnost ($1 \times 10^{-5} < k < 1 \times 10^{-7}$ m/s)		
	- Slaba prepustnost ($1 \times 10^{-7} < k < 1 \times 10^{-9}$ m/s)		

Priloga 1.5.: Hidrogeološki profil vrtine DR-8P/20

Geološki popis: mag. Katarina Žibret univ. dipl. geol.
Geološko poročilo: Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.