



**Poročilo o izvedenih
hidrogeoloških preiskavah
na lokaciji nove
stanovanjske soseske ob
Savi »Huje« v Kranju**

NAROČNIK**Stanovanjski sklad RS**Poljanska cesta 31,
1000 LJUBLJANA**ŠT. PROJEKTA**

2012135

ŠT. ELABORATA

1/1

KRAJ IN DATUM

Ljubljana, november 2025

PROJEKTANT ELABORATA

IRGO Inštitut za rudarstvo, geotehnologijo in okolje,
Slovenčeva 93, SI-1000 Ljubljana
dr. Jože Ratej, univ.dipl.inž.geol.



POOBlašČENI INŽENIR

Melhior Pregl,
univ.dipl.inž.geol.
RG-0122

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "MP", enclosed in a rectangular box.

MELHIOR PREGL
univ.dipl.inž.geol.
IZS PI RG0122

VODJA PROJEKTA

Melhior Pregl,
univ.dipl.inž.geol.
RG-0122

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "MP", enclosed in a rectangular box.

MELHIOR PREGL
univ.dipl.inž.geol.
IZS PI RG0122

OBDELAVA

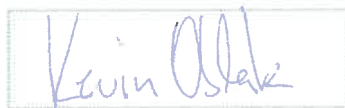
David Narat,
univ.dipl.inž.geol.
RG-0196

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "David Narat", enclosed in a rectangular box.

Melhior Pregl,
univ.dipl.inž.geol.
RG-0122

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "MP", enclosed in a rectangular box.

Kevin Oblak
dipl.inž.geol.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Kevin Oblak", enclosed in a rectangular box.



Kazalo

1 UVOD	1
1.1 Predmet hidrogeoloških preiskav	1
1.2 Cilj hidrogeoloških preiskav	1
1.3 Predhodna dokumentacija in uporabljeni standardi	2
2 OBSTOJEČE STANJE IN OPIS PREDVIDENEGA POSEGA GRADNJE... 5	
3 OPIS RAZMER PRED FAZO PREISKAV	7
3.1 Predhodne preiskave	7
3.2 Splošne geološke razmere	7
3.3 Splošne hidrografske razmere	9
3.4 Opis vodnega telesa in vodovarstveni pasovi	9
3.5 Splošne hidrogeološke razmere	10
4 IZVEDBA HIDROGEOLOŠKIH PREISKAV NA PROUČEVANEM OBMOČJU	13
4.1 Izdelava raziskovalnih strukturnih vrtin in piezometrov	13
4.1.1 Lokacije izvedenih vrtin	13
4.1.2 Potek vrtnih del izdelave piezometrov	14
4.1.3 Izdelava piezometrov	15
4.1.4 Ureditve ustij piezometrov	21
4.1.5 Aktivacija in čiščenje piezometrov	22
4.2 Sedimentološke preiskave	23
4.2.1 Popis jedra izvrtanine piezometričnih vrtin	23
4.2.2 Odvzem vzorcev in granulometrične preiskave vzorcev	23
4.3 Izvedba hidravličnih poskusov	28
4.3.1 Izvedba hidravličnih testov	29
4.3.2 Nalivalni poskus	35
4.3.3 Metodologija obdelave hidravličnih poskusov	36
4.4 Meritve nivojev podzemne vode	40

4.5 Meritve fizikalno kemijskih parametrov podzemne vode med izvajanjem hidravličnih testov na piezometrih	42
4.5.1 Meritve fizikalno-kemijskih parametrov v piezometru Pz-1/24.	43
4.5.2 Meritve fizikalno-kemijskih parametrov v piezometru Pz-2/24.	47
4.5.3 Meritve fizikalno-kemijskih parametrov v piezometru Pz-3/24.	50
5 REZULTATI PREISKAV	55
5.1 Prepustnost medzrnskega vodonosnika	55
5.1.1 Rezultati stopenjskih črpalnih preizkusov	55
5.1.2 Rezultati daljših črpalnih preizkusov	56
5.1.3 Rezultati nalivalnega preizkusa.....	56
5.2 Meritve nivojev podzemne vode	57
5.2.1 Meritve nivojev podzemne vode.....	57
5.3 Geokemijske značilnosti podzemne vode in opis izvora raztopljenih snovi v vodi	57
6 INTERPRETACIJA DOBLJENIH REZULTATOV	61
6.1 Prepustnost prodnatih plasti	61
6.1.1 Prepustnost zasičene cone – kvartarni medzrnski vodonosnik.....	61
6.2 Fizikalno kemijske meritve podzemne vode	61
6.3 Gladina podzemne vode, debelina vodonosnika in smer toka podzemne vode	63
6.3.1 Nivoji podzemne vode	63
6.3.2 Debelina vodonosnika	63
6.3.3 Smer in padec toka podzemne vode.....	63
6.4 Vpliv hidrogeoloških razmer na predvideno gradnjo	65
6.4.1 Globina izkopa in morebitni dotoki v gradbeno jamo	65
6.4.2 Ponikanje meteorne vode.....	66
7 SKLEPNE UGOTOVITVE IN PREDLOGI NADALJNIH PREISKAV ZA DOSEGO CILJEV	67
7.1 Sklepne splošne hidrogeološke ugotovitve	67
7.2 Sklepne hidrogeološke ugotovitve za potrebe plitve geotermije sistema voda - voda	68



7.3 Sklepne okoljske ugotovitve za potrebe izgradnje črpalnega in ponikalnega polja.....	69
7.4 Predlog nadaljnjih preiskav.....	69
8 VIRI	70



Kazalo prilog:

Lokacijski prikazi

Priloga L.01: Prikaz lokacije v letu 2025 izdelanih raziskovalnih vrtin v prostoru.

Priloga L.02: Karta gladin in smeri toka podzemne vode na območju posega.

Tehnični in ostali prikazi

Priloga T.01: Geološko tehnični profil raziskovalne vrtine Pz-1/24.

Priloga T.02: Geološko tehnični profil raziskovalne vrtine Pz-2/24.

Priloga T.03: Geološko tehnični profil raziskovalne vrtine Pz-3/24.

Priloga T.04: Fotografije jeder raziskovalne vrtine Pz-1/24.

Priloga T.05: Fotografije jeder raziskovalne vrtine Pz-2/24.

Priloga T.06: Fotografije jeder raziskovalne vrtine Pz-3/24.

Priloga T.07: Rezultati granulometričnih analiz vzorcev sedimenta iz strukturnih in iz piezometričnih vrtin Pz-1/24, Pz-2/24, Pz-3/24.

Priloga T.08: Obdelava stopenjskega črpalnega testa v piezometru Pz-1/24.

Priloga T.09: Obdelava stopenjskega črpalnega testa v piezometru Pz-2/24.

Priloga T.10: Obdelava stopenjskega črpalnega testa v piezometru Pz-3/24.

Priloga T.11: Obdelava daljšega črpalnega testa na piezometru Pz-1/24.

Priloga T.12: Obdelava daljšega črpalnega testa na piezometru Pz-2/24.

Priloga T.13: Obdelava daljšega črpalnega testa na piezometru Pz-3/24.

Priloga T.14: Obdelava nalivalnega testa na piezometru Pz-3/24.

Priloga T.15: Kemijska analiza podzemne vode s piezometra Pz-2/24.



Kazalo slik:

Slika 1:	Proučevana lokacija posega za solesko ob Savi Huje v Kranju.	5
Slika 2 :	Prikaz obravnavane lokacije – zunanja ureditev (vir: SSRS).	6
Slika 3:	Osnovna geološka karta z lokacijo soleske Huje v Kranju (črni križec s krožcem).....	8
Slika 4:	Hidrogeološka karta širšega območja, Vir: Atlas okolja, 2025.	9
Slika 5:	Vodovarstvena območja na širšem proučevanem območju soleske Huje, Vir: Atlas okolja, 2025.....	10
Slika 6:	Karta gladine podzemne vode in izohips predkvartarne podlage za srednje visoko stanje (vir: ARSO).	11
Slika 7:	Karta podeljenih vodnih pravic v neposredni bližini soleske Huje (vir: Atlas Voda).	12
Slika 8:	Situacija strukturnih vrtin in piezometričnih vrtin v prostoru.....	13
Slika 9:	Ureditev ustij piezometrov Pz-2/24 in Pz-3/24.....	21
Slika 10:	Potek stopenjskega črpalnega poskusa na piezometru Pz-1/24.	31
Slika 11:	Potek stopenjskega črpalnega poskusa na piezometru Pz-2/24.	31
Slika 12:	Potek stopenjskega črpalnega poskusa na piezometru Pz-3/24.	32
Slika 13:	Potek črpalnega poskusa na piezometru Pz-1/24.	33
Slika 14:	Potek črpalnega poskusa na piezometru Pz-2/24.	33
Slika 15:	Potek črpalnega poskusa na piezometru Pz-3/24.	34
Slika 16:	Nivogram nalivalnega poskusa na vrtini Pz-3/24.....	35
Slika 17:	Nihanje nivoja podzemne vode od vzpostavitve monitoringa na obravnavanem območju.	42
Slika 18:	Diagrami fizikalno kemijskih parametrov podzemne vode: Pz-1/24.....	45
Slika 19:	Diagrami fizikalno kemijskih parametrov podzemne vode: Pz-2/24.....	49
Slika 20:	Diagram fizikalno kemijskih parametrov podzemne vode: Pz-3/24.....	53
Slika 21:	D'Amorejeva klasifikacija tipa vod – primerjava vzorca z osnovnimi tipi vod.	58
Slika 22:	Smer toka gladine podzemne vode na območju gradnje Huje, 20.11.2025.	64



Kazalo preglednic:

Preglednica 1:	Seznam in lokacije piezometrov.....	14
Preglednica 2:	Geološki popis vrtine Pz-1/24.....	16
Preglednica 3:	Geološki popis vrtine Pz-2/24.....	18
Preglednica 4:	Geološki popis vrtine Pz-3/24.....	19
Preglednica 5:	Seznam odvzetih vzorcev za potrebe sejalnih analiz.	23
Preglednica 6:	Zrnavostna sestava vzorcev.	24
Preglednica 7:	Geometrična sredina D_{10} , D_{20} , D_{30} , D_{40} , D_{50} in D_{60} v vzorcih sedimentov.....	27
Preglednica 8:	Črpane količine in povzročena znižanja v piezometrih Pz-1/24, Pz- 2/24 in Pz-3/24 med izvedbo stopenjskih črpalnih poskusov.....	30
Preglednica 9:	Terenski podatki o izvedenih črpalnih poskusih na Pz-1/24, Pz- 2/24 in Pz-3/24.....	32
Preglednica 10:	Osnovni podatki o izvedenih nalivalnih poskusih na vrtinah Pz- 3/24.....	35
Preglednica 11:	Rezultati fizikalno kemijskih meritve črpane vode med izvajanjem črpalnega poskusa v piezometru Pz-1/24.	43
Preglednica 12:	Določitev referenčne ORF glede na temperaturo podzemne vode.	46
Preglednica 13:	Rezultati fizikalno kemijskih meritve črpane vode med izvajanjem črpalnega poskusa v piezometru Pz-2/24.....	47
Preglednica 14:	Rezultati fizikalno kemijskih meritve črpane vode med izvajanjem črpalnega poskusa v piezometru Pz-3/24.....	51
Preglednica 15:	Rezultat izračunanih linearnih izgub v vodonosniku (s_a) in nelinearnih izgub v vodonosniku (s_w).	55
Preglednica 16:	Rezultati hidravličnih testiranj (daljši črpalni preizkusi).....	56
Preglednica 17:	Rezultati nalivalnega testa.....	56
Preglednica 18:	Opisne statistike nihanja gladine podzemne vode na proučevanem območju gradnje (kote gladin podzemne vode v m n.v.).....	57
Preglednica 19:	Razvrstitev tipa vod po klasifikaciji po Jäckli-ju.....	59



1 UVOD

Na podlagi pogodbenih del: »Pogodba št. JN 2/2025 za izvedbo geoloških in hidrogeoloških preiskav za območje Stanovanjske soseske »Ob Savi« v Kranju« smo z dnem 1. 7. 2025 pričeli z aktivnostmi na projektu V mesecu septembru in v mesecu oktobru smo izvedeli vrtalna dela, hidrogeološke preiskave z laboratorijsko analizo sedimenta, hidravlično testiranje vodonosnika ter vzorčenje podzemne vode za potrebe kemijske analize.

1.1 Predmet hidrogeoloških preiskav

V okviru projektne naloge so bile predvidene sledeče aktivnosti:

- ⇒ Izdelava predhodne dokumentacije ter pridobitev potrebnih dovoljenj, soglasij in mnenj,
- ⇒ vrtalna dela (izgradnja strukturnih vrtin ter nato cevljenih piezometričnih vrtin),
- ⇒ preiskave in meritve na terenu (hidravlična testiranja s standardiziranimi metodami obdelave hidravličnih testiranj oz. črpalni in nalivalni preizkusi),
- ⇒ monitoring in vzorčenja (monitoring gladine podzemne vode, vzorčenje jeder izvrtanine, vzorčenje podzemne vode, ...),
- ⇒ dela v laboratoriju (GM preiskave vzorcev zemljin, kemijske preiskave vzorca podzemne vode) in
- ⇒ kabinetna dela (izračuni, matematično modeliranje, interpretacije in izdelava poročil ter izdelava PZI).

Hidrogeološki oz. matematični model ter PZI nista predmet tega poročila.

1.2 Cilj hidrogeoloških preiskav

Cilj hidrogeoloških preiskav na proučevani lokaciji je bil:

- ⇒ Določiti parametre za oceno energetskega potenciala proučevanega območja za rabo toplote podzemne vode oz. izrabo toplote podzemne vode za potrebe ogrevanja, hlajenja in pripravo tople vode. Ti parametri so:
 - hidravlični parametri za potrebe črpanja in ponikanja podzemne vode,

- zrnavost sedimenta,
- napajalni pogoji vodonosnika in
- kemijsko stanje podzemne vode.

1.3 Predhodna dokumentacija in uporabljeni standardi

Pri izdelavi hidrogeoloških preiskav in pri izdelavi hidrogeološkega poročila smo upoštevali sledečo dokumentacijo:

- ⇒ Geološko – geomehansko poročilo za potrebe izgradnje stanovanjske soseske na parc. št. 240/2, 241/2, 242/2, 244/1, 245, 247 in 248/2, vse K.O. Huje (Kranja), št. poročila DN2002705/08. Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o. Dimičeva ulica 12, p.p. 2554, 1000 Ljubljana, marec 2008.
- ⇒ Hidrogeološko poročilo o izvedenih delih na lokaciji bodočega objekta za izvajanje monitoringa podzemnih vod »vodomerna postaja DRULOVKA«, št. poročila IP: 371/13. IRGO, Slovenčeva ulica 93, 1000 Ljubljana, april 2013.
- ⇒ Hidrološko hidravlična študija za potrebe rekonstrukcije občinske ceste LZ 183701 (Grmičeva ulica – Čirče – Savska cesta) in JP 686252 od priključka na LZ 183681 (Savska cesta) do priključka na LZ 183711 (Savska loka – Drulovka), št. študije: H-38/17, EHO projekt d.o.o, Linhartova ulica 9, 1000 Ljubljana, junij 2017.
- ⇒ Končno poročilo o monitoringu nivojev talne vode za Stanovanjsko sosesko ob Savi, Kranj, št. poročila DN2006351-4. Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o. Dimičeva ulica 12, p.p. 2554, 1000 Ljubljana, avgust 2020.

Pri izdelavi hidrogeoloških preiskav in izdelavi hidrogeološkega poročila pa smo upoštevali sledeče standarde:

- ▶ SIST EN ISO 14688-2:2004 (Geotehnično preiskovanje in preizkušanja - Prepoznavanje in razvrščanje zemljin - 2. del: Načela za razvrščanje zemljin (ISO 14688-2:2004); Geotechnical investigation and testing - Identification and classification of soil - Part 2: Principles for a classification (ISO 14688-2:2004),

- ▶ SIST EN ISO 14689:2017 Geotehnično preiskovanje in preskušanje – prepoznavanje, opisovanje in razvrščanje kamnin: Načela za razvrščanje kamnin (ISO 14689:2017); Geotechnical investigation and testing - Identification and classification of rock: Principles for a classification (ISO 14689:2017),
- ▶ kSIST FprEN ISO 22282-2:2012 (Geotehnično preiskovanje in preizkušanja - Hidrogeološke preiskave - 2. del: Ugotavljanje vodoprepustnosti vrtin, ki uporabljajo odprte sisteme (ISO/FDIS 22282-2:2011); Geotechnical investigation and testing - Geohydraulic testing - Part 2: Water permeability tests in a borehole using open systems (ISO/FDIS 22282-2:2011),
- ▶ kSIST FprEN ISO 22282-4:2012 (Geotehnično preiskovanje in preizkušanja - Hidrogeološke preiskave - 4. del: Črpalni preizkus (ISO/FDIS 22282-4:2011); Geotechnical investigation and testing - Geohydraulic testing - Part 4: Pumping tests (ISO/FDIS 22282-4:2011),
- ▶ kSIST FprEN ISO 22282-6:2012 (Geotehnično preiskovanje in preizkušanja - Hidrogeološke preiskave - 6. del: Ugotavljanje vodoprepustnosti v vrtini, z uporabo zaprtih sistemov (ISO/FDIS 22282-6:2011); Geotechnical investigation and testing - Geohydraulic testing - Part 6: Water permeability tests in a borehole using closed systems (ISO/FDIS 22282-6:2011),
- ▶ ISO 5667-22 (Kakovost podzemne vode - vzorčenje - 22. del: Navodilo za načrtovanje in namestitve vzorčevalnih mest za monitoring podzemne vode (ISO5667-22:2011(E)); Water quality - Sampling - Part 22: Guidance on the design and installation of groundwater monitoring points (SIST ISO 5667-22:2011),
- ▶ ASTM D4044/D4044M-15 Standard Test Method for (Field Procedure) for Instantaneous Change in Head (Slug) Tests for Determining Hydraulic Properties of Aquifers
- ▶ SIST EN ISO 14689-1,
- ▶ SIST EN ISO 22475-1,
- ▶ ISRM Suggested methods for rock Characterization, testing and monitoring:1974-2006,

- ▶ SIST EN ISO 22475-1:2007, Geotehnično preiskovanje in preizkušanje - Metode vzorčenja in merjenja podzemne vode. Del 1; Tehnična načela za izvedbo del (ISO 22475-1: 2006),
- ▶ SIST EN ISO 5667-11:2010 in
- ▶ ISRM Suggested methods for rock Characterization, testing and monitoring: 1974-2006.

2 OBSTOJEČE STANJE IN OPIS PREDVIDENEGA POSEGA GRADNJE

Stanovanjska soseska, pod delovnim imenom »Stanovanjska soseska ob Savi« (v nadaljevanju soseska Huje), se bo nahajala v Kranju med Savsko cesto in reko Savo na zahodu. Lokacija obravnavanega območja je predstavljena na *sliki 1*.

Stanovanjsko sosesko ob Savi bo sestavljalo 10 stanovanjskih objektov in ena podzemna garaža. Etažnost vsakega stanovanjskega objekta je P+4 ali P+3, etažnost garaže pa je K, kar pomeni ena kletna etaža, pritličje in štiri oziroma tri etaže stanovanj. Planum kletne etaže bo na koti 347,4 m n.v., kar je približno 3,6 m pod koto terena. Globina izkopa za potrebe gradnje bo približno 4,2 m od kote terena.



Slika 1: Proučevana lokacija posega za sosesko ob Savi Huje v Kranju.

Zazidalno območje soseske Huje (*slika 2 – obravnavana lokacija*) predstavlja trapez z daljšo vzporedno stranico na severozahodu in krajšo na jugovzhodu. Stranici zazidalnega območja sta dolgi ca. 200 m na severozahodu in ca. 150 m na jugovzhodu. Širina zazidalnega območja med stranicama znaša med 140 in 150 m.



Slika 2 : Prikaz obravnavane lokacije – zunanji ureditev (vir: SSRS).

Na lokaciji same gradnje soseske Huje se v zatečenem stanju nahaja travnik. Nameravana gradnja bo potekala na območju ki ga opredeljuje veljavni Občinski podrobni prostorski načrt za del urejanja KR SA 6/2 (Stanovanjska soseska ob Savi) (Uradni list RS, št. 64/15).

Kota obstoječega terena na območju gradnje znaša 351 m n.v. Kot smo že omenili, se predvideva na opisanem območju izkop v mejah zazidalnega območja v globino približno 4,2 m.



3 OPIS RAZMER PRED FAZO PREISKAV

3.1 Predhodne preiskave

V Na ožjem proučevanem območju je v letih 2018 – 2020 ZRMK v vrtinah V-2(P) in V-5(P) opravljala kontinuirani monitoring gladine podzemne vode. Vrtina V-2(P) je danes poškodovana oz. je ustje vrtine uničeno tako, da meritve v vrtini niso več možne.

Na podlagi hidrogeoloških preiskav in monitoringa na vrtinah znašajo hidrogeološki podatki za območje OPPN po ZRMK in gradient toka podzemne vode (i) po ARSO:

- ⇒ Statična gladina podzemne vode: $\approx 343 - 346$ m n.v.
- ⇒ Ocena najvišje gladine podzemne vode: $\approx 346 - 349$ m n.v.
- ⇒ Ocena najnižje gladine podzemne vode: $\approx 340 - 343$ m n.v.
- ⇒ Ocena predkvartarne podlage vodonosnika: $\approx 275 - 280$ m n.v.
- ⇒ Ocenjena debelina vodonosnika (H): $\approx 65 - 70$ m
- ⇒ Gradient toka podzemne vode (i) (1 m/140 m): ≈ 7 ‰
- ⇒ Gradient toka podzemne vode (i) (1 m/200 m): ≈ 5 ‰
- ⇒ Smer toka podzemne vode N – S: $\approx 10^\circ$
- ⇒ Hidravlična prepustnost vodonosnika (K): $>> 2,00E-03$ m/s
- ⇒ Hidrodinamski tip vodonosnika: odprti

3.2 Splošne geološke razmere

Obravnavano območje sestoji iz nanosov in naplavin pleistocenske in holocenske starosti, ki so nastali iz nanosov reke Save ter morebitnih hudourniških nanosov iz severne in iz zahodne smeri.

Kvartarni zasip na proučevanem območju je sestavljen iz najmlajšega t.i. zasipa savskega belega proda ter mlajšega konglomeratnega zasipa. Oba zasipa sestavljajo prodi, v mlajšem konglomeratnem zasipu pa tudi tanjše plasti konglomeratov. Konglomerati so v mlajšem konglomeratnem zasipu sprva kompaktni, z globino pa kavernoost narašča, saj imajo konglomerati v spodnjem

delu izlužene vtrošnike. Debelejših plasti poplavno zaježitvenih sedimentov sestavljenih iz glinastih, meljnih in peščenih zemljin v profilu ne pričakujemo. Pra Sava je v zadnjem poledenitvenem obdobju ter v interglacialnih obdobjih na proučevanem območju erodirala srednji in najverjetneje tudi starejši konglomeratni zasip ter erodirala in poglobila tudi predkvartarno podlago. Skratka, proučevano območje je bilo v času mlajšega pleistocena podvrženo večkratni kombinaciji erozij in zasipavanja. Deformacije površja zasipov so lahko nastale tudi zaradi tektonskih premikov, ki so se pričeli v terciarju in so se nadaljevali v pleistocenu. V času zasipanja so reke zapolnile stare struge, se nato na široko razlile in odložile obsežne vršaje. V podlagi kvartarnih naplavin proučevanega območja ležijo peščene in lapornate gline do siv lapor, mlajše oligocenske ($^2\text{Ol}_2$) starosti. Te mlajše oligocenske plasti, po večini sive do temno sive barve, imenujemo tudi sivica. Predkvartarna podlaga je na globini med 275 in 280 m n.v., oz. je kvartarni zasip debel med 70 in 75 m. Širšo geološko karto proučevanega območja prikazuje *slika 3*.



Slika 3: Osnovna geološka karta z lokacijo soseske Huje v Kranju (črni križec s krožcem).

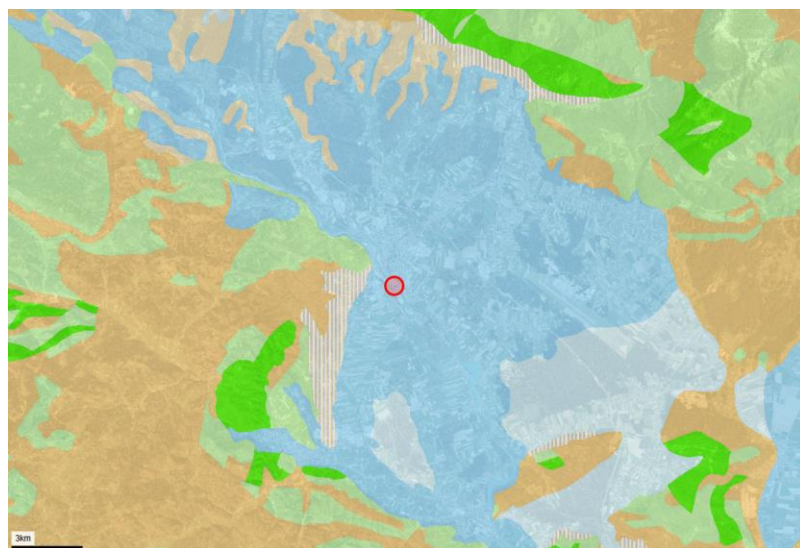
3.3 Splošne hidrografske razmere

Glavni vodotok na obravnavanem območju je reka Sava, ki je tekom geološke zgodovine s prodnatim materialom sedimentirala Kranjsko polje. Danes teče reka Sava ob jugozahodnem robu proučevane lokacije. Drug vodotok, ki vpliva na tok podzemne vode, na zazidalnem območju soseske Huje, je reka Kokra, ki teče ca. 500 m severozahodno od proučevane lokacije.

Območje načrtovane gradnje ni uvrščeno v razrede poplavne nevarnosti, niti ni uvrščeno v območja pomembnega vpliva poplav (vir: ARSO). Načrtovana gradnja nima vpliva na morebitni režim odtoka poplavnih vod in ne poslabšuje poplavne varnosti okoliških obstoječih objektov.

3.4 Opis vodnega telesa in vodovarstveni pasovi

Na obravnavani lokaciji je vodonosnik odprt prikazano na *sliki 4*.



Hidrogeološka karta

- 1.1 Obširni in visoko izdatni vodonosniki
- 1.2 Lokalni vodonosniki ali vodonosniki s spremenljivo izdatnostjo, ali obširni vendar največ srednje izdatni vodonosniki

Hidrogeološka karta

- 2.1 Obširni in visoko izdatni vodonosniki
- 2.2 Lokalni vodonosniki ali vodonosniki s spremenljivo izdatnostjo, ali obširni vendar največ srednje izdatni vodonosniki

Hidrogeološka karta

- 3.1 Manjši vodonosniki z lokalnimi ali omejenimi viri podzemne vode
- 3.1.1 Manjši vodonosniki z lokalnimi ali omejenimi viri podzemne vode (magnatske, metamorfne in vulkanoklastične kamnine)
- 3.2 Geološke plasti brez pomembnih virov podzemne vode

Hidrogeološka karta

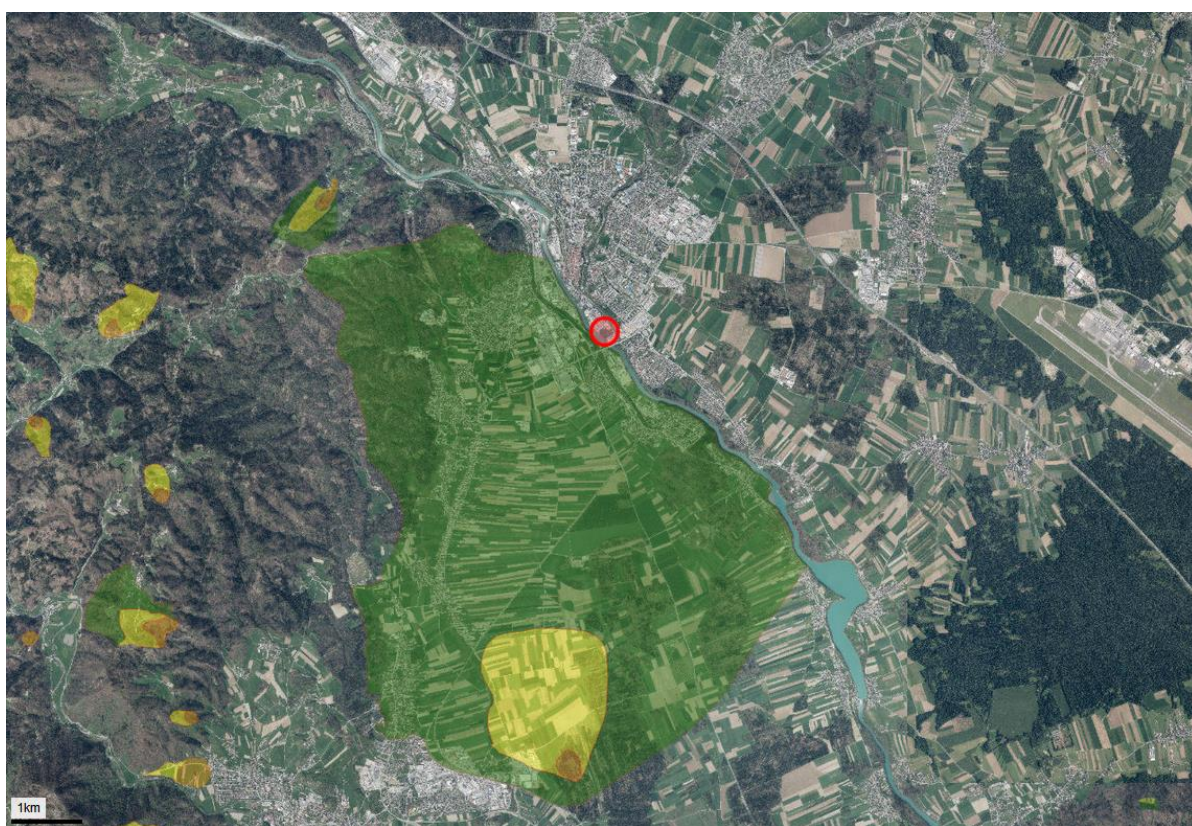
- 3.3 Slabo prepustne plasti, ki prekrivajo vodonosnik tipa 1 ali 2

Slika 4: Hidrogeološka karta širšega območja, Vir: Atlas okolja, 2025.

Vodno telo podzemne vode vodonosnika Kranjsko polje se nahaja v medzrnskem tipu vodonosnika, ki je v podlagi omejen z zelo slabo do neprepustnimi plastmi. Glede na IAH karto lokacija predvidenih vrtin leži na območju, izdatnega in obširnega medzrnskega vodonosnika (IAH tip 1.1). V večjem delu je vodonosnik

Kranjsko polje odprt vodonosnik, zaradi lokalnih nanosov slabše prepustnih glinastih ali zaglinjenih plasti je vodonosnik mestoma polodprt, polzaprt ali zaprt. Na kratkih razdaljah se lahko podzemna voda pretaka pod tlakom. Takšni pogoji se pojavljajo le na obrobju aluvialnih nanosov.

Območje posega leži izven vodovarstvenih območju zajetij podzemne vode, kot prikazuje *slika 5*.



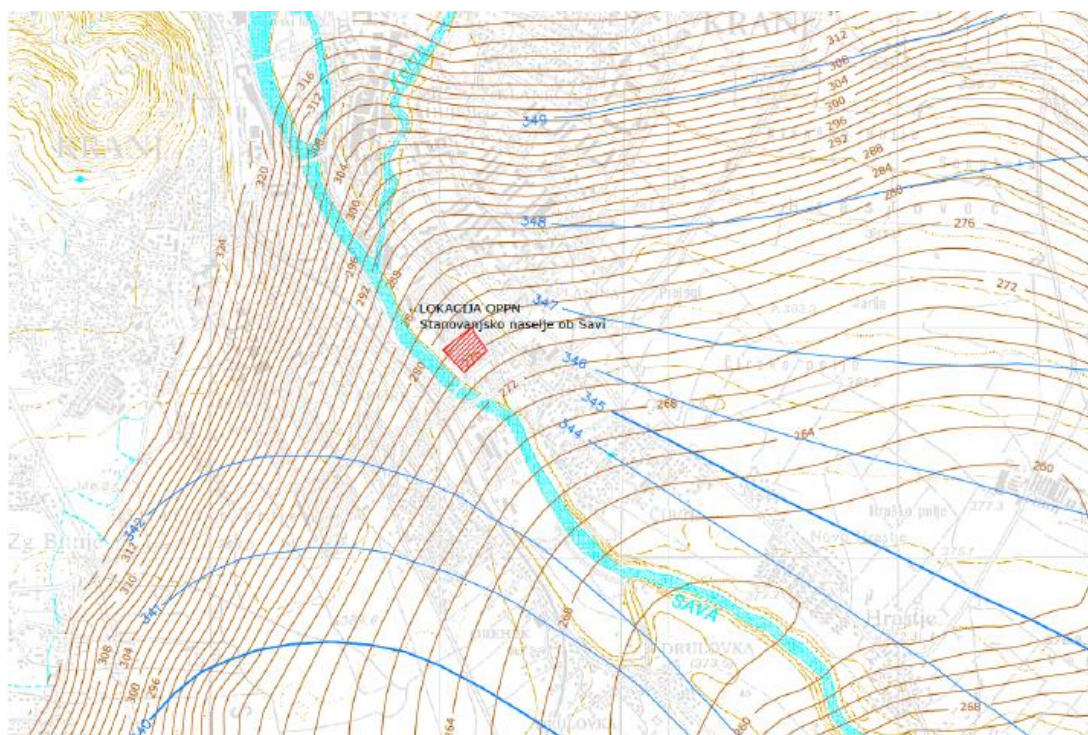
Slika 5: Vodovarstvena območja na širšem proučevanem območju soseske Huje, Vir: Atlas okolja, 2025.

3.5 Splošne hidrogeološke razmere

Na obravnavanem območju imamo opraviti s približno 65 do 70 m debelim vodonosnikom, ki je hidrodinamsko odprtega tipa. Smer toka podzemne vode čez obravnavano območje je na podlagi regionalnih hidroizohips, izdelanih s pomočjo numeričnega modela (ARSO), prikazanem na *sliki 6*, usmerjena od severa proti

jugu, z rahlim odklonom proti zahodu. Hidravlični gradient (i) znaša po podatkih ARSO med 5 in 7‰. Kakšen je hidravlični gradient ter odklon smeri toka podzemne vode glede na različna vodna stanja v tem trenutku še ni znano.

Na podlagi hidrogeoloških preiskav in monitoringa na vrtinah znaša geometrična srednja hidravlična prepustnost (K) za območje soseske Huje po raziskavah ZRMK približno $2,00E-03$. Iz *slike 6* je razvidno, da je kota predkvartarne podlage na globini med 275 in 280 m n.v.



Slika 6: Karta gladine podzemne vode (modre črte) in izohips (rjave črte) predkvartarne podlage za srednje visoko stanje (vir: ARSO).

Podzemna voda na proučevanem območju se napaja iz podzemnega dotoka oz. iz poniklih padavin padlih v napajalnem zaledju, predvsem iz severa (na tem območju reka Sava in reka Kokra napajata vodonosnik). Delež posameznega vira napajanja za nizko, srednje in visoko vodno stanje podzemne vode, ni znan.

Na proučevanem območju ni bilo predhodno podeljene vodne pravice. Najbližja točka zajema je vodnjak za pridobivanje toplote, ki je od severnega roba zazidalnega območja soseske Huje proti severu, gorvodno, oddaljen ca. 85 m. V neposredni okolici območja so še podeljene vodne pravice na drugem bregu Save 230 m proti zahodu za pridobivanje toplote, 200 m proti severozahodu pa je vodnjak za pridobivanje vode v tehnološke namene. Karta podeljenih vodnih pravic je prikaza na *Slika 7*.



Slika 7: Karta podeljenih vodnih pravic v neposredni bližini soseske Huje (vir: Atlas Voda).

4 IZVEDBA HIDROGEOLOŠKIH PREISKAV NA PROUČEVANEM OBMOČJU

V okviru hidrogeoloških preiskav smo opravili sledeče aktivnosti:

1. Vrtanje treh strukturnih vrtin globine 40 m, ki smo jih po končanem vrtanju izdelali kot piezometre,
2. vzorčenje sedimentov in izvedba laboratorijskih granulometričnih preiskav,
3. prečrpavanja ter stopenjski črpalni poizkusi s štirimi stopnjami v vseh treh piezometrih,
4. daljši črpalni poskus z maksimalno črpano količino glede na izid stopenjske analize znižanja v vseh piezometrih,
5. odvzeli vzorec podzemne vode za kemijsko analizo s piezometra Pz-2/24 in
6. izvedli nalivalno ponikovalne teste na piezometru Pz-3/24.

4.1 Izdelava raziskovalnih strukturnih vrtin in piezometrov

4.1.1 Lokacije izvedenih vrtin

Lokacije predvidenih vrtin so prikazane na *sliki 8*, koordinate novih izvedenih piezometrov pa prikazuje *preglednica 1*.



Slika 8: Situacija strukturnih vrtin in piezometričnih vrtin v prostoru.

Preglednica 1: Seznam in lokacije piezometrov.

Oznaka vrtine	E D96 [m]	N D96 [m]	Z [m]	Globina [m]
Pz-1/24	450764,58	121479,39	350,47	41
Pz-2/24	450820,62	121383,49	349,44	40
Pz-3/24	450694,96	121303,70	350,52	40

4.1.2 Potek vrtalnih del izdelave piezometrov

Vrtalna dela so potekala v mesecu septembru 2025. Vrtanje z jedrovanjem je potekalo po standardu Craelius (Švedski standard) z uporabo enostenskih jedrnikov s premerom krone 219 mm, 208 mm, 146 mm, 131 mm, 116 mm in 101 mm oz. premera jedrnika 208 mm, 205 mm, 143 mm, 128 mm, 113 mm in 98 mm. Vrtine smo po končanem jedrovanju povrtali po sistemu »overburden system« s pnevmatskim rotacijskim kladivom in obložno cevjo 154 mm. Predkvartarne podlage vrtine niso navrtale. Jedra so se zlagala v zaboje.

Pri piezometričnih vrtinah se je pri Pz-1/24 in Pz-2/24 za potrebe izdelave uvedne kolone jedrovalo do globine 6 m s premerom krone Φ 208 mm ter cevilo z obložno jekleno kolono premera 168,3 mm. Pri piezometrični vrtini Pz-3/24 pa se je za potrebe izdelave uvedne kolone jedrovalo do globine 6 m s premerom krone Φ 219 mm ter cevilo z obložno jekleno kolono premera 168,3 mm. Navzdol je sledilo jedrovanje po celotnem profilu kvartarja z jedrniki premera krone 146 mm, 131 mm in 116 mm in 101 mm do globine 40 m. Po doseženi končni globini 40 m smo piezometrične vrtine povrtali po sistemu »overburden system« ter zacevili po programu s PVC filtrsko konstrukcijo.

Popisi jeder piezometričnih vrtin so podani v nadaljevanju. Geološka struktura kvartarnih plasti, ki so jih navrtali piezometri so prikazani na geološko tehničnih profilih piezometrov, na *risbah T.01., T.02. in T.03.* oz. v prilogi poročila. Slike jeder izvrtanine piezometričnih vrtin pa so prikazane v *prilogah T.04., T.05., in T.06..*



4.1.3 Izdelava piezometrov

Vsi trije piezometri so vrtani na enak način ter imajo enake dimenzije. Zato izdelavo piezometrov opisujemo skupaj. Jedrovanje vrtin so potekala z vrtalno garnituro Comacchio 305 za povrtavanje po »overburden system« ter za vgradnjo piezometrijske konstrukcije pa se je uporabilo vrtalno garnituro Casagrande M6A-1. Vrtalna dela so se izvajala od 1. 09. 2025 do 30. 9. 2025. Vrtanje je potekalo z uporabo enostenskega jedrnika in krone premera 219 mm, 208 mm, 146 mm, 131 mm, 116 mm in 101 mm. Vrtina je bila med vrtanjem začasno cevljena s cevmi premera 168 mm, 143 mm, 128 mm, 113 mm in 98 mm. Po doseženi končni globini 40 m smo v vrtino vgradili piezometrijske cevi in filtre PVC premera DN100.

Odseki vrtanja in cevitve so prikazani v nadaljevanju. Profili piezometrov Pz-1/24, Pz-2/24 in Pz-3/24 pa so prikazani na *risbah T.01., T.02. in T.03.*

-Premer jedrovanja	krona Φ 219 mm, Φ 208 mm, Φ 146 mm, Φ 131 mm, Φ 116 mm, Φ 101 mm
-Premer zaščitne kolone	Φ 168 mm, Φ 143 mm, Φ 128 mm in Φ 113 mm, Φ 98 mm
-Interval vrtanja	0,0 – 40,0 m
-Premer cevitve	DN100 (114,0 / 102,8 mm)
-Interval cevitve	0,0 – 40,0 m (Pz-1/24, Pz-2/24, Pz-3/24)
-Interval filtrov	13,0 – 37,0 m (Pz-1/24), 13,3 – 37,3 m (Pz-2/24), 6,9 – 36,9 m (Pz-3/24).
-Usedalnik s čepom	37,0 – 40,0 m (Pz-1/24), 37,3 – 40,3 m (Pz-2/24), 36,9 – 39,9 m (Pz-3/24).

V vrtine smo vgradili cevi in filtre naslednjih lastnosti:

-Zunanji premer	114 mm
-Notranji premer	102,8 mm

-Debelina stene	5,6 mm
-Teža cevi	2,82 kg/m
-Navoj	Trapezni DIN 4925
-Spojnica	enakega premera kot cev
-Dovoljena obremenitev na nateg do meje elastičnosti za cevi	11,2 kN
-Dovoljena obremenitev na nateg do meje elastičnosti za filtre	6,7 kN
-Odpor na zunanji tlak za cevi	0,52 MPa
-Odpor na zunanji tlak za filtre	0,4 MPa
-Prepustnost za režo 2,0 mm	min. 5,1 m ³ /h/m oz. 1,5 l/s/m.

Voda je bila med vrtanjem zabeležena na globini ca. 6,6 m (Pz-1/24).

Popise vseh treh piezometričnih vrtin prikazujemo v *preglednicah Preglednica 2, Preglednica 3 in Preglednica 4*. Slike jeder izvrtanine piezometričnih vrtin pa so prikazane v *prilogah T.04., T.05. in T.06.*

Preglednica 2: Geološki popis vrtine Pz-1/24.

Globina		Opis posamezne plasti	USCS
Od	Do		
0,00	0,10	Umeten nasip - Asfalt.	
0,10	0,70	Umetni nasip: Siv do svetlorjav dobro graduiran grušč z meljem in peskom [Prod/Grušč (75%; Dmax/Dpovp = 14/1,8 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (5%)] - Suho.	GW-GM
0,70	1,20	Svetlorjav drobnozrnat meljast pesek [Prod/Grušč (0%), Pesek (60%), Melj/Glina (40%)] - Zbito.	SM
1,20	2,00	Temnorjav peščen melj [Prod/Grušč (10%; Dmax/Dpovp = 0,4/0,2 cm), Pesek (30%), Melj/Glina (60%)] - Zbito.	ML
2,00	2,80	Svetlorjav (marmoriran) peščen melj [Prod/Grušč (%), Pesek (40%), Melj/Glina (60%)] - Zbito.	ML
2,80	3,00	Temnorjav srednje do drobno zrnat meljast pesek [Prod/Grušč (10%; Dmax/Dpovp = 0,3/0,2 cm), Pesek (65%), Melj/Glina (25%)] - Rahlo.	SM
3,00	5,00	Siv do rjav dobro zaobljen dobro graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (75%; Dmax/Dpovp = 12/1 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (5%)] - Suho.	GW-GM

5,00	5,40	Siv do rjav dobro zaobljen meljast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; Dmax/Dpovp = 8/0,8 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (15%)]	GM
5,40	5,80	Siv dobro zaobljen dobro graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (60%; Dmax/Dpovp = 3/0,4 cm), Pesek (35%), Melj/Glina (5%)]	GW-GM
5,80	6,20	Siv do rjav dobro zaobljen dobro graduiran prod z glino in peskom [Prod/Grušč (75%; Dmax/Dpovp = 12/1 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (5%)] - Vlažno.	GW-GC
6,20	7,00	Siv dobro zaobljen glinast prod s peskom [Prod/Grušč (50%; Dmax/Dpovp = 3/0,5 cm), Pesek (15%), Melj/Glina (35%)] - Zbito in vlažno	GC
7,00	8,00	Siv dobro zaobljen slabo graduiran prod z glino in peskom [Prod/Grušč (70%; Dmax/Dpovp = 7/0,6 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (10%)]	GP-GC
8,00	10,00	Svetlosiv srednje kompakten konglomerat - s polami (do 20 cm) srednje sprijetega proda,	KONGLOMERAT
10,00	11,90	Svetlosiv do svetlorjav dobro graduiran prod z glino [Prod/Grušč (80%; Dmax/Dpovp = 16/1,2 cm), Pesek (10%), Melj/Glina (10%)] - Prisotne posamezne pole konglomerata (do 5 cm). Suho.	GW-GC
11,90	14,00	Rjav glinast prod [Prod/Grušč (65%; Dmax/Dpovp = 8/0,4 cm), Pesek (10%), Melj/Glina (25%)] - Prisotne pole konglomerata debeline do 10 cm (ca 35%). Vlažno.	GC
14,00	14,80	Rjav glinast prod [Prod/Grušč (60%; Dmax/Dpovp = 5/0,8 cm), Pesek (10%), Melj/Glina (30%)] - Vlažno.	GC
14,80	16,10	Rjav konglomerat z meljastim vezivom - Prisotne pole meljastega proda debeline do 10 cm (ca 25%). Vlažno do mokro.	KONGLOMERAT
16,10	18,40	Svetlosiv konglomerat - Dobro sprijet, kompakten. Prisotne pole dobrograduiranega proda debeline do 15 cm (ca 15%). Suho.	KONGLOMERAT
18,40	25,20	Siv do sivorjav kompakten konglomerat - Kompakten. Med 20,0-22,6 je vezivo konglomerata bolj meljasto. Na tem delu bolj vlažno.	KONGLOMERAT
25,20	27,70	Svetlorjav konglomerat - Prisotne pole meljastega proda s peskom debeline do 30 cm (ca 40%) - [Prod/Grušč (60%; Dmax/Dpovp = 7/0,5 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (20%)]	KONGLOMERAT
27,70	28,40	Svetlosiv kompakten konglomerat - Suho.	KONGLOMERAT
28,40	30,20	Rjav konglomerat - Prisotne pole meljastega proda s peskom debeline do 15 cm - [Prod/Grušč (50%; Dmax/Dpovp = 6/0,7 cm), Pesek (15%), Melj/Glina (35%)] Suho.	KONGLOMERAT
30,20	33,40	Svetlosiv kompakten konglomerat - Prisotne pole peščenega proda. Suho	KONGLOMERAT
33,40	33,55	Rdečerjava mastna glina s prodom [Prod/Grušč (15%; Dmax/Dpovp = 0,5/0,3 cm), Pesek (5%), Melj/Glina (80%)]	CH
33,55	35,40	Svetlosiv dobro graduiran prod z glino in peskom [Prod/Grušč	GW-GC

		(75%; Dmax/Dpovp = 10/0,5 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (5%)] - Prisotne pole kompaktnega konglomerata debeline do 10 cm (ca 35%). Suho	
35,40	38,30	Rjav dobro graduiran prod z glino in peskom [Prod/Grušč (65%; Dmax/Dpovp = 5/0,3 cm), Pesek (25%), Melj/Glina (10%)] - Zgornjih 30 cm delno sprano jedro. Še prisotne pole konglomerata debeline do 5 cm. Mokro.	GW-GC
38,30	41,00	Rjav glinast prod s peskom [Prod/Grušč (55%; Dmax/Dpovp = 7/0,5 cm), Pesek (25%), Melj/Glina (20%)] - Še prisotne pole konglomerata debeline do 5 cm. Mokro	GC

Preglednica 3: Geološki popis vrtine Pz-2/24.

Globina		Opis posamezne plasti	USCS
Od	Do		
0,00	0,10	Beton	
0,05	0,30	Umetni nasip: Rjav dobro graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (70%; Dmax/Dpovp = 5/0,4 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (10%)]	GW-GM
0,30	0,70	Temno rjav drobnozrnat meljast pesek [Prod/Grušč (0%), Pesek (70%), Melj/Glina (30%)] - Rahlo. Vlažno.	SM
0,70	7,40	Siv dobro zaobljen dobro graduiran prod z glino in peskom [Prod/Grušč (70%; Dmax/Dpovp = 16/0,5 cm), Pesek (25%), Melj/Glina (5%)] - Mokro	GW-GC
7,40	8,25	Rjav dobro zaobljen glinast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; Dmax/Dpovp = 8/0,7 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (15%)] - V spodnjem delu svetlosive barve na prehodu v konglomerat.	GC
8,25	9,40	Svetlo siv do rjav kompakten konglomerat	KONGLOMERAT
9,40	10,30	Svetlo rjav dobro zaobljen glinast prod [Prod/Grušč (75%; Dmax/Dpovp = 12/0,9 cm), Pesek (10%), Melj/Glina (15%)] - Mokro	GC
10,30	10,50	Svetlo rjav dobro zaobljen glinast prod s peskom [Prod/Grušč (55%; Dmax/Dpovp = 7/1 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (25%)] - Mokro	GC
10,50	12,70	Svetlo rjav dobro zaobljen glinast prod [Prod/Grušč (75%; Dmax/Dpovp = 12/0,9 cm), Pesek (10%), Melj/Glina (15%)] - Mokro	GC
12,70	19,15	Rjav doi sivorjav konglomerat - Z meljastim vezivom. Prisotne 30 cm pole meljastega proda (20%). Mokro	KONGLOMERAT
19,15	19,95	Rdečerjav pusta glina s peskom [Prod/Grušč (0%), Pesek (20%), Melj/Glina (80%)]	CL
19,95	20,90	Siv konglomerat - Z meljastim vezivom. Prisotne 15 cm pole zbitega meljastega proda (25%). Mokro	KONGLOMERAT

20,90	21,70	Rjav dobro zaobljen glinast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; Dmax/Dpovp = 10/0,8 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (15%)] - Brez plasti konglomerata. Mokro	GC
21,70	23,00	Siv konglomerat - Z meljastim vezivom. Med 22.4 - 22.7 pola meljastega proda.	KONGLOMERAT
23,00	25,20	Siv kompakten konglomerat	KONGLOMERAT
25,20	26,10	Siv dobro zaobljen glinast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; Dmax/Dpovp = 8/0,5 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (15%)] - Prisotne pole konglomerata (30%)	GC
26,10	27,00	Siv do svetlorjav konglomerat - Z meljastim vezivom. Priostne 10 cm pole meljastega proda (20%)	KONGLOMERAT
27,00	30,40	Siv kompakten konglomerat	KONGLOMERAT
30,40	31,80	Svetlorjav do svetlosiv konglomerat - Z meljastim vezivom	KONGLOMERAT
31,80	34,00	Siv kompakten konglomerat	KONGLOMERAT
34,00	36,40	Rjav glinast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; Dmax/Dpovp = 7/0,5 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (15%)] - Mokro.	GC
36,40	38,30	Siv do rjav glinast prod s peskom [Prod/Grušč (55%; Dmax/Dpovp = 3/0,5 cm), Pesek (25%), Melj/Glina (20%)] - Mokro.	GC
38,30	40,00	Siv do rjav glinast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; Dmax/Dpovp = 5/0,4 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (15%)] - Mokro.	GC

Preglednica 4: Geološki popis vrtine Pz-3/24.

Globina		Opis posamezne plasti	USCS
Od	Do		
0,00	0,20	Umetni nasip: Temnorjav meljast grušč s peskom [Prod/Grušč (50%; Dmax/Dpovp = 4/1,5 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (30%)] - Prisotne korenine	GM
0,20	0,80	Umetni nasip: Siv do rjav meljast grušč s peskom [Prod/Grušč (65%; Dmax/Dpovp = 8/1 cm), Pesek (15%), Melj/Glina (20%)] - Zbito. Konglomerat v klastih grušča.	GM
0,80	1,30	Temnorjav drobnozrnat dobro graduiran pesek z meljem in prodom [Prod/Grušč (20%; Dmax/Dpovp = 1/0,3 cm), Pesek (70%), Melj/Glina (10%)] - Rahlo	SW-SM
1,30	2,30	Rjav drobnozrnat meljast pesek [Prod/Grušč (0%), Pesek (80%), Melj/Glina (20%)] - Zgornjih 30 cm zbito, potem rahlo.	SM
2,30	4,60	Siv dobro zaobljen dobro graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (70%; Dmax/Dpovp = 10/0,6 cm), Pesek (25%), Melj/Glina (5%)] - Od 4m dalje mokro. Postopen prehod v spodnjo enoto.	GW-GM
4,60	6,60	Siv dobro zaobljen slabo graduiran prod z meljem in peskom	GP-GM

		[Prod/Grušč (55%; Dmax/Dpovp = 3/0,5 cm), Pesek (35%), Melj/Glina (10%)] - Razmočeno jedro. Voda na ca 5.20 m. Mokro.	
6,60	7,00	Sivorjav dobro zaobljen meljast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; Dmax/Dpovp = 6/0,5 cm), Pesek (15%), Melj/Glina (20%)] - Zbito. Vlažno.	GM
7,00	9,00	Svetlorjav dobro zaobljen dobro graduiran prod z glino in peskom [Prod/Grušč (75%; Dmax/Dpovp = 8/0,7 cm), Pesek (15%), Melj/Glina (10%)] - Spodnji del bolj zbit in prisotno več melja. Vlažno.	GW-GC
9,00	15,30	Siv dobro zaobljen dobro graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (70%; Dmax/Dpovp = 12/0,7 cm), Pesek (25%), Melj/Glina (5%)] - V zgornjem delu prisotnih več večjih prodnikov. Med 11.2-11.5 več melja. Vlažno.	GW-GM
15,30	15,60	Svetlosiv dobro zaobljen meljast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; Dmax/Dpovp = 5/0,8 cm), Pesek (15%), Melj/Glina (20%)] - Zbito. Vlažno.	GM
15,60	22,00	Siv do svetlorjav dobro zaobljen dobro graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (75%; Dmax/Dpovp = 12/0,7 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (5%)] - Vlažno	GW-GM
22,00	22,60	Rjav dobro zaobljen meljast prod [Prod/Grušč (65%; Dmax/Dpovp = 6/1 cm), Pesek (10%), Melj/Glina (25%)] - Zbito. Vlažno.	GM
22,60	28,40	Rjav dobro zaobljen dobro graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (75%; Dmax/Dpovp = 12/0,8 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (5%)] - Med 24.1-24.6 več melja in bolj zbito.	GW-GM
28,40	29,20	Svetlosiv do svetlorjav dobro zaobljen meljast prod s peskom [Prod/Grušč (55%; Dmax/Dpovp = 8/1,5 cm), Pesek (15%), Melj/Glina (30%)]	GM
29,20	30,30	Siv kompakten konglomerat	KONGLOMERAT
30,30	32,70	Svetlorjav do siv dobro zaobljen meljast prod s peskom [Prod/Grušč (55%; Dmax/Dpovp = 4/0,8 cm), Pesek (15%), Melj/Glina (30%)] - Prisotne posamezne 5 cm pole konglomerata (10%)	GM
32,70	33,00	Siv kompakten konglomerat	KONGLOMERAT
33,00	36,20	Svetlosiv dobro zaobljen glinast prod s peskom [Prod/Grušč (60%; Dmax/Dpovp = 6/0,3 cm), Pesek (25%), Melj/Glina (15%)] - Prisotne posamezne 5 cm pole konglomerata (10%)	GC
36,20	36,90	Svetlorjav dobro zaobljen slabo graduiran prod z glino [Prod/Grušč (85%; Dmax/Dpovp = 7/1,5 cm), Pesek (10%), Melj/Glina (5%)]	GP-GC
36,90	38,50	Rjav slabo zaobljen meljast prod s peskom [Prod/Grušč (55%; Dmax/Dpovp = 6/0,7 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (25%)] - Spodnji del sive barve.	GM
38,50	40,00	Rjav konglomerat - Z meljastim vezivom. Prisotne 20 cm pole	KONGLOMERAT

meljastega proda (25%).

4.1.4 Ureditev ustij piezometrov

Po zacevitvi piezometrov s PVC cevmi smo na piezometrih uredili še ustja. Piezometer Pz-1/24 ima povozni jašek, medtem ko imata Pz-2/24 in Pz-3/24 nadnivojsko ustje z označevalno palico.

Ustja piezometrov so opremljena s kovinsko kapo z ušesom. Kape piezometrov so zaklenjene s ključavnicami, katere zaklepa in odklepa isti ključ. Nادنivojska ustja piezometrov so ca. 0,45 m nad koto terena in so prikazana na *sliki 9*. Ustja piezometrov in kote terena smo po izdelavi geodetsko posneli (glej *preglednico 1*).

Piezometer Pz-2/24



Piezometer Pz-3/24



Slika 9: Ureditev ustij piezometrov Pz-2/24 in Pz-3/24.



4.1.5 Aktivacija in čiščenje piezometrov

Po ureditvi ustij smo piezometre očistili in aktivirali s komprimiranim zrakom z metodo enojnega in dvojnega air-lifta. Aktivacija na piezometru Pz-1/24 je bila izvedena dne 25., 26. in 29. 09. 2025 v obsegu 15 ur. Aktivacija na piezometru Pz-2/24 je bila izvedena dne 29. in 30. 09. 2025 v obsegu 9 ur. Aktivacija na piezometru Pz-3/24 pa je bila izvedena dne 1., 2. in 3. 10. 2025 v obsegu 16 ur.

Za aktivacijo piezometrov je bila uporabljena sledeča oprema:

- ▶ vijačni kompresor MobilAir Kaeser M44 moči 7 bar,
- ▶ dovodne alkatene cevi za zrak premera $\frac{3}{4}$ ",
- ▶ odvodne alkatene cevi premera 2" (DN 50),
- ▶ jeklena sapnica premera 2,5" nameščena na začetku odvodnih cevi,
- ▶ ventil na koncu odvodnih cevi.

Aktivacija je potekala s paralelnim in direktnim air-liftom s pulziranjem ter vmesnim ustavljanjem. Z direktnim air-liftom smo ustvarjali hidravlične sunke v vodonosniku in s tem izpiranje drobne frakcije iz okolice filtrskega dela. Zrak, ki smo ga dovajali preko $\frac{3}{4}$ " alkatena, je na dnu sapnice dvigoval vodo skozi ustje vrtine (centrični oz. direktni air-lift). Pri paralelnem air-liftu je bil zrak dovajan preko dovodne cevi do injektorja oz. sapnice, ki smo jo speljali direktno v ustje odvodne cevi. Skozi dovodno cev je zrak dovajan pod različnimi pritiski v sapnico, povezano z odvodno cevjo, ki se spušča na različne globine. S paralelnim air-liftom je bila na koncu očiščena oz. posrkana tudi vsa drobna frakcija, ki se je nabrala na dnu vrtine v usedalniku.

Med aktivacijo vrtin preko paralelnega air-lifta je znašal pretok med 2 – 3 l/s. Na koncu aktivacije smo tako s pomočjo podtlaka črpali različne količine podzemne vode. Aktivacijo smo večkrat prekinili za ca. 5 minut ter nadaljevali, dokler pri ponovnem zagonu kompresorja oz. 30 sek. po zagonu voda ni bila več motna.

Po aktivaciji smo na piezometrih izvedli hidravlične poizkuse, ki so podrobneje opisani v poglavju 4.3.

4.2 Sedimentološke preiskave

Sedimentološke preiskave so obsegale:

- ▶ standardizirani geološki popis jeder izvrtanine,
- ▶ odvzem reprezentativnih vzorcev sedimenta iz območja zasičene cone ter
- ▶ sejalne analize vzorcev oz. granulometrične analize vzorcev sedimentov.

4.2.1 Popis jedra izvrtanine piezometričnih vrtin

Popis jedra strukturnega vrtanja izvrtanin piezometrov Pz-1/24, Pz-2/24 in Pz-3/24 smo opravili na terenu in v prostorih IRGO. Popis jeder vrtin v medzrnskem odseku vrtine je bil izveden skladno s standardom SIST EN ISO 14688-2:2004. Popis posamezne vrtine je že prikazan v preglednicah *Preglednica 2*, *Preglednica 3* in *Preglednica 4*, slike jeder pa so prikazane v prilogah *T.03* in *T.04* in *T.05*.

4.2.2 Odvzem vzorcev in granulometrične preiskave vzorcev

V skladu s projektno nalogo oz. pogodbenimi določili je bil predviden po vrtini odvzem vzorcev, in sicer iz vsake vrtine smo za sejalno analizo odvzeli 10 vzorcev.

Vzorci so bili obdelani v geomehanskem laboratoriju IRGO. Seznam odvzetih vzorcev je podan v spodnji preglednici (*Preglednica 5*).

Preiskave so bile opravljene v okviru standarda SIST ENV 1997-2:2007. Rezultati granulometričnih preiskav so podani v prilogi *T.07*., medtem ko zbirno tabelo podajata *preglednici 5* in *6*.

Preglednica 5: Seznam odvzetih vzorcev za potrebe sejalnih analiz.

Št. vzorca	Vrtina	Globina [m]	Št. vzorca	Vrtina	Globina [m]
1	Pz-1/24	6,5-6,8	16	Pz-2/24	11,7-12,0
2	Pz-1/24	7,5-7,8	17	Pz-2/24	12,2-12,6
3	Pz-1/24	10,5-11,0	18	Pz-2/24	14,7-15,0
4	Pz-1/24	11,7-12,0	19	Pz-2/24	21,0-21,3
5	Pz-1/24	15,5-16,0	20	Pz-2/24	25,5-25,8

6	Pz-1/24	26,5-26,7	21	Pz-3/24	8,5-9,0
7	Pz-1/24	29,3-29,9	22	Pz-3/24	10,5-10,8
8	Pz-1/24	34,0-34,5	23	Pz-3/24	14,0-14,3
9	Pz-1/24	36,1-36,6	24	Pz-3/24	15,3-15,6
10	Pz-1/24	38,0-38,5	25	Pz-3/24	16,3-16,6
11	Pz-2/24	5,5-5,8	26	Pz-3/24	20,6-20,9
12	Pz-2/24	6,0-6,3	27	Pz-3/24	22,0-22,3
13	Pz-2/24	7,7-8,0	28	Pz-3/24	26,4-26,6
14	Pz-2/24	10,2-10,5	29	Pz-3/24	28,5-28,8
15	Pz-2/24	11,0-11,3	30	Pz-3/24	34,3-34,6

Preglednica 6: Zrnavostna sestava vzorcev.

Vzorec				USCS	Cu	Cc
zap. št.	vertina	oznaka vzorca	globina [m]			
1	Pz-1/24	L25_52_1	6,5-6,8	GC, glinast prod s peskom	403,11	4,71
2	Pz-1/24	L25_52_2	7,5-7,8	GC, glinast prod s peskom	288,96	1,18
3	Pz-1/24	L25_52_3	10,5-11,0	GC, glinast prod s peskom	471,85	1,91
4	Pz-1/24	L25_52_4	11,7-12,0	GC, glinast prod s peskom	795,89	0,69
5	Pz-1/24	L25_52_5	15,5-16,0	GC, glinast prod s peskom	945,57	1,32
6	Pz-1/24	L25_52_6	26,5-26,7	GC, glinast prod s peskom	3321,96	0,44
7	Pz-1/24	L25_52_7	29,3-29,9	GC, glinast prod s peskom	1043,48	0,50
8	Pz-1/24	L25_52_8	34,0-34,5	GC, glinast prod s peskom	1514,63	0,94
9	Pz-1/24	L25_52_9	36,1-36,6	GC, glinast prod s peskom	194,61	1,88
10	Pz-1/24	L25_52_10	38,0-38,5	GC, glinast prod s peskom	1821,10	0,42
11	Pz-2/24	L25_52_11	5,5-5,8	GC, glinast prod s peskom	486,24	4,11
12	Pz-2/24	L25_52_12	6,0-6,3	GC, glinast prod s peskom	486,23	4,27
13	Pz-2/24	L25_52_13	7,7-8,0	GC, glinast prod s peskom	885,49	7,30
14	Pz-2/24	L25_52_14	10,2-10,5	GC, glinast prod s peskom	559,25	0,22
15	Pz-2/24	L25_52_15	11,0-11,3	GC, glinast prod s peskom	504,34	0,99
16	Pz-2/24	L25_52_16	11,7-12,0	GC, glinast prod s peskom	630,47	0,30
17	Pz-2/24	L25_52_17	12,2-12,6	GC, glinast prod s peskom	744,12	6,13
18	Pz-2/24	L25_52_18	14,7-15,0	GC, glinast prod s peskom	7344,64	0,43
19	Pz-2/24	L25_52_19	21,0-21,3	GC, glinast prod s peskom	710,75	0,57

20	Pz-2/24	L25_52_20	25,5-25,8	GP-GC, slabo graduiran prod z glino in peskom				311,03	5,73	
21	Pz-3/24	L25_52_21	8,5-9,0	GP-GC, slabo graduiran prod z glino in peskom				94,25	3,89	
22	Pz-3/24	L25_52_22	10,5-10,8	GW-GM, dobro graduiran prod s peskom in meljem				42,17	1,55	
23	Pz-3/24	L25_52_23	14,0-14,3	GM, meljast prod s peskom				181,95	7,49	
24	Pz-3/24	L25_52_24	15,3-15,6	GP-GM, slabo graduiran prod z meljem in peskom				471,37	7,99	
25	Pz-3/24	L25_52_25	16,3-16,6	GP-GM, slabo graduiran prod z meljem in peskom				55,02	3,30	
26	Pz-3/24	L25_52_26	20,6-20,9	GW-GM, dobro graduiran prod z meljem in peskom				39,16	2,75	
27	Pz-3/24	L25_52_27	22,0-22,3	GM, meljast prod s peskom				291,48	5,95	
28	Pz-3/24	L25_52_28	26,4-26,6	GP-GM, slabo graduiran prod z glino				190,56	9,84	
29	Pz-3/24	L25_52_29	28,5-28,8	GM, meljast prod s peskom				496,05	6,08	
30	Pz-3/24	L25_52_30	34,3-34,6	GC, glinast prod s peskom				772,12	1,92	
Vzorec		D ₁₀	D ₂₀	D ₃₀	D ₄₀	D ₅₀	D ₆₀	melj, glina < 0.063 mm	pesek > 0.063 mm < 2.0 mm	prod, grušč >2.0mm
oznaka vzorca	globina									
-	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	%	%	%
L25_52_1	6,5-6,8	0,130	0,118	0,545	2,081	3,147	5,040	17,30	21,75	60,95
L25_52_2	7,5-7,8	0,026	0,165	0,482	2,151	4,082	7,539	14,19	24,67	61,14
L25_52_3	10,5-11,0	0,011	0,170	0,341	1,601	3,345	5,366	16,43	25,10	58,47
L25_52_4	11,7-12,0	0,005	0,026	0,126	0,570	2,012	4,259	26,19	23,74	50,07
L25_52_5	15,5-16,0	0,021	0,119	0,723	4,661	11,134	19,394	16,51	17,54	65,95
L25_52_6	26,5-26,7	0,002	0,012	0,066	0,343	2,014	5,749	26,71	20,23	50,06
L25_52_7	29,3-29,9	0,009	0,051	0,197	1,337	4,367	8,984	22,57	19,63	57,80
L25_52_8	34,0-34,5	0,002	0,019	0,087	0,303	1,198	3,490	27,75	26,05	46,20

L25_52_9	36,1-36,6	0,029	0,181	0,562	1,570	3,255	5,713	13,98	28,43	57,59
L25_52_10	38,0-38,5	0,003	0,023	0,087	0,306	1,931	5,744	27,49	22,69	49,85
L25_52_11	5,5-5,8	0,018	0,217	0,813	2,289	4,299	8,833	14,60	23,22	62,18
L25_52_12	6,0-6,3	0,008	0,071	0,350	0,882	2,022	3,732	19,47	30,35	50,18
L25_52_13	7,7-8,0	0,017	0,280	1,353	3,539	8,030	14,902	14,11	19,13	66,76
L25_52_14	10,2-10,5	0,019	0,063	0,214	1,749	5,364	10,796	20,05	20,60	59,35
L25_52_15	11,0-11,3	0,032	0,122	0,722	3,315	8,312	16,301	15,75	19,50	64,75
L25_52_16	11,7-12,0	0,009	0,041	0,125	0,500	2,296	5,709	24,52	24,01	51,48
L25_52_17	12,2-12,6	0,036	0,289	2,440	8,087	16,999	26,879	12,44	15,94	71,62
L25_52_18	14,7-15,0	0,002	0,025	0,106	0,529	3,771	13,818	26,08	19,92	54,00
L25_52_19	21,0-21,3	0,014	0,083	0,275	1,385	4,690	9,664	17,97	24,07	57,96
L25_52_20	25,5-25,8	0,051	0,378	2,142	5,194	9,852	15,779	10,56	18,71	70,73
L25_52_21	8,5-9,0	0,134	1,058	2,569	4,821	8,679	12,648	8,65	17,33	74,02
L25_52_22	10,5-10,8	0,286	0,961	2,315	4,154	7,496	12,058	5,75	21,75	72,50
L25_52_23	14,0-14,3	0,041	0,512	1,523	2,837	4,624	7,504	10,45	22,42	67,13
L25_52_24	15,3-15,6	0,013	0,166	0,792	2,033	3,414	6,087	16,28	23,40	60,32
L25_52_25	16,3-16,6	0,221	1,339	2,975	5,126	8,351	12,149	6,84	16,37	76,79
L25_52_26	20,6-20,9	0,243	1,264	2,524	4,002	6,336	9,524	7,31	17,64	75,05
L25_52_27	22,0-22,3	0,036	0,406	1,479	3,142	5,973	10,356	12,16	20,80	67,04
L25_52_28	26,4-26,6	0,149	2,407	6,437	11,679	18,328	28,329	8,57	9,80	81,63
L25_52_29	28,5-	0,034	0,266	1,843	4,343	9,289	16,638	12,53	17,92	69,55

	28,8									
L25_52_30	34,3- 34,6	0,029	0,160	1,100	4,348	10,835	22,079	14,78	18,20	67,02

V nadaljevanju podajamo opis preiskave zrnivosti.

4.2.2.1 Preiskava zrnivosti po standardu SIST-TS CEN ISO/TS 17892-4:2004

Vzorcu zemljine smo določili granulometrijsko sestavo po metodi s suhim sejanjem. Vzorec smo najprej mokro presejali skozi sita 2.0 mm in 0.063 mm. Nato smo osušen vzorec grobozrnate frakcije sejali skozi set sit (63.0, 40.0, 31.5, 20.0, 16.0, 8.0, 4.0, 2.0, 1.0, 0.500, 0.250, 0.200, 0.125, 0.100, 0.063 mm). Če je bilo drobnazrnate komponente več kot 10%, smo njeno zrnivost določili z areometrsko metodo. Standarda po katerih smo izvedli sejalne analize ter določitev klasifikacije zemljine sta bili:

- ▶ SIST-TS CEN ISO/TS 17892-4:2004 in ASTM D2487

Rezultati preiskave so podani v prilogi T.07. Iz prilog in iz zbirnih preglednic (preglednici 5 in 6) je razvidno, da je sediment na območju piezometra Pz-1 in Pz-2 sestavljen iz glinastega proda s peskom. Medtem ko na območju piezometra Pz-3 prevladuje slabo graduiran prod z meljem in s peskom (GP-GM) ter podrejeno dobro graduiran prod z meljem in s peskom (GW-GM).

Iz rezultatov preiskav zrnivosti vzorcev je razvidno, da znašajo geometrične povprečne vrednosti d_{10} , d_{20} , d_{40} in d_{50} , kot prikazuje preglednica 7.

Preglednica 7: Geometrična sredina D_{10} , D_{20} , D_{30} , D_{40} , D_{50} in D_{60} v vzorcih sedimentov.

Pz-1/24	D_{10}	D_{20}	D_{30}	D_{40}	D_{50}	D_{60}
Geom. povprečje D [mm]	0,010	0,059	0,232	1,024	3,023	6,307
Pz-2/24	D_{10}	D_{20}	D_{30}	D_{40}	D_{50}	D_{60}
Geom. povprečje D [mm]	0,015	0,112	0,507	1,907	5,402	11,083
Pz-3/24	D_{10}	D_{20}	D_{30}	D_{40}	D_{50}	D_{60}
Geom. povprečje D [mm]	0,075	0,600	2,003	4,183	7,546	12,413



Oznake na *prilogi T.07.* oz. na diagramih zrnivosti ter *preglednicah 6 in 7* pomenijo:

- ▶ $D_{60, 50, 40}$ – premer zrn, ki ustreza preseku 60% oz. 50% oz. 40%,
- ▶ $D_{30, 20, 10}$ – premer zrn, ki ustreza preseku 30% oz. 20% oz. 10%,
- ▶ $Cu = \frac{d_{60}}{d_{10}}$; količnik enakomernosti; kar pomeni, večji je količnik, bolj razpotegnjena je krivulja. Skratka večji je količnik, več različnih frakcij je zastopanih, npr. od finih peskov do debelozrnatih prodov (W- well graded) in manjši, kot je količnik, bolj strma je krivulja in zastopanih je malo frakcij, npr. samo srednje zrnat pesek (P – poorly graded).
- ▶ $Cc = \frac{d_{30}^2}{d_{10} \cdot d_{60}}$; količnik ukrivljenosti; ki zavisi od tega, ali je krivulja uravnana ali ukrivljena, konkavna; večji je Cc, bolj je konkavna.

4.3 Izvedba hidravličnih poskusov

Na vrtinah smo opravili določeno število hidravličnih testov, in sicer smo izvedli sledeče aktivnosti:

1. Po čiščenju in aktivaciji smo na vrtinah Pz-1/24, Pz-2/24 in Pz-3/24 opravili prečrpavanje ter nato stopenjski črpalni poskus s štirimi stopnjami črpanja po 2 uri.
2. Na vsakem piezometru smo opravili črpalni poskus, ki je trajal vsaj 6 ur. Med črpanjem se je znižanje gladine vode merilo tako v črpanem piezometru kot v ostalih piezometrih. Poleg gladine vode se je merilo še ostale parametre vode (temperatura, motnost, električna prevodnost, pH, oksidacijsko-redukcijski potencial in količino prostega kisika).
3. Po končanem hidravličnem testu smo na piezometru Pz-3/24 izvedli še ponikalni test s količino ponikanja 5,4 l/s.

Namen stopenjskega črpalnega poskusa je bil določiti učinkovitost piezometrov. Namen črpalnih poskusov v medzrnskem, kvartarnem vodonosniku pa je bil določiti hidravlične karakteristike vodonosnika na proučevanem območju.



Namen nalivalnega poskusa je bil določitev hidravličnih karakteristik ob ponikanju, kjer povzroča podzemna voda zaradi turbulentnega toka v vrtini bistveno večje nelinearne upore in s tem popači dobljeno vrednost hidravlične prepustnosti. Skratka, namen nalivalnega poskusa je bilo ugotavljanje ponikovalnih sposobnosti terena.

4.3.1 Izvedba hidravličnih testov

Po končanem vrtanju, cevitvi, ureditvi ustij in aktivaciji vseh piezometričnih vrtin (Pz-1/24, Pz-2/24 in Pz-3/24) smo izvedli hidravlične teste, in sicer:

- ▶ stopenjske črpalne poskuse, katerih namen je bil še dodatno prečrpavanje in
- ▶ daljše črpalne poskuse.

Črpalne poskuse za določitev prepustnosti prodnatega vodonosnika smo opravili skladno s standardom SIST EN ISO 22282-4:2012.

Za izvedbi hidravličnih poskusov smo uporabili sledečo opremo:

- ▶ visokotlačno črpalno 4" Grundfos, moči 5,5 kW, izdatnosti $Q = 5,2 \text{ l/s}$ pri $H = 60 \text{ m}$,
- ▶ zagonsko omarico s frekvenčnim regulatorjem,
- ▶ nizkotlačno črpalno 4" Grundfos, moči 2,2 kW, izdatnosti $Q = 5,0 \text{ l/s}$ pri $H = 15 \text{ m}$,
- ▶ bencinski agregat moči 12 kW,
- ▶ PE dvizhne vode premera 2" in gasilske cevi premera 4" in dolžine 200 m,
- ▶ mersko opremo za meritve temperature in tlaka podzemne vode proizvajalca Eltratec d.o.o. in
- ▶ pretokomer premera DN 80 mm v razponu merjenja med 0,5 – 18,0 l/s

Preko gasilskih cevi smo črpano vodo odvajali v meteorno kanalizacijo oziroma kar v reko Savo.

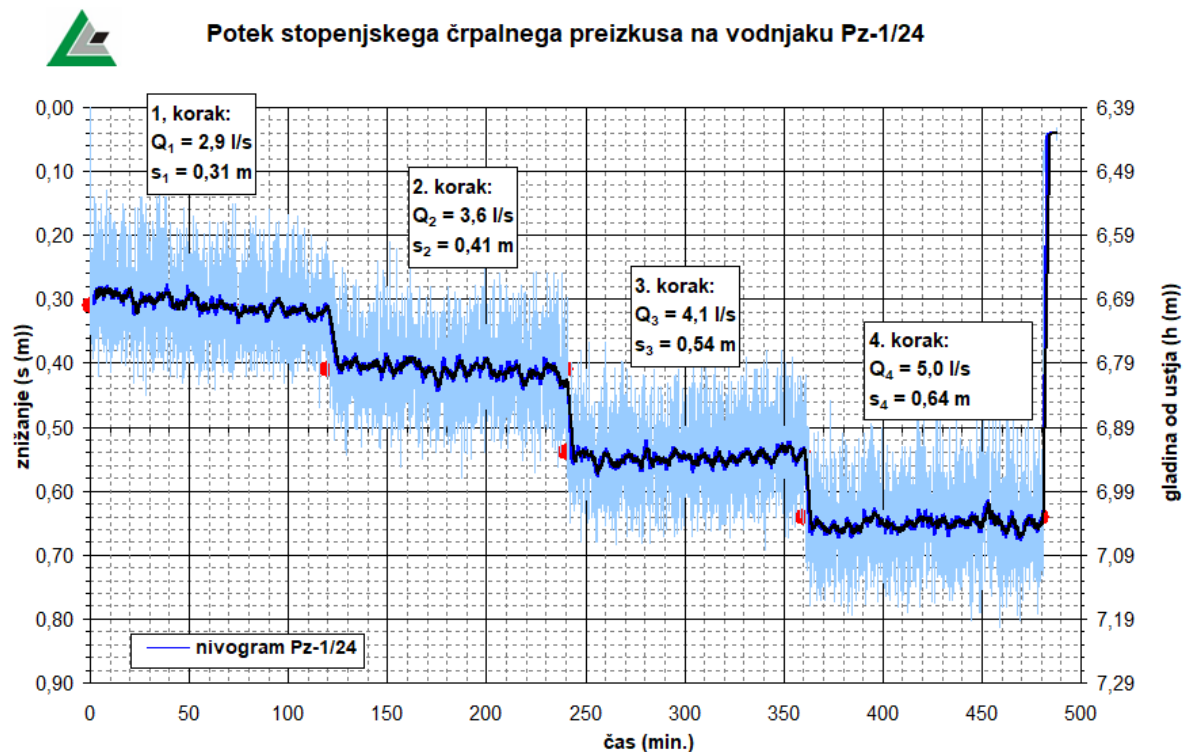
4.3.1.1 Izvedba stopenjskih črpalnih poskusov

Potek in obdelava stopenjskih črpalnih poskusov na piezometrih Pz-1/24, Pz-2/24 in Pz-3/24 je prikazan v *prilogah T.08., T.09 in T.10.*

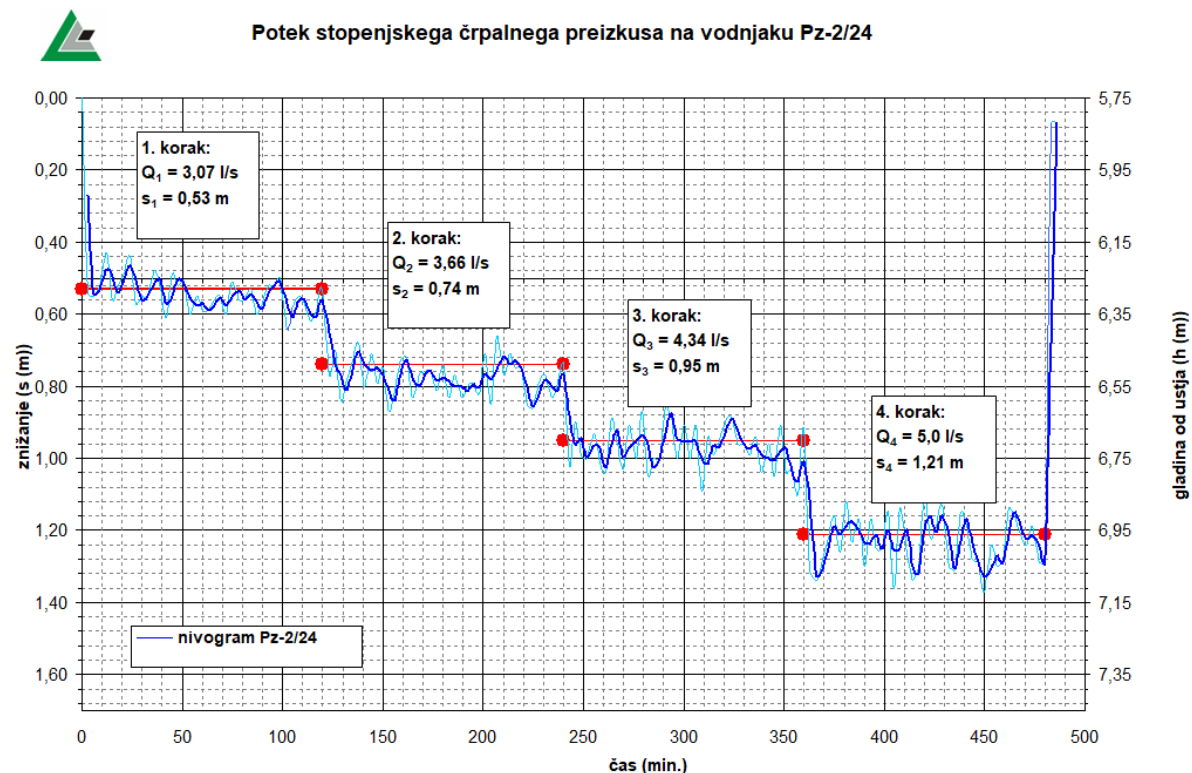
Uporabljene črpane količine in povzročena znižanja v vrtinah prikazuje *preglednica 8*, sam potek poskusov pa je prikazan na *slikah 10, 11 in 12*. Stopenjski test na Pz-3/24 kaže na zelo dobro prepustnost sedimenta in učinkovitost piezometra, da nam s 4 colsko črpalko ni uspelo znižati nivoja podzemne vode.

Preglednica 8: Črpane količine in povzročena znižanja v piezometrih Pz-1/24, Pz-2/24 in Pz-3/24 med izvedbo stopenjskih črpalnih poskusov.

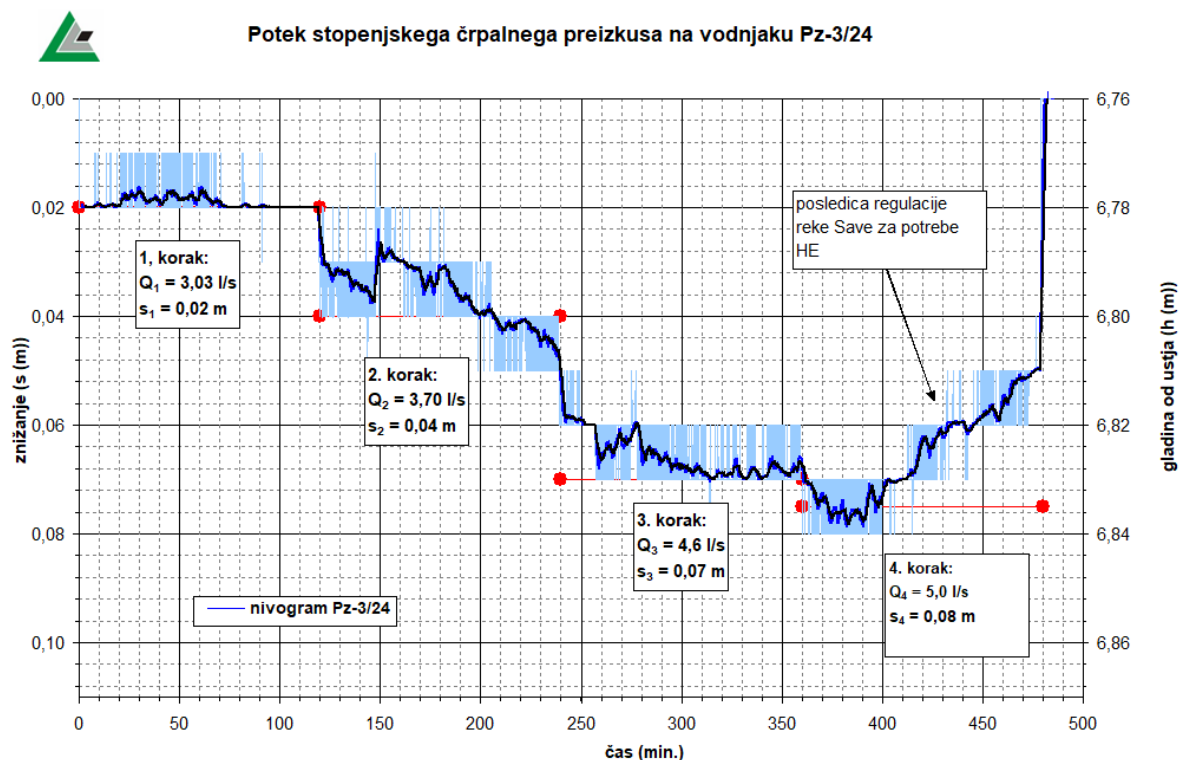
	Pz-1/24 (7. 10. 2025)		Pz-2/24 (10. 10. 2025)	
stopnja	Q (l/s)	s (m)	Q (l/s)	s (m)
1	2,94	0,31	3,07	0,53
2	3,61	0,41	3,66	0,74
3	4,10	0,54	4,34	0,95
4	5,00	0,64	5,00	1,21
	Pz-3/24 (15. 10. 2025)			
stopnja	Q (l/s)	s (m)		
1	3,03	0,02		
2	3,7	0,04		
3	4,6	0,07		
4	5,04	0,08		



Slika 10: Potek stopenjskega črpalnega poskusa na piezometru Pz-1/24.



Slika 11: Potek stopenjskega črpalnega poskusa na piezometru Pz-2/24.



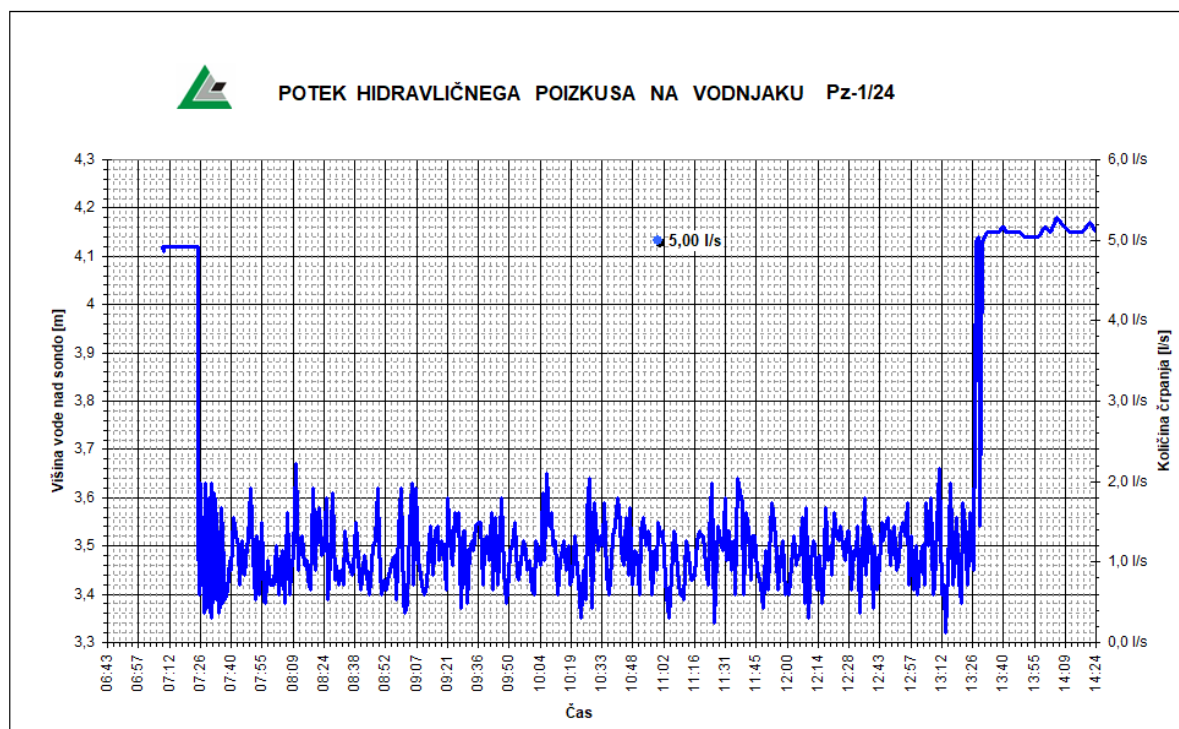
Slika 12: Potek stopenjskega črpalnega poskusa na piezometru Pz-3/24.

4.3.1.2 Izvedba črpalnih poskusov

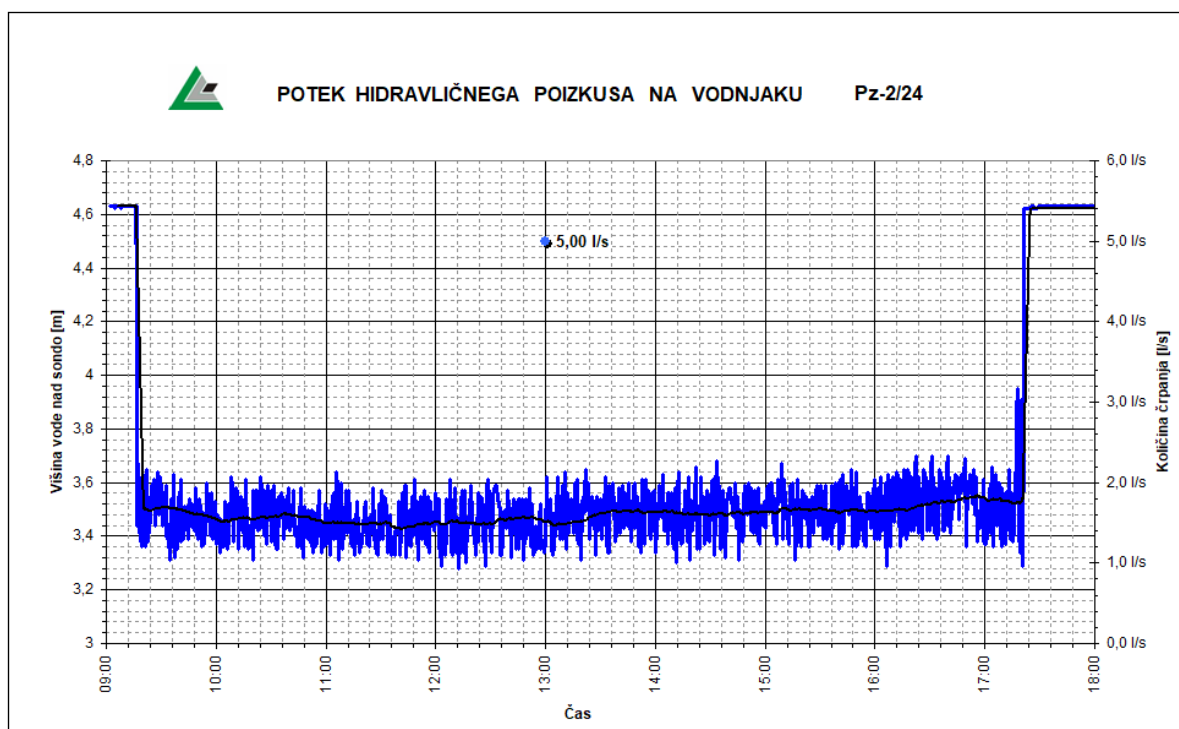
Terenske podatke o izvedenih črpalnih poskusih na piezometrih prikazuje preglednica 9. Poteki črpalnih poskusov so prikazani na slikah 13, 14 in 15.

Preglednica 9: Terenski podatki o izvedenih črpalnih poskusih na Pz-1/24, Pz-2/24 in Pz-3/24.

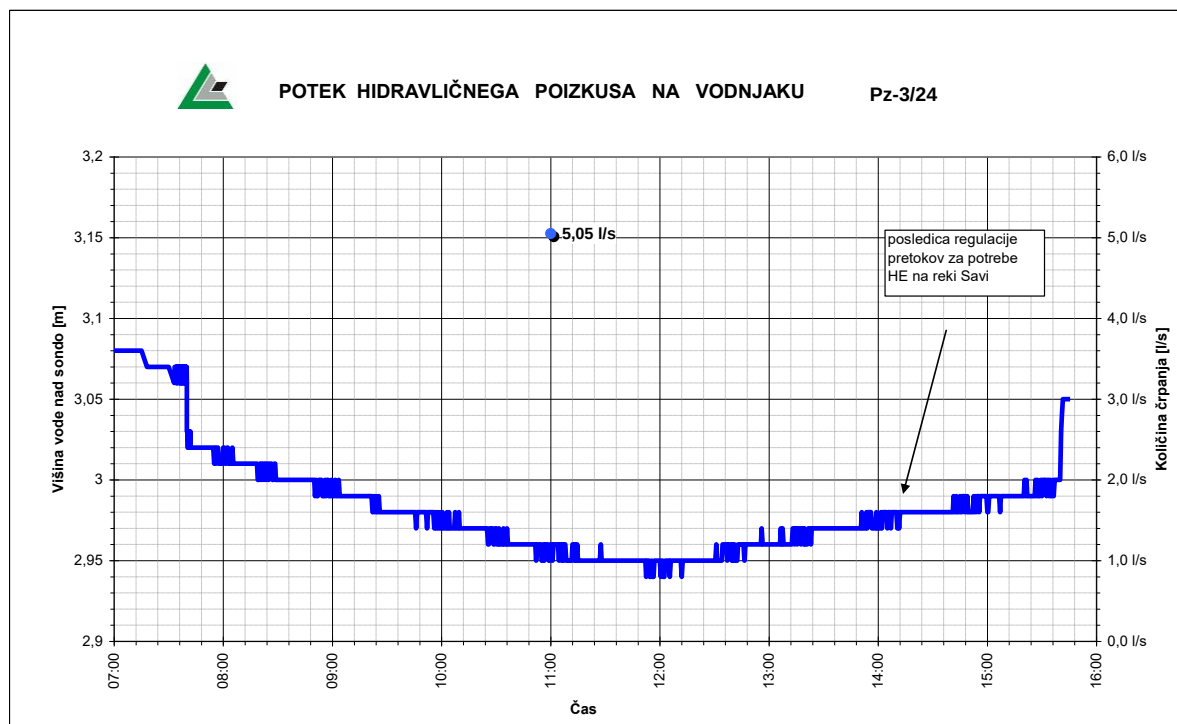
Opis	Pz-1/24	Pz-2/24	Pz-3/24
Tip vodonosnika	odprti	odprti	Odprti
Datum izvedbe	08.10.2025	14.10.2025	20.10.2025
čas trajanja črpalnega poskusa	365 min	484 min	482 min
gladina podzemne vode na začetku poskusa, merjeno od kote ustja	6,42 m	5,34 m	6,20 m
gladina podzemne vode ob koncu poskusa oz. črpanja (m od ustja)	6,39 m	5,39 m	6,23 m
črpana količina (m^3/s)	0,00500	0,00500	0,00505
max. doseženo znižanje v vrtini (s)	0,53 m	1,35 m	0,18 m
premer produkcijske kolone	114,0 mm	114,0 mm	114,0 mm
dolžina filtrov	24 m	24 m	30
globina piezometra	41 m	40 m	40 m
debelina vodonosnika (m)	$\approx 24 \text{ m}$	$\approx 24 \text{ m}$	$\approx 24 \text{ m}$



Slika 13: Potek črpalnega poskusa na piezometru Pz-1/24.



Slika 14: Potek črpalnega poskusa na piezometru Pz-2/24.



Slika 15: Potek črpalnega poskusa na piezometru Pz-3/24.

Potek hidravličnega testiranja je prikazan tudi v *prilogah T.11., T.12. in T.13.*, kjer je prikazana tudi standardizirana obdelava hidravličnega testiranja.

4.3.1.3 Izvajanje meritev med izvedbo črpalnih poskusov

Med izvajanjem črpalnih poskusov smo opravljali sledeče aktivnosti:

- ▶ Meritve nivoja podzemne vode v črpanem piezometru in meritve temperature in električne prevodnosti črpane vode; meritve omenjenih parametrov so se izvajale in beležile avtomatsko preko standardizirane merske opreme.
- ▶ Meritve pretoka črpane vode; merjenje je potekalo preko pretokomera, za kontrolo pa smo merili pretok tudi preko soda znanega volumna.
- ▶ Občasne meritve fizikalno kemijskih parametrov črpane podzemne vode, in sicer; pH, temperatura, električna prevodnost, redoks potencial in motnost; slednje meritve smo izvajali preko vzorčenja ročno. Rezultate meritev fizikalno kemijskih preiskav podajamo v nadaljevanju poročila.

4.3.2 Nalivalni poskus

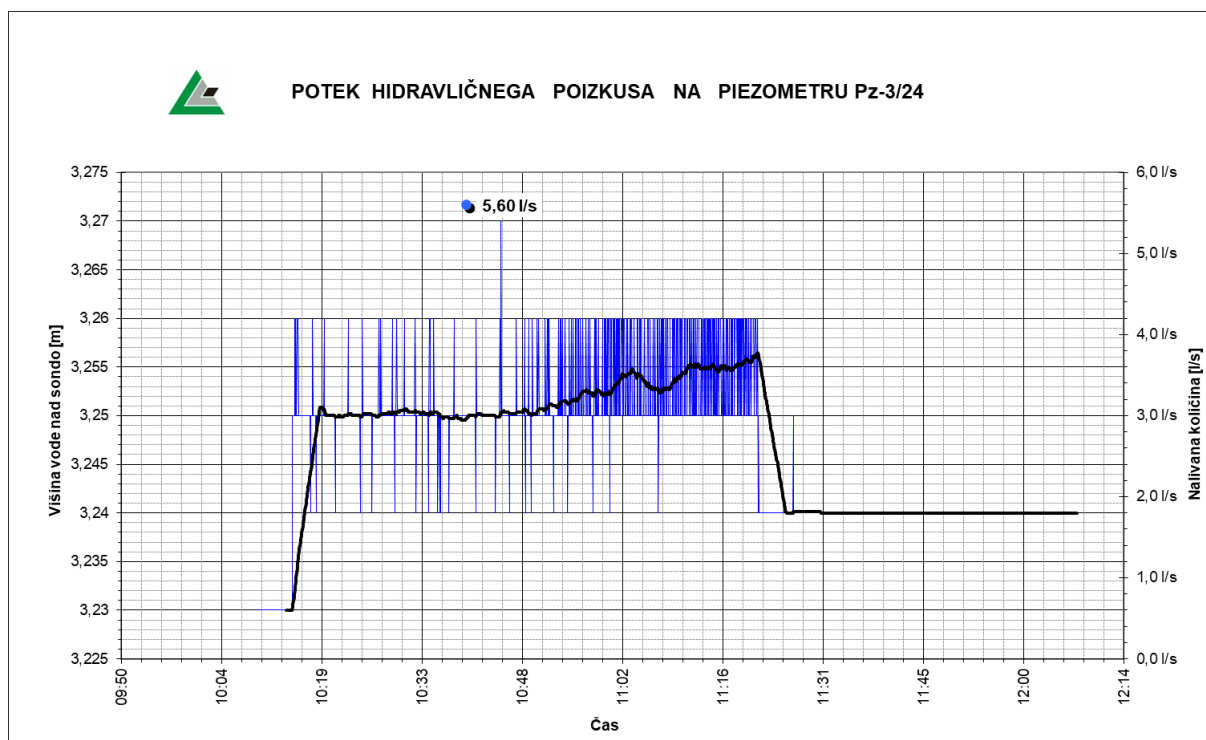
Za oceno zmožnosti ponikanja v zasičeno cono prodnatih sedimentov smo na piezometru Pz-3/24, skladno s projektno nalogo, izvedli nalivalni poskus. Izvedba in obdelava nalivalnih testov je bila skladna s standardoma SIST EN ISO 22282-2:2012 in ASTM D4044/D4044M-15.

4.3.2.1 Izvedba nalivalnega poskusa

Opis izvedbe nalivalnih poskusov je predstavljen na koncu tega poglavja. Zbirnik izvedenih nalivalnih poskusov je prikazan v *preglednici 10*, nivoogram nalivalnega poskusa pa je prikazan na *sliki 16*.

Preglednica 10: Osnovni podatki o izvedenih nalivalnih poskusih na vrtinah Pz-3/24.

Vrtina (izvedba)	odsek nalivanja	količina nalivanja (l/s)
vrtina Pz-3/24	6,9 – 36,9	5,4



Slika 16: Nivoogram nalivalnega poskusa na vrtini Pz-3/24.



Obdelava nalivalnega poskusa po standardiziranih metodah za nestacionarno stanje je prikazana v *prilogi T.14*.

Pred izvedbo nalivalnega poskusa smo v vrtino vgradili mersko sondo, ki je kontinuirano beležila nivo oz. vodni stolpec nad sondo. Nalivalni poskus s konstantno nalivano količino 5,4 l/s je trajal do vzpostavitve stacionarnega do kvazi stacionarnega stanja nivoja podzemne vode.

4.3.3 Metodologija obdelave hidravličnih poskusov

Opravljenе nestacionarne nalivalne poskuse smo obdelali skladno s standardoma SIST EN ISO 22282-2:2012 in ASTM D4044/D4044M-15. Nalivalne poskuse smo obdelali posebej za dvig med nalivanjem in za znižanje nivoja podzemne vode po prenehanju nalivanja. Dvig nivoja podzemne vode smo obdelali po Jacobovi metodi. Metoda Jacoba je sicer standardna metoda obdelave nestacionarnih črpalnih poskusov. Za obdelavo padca nivoja podzemne vode po prenehanju črpanja pa smo uporabili Theisovo metodo, ki je prav tako standardna metoda obdelave nestacionarnih črpalnih poskusov.

Opravljenе črpalne poskuse za nestacionarno stanje smo obdelali posebej za znižanje in za dvig nivoja podzemne vode. Znižanja nivoja podzemne vode smo obdelali po Jacobovi in po Papadopoulos Cooperjevi metodi. Za obdelavo dviga nivoja podzemne vode po prenehanju črpanja pa smo uporabljali Theisovo metodo. Naštete standardizirane metode veljajo za poizkuse na enem vodnjaku brez spremljevalnih piezometrov.

Uporabili smo tudi Thieman-ovo metodo za stacionarno stanje za poizkus na enem vodnjaku s spremljevalnimi piezometri. V nadaljevanju opisujemo posamezne metode.

Stopenjski črpalni poskus (t.i. step test) smo obdelali po Hantush-Bierschenkovi metodi.



4.3.3.1 Nestacionarni modelni izračuni

Za omenjene metode obdelave morajo biti izpolnjeni določeni pogoji, ki so podani v nadaljevanju:

1. vodonosnik je zaprt,
2. vodonosnik aproksimiramo kot neskončnega,
3. vodonosnik je v vplivnem območju poizkusa homogen, izotropen in enakomerne debeline,
4. pred poizkusom je v vplivnem območju poizkusa piezometrična gladina horizontalna,
5. črpalni poizkus je izveden pri konstantni količini črpanja,
6. vodnjak zajema celotno debelino vodonosnika (popolni vodnjak – tok vode proti vodnjaku je horizontalen),
7. vodo, odstranjeno iz uskladiščenja, izčrpavamo sočasno z zniževanjem gladine podzemne vode,
8. premer vodnjaka je majhen, zato lahko uskladiščenje v vodnjaku zanemarimo.

Nekatere metode pa veljajo ob določenih nadaljnjih predpostavkah, ki so opisane pri posameznih metodah.

4.3.3.1.1 Jacobova metoda

Pogoji, ki morajo biti izpolnjeni pri Jacobovi metodi, so:

- ⇒ v uvodu našete predpostavke,
- ⇒ tok podzemne vode proti vodnjaku je nestacionaren,
- ⇒ $t > \frac{25r_c^2}{KD}$; s tem lahko zanemarimo vpliv uskladiščenja vode v vodnjaku.

Pri Jacobovi metodi smo izhajali iz enačbe:

$$K \times D = \frac{2,30 \times Q}{4\pi\Delta s}$$

pri čemer je:

- Q količina izčrpane vode [m³/s]
 K koeficient prepustnosti []
 D debelina vodonosnika [m]
 Δs znižanje nivoja v eni dekadi časa na diagramu s – t v semilogaritemskem merilu [m]

Korekcij za znižanje v odprtem vodonosniku pri obdelavi nismo uporabili, saj so bila znižanja v vrtinah glede na debelino vodonosnika premajhna.

4.3.3.1.2 Papadopoulos – Cooperjeva metoda

Pogoji, ki morajo biti izpolnjeni pri modelu Papadopoulosa in Cooperja, so:

- ⇒ v uvodu naštetih predpostavke, z izjemo 8. točke, ki je nadomeščena z:
 - premer vodnjaka je končen, zato se uskladiščenja ne da zanemariti
- ⇒ tok podzemne vode proti vodnjaku je nestacionaren
- ⇒ nelinearne izgube vodnjaka so zanemarljive

Enačba Papadopoulosa in Cooperja se glasi:

$$s_w = \frac{Q}{4\pi KD} F(u_w \alpha)$$

pri čemer je:

$$u_w = \frac{r_{ew}^2 S}{4KDt}; \quad \alpha = \frac{r_{ew}^2 S}{r_c^2}$$

S; količnik elastičnega uskladiščenja,

r_{ew} ; efektivni radij odprtega dela vodnjaka in

r_c ; radij zaprtega dela vodnjaka, v katerem opazujemo spremembe nivojev podzemne vode

Metoda Papadopulosa in Cooperja je grafična metoda, pri kateri primerjamo eksperimentalno dobljene krivulje s teoretičnimi krivuljami in odčitavamo parametre, potrebne za izračun koeficientov prepustnosti.

4.3.3.1.3 Theisova metoda

Pogoji, ki morajo biti izpolnjeni za uporabo Theisove metode, so:

- v uvodu našete predpostavke, z izjemo 8. točke, ki je nadomeščena z:

$$t_p > \frac{25r_c^2}{KD} \quad \text{in} \quad t' > \frac{25r_c^2}{KD}$$

- vodonosnik je zaprt, odprt ali puščajoč,
- tok podzemne vode proti vodnjaku je nestacionaren.

Ta metoda izhaja iz enačbe:

$$s' = \frac{2,30 \times Q}{4\pi KD} \times \log \frac{t}{t'} \quad \text{ter} \quad K \times D = \frac{2,30 \times Q}{4\pi \Delta s'}$$

$\Delta s'$ znižanje nivoja v eni dekadi časa na diagramu $s - t/t'$ v semilogaritemskem merilu [m]

s' rezidualno znižanje [m]

t čas od začetka črpanja [s]

t' čas od konca črpanja [s]

4.3.3.1.4 Hantush-Bierschenkovi metoda za večstopenjski črpalni poskus

Ta metoda za stopenjske črpalne poizkuse temelji na naslednjih predpostavkah:

V uvodu poglavja 4.3.3.1. našete predpostavke z izjemo prve in pete predpostavke, ki sta nadomeščeni z:

- ▶ vodonosnik je zaprt, puščajoč ali odprt,
- ▶ črpalni poizkus je izveden po korakih pri spremenljivi količini črpanja.

Potrebno pa je zadostiti še naslednjim predpostavkam:

- ▶ tok podzemne vode proti vodnjaku je nestacionaren,
- ▶ potrebno je upoštevati nelinearne izgube vodnjaka, ki so podane z izrazom CQ^2 .

Metoda izhaja iz enačbe: $\frac{S_{w(n)}}{Q_n} = B(r_{ew}, \Delta t) + CQ_n$



pri čemer je:

$s_{w(n)}$	skupno znižanje v vodnjaku med n-tim korakom ob času t
r_{ew}	efektivni radij vodnjaka
t_i	čas pričetka i-tega koraka
Q_n	količina črpanja med n-tim korakom
B	linearne izgube vodonosnika in vodnjaka
C	nelinearne izgube vodnjaka
n	število vseh korakov
i = 1,2...n	zaporedna številka trenutnega koraka

4.3.3.1.5 Thiemova metoda za večstopenjski črpalni poskus

Za Thiemovo metodo obdelave morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji:

1. vodonosnik je zaprt, neskončen, homogen, izotrpen in enakomerne debeline
2. pred poizkusom je v vplivnem območju poizkusa piezometrična gladina horizontalna,
3. poizkus je izveden pri konstantni količini črpanja
4. vodnjak zajema celotno debelino vodonosnika (popolni vodnjak – tok vode je horizontalen)
5. tok podzemne vode proti vodnjaku je stacionaren

$$K \times D = \frac{2,30Q}{2\pi(s_1 - s_2)} \log \frac{r_1}{r_2}$$

4.3.3.1.6 Metode obdelave nestacionarnih hidravličnih poskusov

Enačb za omenjene stacionarne metode obdelave nalivalnih poskusov ne podajamo, saj so omenjene praktično v vsaki resnejši hidrogeološki literaturi.

4.4 Meritve nivojev podzemne vode

Ob pričetku monitoringa so bili v piezometre vgrajene tlačne sonde znamke Eltratec, ki s frekvenco ene ure avtomatsko beležijo tlak in temperaturo podzemne

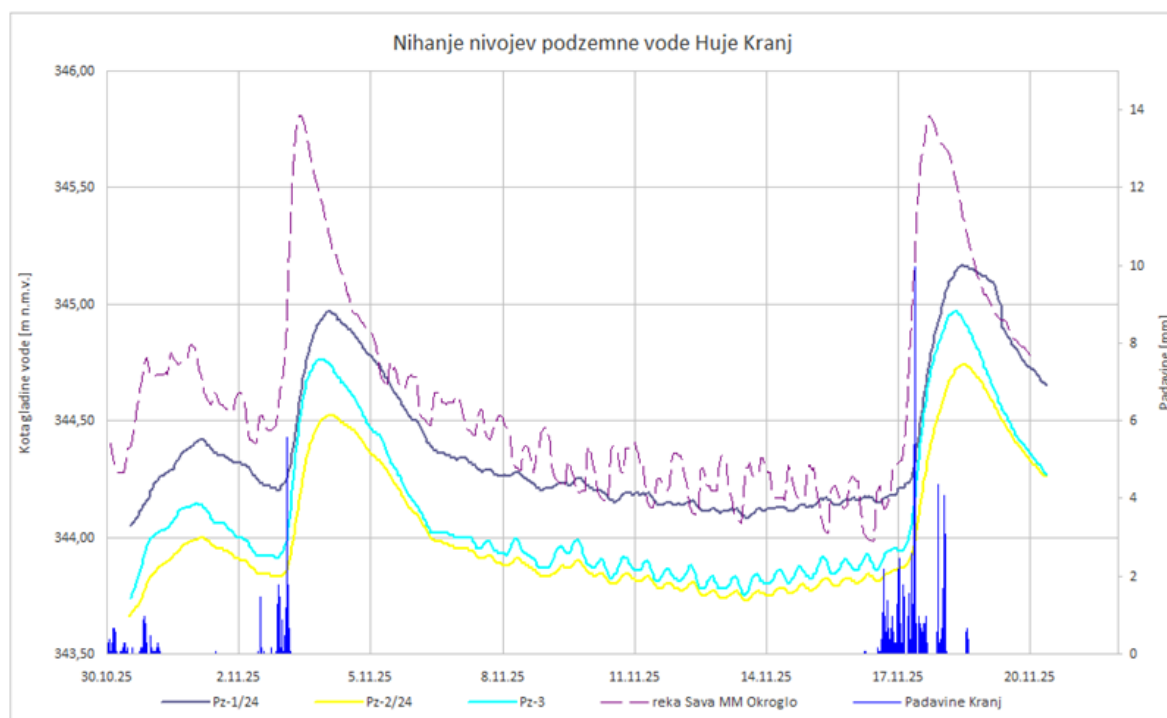
vode. Tlačne sonde beležijo hidrostatski tlak oz. višino vodnega stolpca nad sondo. Tlačna občutljivost sond znaša 1bar. Tlačne sonde so nameščene na globino pod pričakovanim minimumom gladine podzemne vode. Nadmorska višina gladine podzemne vode je določena iz kote ustja vrtine in globine vgradnje sonde. Podatki se zapisujejo v pomnilnik sonde, katerega se ob terenskem obisku prenese na računalnik.

Ob vgradnji se je izmerilo gladino vode in prehodnost piezometrov preko ročnega nivometra. Podatki o vgrajenih sondah so:

⇒ Piezometer:	Pz-1/24	Pz-2/24	Pz-3/24
⇒ Kota ustja piezometra (m.n.v.):	350,47	349,44	350,52
⇒ Globina podzemne vode, merjeno od ustja:	6,36 m	5,71 m	6,76 m
⇒ Prehodnost vrtine merjeno od ustja:	39,96 m	40,72 m	40,36 m
⇒ Višina vodnega stolpca nad sondo:	6,18 m	6,84 m	5,67 m
⇒ Globina vgrajene sonde:	12,54 m	12,55 m	12,43 m
⇒ Datum vgradnje sonde v letu 2025:	30. 10.	30. 10.	30. 10.

Tlačna in temperaturna sonda je na ustju vrtine fiksirana, da se prepreči morebitno lezenje sonde zaradi lastne teže navzdol. Poleg tega je zgornji komunikacijski vmesnik nameščen tako, da se pri odvzemu podatkov ne posega oz. se ne dviguje merske sonde. Sonde beležijo meritve vsako uro, torej imamo dnevno 24 meritev na vsaki sondi. Sonde so bile sinhronizirane na isti čas, tako vse sonde zabeležijo podatke ob istem času. Na *sliki 17* je podan nivogram nihanja nivojev podzemne vode od vzpostavitve monitoringa v oktobru 2025.

Meritve nivojev podzemne vode v obstoječih piezometrih se izvajajo z avtomatskima merilcema v piezometrih in s frekvenco na 1 uro. Podatki o gladini podzemne vode so prikazani v absolutni koti nadmorske višine. V analizi so vključeni tudi podatki reke Save s površinske merilne postaje Okroglo ter dnevne količine padavin merjene v mm/m² oz. l/m².



Slika 17: Nihanje nivoja podzemne vode od vzpostavitve monitoringa na obravnavanem območju.

Večji nabor podatkov in tako boljši vpogled v nihanje nivoja podzemne vode bo jasen po izvedenim enoletnem hidrogeološkem monitoringu.

4.5 Meritve fizikalno kemijskih parametrov podzemne vode med izvajanjem hidravličnih testov na piezometrih

Na terenu smo med izvedbo hidravličnih testov – črpalnih poskusov spremljali tudi fizikalno kemijske parametre črpane podzemne vode, in sicer:

- ▶ Temperaturo (°C),
- ▶ motnost (NTU),
- ▶ električno prevodnost ($\mu\text{S}/\text{cm}$),
- ▶ pH,
- ▶ prosti kisik (O_2 mg/l) in
- ▶ oksidacijsko redukcijski potencial (ORP (mV))

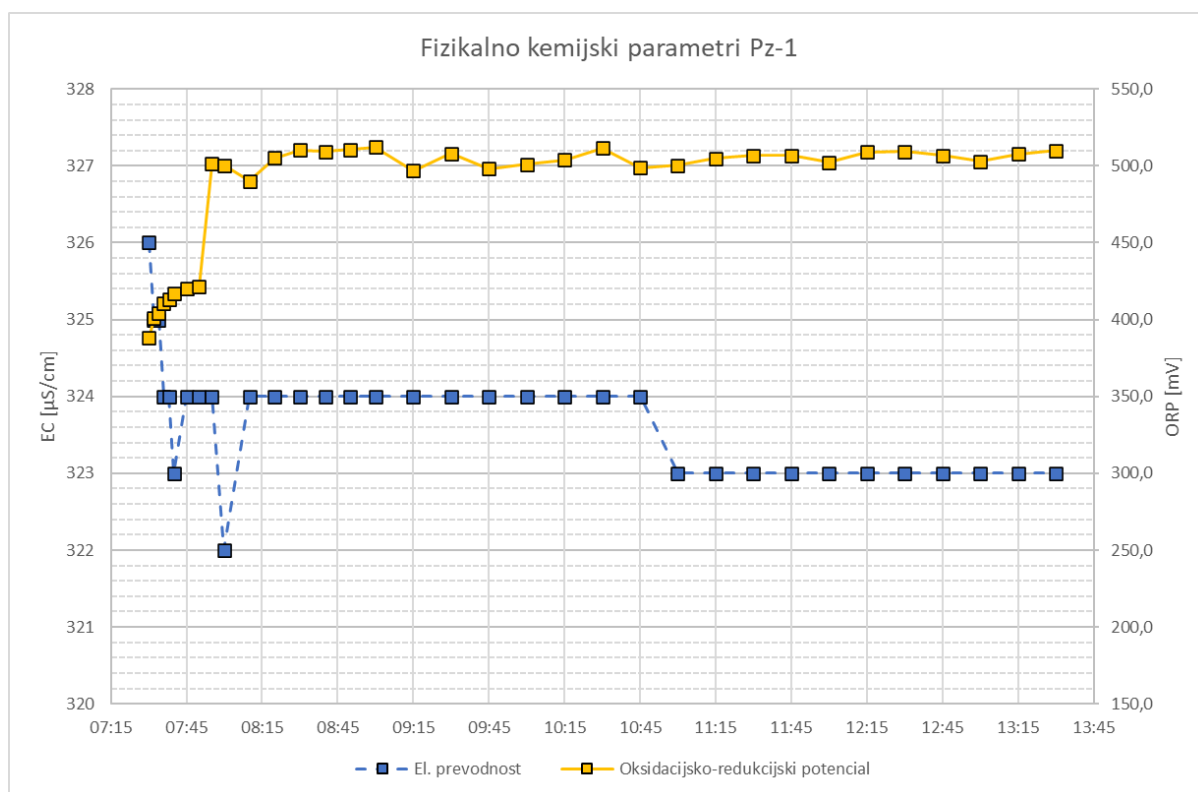
4.5.1 Meritve fizikalno-kemijskih parametrov v piezometru Pz-1/24.

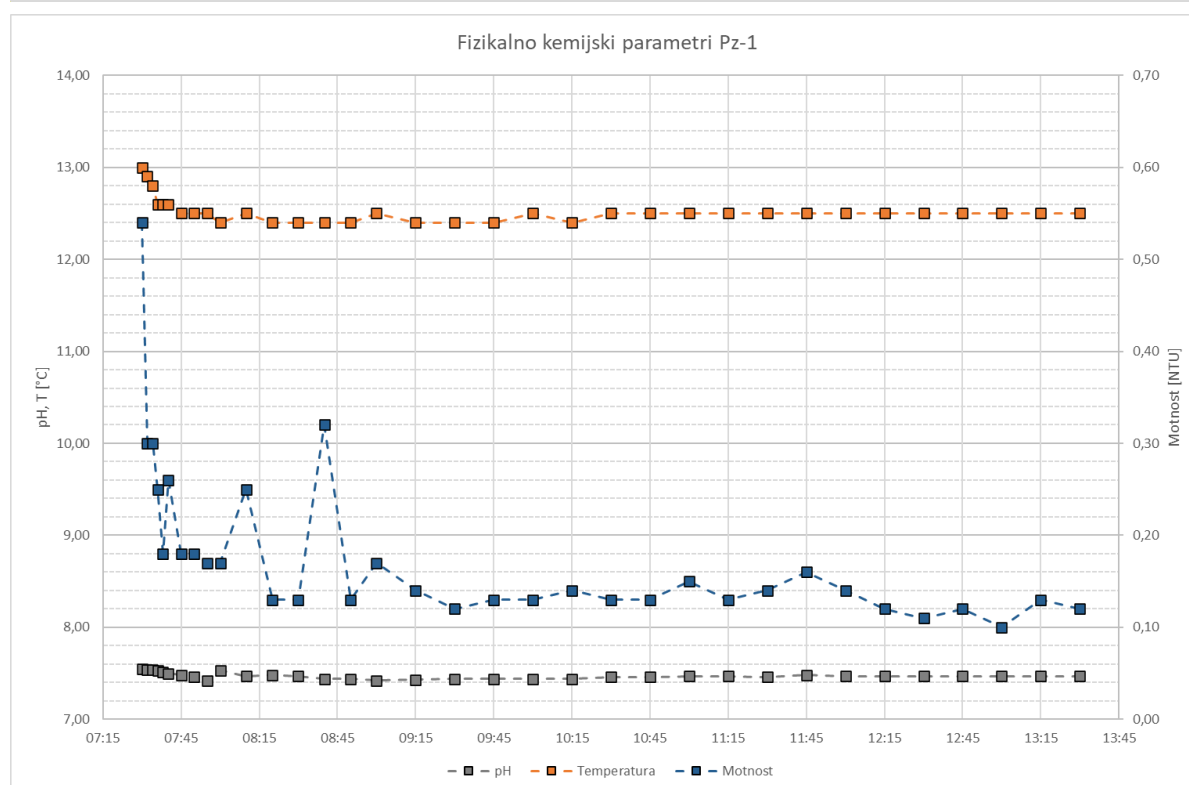
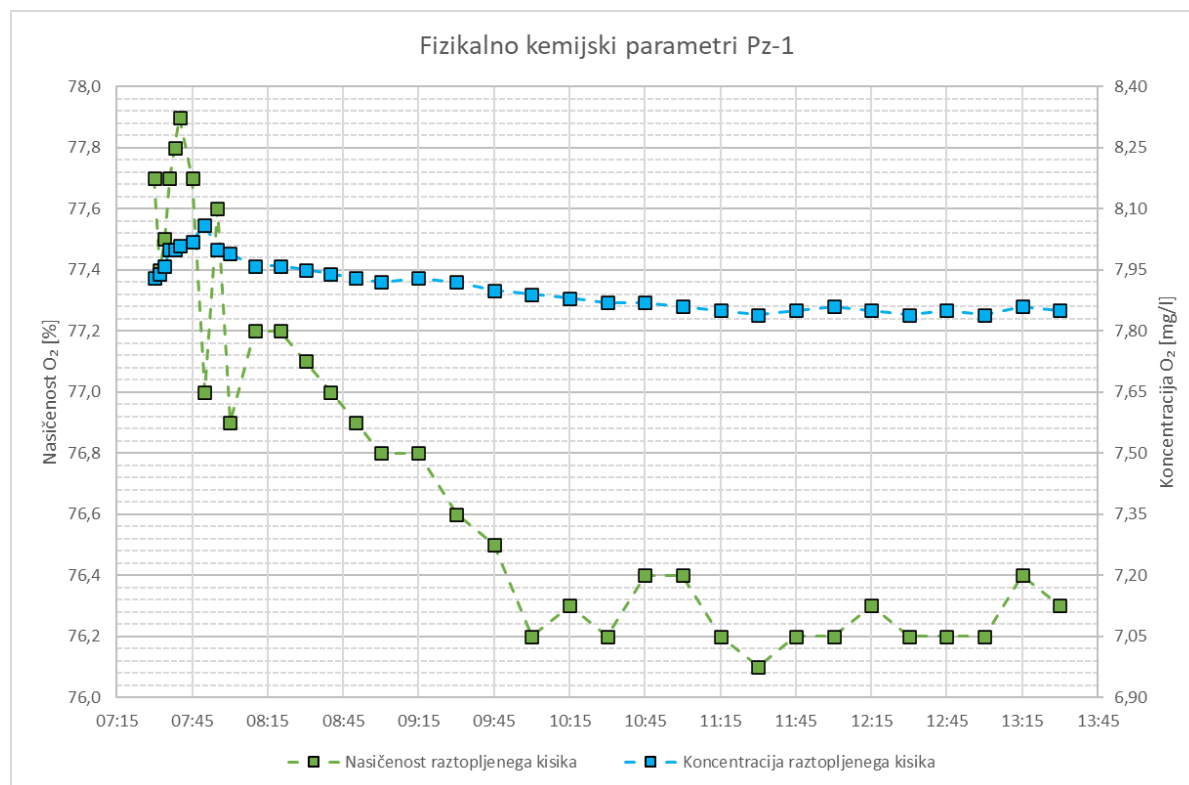
Rezultati meritev fizikalno kemijskih parametrov med izvajanjem črpalnega poskusa so prikazani v spodnji *Preglednica 11* in na *Slika 18*.

Preglednica 11: Rezultati fizikalno kemijskih meritve črpane vode med izvajanjem črpalnega poskusa v piezometru Pz-1/24.

ČAS	Ec [μS/cm]	pH	T [°C]	O ₂ [mg/l]	O ₂ [%]	ORP [mV]	NTU
8.10.2025 07:30	326	7,55	13,0	7,93	77,7	388,10	0,54
8.10.2025 07:32	325	7,54	12,9	7,94	77,4	400,76	0,30
8.10.2025 07:34	325	7,54	12,8	7,96	77,5	403,92	0,30
8.10.2025 07:36	324	7,53	12,6	8,00	77,7	410,34	0,25
8.10.2025 07:38	324	7,51	12,6	8,00	77,8	413,14	0,18
8.10.2025 07:40	323	7,50	12,6	8,01	77,9	417,24	0,26
8.10.2025 07:45	324	7,48	12,5	8,02	77,7	420,40	0,18
8.10.2025 07:50	324	7,46	12,5	8,06	77,0	421,80	0,18
8.10.2025 07:55	324	7,42	12,5	8,00	77,6	501,30	0,17
8.10.2025 08:00	322	7,53	12,4	7,99	76,9	500,30	0,17
8.10.2025 08:10	324	7,47	12,5	7,96	77,2	490,10	0,25
8.10.2025 08:20	324	7,48	12,4	7,96	77,2	505,20	0,13
8.10.2025 08:30	324	7,47	12,4	7,95	77,1	510,40	0,13
8.10.2025 08:40	324	7,44	12,4	7,94	77,0	509,40	0,32
8.10.2025 08:50	324	7,44	12,4	7,93	76,9	510,70	0,13
8.10.2025 09:00	324	7,42	12,5	7,92	76,8	512,30	0,17
8.10.2025 09:15	324	7,43	12,4	7,93	76,8	496,80	0,14
8.10.2025 09:30	324	7,44	12,4	7,92	76,6	508,10	0,12
8.10.2025 09:45	324	7,44	12,4	7,90	76,5	498,20	0,13
8.10.2025 10:00	324	7,44	12,5	7,89	76,2	500,90	0,13
8.10.2025 10:15	324	7,44	12,4	7,88	76,3	503,90	0,14
8.10.2025 10:30	324	7,46	12,5	7,87	76,2	511,50	0,13
8.10.2025 10:45	324	7,46	12,5	7,87	76,4	498,70	0,13
8.10.2025 11:00	323	7,47	12,5	7,86	76,4	500,50	0,15
8.10.2025 11:15	323	7,47	12,5	7,85	76,2	504,80	0,13

8.10.2025 11:30	323	7,46	12,5	7,84	76,1	506,70	0,14
8.10.2025 11:45	323	7,48	12,5	7,85	76,2	506,70	0,16
8.10.2025 12:00	323	7,47	12,5	7,86	76,2	502,30	0,14
8.10.2025 12:15	323	7,47	12,5	7,85	76,3	509,20	0,12
8.10.2025 12:30	323	7,47	12,5	7,84	76,2	509,50	0,11
8.10.2025 12:45	323	7,47	12,5	7,85	76,2	506,90	0,12
8.10.2025 13:00	323	7,47	12,5	7,84	76,2	502,90	0,10
8.10.2025 13:15	323	7,47	12,5	7,86	76,4	507,70	0,13
Maksimum	326	7,55	13,0	8,06	77,9	512,3	0,54
Minimum	322	7,42	12,4	7,85	76,1	388,1	0,10
Povprečje	324	7,47	12,5	7,92	76,8	482,4	0,18
Razpon	4	0,13	0,6	0,22	1,8	124,2	0,44





Slika 18: Diagrami fizikalno kemijskih parametrov podzemne vode: Pz-1/24.

Ob začetku črpalnega testa je električna prevodnost vode znašala 326 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nato pa se je hitro stabilizirala na 324 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Vrednosti električne prevodnosti so bile ves čas črpanja v mejah električne prevodnosti podzemne vode vodonosnika, ki je v neposredni povezavi z vodotokoma Save in Kokre.

Temperatura podzemne vode se je ves čas izvajanja črpalnega poskusa gibala v povprečni vrednosti 12,5° C. Takoj po zagonu črpalnega poskusa je bila temperatura podzemne vode sicer 13,0 °C, vendar je že po nekaj trenutkih črpanja spustila na vrednost na 12,5 °C.

Prve meritve motnosti podzemne vode piezometra Pz-1, so že takoj ob zagonu črpalke znašale pod 1 NTU in sicer 0,59.

pH podzemne vode je znašal ob zagonu črpalke 7,55, ob koncu črpalnega poskusa pa je znašal 7,47, kar je bila tudi povprečna vrednost črpane vode.

Raztopljeni kisik v podzemni vodi je ob pričetku izvajanja črpalnega poskusa znašal 7,93 mg/l O₂ s povprečno vrednostjo 7,92 mg/l O₂. Vsebnost raztopljenega kisika v vodi je bila bolj ali manj stacionarna.

Oksidacijsko redukcijski potencial (ORP), ki ga pogosto označujemo s simbolom Eh in ga merimo v mV je količina, ki nam pove, kakšna je težnja vodnega okolja, da bodisi oksidira ali reducira snov. ORP med izvajanjem črpalnih poskusov podajamo v izmerjeni vrednosti in dejanski vrednosti. Dejansko vrednost ORP se določi po enačbi:

$$E_h = E_{\text{izmerjen}} + E_{\text{ref.}}$$

Preglednica 12: Določitev referenčne ORF glede na temperaturo podzemne vode.

T (°C)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
ORP _{ref.} (mV)	224	221	217	214	211	207	203	200	196	192	188	184	180

$E_{ref.}$ za $T = 12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ znaša 215,50mV.

Referenca pa je odvisna od temperature podzemne vode in znaša, kot prikazuje *preglednica 12*. Vrednost ORP v podzemni vodi je bila ob pričetku črpalnega poskusa 388 ter je po pričetku izvedbe črpalnega poskusa pa vse do konca močno naraščala. Ob koncu črpanja je znašal ORP podzemne vode 508 mV.

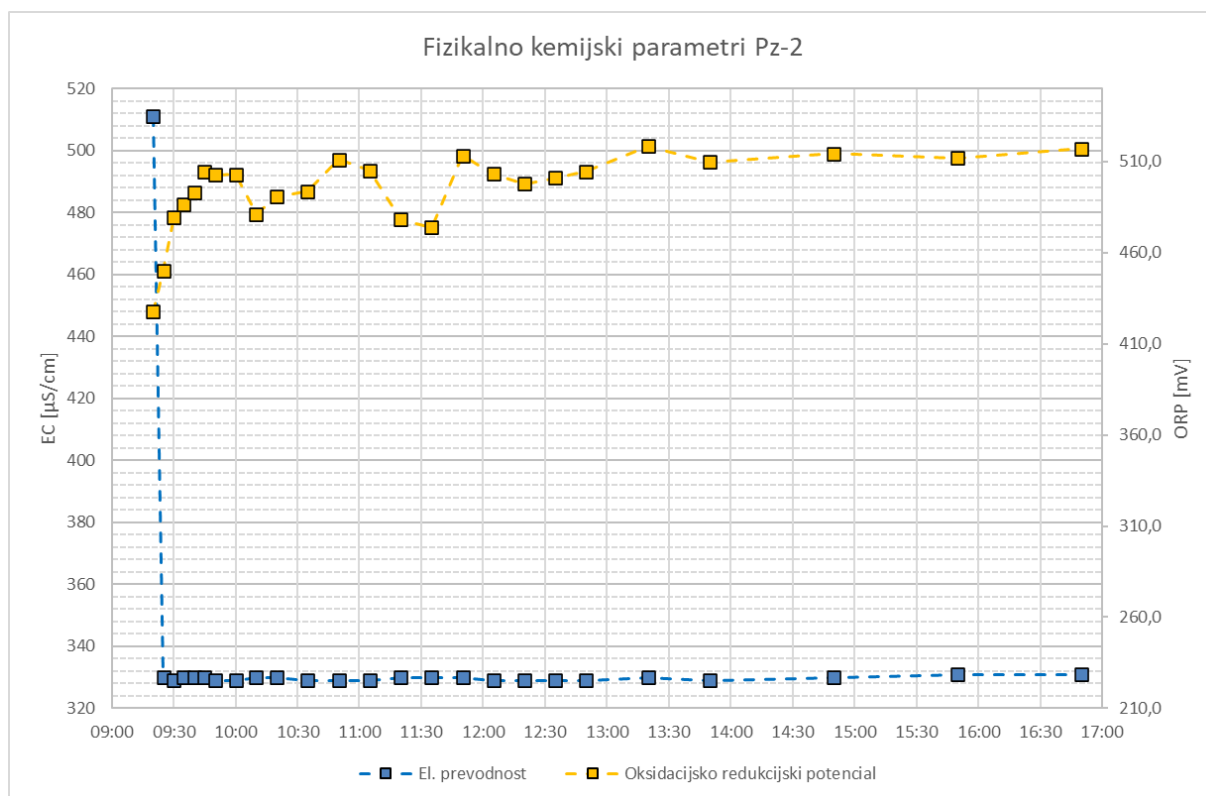
4.5.2 Meritve fizikalno-kemijskih parametrov v piezometru Pz-2/24.

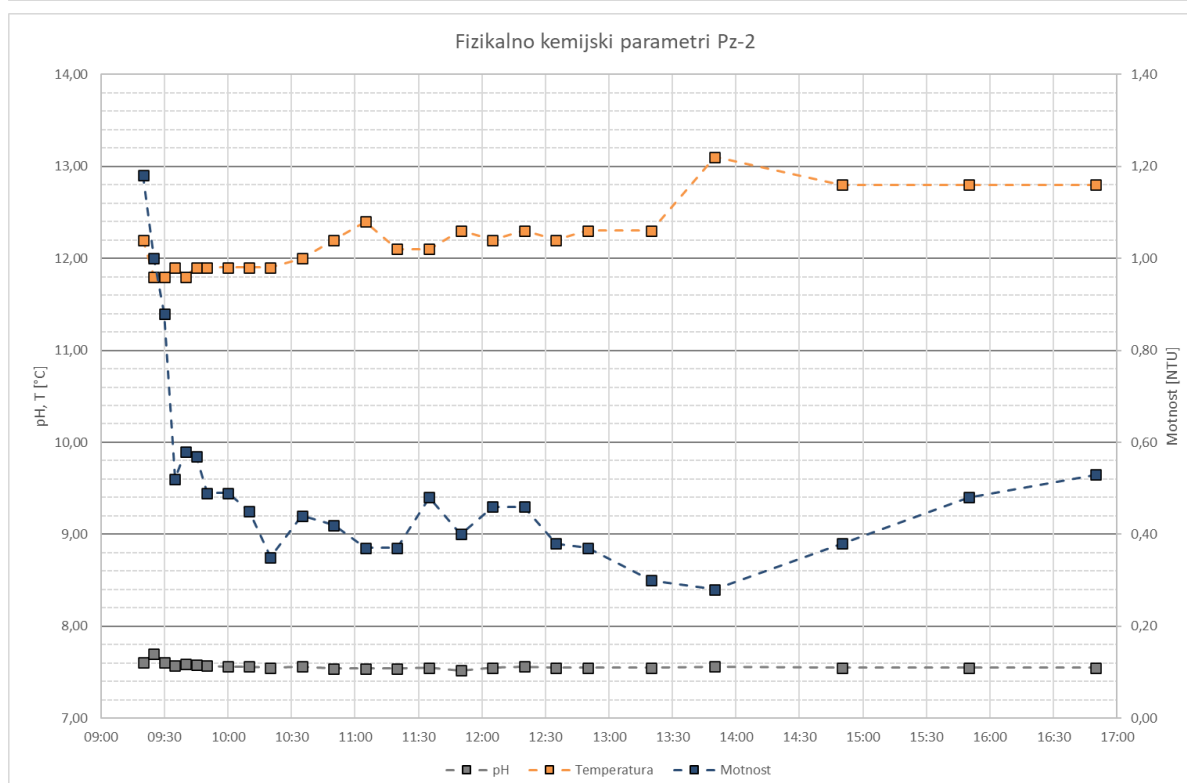
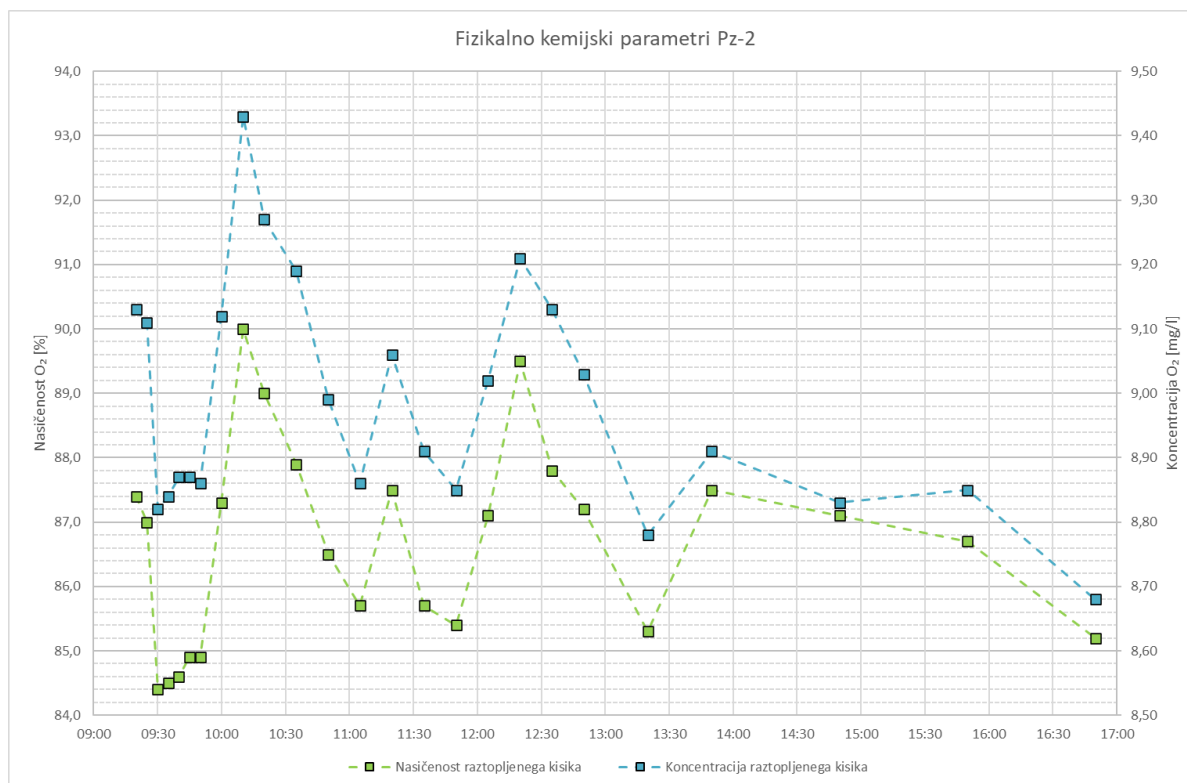
Rezultati meritev fizikalno kemijskih parametrov med izvajanjem črpalnega poskusa so prikazani v spodnji *Preglednica 13* in na *Slika 19*.

Preglednica 13: Rezultati fizikalno kemijskih meritve črpane vode med izvajanjem črpalnega poskusa v piezometru Pz-2/24.

ČAS	Ec [μS/cm]	pH	T [°C]	O ₂ [mg/l]	O ₂ [%]	ORP [mV]	NTU
14.10.2025 09:20	511	7,61	12,2	9,13	87,4	427,68	1,18
14.10.2025 09:25	330	7,70	11,8	9,11	87,0	450,32	1,00
14.10.2025 09:30	329	7,61	11,8	8,82	84,4	479,52	0,88
14.10.2025 09:35	330	7,57	11,9	8,84	84,5	486,26	0,52
14.10.2025 09:40	330	7,59	11,8	8,87	84,6	493,22	0,58
14.10.2025 09:45	330	7,58	11,9	8,87	84,9	504,36	0,57
14.10.2025 09:50	329	7,57	11,9	8,86	84,9	502,70	0,49
14.10.2025 10:00	329	7,56	11,9	9,12	87,3	502,84	0,49
14.10.2025 10:10	330	7,56	11,9	9,43	90,0	481,18	0,45
14.10.2025 10:20	330	7,55	11,9	9,27	89,0	490,82	0,35
14.10.2025 10:35	329	7,56	12,0	9,19	87,9	493,70	0,44
14.10.2025 10:50	329	7,54	12,2	8,99	86,5	511,18	0,42
14.10.2025 11:05	329	7,54	12,4	8,86	85,7	505,26	0,37
14.10.2025 11:20	330	7,54	12,1	9,06	87,5	478,34	0,37
14.10.2025 11:35	330	7,55	12,1	8,91	85,7	473,88	0,48
14.10.2025 11:50	330	7,52	12,3	8,85	85,4	513,32	0,40
14.10.2025 12:05	329	7,55	12,2	9,02	87,1	503,16	0,46
14.10.2025 12:20	329	7,56	12,3	9,21	89,5	497,90	0,46

14.10.2025 12:35	329	7,55	12,2	9,13	87,8	501,14	0,38
14.10.2025 12:50	329	7,55	12,3	9,03	87,2	504,58	0,37
14.10.2025 13:20	330	7,55	12,3	8,78	85,3	518,42	0,30
14.10.2025 13:50	329	7,56	13,1	8,91	87,5	509,64	0,28
14.10.2025 14:50	330	7,55	12,8	8,83	87,1	514,42	0,38
14.10.2025 15:50	331	7,55	12,8	8,85	86,7	511,82	0,48
14.10.2025 16:50	331	7,55	12,8	8,68	85,2	517,22	0,53
Maksimum	511	7,70	13,1	9,43	90,0	518,4	1,18
Minimum	329	7,52	11,8	8,68	84,4	427,7	0,28
Povprečje	337	7,56	12,2	8,98	86,6	494,9	0,51
Razpon	182	0,18	1,3	0,75	5,6	90,7	0,90





Slika 19: Diagrami fizikalno kemijskih parametrov podzemne vode: Pz-2/24.



Ob začetku črpalnega testa na piezometri Pz-2 je električna prevodnost vode znašala 511 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nato je po 5 minutah vrednost padla na 330 $\mu\text{S}/\text{cm}$, kjer se je el. prevodnost tudi ustalila.

Temperatura podzemne vode se je ves čas izvajanja črpalnega poskusa nekoliko naraščala in sicer z začetnih 11,8 °C do končne vrednosti 12,8 °C.

Prve meritve motnosti podzemne vode v piezometru Pz-2, je takoj ob zagonu črpalke znašala 1,18 NTU. Ob naslednji meritvi po minutah znaša 1 NTU kasneje vrednosti padejo pod 1 NTU, pred zaustavitvijo potopne črpalke je vrednost znašala 0,53 NTU.

pH podzemne vode je znašal ob zagonu črpalke 7,61, ob koncu črpalnega poskusa pa je znašal 7,55.

Raztopljeni kisik v podzemni vodi je ob pričetku izvajanja črpalnega poskusa znašal 9,13 mg/l O₂ vsebnost raztopljenega kisika v vodi se je nato zmanjševala do 8,90 mg/l O₂.

Vrednost ORP v podzemni vodi je bila ob pričetku črpalnega poskusa 427 ter je po pričetku izvedbe črpalnega poskusa pa vse do konca rasla. Ob koncu črpanja je znašal ORP podzemne vode 517 mV.

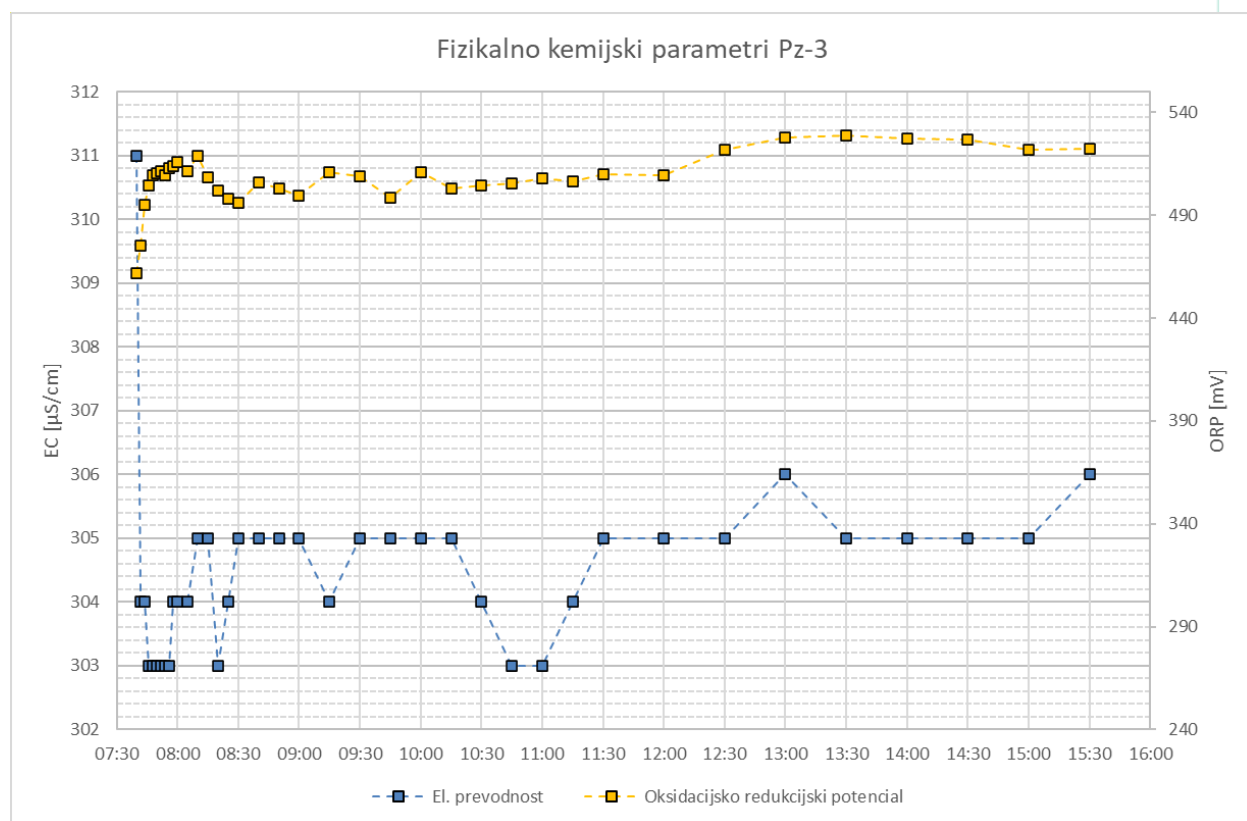
4.5.3 Meritve fizikalno-kemijskih parametrov v piezometru Pz-3/24.

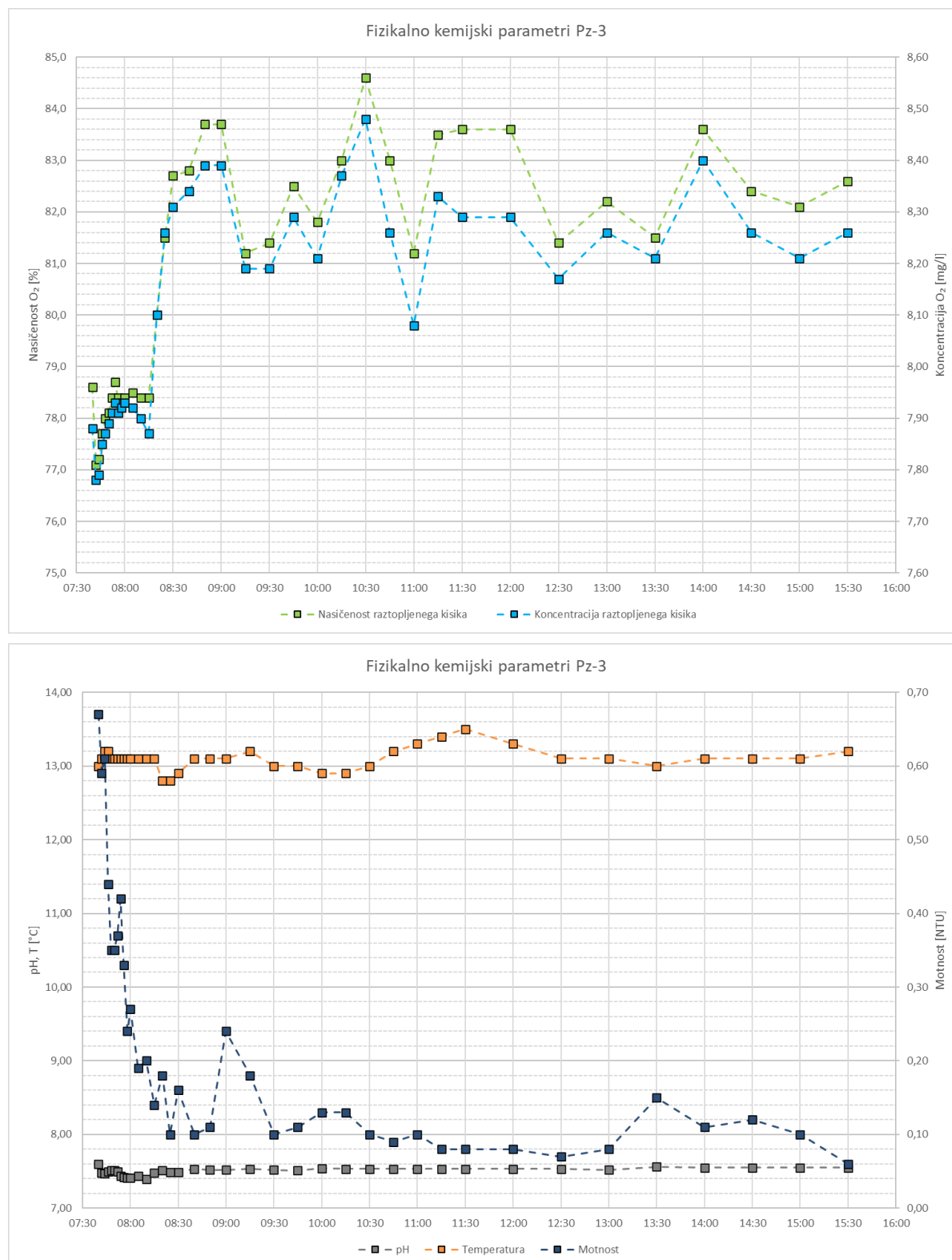
Rezultati meritev fizikalno kemijskih parametrov med izvajanjem črpalnega poskusa so prikazani v *Preglednica 14* in na *Slika 20* v nadaljevanju.

Preglednica 14: Rezultati fizikalno kemijskih meritve črpane vode med izvajanjem črpalnega poskusa v piezometru Pz-3/24.

ČAS	Ec [μS/cm]	pH	T [°C]	O ₂ [mg/l]	O ₂ [%]	ORP [mV]	NTU
17.10.2025 07:40	311	7,6	13	7,88	78,6	461,9	0,67
17.10.2025 07:42	304	7,48	13,1	7,78	77,1	475,24	0,59
17.10.2025 07:44	304	7,47	13,2	7,79	77,2	494,88	0,61
17.10.2025 07:46	303	7,5	13,2	7,85	77,7	504,48	0,44
17.10.2025 07:48	303	7,51	13,1	7,87	78	509,54	0,35
17.10.2025 07:50	303	7,51	13,1	7,89	78,1	510,64	0,35
17.10.2025 07:52	303	7,5	13,1	7,91	78,4	511,44	0,37
17.10.2025 07:54	303	7,44	13,1	7,93	78,7	509,64	0,42
17.10.2025 07:56	303	7,42	13,1	7,91	78,4	513,04	0,33
17.10.2025 07:58	304	7,41	13,1	7,92	78,3	514,14	0,24
17.10.2025 08:00	304	7,41	13,1	7,93	78,4	516,04	0,27
17.10.2025 08:05	304	7,44	13,1	7,92	78,5	511,24	0,19
17.10.2025 08:10	305	7,39	13,1	7,9	78,4	518,94	0,2
17.10.2025 08:15	305	7,48	13,1	7,87	78,4	508,64	0,14
17.10.2025 08:20	303	7,51	12,8	8,1	80	501,82	0,18
17.10.2025 08:25	304	7,49	12,8	8,26	81,5	498,12	0,1
17.10.2025 08:30	305	7,49	12,9	8,31	82,7	496,26	0,16
17.10.2025 08:40	305	7,53	13,1	8,34	82,8	506,24	0,1
17.10.2025 08:50	305	7,52	13,1	8,39	83,7	502,84	0,11
17.10.2025 09:00	305	7,52	13,1	8,39	83,7	499,74	0,24
17.10.2025 09:15	304	7,53	13,2	8,19	81,2	510,98	0,18
17.10.2025 09:30	305	7,52	13	8,19	81,4	508,8	0,1
17.10.2025 09:45	305	7,51	13	8,29	82,5	498,6	0,11
17.10.2025 10:00	305	7,54	12,9	8,21	81,8	510,76	0,13
17.10.2025 10:15	305	7,53	12,9	8,37	83	502,96	0,13
17.10.2025 10:30	304	7,53	13	8,48	84,6	504,6	0,1
17.10.2025 10:45	303	7,53	13,2	8,26	83	505,38	0,09
17.10.2025 11:00	303	7,53	13,3	8,08	81,2	508,02	0,1
17.10.2025 11:15	304	7,53	13,4	8,33	83,5	506,56	0,08
17.10.2025 11:30	305	7,53	13,5	8,29	83,6	510,1	0,08

17.10.2025 12:00	305	7,53	13,3	8,29	83,6	509,62	0,08
17.10.2025 12:30	305	7,53	13,1	8,17	81,4	521,74	0,07
17.10.2025 13:00	306	7,52	13,1	8,26	82,2	527,84	0,08
17.10.2025 13:30	305	7,56	13	8,21	81,5	528,9	0,15
17.10.2025 14:00	305	7,55	13,1	8,4	83,6	527,34	0,11
17.10.2025 14:30	305	7,55	13,1	8,26	82,4	526,74	0,12
17.10.2025 15:00	305	7,55	13,1	8,21	82,1	521,74	0,1
17.10.2025 15:30	306	7,55	13,2	8,26	82,6	522,18	0,06
Maksimum	311	7,60	13,5	8,48	84,6	528,9	0,67
Minimum	303	7,39	12,8	7,78	77,1	461,9	0,06
Povprečje	305	7,51	13,1	8,13	80,9	508,4	0,21
Razpon	8	0,21	0,7	0,70	7,5	67,0	0,61





Slika 20: Diagram fizikalno kemijskih parametrov podzemne vode: Pz-3/24.



Ob začetku črpalnega testa na piezometru Pz-3 je električna prevodnost vode znašala 311 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nato je med testom ustalila na 305 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Temperatura podzemne vode se je ves čas izvajanja črpalnega poskusa gibala v povprečni vrednosti 13,1° C.

Prve meritve motnosti podzemne vode piezometra Pz-3, so že takoj ob zagonu črpalke znašale pod 1 NTU in sicer 0,69. Motnost se je nato samo še zmanjševala do konca črpalnega testa.

pH podzemne vode je znašal ob zagonu črpalke 7,6, ob koncu črpalnega poskusa pa je znašal 7,55.

Raztopljeni kisik v podzemni vodi je ob pričetku izvajanja črpalnega poskusa znašal 7,88 mg/l O_2 . Vsebnost O_2 v vodni se je v nadaljevanju črpalnega testa dvignila nad 8,0 mg/l. Povprečna vrednost raztopljenega kisika med črpalnim testom je znašala 8,12 mg/l.

Vrednost ORP v podzemni vodi je bila ob pričetku črpalnega poskusa 462 mV ter je po pričetku izvedbe črpalnega poskusa pa vse do konca naraščala. Ob koncu črpanja je znašal ORP podzemne vode 522 mV.

5 REZULTATI PREISKAV

V tem poglavju predstavljamo dobljene rezultate in sicer:

- ▶ hidravlično prepustnost medzrnskega vodonosnika kvartarne starosti in
- ▶ rezultati meritev nivojev podzemne vode ter na podlagi le teh smer toka in preliminarni strmec gladine podzemne vode.

5.1 Prepustnost medzrnskega vodonosnika

5.1.1 Rezultati stopenjskih črpalnih preizkusov

Rezultate analize znižanja oz. izračunanih izgub med stopenjskim črpalnim poskusom na piezometrih prikazuje *preglednica 15*. Potek in obdelava stopenjskih črpalnih poskusov pa je prikazana v *prilogah T.08, T.09 in T.10*.

Preglednica 15: Rezultat izračunanih linearnih izgub v vodonosniku (s_a) in nelinearnih izgub v vodonosniku (s_w).

vrtina	Q m ³ /s	B	C	Učinkovitost (%)	s (m)	s _a (m)	s _w (m)
Pz- 1/24	0,0020	6,66E-02	1,38E-02	70,70	0,188	0,133	0,055
	0,0041	6,66E-02	1,38E-02	54,07	0,505	0,273	0,232
	0,0050	6,66E-02	1,38E-02	49,12	0,678	0,333	0,345
Pz- 2/24	0,0020	6,87E-02	3,49E-02	49,60	0,277	0,137	0,140
	0,0040	6,87E-02	3,49E-02	32,98	0,833	0,275	0,558
	0,0050	6,87E-02	3,49E-02	28,25	1,216	0,344	0,873
Pz- 3/24	0,0020	6,90E-03	4,60E-03	42,86	0,032	0,014	0,018
	0,0040	6,90E-03	4,60E-03	27,27	0,101	0,028	0,074
	0,0050	6,90E-03	4,60E-03	23,08	0,150	0,035	0,115

Iz *preglednice 15* je razvidno, da je učinkovitost raziskovalnih vrtin sorazmerno slaba, ter da so povzročena znižanja v piezometrih med izvajanjem hidravličnih testov oz. med črpanjem predstavljala predvsem znižanja nelinearnih izgub (s_w).

V profilu vodonosnika vrtin Pz-1/24 in Pz-2/24 je precej glinaste komponente, v piezometru Pz-3/24 je ta delež manjši. Poleg večjega deleža drobnozrnate frakcije v kvartarnem sedimentu je na slabo učinkovitost vrtin vplivala tudi konstrukcija piezometrov, ki so vgrajeni kot nepopolni vodnjaki z vgrajenimi slotiranimi filtri, na katerih je pojav turbulence na filternem delu največji.

5.1.2 Rezultati daljših črpalnih preizkusov

Rezultate hidravličnih testov prikazuje *preglednica 16*, standardizirana obdelava hidravličnih testov pa je prikazana v prilogah *T.11.*, *T.12.* in *T.13.*

Preglednica 16: Rezultati hidravličnih testiranj (daljši črpalni preizkusi).

Črpalni preizkusi na lokaciji Huje					
	metoda nestacionarni tok			metoda stacionarnega toka	
	znižanje		dvig	znižanje	
Piezometer	k_{Jacob}	$k_{\text{Papad. \& Cooper}}$	k_{Theis}	k_{Theim}	geomean (nest.)
Pz-1	5,2E-03	5,0E-04	1,8E-03	6,7E-04	1,3E-03
Pz-2	2,8E-03	5,0E-04	1,6E-03	3,7E-04	9,6E-04
Pz-3	1,3E-03		9,9E-04	7,0E-03	2,1E-03
					1,4E-03

Iz preglednice je razvidno, da je vodonosnik na proučevanem območju gradnje po standardih IAH dobro, do zelo dobro prepusten. Geometrična sredina izračunanih prepustnosti vseh piezometrov znaša na območju bodoče gradnje **1,4E-03 m/s**.

5.1.3 Rezultati nalivalnega preizkusa

Nalivalni poskus na piezometru Pz-3/24 s konstantno nalivano količino 5,4 l/s je trajal do vzpostavitve stacionarnega oz. do kvazistacionarnega stanja nivoja podzemne vode. Rezultate prikazuje *preglednica 17*, standardizirana obdelava hidravličnega testa pa je prikazana v prilogi *T.14*.

Preglednica 17: Rezultati nalivalnega testa.

Nalivalni preizkus na lokaciji Huje			
	metoda nestacionarni tok		
Piezometer	k_{Jacob}	k_{Theis}	geomean
Pz-3	1,3E-02	1,1E-03	3,8E-03

Iz preglednice je razvidno, da je vodonosnik na proučevanem območju gradnje po standardih IAH dobro do zelo dobro prepusten. Geometrična sredina izračunane prepustnosti na podlagi nalivalnega testa znaša na območju piezometra Pz-3/24 $K = 3,8E-03$ m/s.

5.2 Meritve nivojev podzemne vode

5.2.1 Meritve nivojev podzemne vode

Nihanje gladine podzemne vode na območju Huje Kranj za opazovalno obdobje od 30. 10. 2025 do 20. 11. 2025 so predstavljene v *preglednici 18* ter ponazorjene z osnovnimi opisnimi statistikami.

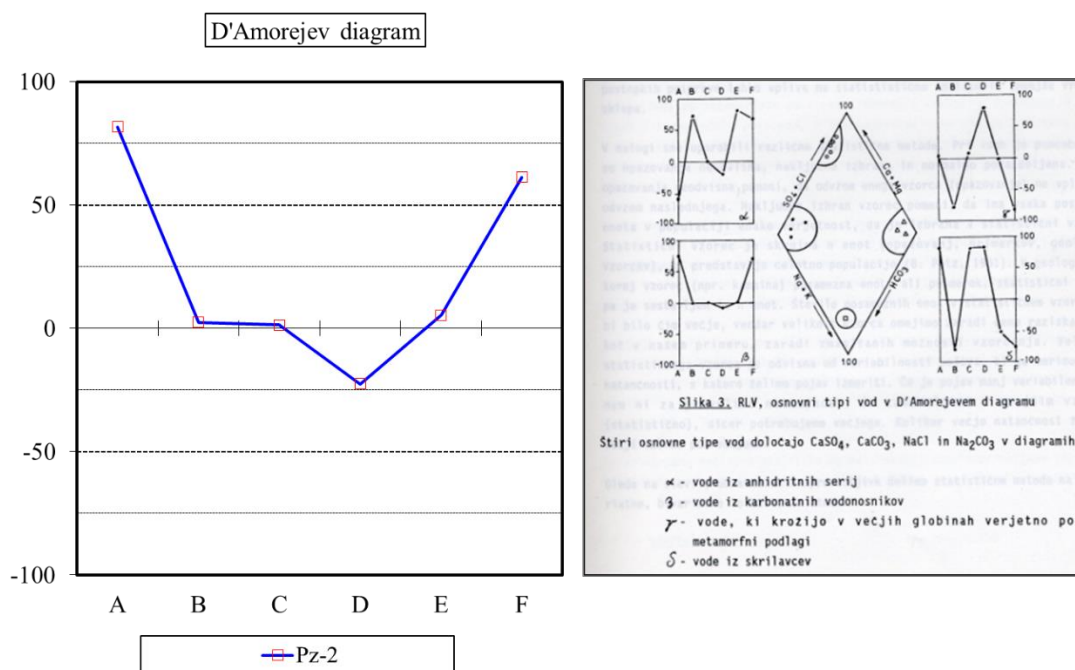
Preglednica 18: Opisne statistike nihanja gladine podzemne vode na proučevanem območju gradnje (kote gladin podzemne vode v m n.v.).

	Pz-1/24	Pz-2/24	Pz-3/24
Št. meritev	501	502	501
Povprečje	344,39	344,01	344,11
Mediana	344,26	343,89	343,96
Minimum	344,05	343,66	343,74
Maksimum	345,17	344,74	344,97
Razpon	1,12	1,08	1,23

5.3 Geokemijske značilnosti podzemne vode in opis izvora raztopljenih snovi v vodi

Med hidravličnim testom na piezometru Pz-2/24, se je dne 14. 10. 2025, ob koncu črpanja za potrebe kemijske analize zajelo vzorce podzemne vode, rezultati analize so predstavljeni v prilogi T.15. Vzorčenje je bilo opravljeno skladno z vsemi standardi. Podzemno vodo je laboratorij NLZOH analiziral na parametre skladno s *Pravilnikom o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15, 51/17 in 61/23)* oz. skladno s prilogo Uredbe o pitni vodi.

Izvor raztopljenih snovi v podzemni vodi in naravno ozadje smo določili po D'Amorejevi (slika 21) in po Jäcklijevi klasifikaciji.



Slika 21: D'Amorejeva klasifikacija tipa vod – primerjava vzorca z osnovnimi tipi vod.

Po D'Amorejevi klasifikaciji, slika 21 (levo) ustreza voda diagramu δ (slika 21 desno), ki pripada vodam iz karbonatnih vodonosnikov. Kemijske značilnosti odražajo predvsem procesne pogoje v vodonosniku (prepustnost, redoks razmere, prisotnost karbonatnih vtrošnikov, alkalnost vode, pH/Eh razmerje, temperatura,...).

Klasifikacija tipa vod po Jäckliju pa razvrsti elemente po deležu v vzorcu vode od največjega do najmanjšega. V končnem zapisu je podčrtani element tisti, katerega delež presega 50%. Če element ni podčrtan, je delež tega elementa med 20 in 50%. V kolikor je element naveden v oklepaju je njegov delež v vzorcu vode med 10 in 20%. Če je delež iona manjši od 10%, ta ni naveden v klasifikaciji vode.

Pri tipu vode po Jäckli-ju se opazuje delež oz. kvocient med kvocientom vsebnosti določenega iona in relativno atomsko maso ob upoštevanju valence ter skupne vsote kvocientov vsebnosti kationov oz. anionov in relativno atomsko maso ob upoštevanju valence.

Iz kemijske analize vzorca podzemne vode vodnjaka Pz-2/24 in klasifikacije hidrogeokemičnih tipov vode po Jäckli-ju prikazane v *preglednici 19* je razvidno, da je prevladujoč kation natrij (Ca^+) in prevladujoč anion hidrogenkarbonat (HCO_3^-), kar vodi do označitve tipa vode kot Ca-Mg- HCO_3 .

Preglednica 19: Razvrstitev tipa vod po klasifikaciji po Jäckli-ju.

ion	vzorec podzemne vode Pz-2
Ca^{2+}	66,84%
Mg^{2+}	27,55%
Na^+	4,99%
K^+	0,61%
Cl^-	3,58%
HCO_3^-	89,02%
SO_4^{2-}	7,40%
Jäckli:	<u>Ca-Mg-HCO₃</u>

Voda spada med karbonatne tipe podzemnih vod, kar potrjuje visok delež bikarbonatov (HCO_3^-) ter kalcija (Ca^{2+}). Takšna sestava je značilna za vode, ki nastajajo z raztapljanjem karbonatnih kamnin, predvsem kalcita (CaCO_3) in dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$).

Razmerje med kalcijem in magnezijem ($\text{Ca} : \text{Mg} \approx 2,4 : 1$) kaže, da v vodi prevladuje vpliv raztapljanja kalcitnih prodnikov, vendar je prisoten tudi magnezij, kar nakazuje, da voda delno prihaja tudi iz prodnikov dolomitne sestave.



Nizke vrednosti natrija in kalija (skupaj okoli 5,6 %) pomenijo, da voda ni natrijevega tipa in da nanjo ne vplivajo evaporitne kamnine, morska voda oz. njeni mlajši sedimenti (morska glina, imenovana sivica) ali ionska izmenjava, ki bi povečala vsebnost natrija.

Tudi vsebnosti kloridov (3,6 %) in sulfatov (7,4 %) so nizke, kar kaže na majhno mineralizacijo in nizek vpliv antropogenih virov. Ker ni zaznati povečanja natrija ob zmanjšanju kalcija, proces ionske izmenjave ni izrazit, zato voda ohranja svoj osnovni karbonatni značaj tudi med pretakanjem skozi podzemlje.



6 INTERPRETACIJA DOBLJENIH REZULTATOV

6.1 Prepustnost prodnatih plasti

6.1.1 Prepustnost zasičene cone – kvartarni medzrnski vodonosnik

Celotno proučevano območje kvartarnega vodonosnika je po IAH standardu dobro do zelo dobro prepustno. Razlike med dobljenimi vrednostmi hidravlične prepustnosti so med piezometri opazne, so pa majhne in so znotraj napake posamezne metode. Geometrična sredina dobljenih hidravličnih prepustnosti kvartarnega vodonosnika izračunanih za stacionarno in nestacionarno proučevanem območju znaša $1,4 \cdot 10^{-3}$ m/s.

6.2 Fizikalno kemijske meritve podzemne vode

Pri interpretaciji fizikalno kemijskih parametrov moramo gledati celotno sliko parametrov v podzemni vodi, in sicer pH, oksidacijsko redukcijski potencial, prosti kisik in seveda temperaturo podzemne vode, saj so vsi naštetih parametri odvisni od temperature podzemne vode.

Tako kot je pH povezan s prenosom protonov med različnimi kemijskimi vrstami, je tudi ORP povezan s prenosom elektronov različnimi kemijskimi vrstami. ORP spada med intenzivne količine in ne določa kapacitete okolja za oksidacijo oz. redukcijo. Enako velja tudi za pH, ki nam sam po sebi še ne pove kakšna je puferska kapaciteta sistema. ORP je občutljiv na pH in pada z višanjem pH, zato je zraven ORP pomembno vedno spremljati tudi pH. Oksidacijsko redukcijsko okolje oz. stanje namreč vpliva (in je tudi odvisno od) tako na:

- ▶ encimske reakcije pri katerih se ena komponenta reducira, druga oksidira,
- ▶ sposobnost organizma, da izvede oksidacijsko-redukcijske reakcije (tipični primer striktni aerobi so aktivni le pri pozitivnem Eh in striktni anaerobi so aktivni le pri negativnem Eh),
- ▶ topnost nutrientov, še posebej kovinskih ionov, itd.



Temperatura podzemne vode je v piezometru Pz-1/24 znašala 12,5°C, v piezometru Pz-2/24 je znašala 12,2°C ter v piezometru Pz-3/24, 13,1°C. Temperatura podzemne vode v vseh piezometrih je v mejah temperature podzemne vode značilne za vodonosnik Kranjsko Sorškega polja.

Motnost podzemne vode med hidravličnimi testi je bila že takoj na začetku manj kot 1 NTU razen na piezometru Pz-2/24 ko je ta na začetku znašala 1,18 in se do naslednje meritve po 5 minutah spustila na 1 NTU.

Električna prevodnost podzemne vode znaša med 300 - 320 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in je nižja kot je običajna električne prevodnost podzemne vode Kranjsko Sorškega polja. Razlog za sorazmerno nizke vrednosti električne prevodnosti je bližina rek Save in Kokre in neposredno napajanje z obeh rek.

Vrednosti pH nakazujejo na rahlo alkalno okolje in znaša povprečna vrednost 7,5. Enako, kot električna prevodnost podzemne vode je tudi pH vode znotraj območja, ki ga Pravilnik o pitni vodi (Ur. l. št. 19/04, 35/04, 26/06, 25/09, 74/15 in 51/17), ki znaša za pH med 6,5 in 9,5 za električno prevodnost pa manj, kot 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Vsebnost raztopljenega kisika v podzemni vodi pri znani temperaturi (12,2°C) je znašala med 7,9 in 8,9 mg/l O_2 ter kaže na dobro prezračen vodonosnik. Takšne koncentracije so visoke za podzemno vodo in potrjujejo, da vladajo oksidativne razmere. Visoka raven raztopljenega kisika pomeni, da so pogoji za aerobne biokemijske procese ugodni, medtem ko anaerobni procesi, kot je reducira sulfatov ali železa, v tem okolju niso izraziti.

Podzemna voda na raziskanem območju kaže visok redoks potencial, kar nakazuje na izrazito oksidativno okolje. Takšne vrednosti so značilne za dobro prezračene in kisikovo bogate vodonosnike, kjer ni prisotnih večjih količin organske snovi ali redukcijskih elementov, kot so železo, mangan ali sulfati, ki bi porabili kisik. Visok ORP v tej oddaljenosti od reke kaže tudi, da je hidrogeološko okolje verjetno zelo prepustno, kar omogoča infiltracijo rečne vode in ohranjanje oksidativnih razmer v



podzemni vodi. Posledično podzemna voda v tem območju ne omogoča anaerobnih procesov in ostaja kemično stabilna ter oksidativno aktivna.

6.3 Gladina podzemne vode, debelina vodonosnika in smer toka podzemne vode

6.3.1 Nivoji podzemne vode

Grafični potek nihanja gladin podzemne vode v opazovalnih vrtinah za opazovalno obdobje od izgradnje piezometrov do dne 20. 11. 2025 smo podali na *sliki 22*, opisne statistike pa podajamo v *preglednici 18* na strani 57.

V nadaljevanju podajamo interpretacijo rezultatov meritev nivojev v novih piezometrih. Pri analizi gladin nihanja podzemne vode je opazen sorazmerno usklajen hidrodinamičen režim nihanja podzemne vode, pri katerem se dvig nivoja podzemne vode odraža od odvisnosti intenzitete padavinskih dogodkov in nihanja nivoja reke Save ter Kokre. Na grafu je tudi opazno delovanje zapornic na reki Savi za potrebe delovanja hidroelektrarn.

V zelo kratkem opazovalnem obdobju vidimo, da je bila amplituda nihanja več, kot 1,0 m, kar pomeni da imamo opravka z večjim nihanjem nivoja podzemne vode na tem območju.

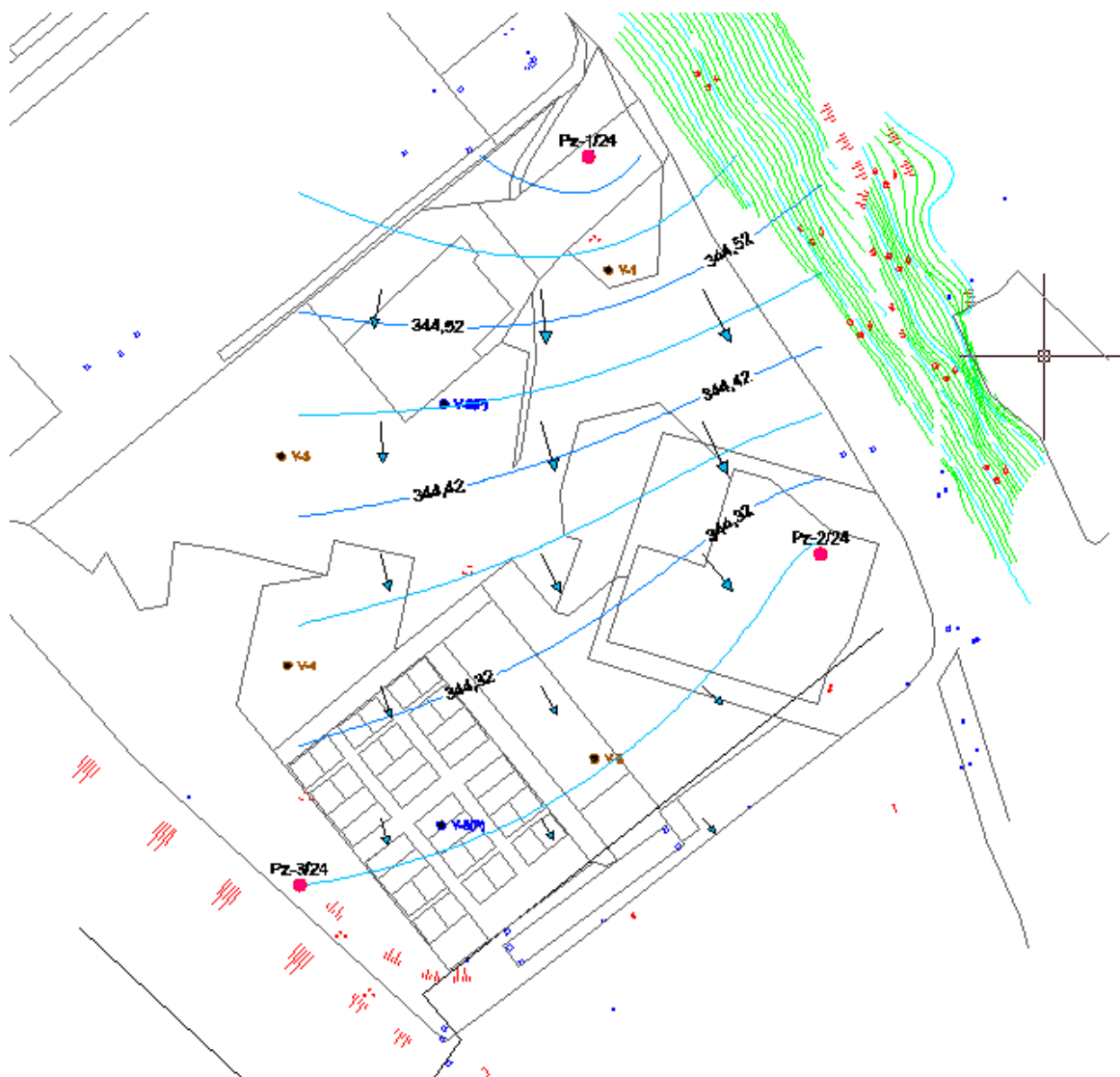
6.3.2 Debelina vodonosnika

Debelina vodonosnika je na proučevanem območju odvisna od kote predkvartarne podlage in kote gladine podzemne vode. Globino predkvartarne podlage z vrtalnimi deli nismo dosegli in je na območju predvidene gradnje na koti med 275 in 280 m.n.v.. Z našimi raziskavami do globine 40 m smo zajeli vodonosnik v debelini 34 m.

6.3.3 Smer in padec toka podzemne vode

Smer toka podzemne vode je na proučevanem območju od severa proti jugu. Smer toka podzemne vode prikazuje *slika 22* in *priloga L.02*. Na *prilogi L.02* oz. *sliki 22*

prikazujemo smer toka podzemne vode na dan 20. 11. 2025, predpostavljamo da stanje velja za visoko do srednje vodno stanje.



Slika 22: Smer toka gladine podzemne vode (modre črte) na območju gradnje Huje, 20.11.2025.

V zelo kratkem opazovalnem obdobju je bila maksimalna gladina podzemne vode na vseh piezometrih zabeležena dne 18. 11. 2025, minimalna gladina pa dne 13. 11. 2025.



Kakšna je odvisnost smeri toka podzemne vode glede na stanje gladine podzemne vode v tem obdobju še ne moremo natančno napovedati. Bo pa ta odgovor zagotovo dal monitoring na opazovalnih piezometrih Pz-1/24, Pz-2/24, Pz-3/24 v enoletnem opazovalnem obdobju.

Strmec gladine (gradient) toka podzemne vode na območju bodoče gradnje znaša med 3,0 in 3,5‰.

6.4 Vpliv hidrogeoloških razmer na predvideno gradnjo

Glede na podatke gradnje na zazidalnem načrtu stanovanjske soseske Huje, z eno kletno etažo, bi predvidena gradnja ob izredno visokem vodostaju lahko posegala v vodonosnik. Planum kletne etaže bo na koti 347,4 m n.v., kar pomeni da bodo tla kletne etaže na tej koti, podložni beton pa bo segal do kote 346,8 m.n.v., izkop gradbene jame pa še nižje. Že po enomesečnem monitoringu je bila dosežena kota 345,17 m n.v.. Na podlagi enoletnega opazovalnega obdobja bo možno bolj natančno določiti ali se bo z gradnjo posegalo v območje podzemne vode, ali pa ne.

6.4.1 Globina izkopa in morebitni dotoki v gradbeno jamo

Na proučevanem območju leži v profilu nezasičene cone v večini prod z glino in peskom s plastmi in lečami meljastega proda in plastmi meljastega peska. Konglomeratne pole se v območju nezasičene cone ne pojavljajo. Med vrtnimi deli viseče podzemne vode nismo nikjer navrtali. Vrtalna dela so potekala v sušnem obdobju.

Glede geološkega popisa vrtin obstaja možnost, da se bo ob močnejših oz. daljših padavinah nad slabo prepustnimi oz. neprepustnimi plastmi ustvaril horizont viseče podzemne vode. V kolikor bodo stene gradbene jame prepustne, bo ta voda tekla na dno gradbene jame. Dno gradbene jame pa bo sestavljeno iz peščeno meljastih - glinastih prodov, ki so za vodo prepustni, tako da bo morebitna v jamo dotekajoča viseča podzemna voda, pronicala v podtalje.



Dno izkopa gradbene jame bo zelo blizu nivoja podzemne vode in predstavlja riziko ob morebitni nesreči premične in nepremične mehanizacije (havarije), saj bi morebitno onesnaženje tal dna izkopa z gorivi, olji in mazivi posredno vplivalo na onesnaženje podzemne vode.

6.4.2 Ponikanje meteorne vode

Meteorne vode se lahko na proučevanem območju ponikajo v nezasičeno cono meljasto - glinastih prodnih sedimentov. Kota pete ponikovalnice mora biti izdelana vsaj 1 m nad max. koto gladine podzemne vode. Končno globino za izgradnjo ponikovalnega polja se bo ugotovilo na podlagi enoletnega monitoringa nivojev podzemne vode. Predvideno je ponikanje s pomočjo ponikovalnega polja.

Priporočamo, da se v fazi projektiranja ponikovalnice meteornih voda predvidijo na južnem robu proučevanega območja, kjer bo izdelan tudi ponikovalni vodnjak za potrebe ponikanja vode po sistemu t.i. plitve geotermije voda – voda.



7 SKLEPNE UGOTOVITVE IN PREDLOGI NADALJNIH PREISKAV ZA DOSEGO CILJEV

7.1 Sklepne splošne hidrogeološke ugotovitve

Novogradnja nove stanovanjske soseske ob Savi Huje v Kranju namerava za potrebe pridobivanje toplote uporabljati toploto podzemne vode oz. plitvo geotermijo sistema voda – voda. Za potrebe rabe toplote bo potrebno za delovanje sistema plitve geotermije zagotoviti črpanje in ponikanje podzemne vode. V ta namen se bo ločeno izdelalo PZI Načrt 7 (načrt s področja rudarstva in geotehnologije).

V okviru hidrogeoloških raziskav smo na obravnavanem območju v septembru in oktobru leta 2025 izvedli geološke in hidrogeološke preiskave. V okviru teh preiskav smo zvrtili 3 raziskovalne strukturne vrtine globine 40 m, od katerih so bile vse cevlfene kot piezometri. Predvidevamo, da debelina vodonosnika na obravnavanem območju znaša med 70 in 80 m.

Vse vrtine imajo do globine 6 m izdelano jekleno uvodno kolono. Vmesni prostor med ostenjem vrtine in zunanjo steno uvodno tehnične kolone smo zacementirali direktno s cementnim mlekom $w/c = 0,5$. Vrtine so bile jedrovane do končne globine, jedra izvrtanine smo popisali v skladu s standardi, iz območja z vrtinami zajetega vodonosnika pa smo za potrebe nadaljnjega projektiranja vodnjakov odvzeli in zrnnavostno analizirali vzorce sedimenta. S piezometričnimi cevmi premera DN100 zacevlfene vrtine smo očistili in aktivirali po metodi dvojnega in direktnega air-lifta. Po aktivaciji in po ureditvi ustij smo na piezometrih izvedli standardizirane hidravlične teste.

Prepustnost medzrnskega vodonosnika je bila v vseh piezometrih podobna. Vodonosnik je po standardu IAH dobro do zelo dobro prepusten. Hidravlična prepustnost vodonosnika znaša $1,4 \cdot 10^{-3}$ m/s. Vodonosnik na proučevanem

območju uvrščamo med vodonosnike odprtega tipa, kar pomeni da gladina podzemne vode prosto oscilira. Smer toka podzemne vode je od severa proti jugu, strmec naklona gladine podzemne vode pa je v obdobju preiskav znašal med 3,0‰ in 3,5‰. Hitrost toka (Darcyjev tok) podzemne vode znaša na proučevanem območju med 2,2 in 2,6 m/dan.

Ker razpolagamo z zelo kratkim opazovalnim obdobjem meritev nivojev podzemne vode, ne moremo zanesljivo določiti maksimalnih vrednosti nivojev podzemne vode, kot tudi ne odstopanj toka podzemne vode glede na vodno stanje.

V enomesečnem opazovalnem obdobju je bila dosežena maksimalna kota 345,17 m n.v.. Na podlagi enoletnega opazovalnega obdobja bo možno bolj natančno določiti ali se bo z gradnjo posegalo v območje podzemne vode.

7.2 Sklepne hidrogeološke ugotovitve za potrebe plitve geotermije sistema voda - voda

Glede na lego bodoče novogradnje Huje Kranj in glede na smer toka podzemne vode so hidrogeološke razmere za zajem in za ponikanje podzemne vode za potrebe plitve geotermije sistema voda – voda, ugodne.

Smer toka podzemne vode je od severa proti jugu. V tej smeri bosta izdelana tudi črpalno polje v gorvodni smeri in ponikalno polje v dolvodni smeri. Parametri za potrebe izračuna izdatnosti vodnjaka (brez zrnastosti in karakteristik sedimenta vodonosnika) so:

⇒ hidravlična prepustnost vodonosnika (K):	1,4E-03 m/s
⇒ konzervativna ocena hidravlične prepustnosti ($K_{konz.}$):	1,0E-03 m/s
⇒ debelina vodonosnika (H):	< 35 m
⇒ hidravlični gradient toka podzemne vode (i):	3,0 – 3,5‰
⇒ temperatura podzemne vode (T):	12,0 – 13,0 °C
⇒ efektivna poroznost vodonosnika ($n_{ef.}$):	0,16



7.3 Sklepne okoljske ugotovitve za potrebe izgradnje črpalnega in ponikalnega polja

Izgradnja vodnjakov je neposreden poseg v vodonosnik. Tudi ponikalni vodnjak bo imel filtre nameščene v vodonosniku. Vodna direktiva 2000/60/EC piše, da je potrebno zagotoviti vsa predvidevanja in ukrepe, da ne pride do onesnaženja podzemne vode. Namreč, vsaka havarija med gradnjo vodnjakov oz. med obratovanjem vodnjakov lahko povzroči onesnaženje podzemne vode, saj vodnjak predstavlja neposredno drenažo v vodonosnik.

7.4 Predlog nadaljnjih preiskav

Za samo izgradnjo vodnjakov nadaljnje hidrogeološke preiskave niso potrebne.

Na piezometrih se od oktobra 2025 dalje izvaja monitoring količinskega stanja podzemne vode in temperature podzemne vode. Lokaciji piezometrov je zelo ugodna za načrtovanje črpalnega in ponikalnega polja.

Talna plošča in kletna etaža novogradnje bo lahko občasno segala pod gladino podzemne vode ob visokem vodnem stanju, zato bo morala biti gradnja vodotesna, izkop gradbene jame pa v dogovoru z upravljavcem HE. Zaradi slednjega smo podzemno vodo analizirali tudi na parameter agresivni CO₂ na beton. Vrednost agresivnega CO₂ na beton znaša <2 mg CO₂/l in vzorca ne uvršča v agresivno kemijsko okolje. Rezultat kemijske analize podzemne vode je priložen v *prilogi T.15*.



8 VIRI

- ALJTOVSKI, E, M., 1973: *Hidrogeološki priručnik*. GRAĐEVINSKA KNJIGA BEOGRAD, Beograd.
- BLOHM, FERNANDO, J., A., 2016: Determination of Hydraulic Conductivities through Grain-Size Analysis; Masters Thesis. Boston College, june 2016. Boston.
- ARSO Ljubljana:
http://www.arso.gov.si/podrocja/vode/porocila_in_publikacije/
- DOMENICO, P, A., SCHWARTZ, F, W., 1997: *Physical and chemical hydrogeology*. J. Willey & sons, 1997.
- FLETCHER, G., DRISCOLL, Ph. D., 1995: *Groundwater and Wells*. Johnson Schreens, St. Paul, Minnesota 55112, 1986.
- KOMATINA, M, M., 1986: *Hidrogeološka izraživanja. Proračuni II*. SOUR "GEOZAVOD" BEOGRAD, Beograd.
- KRUSEMAN, G., P., DE RIDDER, N., A., 1990: *Analysis and Evaluation of Pumping Test Data*. International Institute for Land Reclamation and Improvement /ILRI/, P.O. Box 45, 6700 AA Wageningen, The Netherlands. 1994.
- MILETIČ, P., HEINRICH-MILETIČ, M., 1981: *Uvod u kvantitativnu hidrogeologiju*. RGN fakultet-VGŠ, Varaždin, 1981.
- PREMUR, U., 1980: *Osnovna geološka karta M 1:100.00, L 33-65, List Kranj*. Geološki zavod Ljubljana (GeoZS). Ljubljana. 1976.
- PREGL, M., s sod., 2014: *Hidrogeološko poročilo o izvedenih delih na lokaciji bodočega objekta za izvajanje monitoringa podzemnih vod »vodomerna postaja Drulovka«, IP 371/13*. IRGO. Ljubljana. April 2013.
- VUKOVIĆ, M., SORO, A., 1984: *Dinamika podzemnih voda*, Institut za doprivredu "Jaroslav Černi", Posebna izdanja, Knjiga 25, Beograd, 1984.
- ŽLEBNIK, L., 1970: *Pleistocen Kranjskega, Sorškega in Ljubljanskega polja*. Geologija, Razprave in poročila št. 14, str. 5 – 51. Ljubljana. 1971.



Kazalo prilog:



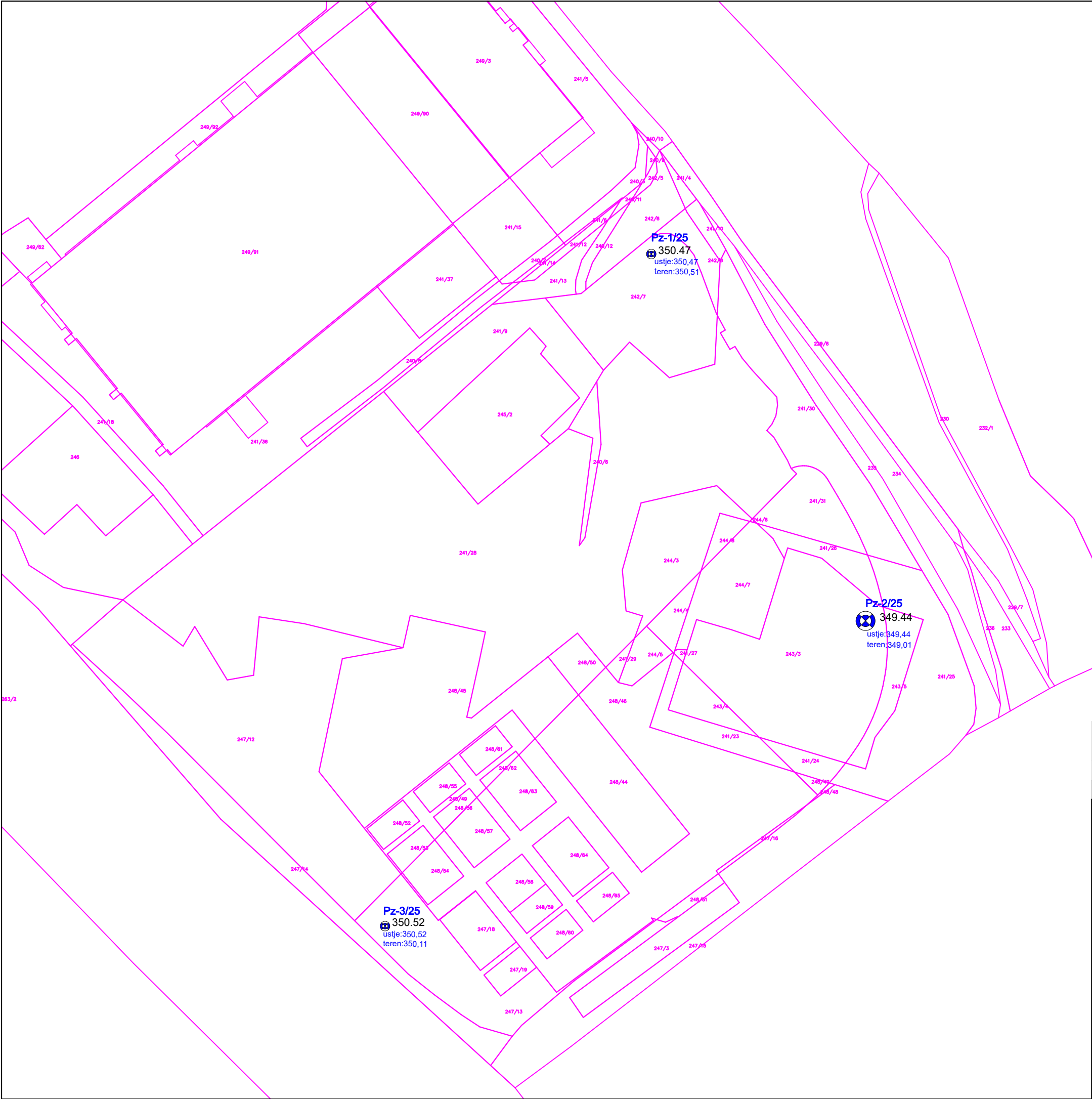
Lokacijski prikazi

Priloga L.01: Prikaz lokacije v letu 2025 izdelanih raziskovalnih vrtin v prostoru.

Priloga L.02: Karta gladin in smeri toka podzemne vode na območju posega.



Priloga L.01: Prikaz lokacije v letu 2025 izdelanih
raziskovalnih vrtin v prostoru.



Legenda:

V letu 2025 izdelani peziometri

Parcelne meje

Parcelne številke

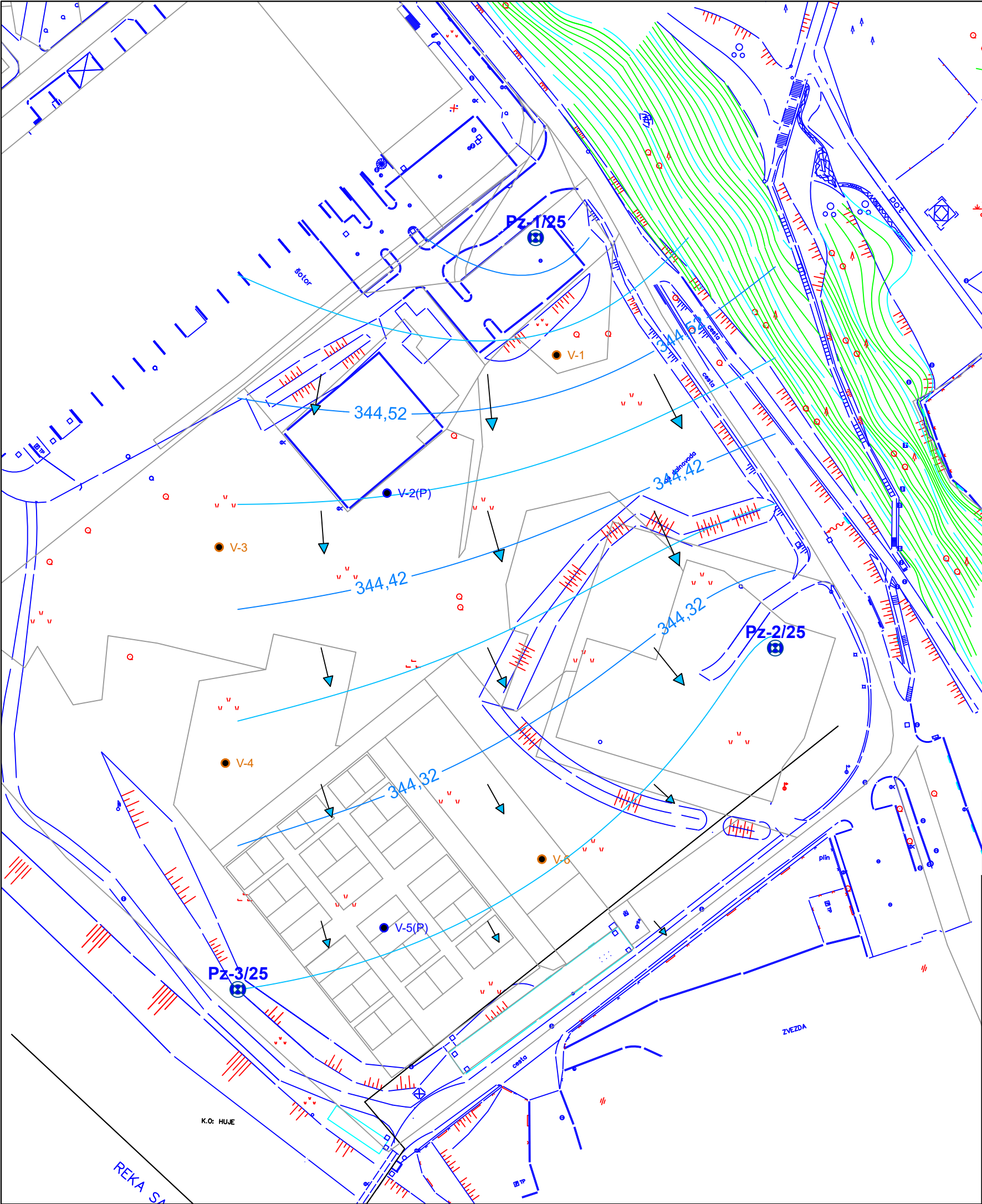
 **Pz-2/25**

242/7

Sprememba:	Opis spremembe:	Datum:	Podpis:
Naročnik: Stanovanjski sklad RS, Poljanska cesta 31, 1000 Ljubljana		Objekt: Stanovanjska soseska ob Savi »Huje« v Kranju	
		Projekt: Izvedba hidrogeoloških preiskav na lokaciji nove stanovanjske soseske ob Savi »Huje« v Kranju	
 1000 Ljubljana, Slovenčeva 93 Tel.:N.C. (01) 560-36-00 Fax.: (01) 534-16-80 Trans. račun: 02923-0014437232 Davčna številka: 44739222		Za gradnjo:	Vrsta proj. dok.:
Ime in Priimek		ID. št.	
Odgovorni vodja:	Melhior Pregl, univ.dipl.inž.geol.	RG-0122	
Odgovorni projektant:			
Sodelavci:	Primož Cencelj, inž grad.		
Datum:		Merilo:	Št.risbe:
november 2025		1:1000	L.01



Priloga L.02: Karta gladin in smeri toka podzemne vode na območju posega.



Legenda:

- Območje OPPN stanovanjsko naselje ob savi:
- Geomamehanska vrtna
- Obstoječi plitvi peziometer:
- V letu 2025 izdelani peziometri
- Hidroizohipsa, kota gladine podzemne vode
- Smer toka podzemne vode
- V-3
- V-5(P)
- Pz-2/25
- 344,32
-

Sprememba: Opis spremembe:		Datum:	Podpis:
Naročnik:		Objekt:	
Stanovanjski sklad RS, Poljanska cesta 31, 1000 Ljubljana		Stanovanjska soseska ob Savi »Huje« v Kranju	
		Projekt:	
		Izvedba hidrogeoloških preiskav na lokaciji nove stanovanjske soseske ob Savi »Huje« v Kranju	
		Za gradnjo:	Vrsta proj. dok.:
		Novogradnja	Elaborat
		Vrsta načrta:	Št. projekta:
			2012135
			Št. načrta:
		Risba:	
		Karta gladin in smeri toka podzemne vode na območju posega	
		Merilo:	Št.risbe:
Datum:		november 2025	L.02



Tehnični in ostali prikazi

- Priloga T.01:** Geološko tehnični profil raziskovalne vrtine Pz-1/24.
- Priloga T.02:** Geološko tehnični profil raziskovalne vrtine Pz-2/24.
- Priloga T.03:** Geološko tehnični profil raziskovalne vrtine Pz-3/24.
- Priloga T.04:** Fotografije jeder raziskovalne vrtine Pz-1/24.
- Priloga T.05:** Fotografije jeder raziskovalne vrtine Pz-2/24.
- Priloga T.06:** Fotografije jeder raziskovalne vrtine Pz-3/24.
- Priloga T.07:** Rezultati granulometričnih analiz vzorcev sedimenta iz strukturnih in iz piezometričnih vrtin Pz-1/24, Pz-2/24, Pz-3/24.
- Priloga T.08:** Obdelava stopenjskega črpalnega testa v piezometru Pz-1/24.
- Priloga T.09:** Obdelava stopenjskega črpalnega testa v piezometru Pz-2/24.
- Priloga T.10:** Obdelava stopenjskega črpalnega testa v piezometru Pz-3/24.



- Priloga T.11:** Obdelava daljšega črpalnega testa na piezometru Pz-1/24.
- Priloga T.12:** Obdelava daljšega črpalnega testa na piezometru Pz-2/24.
- Priloga T.13:** Obdelava daljšega črpalnega testa na piezometru Pz-3/24.
- Priloga T.14:** Obdelava nalivalnega testa na piezometru Pz-3/24.
- Priloga T.15:** Kemijska analiza podzemne vode s piezometra Pz-2/24.



Priloga T.01: Geološko tehnični profil raziskovalne vrtine
Pz-1/24.

Projekt: HIDROGEOLOŠKE PREISKAVE ZA POTREBE PLITVE GEOTERMIJE
Naročnik:
D96 e: 450764,58
Območje: Huje, Kranj
Vrtanje: IRGO, k60=1
D96 n: 121479,387
Datum: September 2025
Z: 350,51 m n.v.
Globina: 41 m
Z ustja:

m n. v.	m	Geološko-geotehnični opis	Šrafura	USCS	R. P. (kPa)/ RQD	SPT N/(N ₁) ₆₀ ali P [cm/60ud]	Vzorec	Presiometer	Rezultati/ Opombe	Piezometer/ HG meritve
350,5	0,0	(0,0-0,1m) ASFALT								
350,0	0,5	(0,1-0,7m) Umetni nasip: Siv do svetlorjav dobro graduiran grušč z meljem in peskom [Prod/Grušč (75%; Dmax/Dpovp = 14/1,8 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (5%)] - Suho.		GW-GM						
349,5	1,0			SM						
349,0	1,5			ML						
348,5	2,0	(0,7-1,2m) Svetlorjav drobnozrnat meljast pesek [Prod/Grušč (0%), Pesek (60%), Melj/Glina (40%)] - Zbito.		ML						
348,0	2,5			ML						
347,5	3,0	(1,2-2,0m) Temnorjav peščen melj [Prod/Grušč (10%; Dmax/Dpovp = 0,4/0,2 cm), Pesek (30%), Melj/Glina (60%)] - Zbito.		SM						
347,0	3,5			SM						
346,5	4,0	(2,0-2,8m) Svetlorjav (marmoriran) peščen melj [Prod/Grušč (0%), Pesek (40%), Melj/Glina (60%)] - Zbito.		GW-GM						
346,0	4,5			GW-GM						
345,5	5,0	(2,8-3,0m) Temnorjav srednje do drobno zrnat meljast pesek [Prod/Grušč (10%; Dmax/Dpovp = 0,3/0,2 cm), Pesek (65%), Melj/Glina (25%)] - Rahlo.		GM						
345,0	5,5			GM						
344,5	6,0	(3,0-5,0m) Siv do rjav dobro zaobljen dobro graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (75%; Dmax/Dpovp = 12/1 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (5%)] - Suho.		GW-GM						
344,0	6,5			GW-GM						
343,5	7,0	(5,0-5,4m) Siv do rjav dobro zaobljen meljast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; Dmax/Dpovp = 8/0,8 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (15%)]		GW-GC					nivo 6,4 m	
343,0	7,5			GC						
342,5	8,0	(5,4-5,8m) Siv dobro zaobljen dobro graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (60%; Dmax/Dpovp = 3/0,4 cm), Pesek (35%), Melj/Glina (5%)]		GP-GC						
342,0	8,5			GP-GC						
341,5	9,0	(5,8-6,2m) Siv do rjav dobro zaobljen dobro graduiran prod z glino in peskom [Prod/Grušč (75%; Dmax/Dpovp = 12/1 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (5%)] - Vlažno.		GP-GC						
341,0	9,5			GP-GC						
340,5	10,0	(6,2-7,0m) Siv dobro zaobljen glinast prod s peskom [Prod/Grušč (50%; Dmax/Dpovp = 3/0,5 cm), Pesek (15%), Melj/Glina (35%)] - Zbito in vlažno		GW-GC						
340,0	10,5			GW-GC						
339,5	11,0	(7,0-8,0m) Siv dobro zaobljen slabo graduiran prod z glino in peskom [Prod/Grušč (70%; Dmax/Dpovp = 7/0,6 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (10%)]		GW-GC						
339,0	11,5			GW-GC						
338,5	12,0	(8,0-10,0m) Svetlosiv srednje kompakten konglomerat - s polami (do 20 cm) srednje sprijetega proda,		GC						
338,0	12,5			GC						
337,5	13,0	(10,0-11,9m) Svetlosiv do svetlorjav dobro graduiran prod z glino [Prod/Grušč (80%; Dmax/Dpovp = 16/1,2 cm), Pesek (10%), Melj/Glina (10%)] - Prisotne posamezne pole konglomerata (do 5 cm). Suho.		GC						
337,0	13,5			GC						
336,5	14,0	(11,9-14,0m) Rjav glinast prod [Prod/Grušč (65%; Dmax/Dpovp = 8/0,4 cm), Pesek (10%), Melj/Glina (25%)] - Prisotne pole konglomerata debeline do 10 cm (ca 35%). Vlažno.		GC						
336,0	14,5			GC						
335,5	15,0	(14,0-14,8m) Rjav glinast prod [Prod/Grušč (60%; Dmax/Dpovp = 5/0,8 cm), Pesek (10%), Melj/Glina (30%)] - Vlažno.		GC						
335,0	15,5			GC						
334,5	16,0	(14,8-16,1m) Rjav konglomerat z meljastim vezivom - Prisotne pole meljastega proda debeline do 10 cm (ca 25%). Vlažno do mokro.		GC						
334,0	16,5			GC						
333,5	17,0	(16,1-18,4m) Svetlosiv konglomerat - Dobro sprijet, kompakten. Prisotne pole dobrograduiranega proda debeline do 15 cm (ca 15%). Suho.		GC						
333,0	17,5			GC						
332,5	18,0	(18,4-25,2m) Siv do sivorjav kompakten konglomerat - Kompakten. Med 20,0-22,6 je vezivo konglomerata bolj meljasto. Na tem delu bolj vlažno.		GC						
332,0	18,5			GC						
331,5	19,0			GC						
331,0	19,5			GC						
330,5	20,0			GC						

m n. v.	m	Geološko-geotehnični opis	Šrafura	USCS	R. P. (kPa)/ RQD	SPT N/(N ₁)/60 ali P [cm/60ud]	Vzorec	Presiometer	Rezultati/ Opombe	Piezometer/ HG meritve
330,0	20,5									
329,5	21,0									
329,0	21,5									
328,5	22,0									
328,0	22,5									
327,5	23,0									
327,0	23,5									
326,5	24,0									
326,0	24,5									
325,5	25,0									
325,0	25,5	(25,2-27,7m) Svetlorjav konglomerat - Prisotne pole meljastega proda s peskom debeline do 30 cm (ca 40%) - [Prod/Grušč (60%; Dmax/Dpovp = 7/0.5 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (20%)]								
324,5	26,0									
324,0	26,5									
323,5	27,0									
323,0	27,5									
322,5	28,0	(27,7-28,4m) Svetlosiv kompakten konglomerat - Suho.								
322,0	28,5	(28,4-30,2m) Rjav konglomerat - Prisotne pole meljastega proda s peskom debeline do 15 cm - [Prod/Grušč (50%; Dmax/Dpovp = 6/0.7 cm), Pesek (15%), Melj/Glina (35%)] Suho.								
321,5	29,0									
321,0	29,5									
320,5	30,0									
320,0	30,5	(30,2-33,4m) Svetlosiv kompakten konglomerat - Prisotne pole peščenega proda. Suho								
319,5	31,0									
319,0	31,5									
318,5	32,0									
318,0	32,5									
317,5	33,0	(33,4-33,55m) Rdečerjava mastna glina s prodrom [Prod/Grušč (15%; Dmax/Dpovp = 0,5/0,3 cm), Pesek (5%), Melj/Glina (80%)]								
317,0	33,5			CH						
316,5	34,0	(33,55-35,4m) Svetlosiv dobro graduiran prod z glino in peskom [Prod/Grušč (75%; Dmax/Dpovp = 10/0,5 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (5%)] - Prisotne pole kompaktnega konglomerata debeline do 10 cm (ca 35%). Suho		GW-GC						
316,0	34,5									
315,5	35,0									
315,0	35,5	(35,4-38,3m) Rjav dobro graduiran prod z glino in peskom [Prod/Grušč (65%; Dmax/Dpovp = 5/0,3 cm), Pesek (25%), Melj/Glina (10%)] - Zgornjih 30 cm delno sprano jedro. Še prisotne pole konglomerata debeline do 5 cm. Mokro.		GW-GC						
314,5	36,0									
314,0	36,5									
313,5	37,0									
313,0	37,5									
312,5	38,0									
312,0	38,5	(38,3-41,0m) Rjav glinast prod s peskom [Prod/Grušč (55%; Dmax/Dpovp = 7/0,5 cm), Pesek (25%), Melj/Glina (20%)] - Še prisotne pole konglomerata debeline do 5 cm. Mokro		GC						
311,5	39,0									
311,0	39,5									
310,5	40,0									
310,0	40,5									
	41,0									



Priloga T.02: Geološko tehnični profil raziskovalne vrtine
Pz-2/24.

Projekt: HIDROGEOLOŠKE PREISKAVE ZA POTREBE PLITVE GEOTERMIJE
Naročnik:
D96 e: 450820,62
Območje: Huje, Kranj
Vrtanje: IRGO, k60=1
D96 n: 121383,49
Datum: September 2025
Z: 349,01 m n.v.
Globina: 40 m
Z ustja:

m n. v.	m	Geološko-geotehnični opis	Šrafura	USCS	R. P. (kPa)/ RQD	SPT N/(N ₁) ₆₀ ali P [cm/60ud]	Vzorec	Presiometer	Rezultati/ Opombe	Piezometer/ HG meritve
349,0	0,0	(0,0-0,05m) Beton		GW-GM						
348,5	0,5	(0,05-0,3m) Umetni nasip: Rjav dobro graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (70%; Dmax/Dpovp = 5/0,4 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (10%)]		SM						
348,0	1,0									
347,5	1,5	(0,3-0,7m) Temno rjav drobnnozrnat meljast pesek [Prod/Grušč (0%), Pesek (70%), Melj/Glina (30%)] - Rahlo. Vlažno.								
347,0	2,0									
346,5	2,5									
346,0	3,0	(0,7-7,4m) Siv dobro zaobljen dobro graduiran prod z glino in peskom [Prod/Grušč (70%; Dmax/Dpovp = 16/0,5 cm), Pesek (25%), Melj/Glina (5%)] - Mokro		GW-GC						
345,5	3,5									
345,0	4,0									
344,5	4,5									
344,0	5,0									
343,5	5,5									
343,0	6,0									
342,5	6,5								nivo 6,35 m	
342,0	7,0	(7,4-8,25m) Rjav dobro zaobljen glinast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; Dmax/Dpovp = 8/0,7 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (15%)] - V spodnjem delu svetlosive barve na prehodu v konglomerat.		GC						
341,5	7,5									
341,0	8,0									
340,5	8,5	(8,25-9,4m) Svetlo siv do rjav kompakten konglomerat								
340,0	9,0									
339,5	9,5	(9,4-10,3m) Svetlo rjav dobro zaobljen glinast prod [Prod/Grušč (75%; Dmax/Dpovp = 12/0,9 cm), Pesek (10%), Melj/Glina (15%)] - Mokro		GC						
339,0	10,0									
338,5	10,5	(10,3-10,5m) Svetlo rjav dobro zaobljen glinast prod s peskom [Prod/Grušč (55%; Dmax/Dpovp = 7/1 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (25%)] - Mokro		GC						
338,0	11,0									
337,5	11,5	(10,5-12,7m) Svetlo rjav dobro zaobljen glinast prod [Prod/Grušč (75%; Dmax/Dpovp = 12/0,9 cm), Pesek (10%), Melj/Glina (15%)] - Mokro		GC						
337,0	12,0									
336,5	12,5									
336,0	13,0	(12,7-19,15m) Rjav doi sivorjav konglomerat - Z meljastim vezivom. Prisotne 30 cm pole meljastega proda (20%). Mokro								
335,5	13,5									
335,0	14,0									
334,5	14,5									
334,0	15,0									
333,5	15,5									
333,0	16,0									
332,5	16,5									
332,0	17,0									
331,5	17,5									
331,0	18,0									
330,5	18,5									
330,0	19,0									
329,5	19,5	(19,15-19,95m) Rdečerjav pusta glina s peskom [Prod/Grušč (0%), Pesek (20%), Melj/Glina (80%)]		CL						
329,0	20,0									

m n. v.	m	Geološko-geotehnični opis	Šrafura	USCS	R. P. (kPa)/ RQD	SPT N/(N ₁)/60 ali P [cm/60ud]	Vzorec	Presiometer	Rezultati/ Opombe	Piezometer/ HG meritve
328,5	20,5	(19,95-20,9m) Siv konglomerat - Z meljastim vezivom. Prisotne 15 cm pole zbitega meljastega proda (25%). Mokro		GC						
328,0	21,0									
327,5	21,5	(20,9-21,7m) Rjav dobro zaobljen glinast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; D _{max} /D _{povp} = 10/0,8 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (15%)] - Brez plasti konglomerata. Mokro								
327,0	22,0									
326,5	22,5									
326,0	23,0	(21,7-23,0m) Siv konglomerat - Z meljastim vezivom. Med 22,4 - 22,7 pola meljastega proda.								
325,5	23,5	(23,0-25,2m) Siv kompakten konglomerat								
325,0	24,0									
324,5	24,5									
324,0	25,0	(25,2-26,1m) Siv dobro zaobljen glinast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; D _{max} /D _{povp} = 8/0,5 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (15%)] - Prisotne pole konglomerata (30%)		GC						
323,5	25,5									
323,0	26,0									
322,5	26,5	(26,1-27,0m) Siv do svetlorjav konglomerat - Z meljastim vezivom. Priostne 10 cm pole meljastega proda (20%)								
322,0	27,0									
321,5	27,5	(27,0-30,4m) Siv kompakten konglomerat								
321,0	28,0									
320,5	28,5									
320,0	29,0									
319,5	29,5									
319,0	30,0									
318,5	30,5	(30,4-31,8m) Svetlorjav do svetlosiv konglomerat - Z meljastim vezivom								
318,0	31,0									
317,5	31,5									
317,0	32,0	(31,8-34,0m) Siv kompakten konglomerat								
316,5	32,5									
316,0	33,0									
315,5	33,5									
315,0	34,0	(34,0-36,4m) Rjav glinast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; D _{max} /D _{povp} = 7/0,5 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (15%)] - Mokro.		GC						
314,5	34,5									
314,0	35,0									
313,5	35,5									
313,0	36,0									
312,5	36,5	(36,4-38,3m) Siv do rjav glinast prod s peskom [Prod/Grušč (55%; D _{max} /D _{povp} = 3/0,5 cm), Pesek (25%), Melj/Glina (20%)] - Mokro.								
312,0	37,0			GC						
311,5	37,5									
311,0	38,0									
310,5	38,5	(38,3-40,0m) Siv do rjav glinast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; D _{max} /D _{povp} = 5/0,4 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (15%)] - Mokro.		GC						
310,0	39,0									
309,5	39,5									
	40,0									



Priloga T.03: Geološko tehnični profil raziskovalne vrtine
Pz-3/24.

Projekt: HIDROGEOLOŠKE PREISKAVE ZA POTREBE PLITVE GEOTERMIJE
Naročnik:
D96 e: 450694,96
Območje: Huje, Kranj
Vrtanje: IRGO, k60=1
D96 n: 121303,7
Datum: September 2025
Z: 350,11 m n.v.
Globina: 40 m
Z ustja:

m n. v.	m	Geološko-geotehnični opis	Šrafura	USCS	R. P. (kPa)/ RQD	SPT N/(N ₁) ₆₀ ali P [cm/60ud]	Vzorec	Presiometer	Rezultati/ Opombe	Piezometer/ HG meritve
350,0	0,0	(0,0-0,2m) Umetni nasip: Temnorjav meljast grušč s peskom [Prod/Grušč (50%; Dmax/Dpovp = 4/1,5 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (30%)] - Prisotne korenine		GM						
349,5	0,5			GM						
349,0	1,0	(0,2-0,8m) Umetni nasip: Siv do rjav meljast grušč s peskom [Prod/Grušč (65%; Dmax/Dpovp = 8/1 cm), Pesek (15%), Melj/Glina (20%)] - Zbito. Konglomerat v klastih grušča.		SW-SM						
348,5	1,5			SM						
348,0	2,0			GW-GM						
347,5	2,5	(0,8-1,3m) Temnorjav drobnozrnat dobro graduiran pesek z meljem in prodom [Prod/Grušč (20%; Dmax/Dpovp = 1/0,3 cm), Pesek (70%), Melj/Glina (10%)] - Rahlo		GW-GM						
347,0	3,0			GW-GM						
346,5	3,5	(1,3-2,3m) Rjav drobnozrnat meljast pesek [Prod/Grušč (0%), Pesek (80%), Melj/Glina (20%)] - Zgornjih 30 cm zbito, potem rahlo.		GP-GM						
346,0	4,0			GP-GM						
345,5	4,5	(2,3-4,6m) Siv dobro zaobljen dobro graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (70%; Dmax/Dpovp = 10/0,6 cm), Pesek (25%), Melj/Glina (5%)] - Od 4m dalje mokro. Postopen prehod v spodnjo enoto.		GM						
345,0	5,0			GM						
344,5	5,5	(4,6-6,6m) Siv dobro zaobljen slabo graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (55%; Dmax/Dpovp = 3/0,5 cm), Pesek (35%), Melj/Glina (10%)] - Razmočeno jedro. Voda na ca 5.20 m. Mokro.		GW-GC						
344,0	6,0			GW-GC						
343,5	6,5	(6,6-7,0m) Sivorjav dobro zaobljen meljast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; Dmax/Dpovp = 6/0,5 cm), Pesek (15%), Melj/Glina (20%)] - Zbito. Vlažno.		GW-GM						
343,0	7,0			GW-GM						
342,5	7,5	(7,0-9,0m) Svetlorjav dobro zaobljen dobro graduiran prod z glino in peskom [Prod/Grušč (75%; Dmax/Dpovp = 8/0,7 cm), Pesek (15%), Melj/Glina (10%)] - Spodnji del bolj zbit in prisotno več melja. Vlažno.		GW-GM						
342,0	8,0			GW-GM						
341,5	8,5	(9,0-15,3m) Siv dobro zaobljen dobro graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (70%; Dmax/Dpovp = 12/0,7 cm), Pesek (25%), Melj/Glina (5%)] - V zgornjem delu prisotnih več večjih prodnikov. Med 11.2-11.5 več melja. Vlažno.		GM						
341,0	9,0			GM						
340,5	9,5	(15,3-15,6m) Svetlosiv dobro zaobljen meljast prod s peskom [Prod/Grušč (65%; Dmax/Dpovp = 5/0,8 cm), Pesek (15%), Melj/Glina (20%)] - Zbito. Vlažno.		GM						
340,0	10,0			GM						
339,5	10,5	(15,6-22,0m) Siv do svetlorjav dobro zaobljen dobro graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (75%; Dmax/Dpovp = 12/0,7 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (5%)] - Vlažno		GW-GM						
339,0	11,0			GW-GM						
338,5	11,5			GW-GM						
338,0	12,0			GW-GM						
337,5	12,5			GW-GM						
337,0	13,0			GW-GM						
336,5	13,5			GW-GM						
336,0	14,0			GW-GM						
335,5	14,5			GW-GM						
335,0	15,0			GW-GM						
334,5	15,5			GW-GM						
334,0	16,0			GW-GM						
333,5	16,5			GW-GM						
333,0	17,0			GW-GM						
332,5	17,5			GW-GM						
332,0	18,0			GW-GM						
331,5	18,5			GW-GM						
331,0	19,0			GW-GM						
330,5	19,5			GW-GM						
330,0	20,0			GW-GM						

m n. v.	m	Geološko-geotehnični opis	Šrafura	USCS	R. P. (kPa)/ RQD	SPT N/(N ₁) ₆₀ ali P [cm/60ud]	Vzorec	Presiometer	Rezultati/ Opombe	Piezometer/ HG meritve
329,5	20,5									
329,0	21,0									
328,5	21,5	(22,0-22,6m) Rjav dobro zaobljen meljast prod [Prod/Grušč (65%; Dmax/Dpovp = 6/1 cm), Pesek (10%), Melj/Glina (25%)] - Zbito. Vlažno.		GM						
328,0	22,0									
327,5	22,5	(22,6-28,4m) Rjav dobro zaobljen dobro graduiran prod z meljem in peskom [Prod/Grušč (75%; Dmax/Dpovp = 12/0,8 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (5%)] - Med 24.1-24.6 več melja in bolj zbito.		GW-GM						
327,0	23,0									
326,5	23,5									
326,0	24,0									
325,5	24,5									
325,0	25,0									
324,5	25,5									
324,0	26,0									
323,5	26,5									
323,0	27,0									
322,5	27,5									
322,0	28,0									
321,5	28,5	(28,4-29,2m) Svetlosiv do svetlorjav dobro zaobljen meljast prod s peskom [Prod/Grušč (55%; Dmax/Dpovp = 8/1,5 cm), Pesek (15%), Melj/Glina (30%)]		GM						
321,0	29,0									
320,5	29,5	(29,2-30,3m) Siv kompakten konglomerat								
320,0	30,0									
319,5	30,5	(30,3-32,7m) Svetlorjav do siv dobro zaobljen meljast prod s peskom [Prod/Grušč (55%; Dmax/Dpovp = 4/0,8 cm), Pesek (15%), Melj/Glina (30%)] - Prisotne posamezne 5 cm pole konglomerata (10%)		GM						
319,0	31,0									
318,5	31,5									
318,0	32,0									
317,5	32,5									
317,0	33,0	(32,7-33,0m) Siv kompakten konglomerat								
316,5	33,5	(33,0-36,2m) Svetlosiv dobro zaobljen glinast prod s peskom [Prod/Grušč (60%; Dmax/Dpovp = 6/0,3 cm), Pesek (25%), Melj/Glina (15%)] - Prisotne posamezne 5 cm pole konglomerata (10%)		GC						
316,0	34,0									
315,5	34,5									
315,0	35,0									
314,5	35,5									
314,0	36,0	(36,2-36,9m) Svetlorjav dobro zaobljen slabo graduiran prod z glino [Prod/Grušč (85%; Dmax/Dpovp = 7/1,5 cm), Pesek (10%), Melj/Glina (5%)]		GP-GC						
313,5	36,5									
313,0	37,0	(36,9-38,5m) Rjav slabo zaobljen meljast prod s peskom [Prod/Grušč (55%; Dmax/Dpovp = 6/0,7 cm), Pesek (20%), Melj/Glina (25%)] - Spodnji del sive barve.		GM						
312,5	37,5									
312,0	38,0									
311,5	38,5									
311,0	39,0	(38,5-40,0m) Rjav konglomerat - Z meljastim vezivom. Prisotne 20 cm pole meljastega proda (25%).								
310,5	39,5									
40,0	40,0									



Priloga T.04: Fotografije jeder raziskovalne vrtine Pz-1/24.

Oznaka vrtine: Pz-1/25	FOTOGRAFIJE JEDRA VRTIN	Datum vrtanja: 1. 9. – 25. 9. 2025
	Projekt: Stanovanjska soseska ob Savi	

0,0m – 4,0m



4,0m – 8,0m



8,0m – 12,0m



12,0m – 16,0m



16,0m – 20,0m



20,0m – 24,0m



24,0m – 28,0m



28,0m – 32,0m



32,0m – 36,0m



36,0m – 41,0m





Priloga T.05: Fotografije jeder raziskovalne vrtine Pz-2/24.

Oznaka vrtine: Pz-2/25	FOTOGRAFIJE JEDRA VRTIN	Datum vrtanja: 9. 9. – 29. 9. 2025
	Projekt: Stanovanjska soseska ob Savi	

0,0m – 4,0m



4,0m – 8,0m



8,0m – 12,0m



12,0m – 16,0m



16,0m – 20,0m



20,0m – 24,0m



24,0m – 29,0m



29,0m – 34,0m



34,0m – 39,0m



39,0m – 40,0m





Priloga T.06: Fotografije jeder raziskovalne vrtine Pz-3/24.

Oznaka vrtine: Pz-3/25	FOTOGRAFIJE JEDRA VRTIN	Datum vrtanja: 17. 9. – 30. 9. 2025
	Projekt: Stanovanjska soseka ob Savi	

0,0m – 4,0m



4,0m – 8,0m



8,0m – 12,0m



12,0m – 16,0m



16,0m – 20,0m



20,0m – 24,0m



24,0m – 28,0m



28,0m – 32,0m



32,0m – 36,0m



36,0m – 40,0m

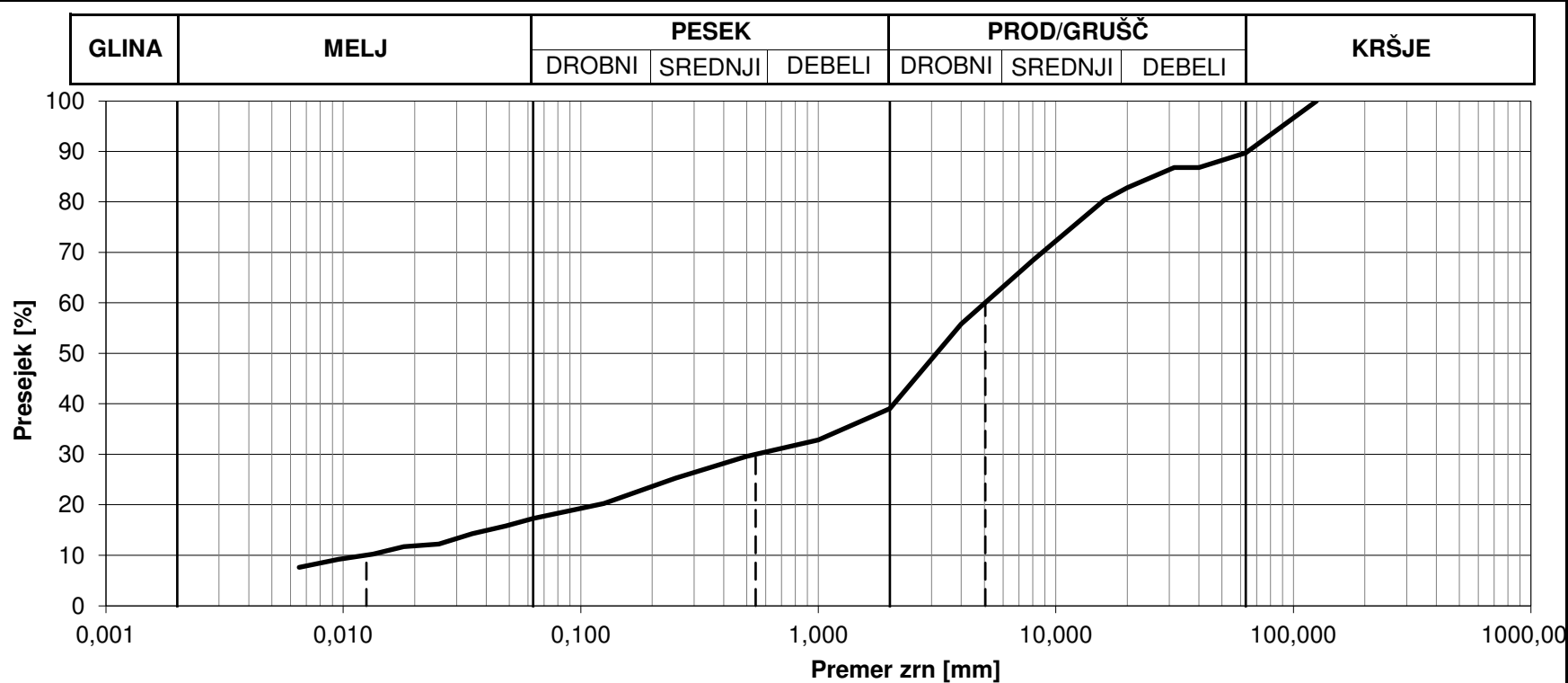




Priloga T.07: Rezultati granulometričnih analiz vzorcev sedimenta iz strukturnih in iz piezometričnih vrtin Pz-1/24, Pz-2/24, Pz-3/24.

Vzorec					Zrnavost										
Zap. št.	Oznaka vzorca	Vrtina	Interval globine	Klasifikacija vzorca USCS									Melj, glina < 0,063 mm	Pesek > 0,063 mm	Prod, grušč >2,0 mm
					Cu	Cc	D ₁₀	D ₂₀	D ₃₀	D ₄₀	D ₅₀	D ₆₀			
-	-	-	(m)	-	-	-	mm	mm	mm	mm	mm	mm	%	%	%
1	L25_52_1	PZ-1/2025	6,5-6,8	GC,glinast prod s peskom	403,11	4,71	0,130	0,118	0,545	2,081	3,147	5,040	17,30	21,75	60,95
2	L25_52_2	PZ-1/2025	7,5-7,8	GC,glinast prod s peskom	288,96	1,18	0,026	0,165	0,482	2,151	4,082	7,539	14,19	24,67	61,14
3	L25_52_3	PZ-1/2025	10,5-11,0	GC,glinast prod s peskom	471,85	1,91	0,011	0,170	0,341	1,601	3,345	5,366	16,43	25,10	58,47
4	L25_52_4	PZ-1/2025	11,7-12,0	GC,glinast prod s peskom	795,89	0,69	0,005	0,026	0,126	0,570	2,012	4,259	26,19	23,74	50,07
5	L25_52_5	PZ-1/2025	15,5-16,0	GC,glinast prod s peskom	945,57	1,32	0,021	0,119	0,723	4,661	11,134	19,394	16,51	17,54	65,95
6	L25_52_6	PZ-1/2025	26,5-26,7	GC,glinast prod s peskom	3321,96	0,44	0,002	0,012	0,066	0,343	2,014	5,749	29,71	20,23	50,06
7	L25_52_7	PZ-1/2025	29,3-29,9	GC,glinast prod s peskom	1043,48	0,50	0,009	0,051	0,197	1,337	4,367	8,984	22,57	19,63	57,80
8	L25_52_8	PZ-1/2025	34,0-34,5	GC,glinast prod s peskom	1514,63	0,94	0,002	0,019	0,087	0,303	1,198	3,490	27,75	26,05	46,20
9	L25_52_9	PZ-1/2025	36,1-36,6	GC,glinast prod s peskom	194,61	1,88	0,029	0,181	0,562	1,570	3,255	5,713	13,98	28,43	57,59
10	L25_52_10	PZ-1/2025	38,0-38,5	GC,glinast prod s peskom	1821,10	0,42	0,003	0,023	0,087	0,306	1,931	5,744	27,49	22,69	49,82
11	L25_52_11	PZ-2/2025	5,5-5,8	GC,glinast prod s peskom	486,24	4,11	0,018	0,217	0,813	2,289	4,299	8,833	14,60	23,22	62,18
12	L25_52_12	PZ-2/2025	6,0-6,3	GC,glinast prod s peskom	486,23	4,27	0,008	0,071	0,350	0,882	2,022	3,732	19,47	30,35	50,18
13	L25_52_13	PZ-2/2025	7,7-8,0	GC,glinast prod s peskom	885,49	7,30	0,017	0,280	1,353	3,539	8,030	14,902	14,11	19,13	66,76
14	L25_52_14	PZ-2/2025	10,2-10,5	GC,glinast prod s peskom	559,25	0,22	0,019	0,063	0,214	1,749	5,364	10,796	20,05	20,60	59,35
15	L25_52_15	PZ-2/2025	11,0-11,3	GC,glinast prod s peskom	504,34	0,99	0,032	0,122	0,722	3,315	8,312	16,301	15,75	19,50	64,75
16	L25_52_16	PZ-2/2025	11,7-12,0	GC,glinast prod s peskom	630,47	0,30	0,009	0,041	0,125	0,500	2,296	5,709	24,52	24,01	51,48
17	L25_52_17	PZ-2/2025	12,2-12,6	GC,glinast prod s peskom	744,12	6,13	0,036	0,289	2,440	8,087	16,999	26,879	12,44	15,94	71,62
18	L25_52_18	PZ-2/2025	14,7-15,0	GC,glinast prod s peskom	7344,64	0,43	0,002	0,025	0,106	0,529	3,771	13,818	26,08	19,92	54,00
19	L25_52_19	PZ-2/2025	21,0-21,3	GC,glinast prod s peskom	710,75	0,57	0,014	0,083	0,275	1,385	4,690	9,664	17,97	24,07	57,96
20	L25_52_20	PZ-2/2025	25,5-25,8	GP-GC,slabo gradiuiran prod z glino in peskom	311,03	5,73	0,051	0,378	2,142	5,194	9,852	15,779	10,56	18,71	70,73
21	L25_52_21	PZ-3/2025	8,5-9,0	GP-GC,slabo gradiuiran prod z glino in peskom	94,25	3,89	0,134	1,058	2,569	4,821	8,679	12,648	8,65	17,33	74,02
22	L25_52_22	PZ-3/2025	10,5-10,8	GW-GM,dobro gradiuiran prod z peskom in meljem	42,17	1,55	0,286	0,961	2,315	4,154	7,496	12,058	5,75	21,75	72,50
23	L25_52_23	PZ-3/2025	14,0-14,3	GM,meljast prod s peskom	181,95	7,49	0,041	0,512	1,523	2,837	4,624	7,504	10,45	22,42	67,13
24	L25_52_24	PZ-3/2025	15,3-15,6	GP-GM,slabo gradiuiran prod z meljem in peskom	471,37	7,99	0,013	0,166	0,792	2,033	3,414	6,087	16,28	23,40	60,32
25	L25_52_25	PZ-3/2025	16,3-16,6	GP-GM,slabo gradiuiran prod z meljem in peskom	55,02	3,30	0,221	1,339	2,975	5,126	8,351	12,149	6,84	16,37	76,79
26	L25_52_26	PZ-3/2025	20,6-20,9	GW-GM,dobro gradiuiran prod z meljem in peskom	39,16	2,75	0,243	1,264	2,524	4,002	6,336	9,524	7,31	17,64	75,05
27	L25_52_27	PZ-3/2025	22,0-22,3	GM,meljast prod s peskom	291,48	5,95	0,036	0,406	1,479	3,142	5,973	10,356	12,16	20,80	67,04
28	L25_52_28	PZ-3/2025	26,4-26,6	GP-GM,slabo gradiuiran prod z glino	190,56	9,84	0,149	2,407	6,437	11,679	18,328	28,329	8,57	9,80	81,63
29	L25_52_29	PZ-3/2025	28,5-28,8	GM, meljast prod s peskom	496,05	6,08	0,034	0,266	1,843	4,343	9,289	16,638	12,53	17,92	69,55
30	L25_52_30	PZ-3/2025	34,3-34,6	GC, glinast prod s peskom	772,12	1,92	0,029	0,160	1,100	4,348	10,835	22,079	14,78	18,20	67,02

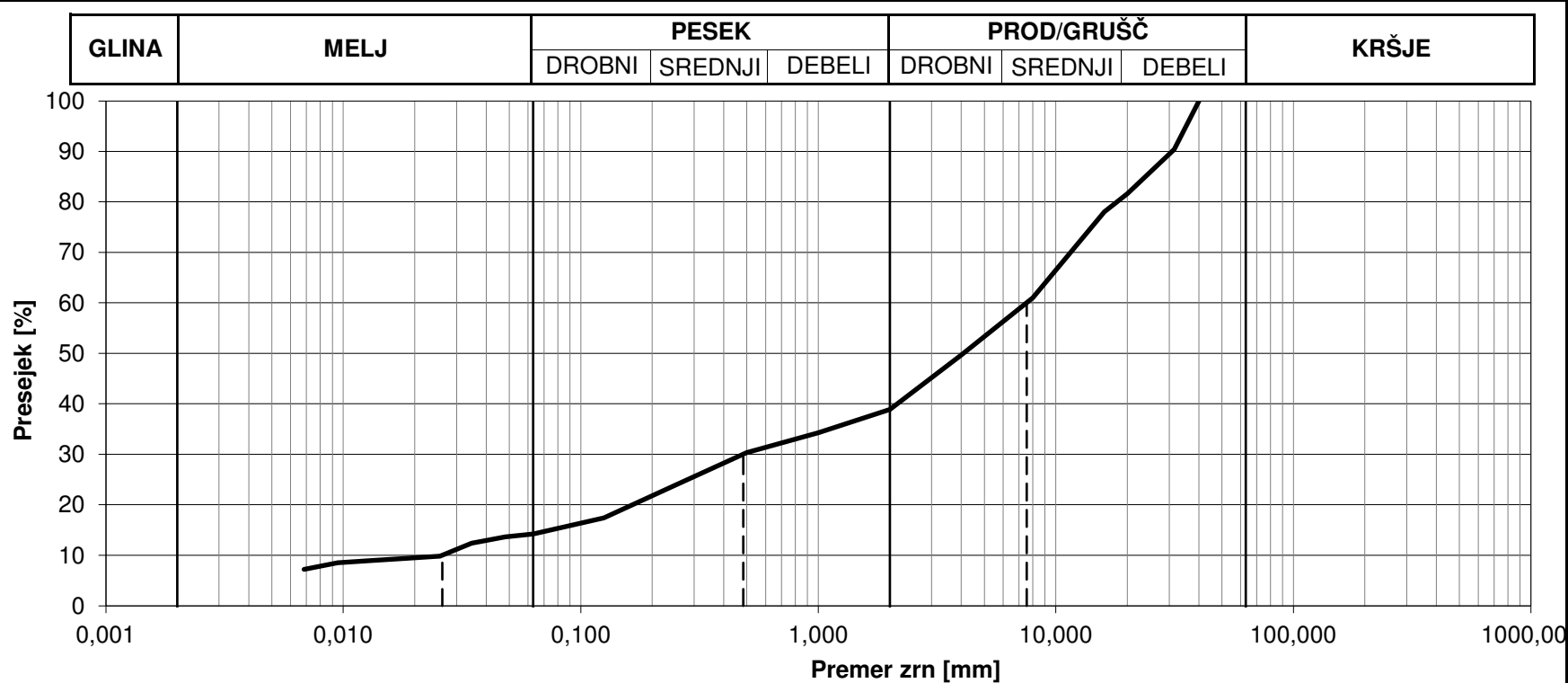
LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-1/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	6,5-6,8 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	7.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_1
KONEC RAZISKAVE:	14.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC,glinast prod s peskom



D₁₀= 0,013 mm melj, glina < 0.063 mm = 17,30%
D₃₀= 0,545 mm 0.063mm < pesek > 2.0 mm = 21,75%
D₆₀= 5,040 mm prod, grušč > 2.0 mm = 60,95%

C_u= 403,11
C_c= 4,71

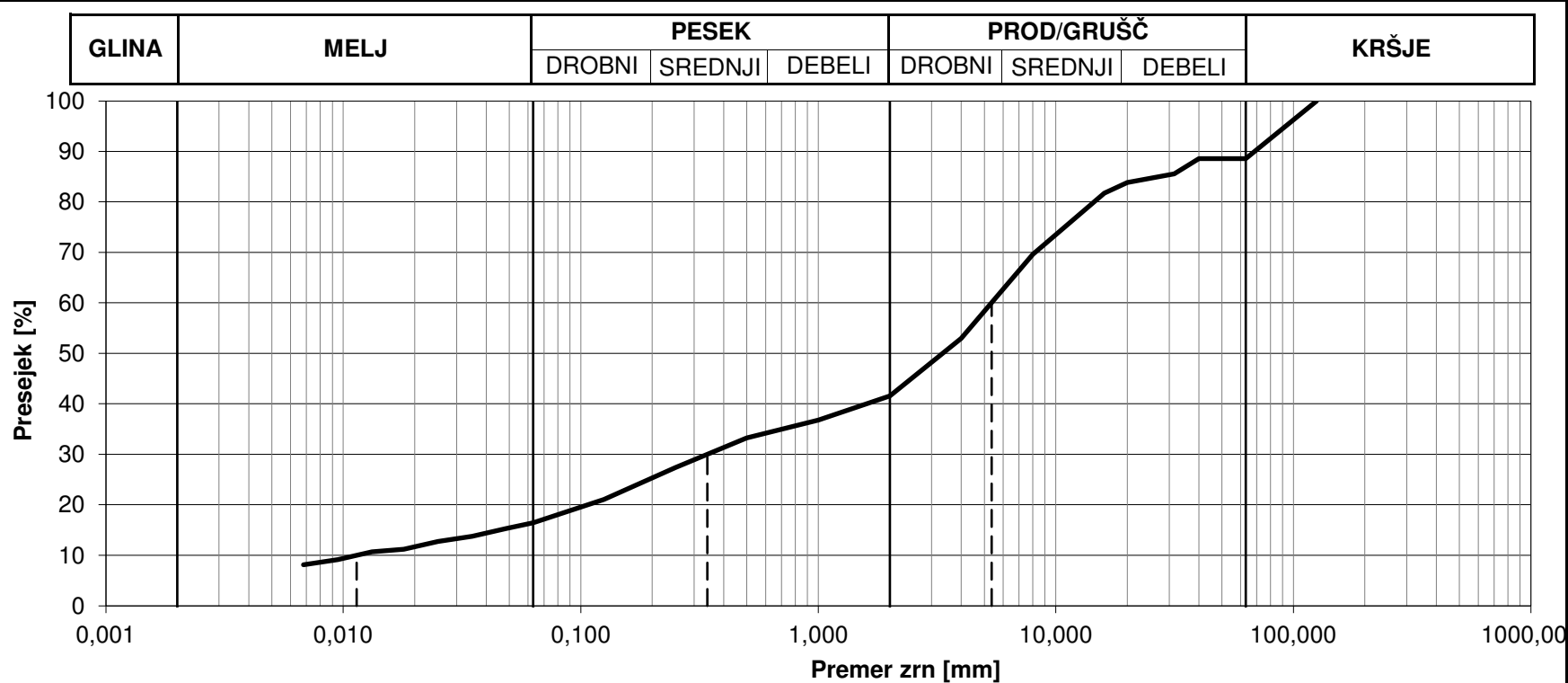
LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-1/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	7,5-7,8 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_2
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC,glinast prod s peskom



$D_{10} = 0,026$ mm melj, glina < 0.063 mm = 14,19%
 $D_{30} = 0,482$ mm 0.063mm < pesek > 2.0 mm = 24,67%
 $D_{60} = 7,539$ mm prod, grušč > 2.0 mm = 61,14%

$C_u = 288,96$
 $C_c = 1,18$

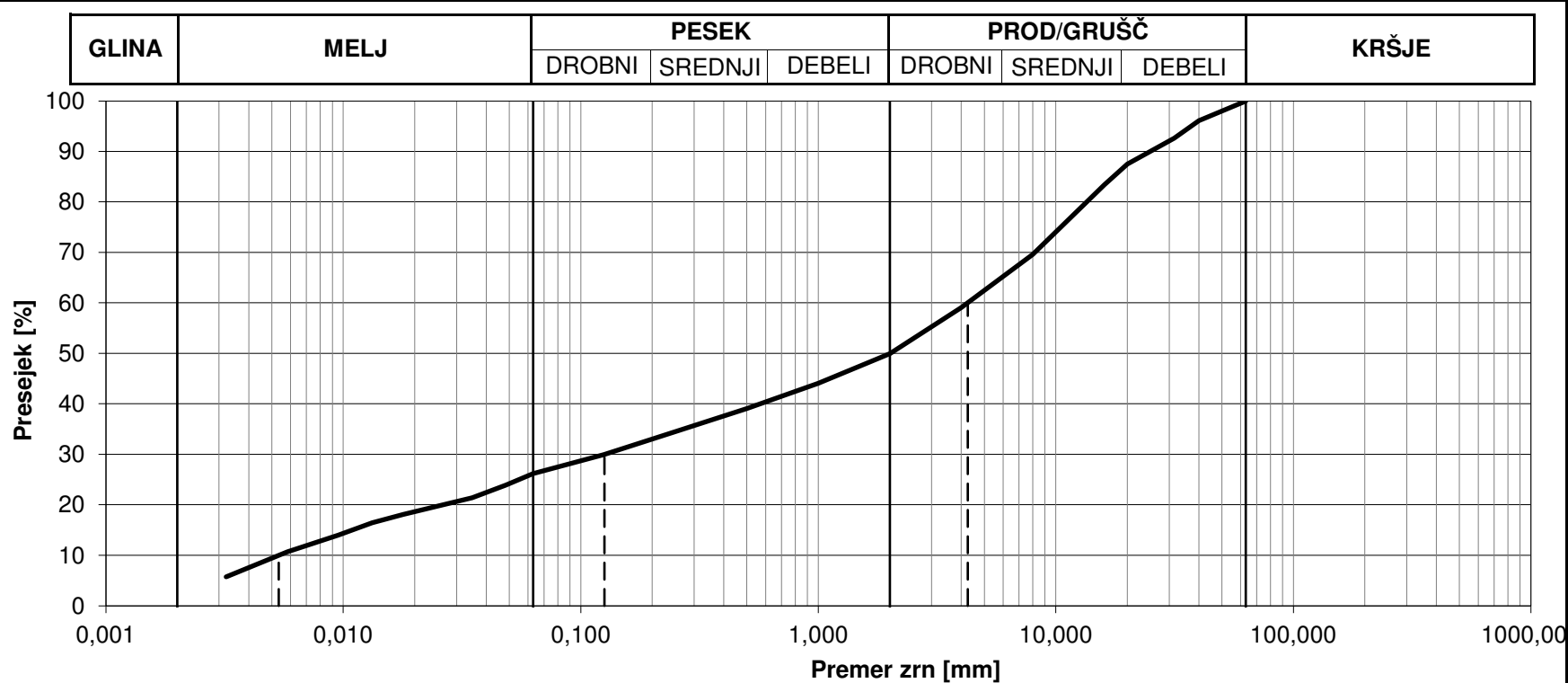
LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-1/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	10,5-11,0 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_3
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC, glinast prod s peskom



$D_{10} = 0,011$ mm melj, glina < 0.063 mm = 16,43%
 $D_{30} = 0,341$ mm 0.063mm < pesek > 2.0 mm = 25,10%
 $D_{60} = 5,366$ mm prod, grušč > 2.0 mm = 58,47%

$C_u = 471,85$
 $C_c = 1,91$

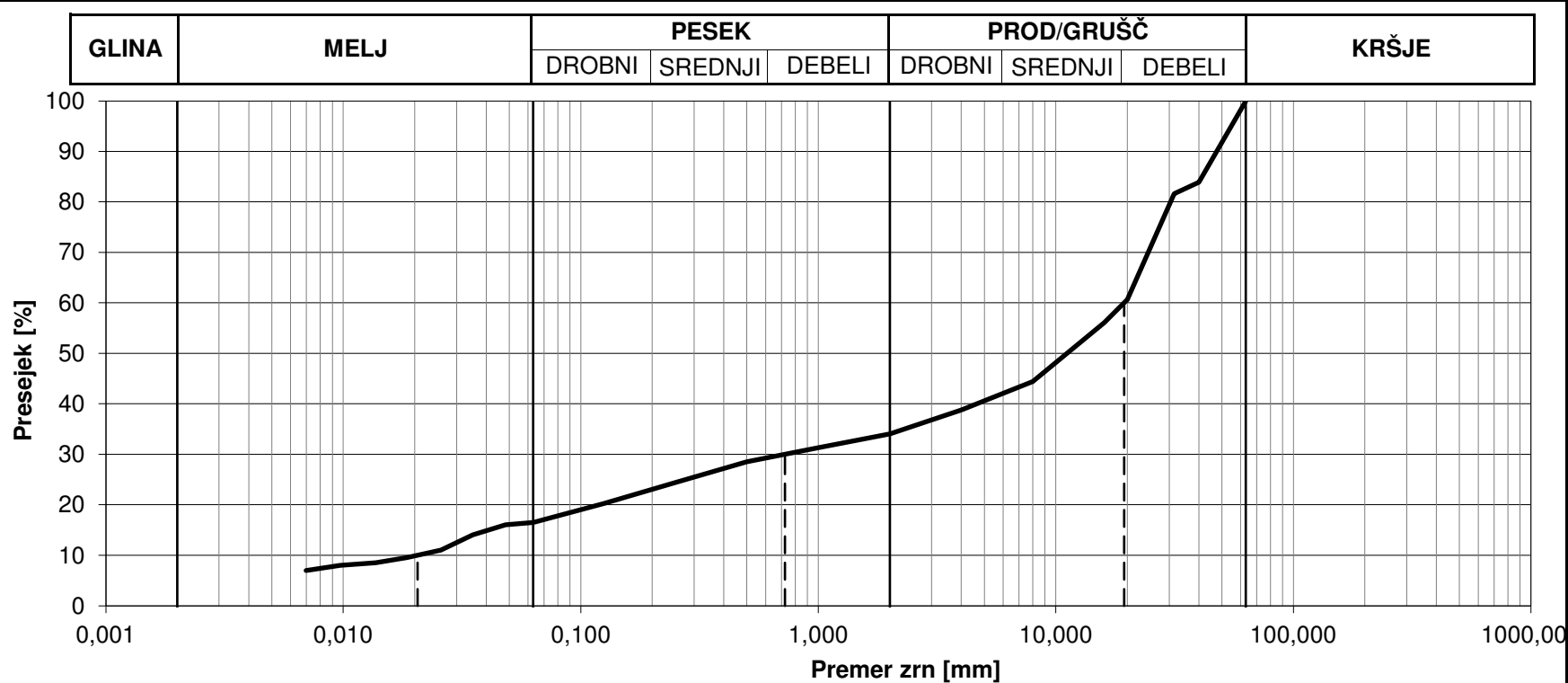
LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-1/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	11,7-12,0 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_4
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC,glinast prod s peskom



$D_{10} = 0,005$ mm melj, glina < 0.063 mm = 26,19%
 $D_{30} = 0,126$ mm 0.063mm < pesek > 2.0 mm = 23,74%
 $D_{60} = 4,259$ mm prod, grušč > 2.0 mm = 50,07%

$C_u = 795,89$
 $C_c = 0,69$

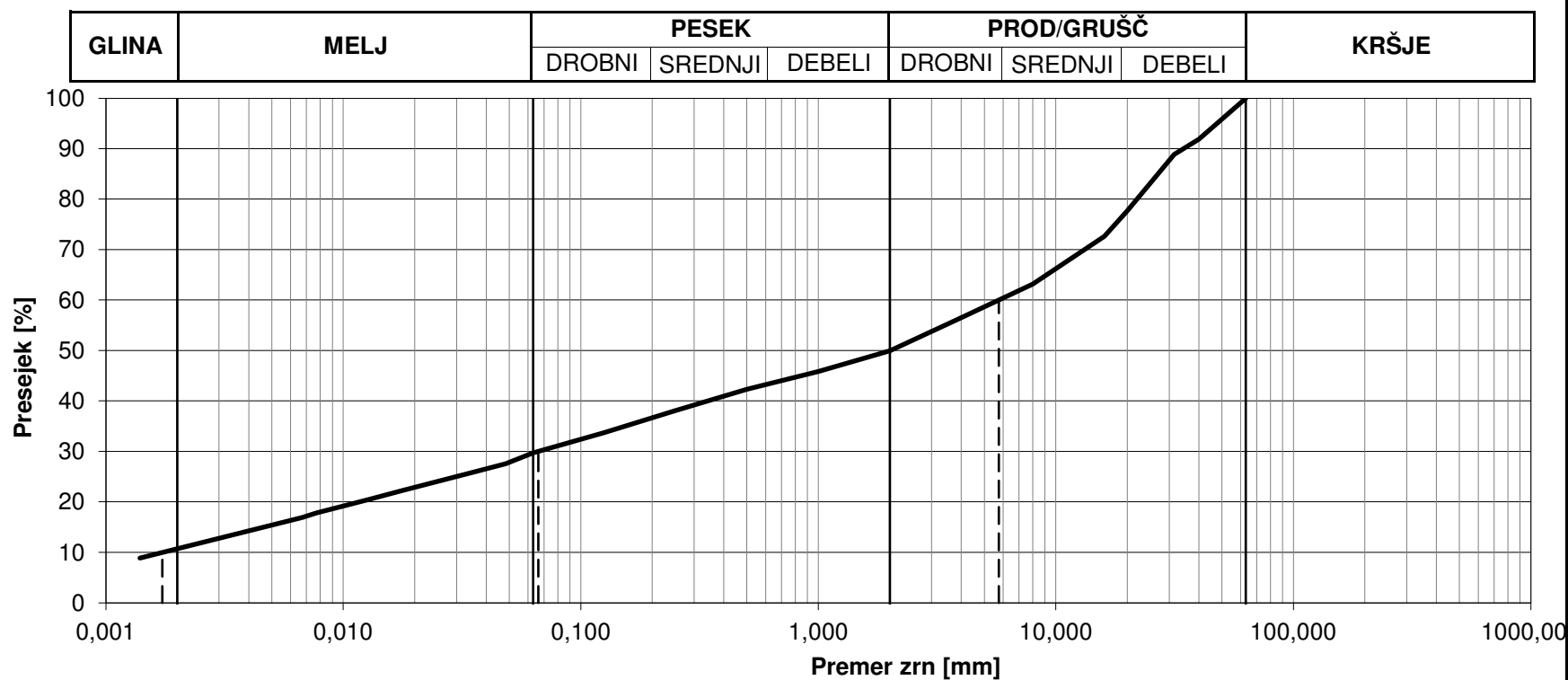
LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-1/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	15,5-16,0 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_5
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC,glinast prod s peskom



D₁₀= 0,021 mm melj, glina < 0.063 mm = 16,51%
D₃₀= 0,723 mm 0.063mm < pesek > 2.0 mm = 17,54%
D₆₀= 19,394 mm prod, grušč > 2.0 mm = 65,95%

C_u= 945,57
C_c= 1,32

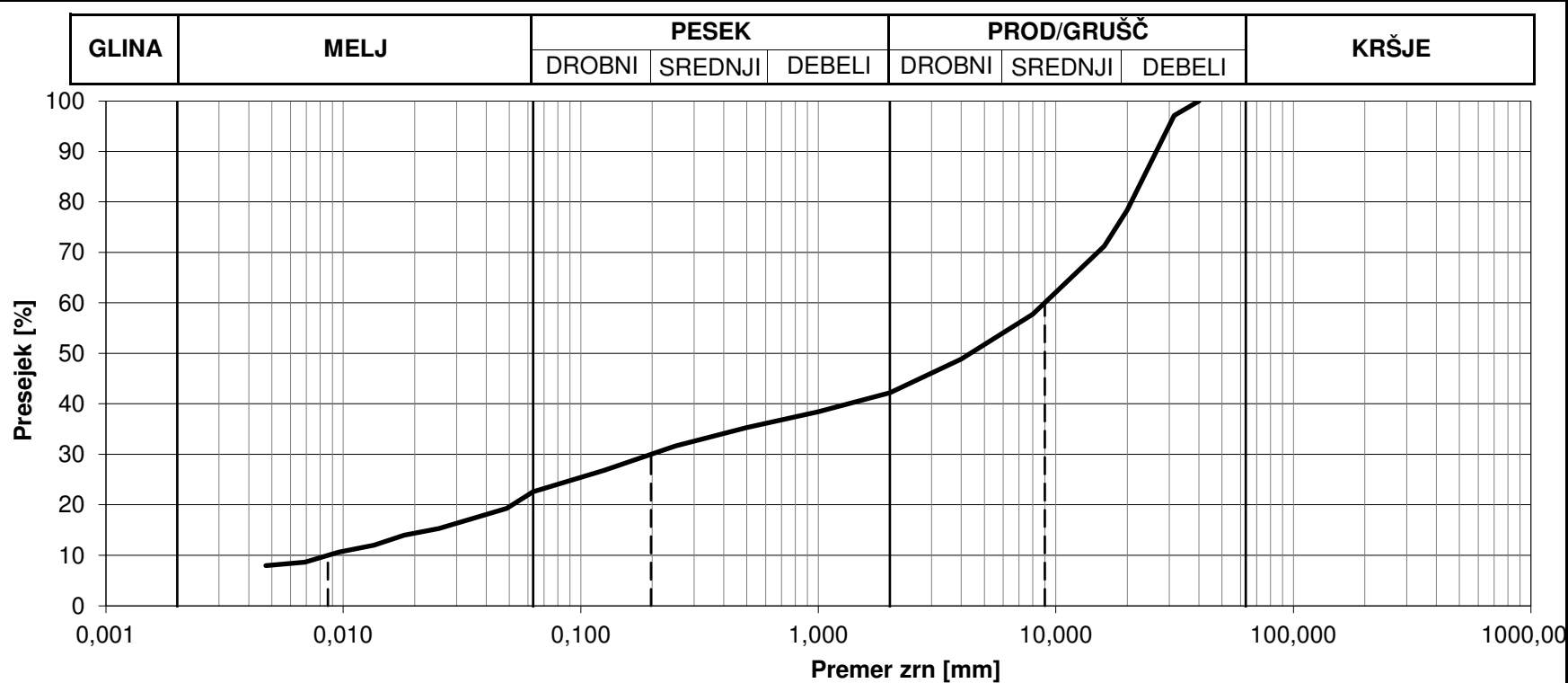
LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-1/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	26,5-26,7 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	2.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_6
KONEC RAZISKAVE:	9.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC,glinast prod s peskom



D₁₀= 0,002 mm melj, glina < 0.063 mm = 29,71%
D₃₀= 0,066 mm 0.063mm < pesek > 2.0 mm = 20,23%
D₆₀= 5,749 mm prod, grušč > 2.0 mm = 50,06%

C_u= 3321,96
C_c= 0,44

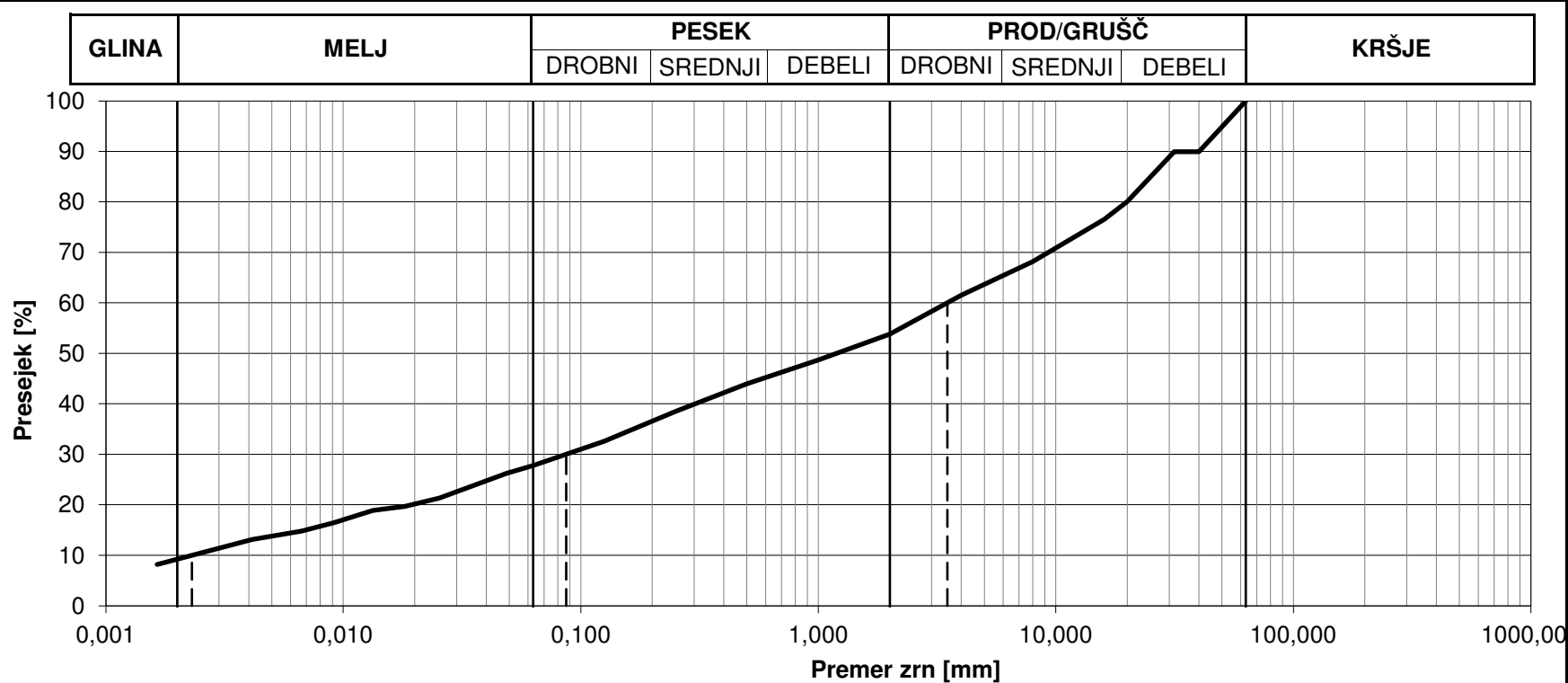
LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-1/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	29,3-29,9 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	26.09.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_7
KONEC RAZISKAVE:	3.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC,glinast prod s peskom



D₁₀= 0,009 mm melj, glina < 0.063 mm = 22,57%
D₃₀= 0,197 mm 0.063mm < pesek > 2.0 mm = 19,63%
D₆₀= 8,984 mm prod, grušč > 2.0 mm = 57,80%

C_u= 1043,48
C_c= 0,50

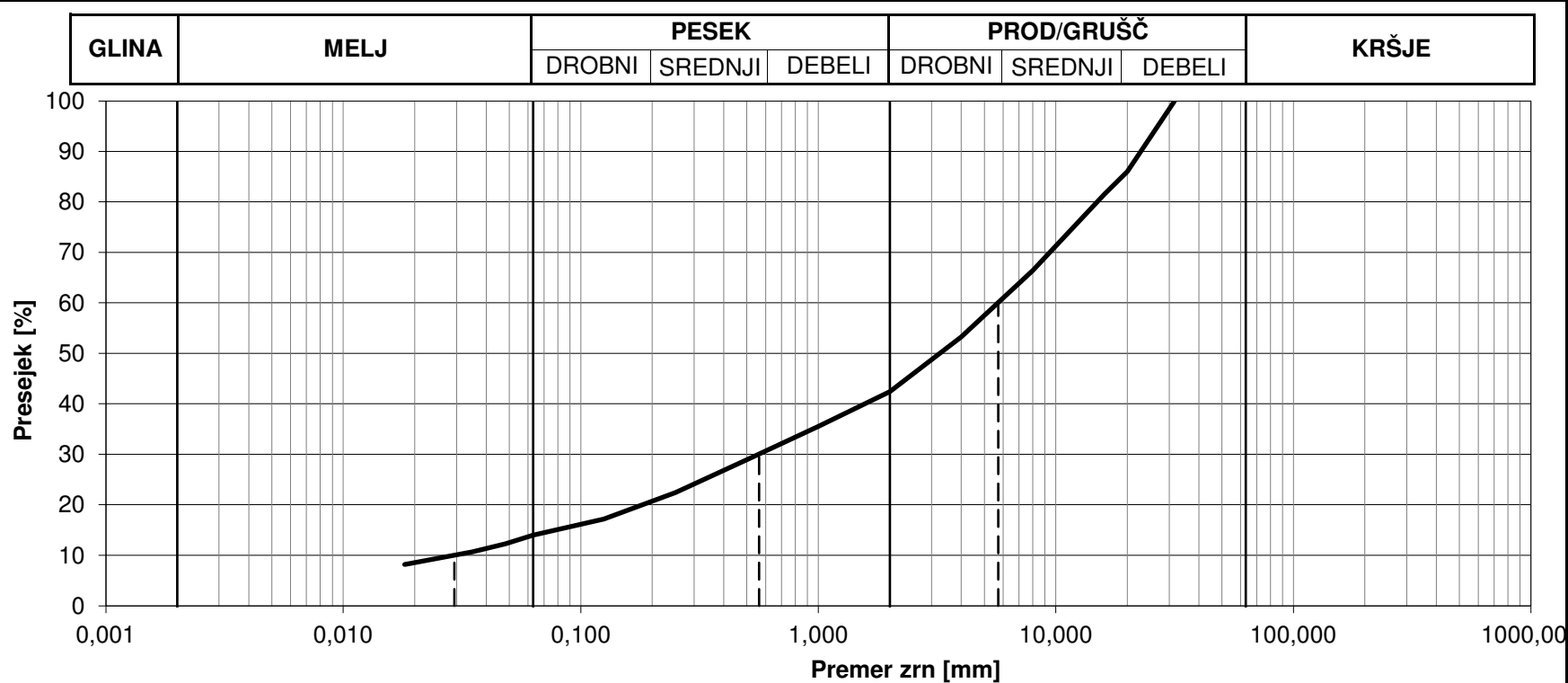
LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-1/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	34,0-34,5 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_8
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC,glinast prod s peskom



$D_{10} = 0,002$ mm melj, glina < 0.063 mm = 27,75%
 $D_{30} = 0,087$ mm 0.063mm < pesek > 2.0 mm = 26,05%
 $D_{60} = 3,490$ mm prod, grušč > 2.0 mm = 46,20%

$C_u = 1514,63$
 $C_c = 0,94$

LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-1/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	36,31-36,6 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_9
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC,glinast prod s peskom



$D_{10}= 0,029$ mm

$D_{30}= 0,562$ mm

$D_{60}= 5,713$ mm

melj, glina < 0.063 mm = 13,98%

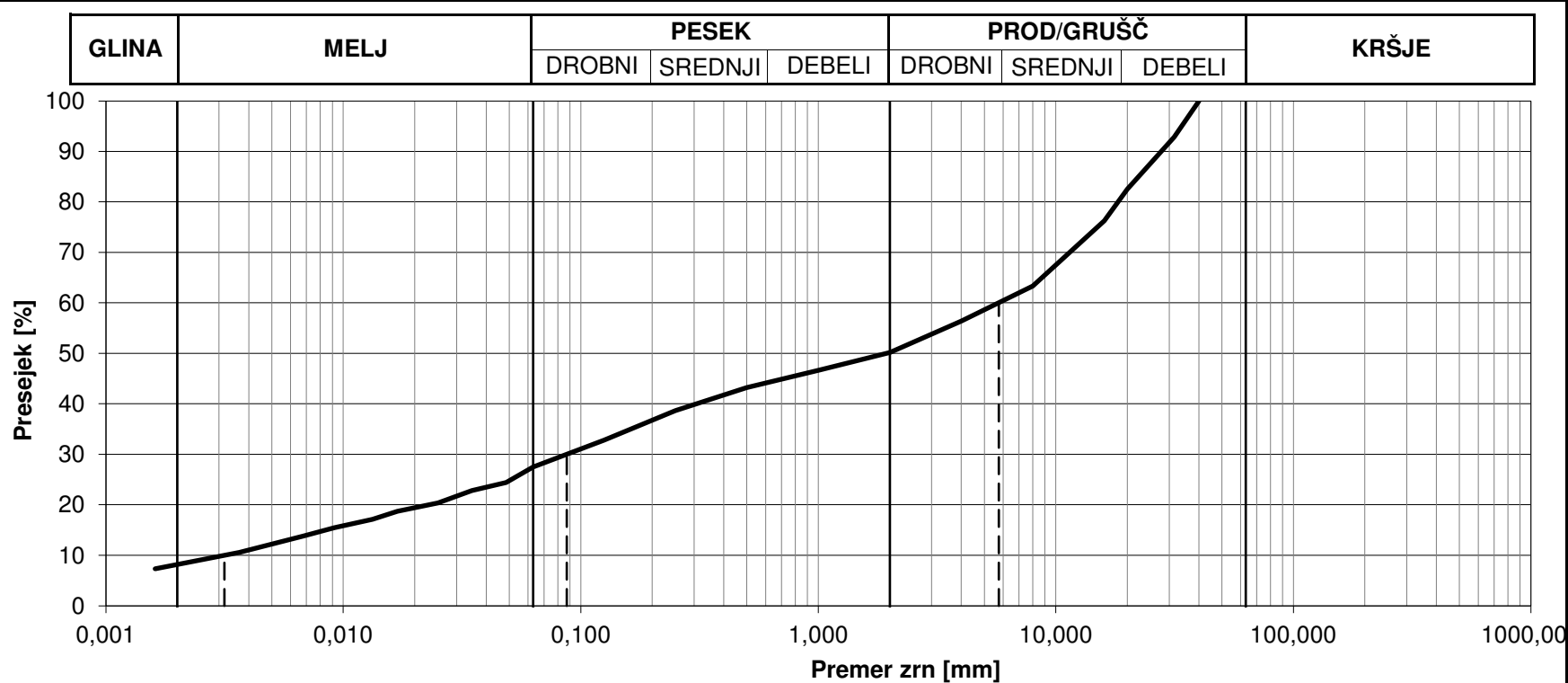
0.063mm < pesek > 2.0 mm = 28,43%

prod, grušč > 2.0 mm = 57,59%

$C_u= 194,61$

$C_c= 1,88$

LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-1/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	38,0-38,5 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	2.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_10
KONEC RAZISKAVE:	9.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC,glinast prod s peskom

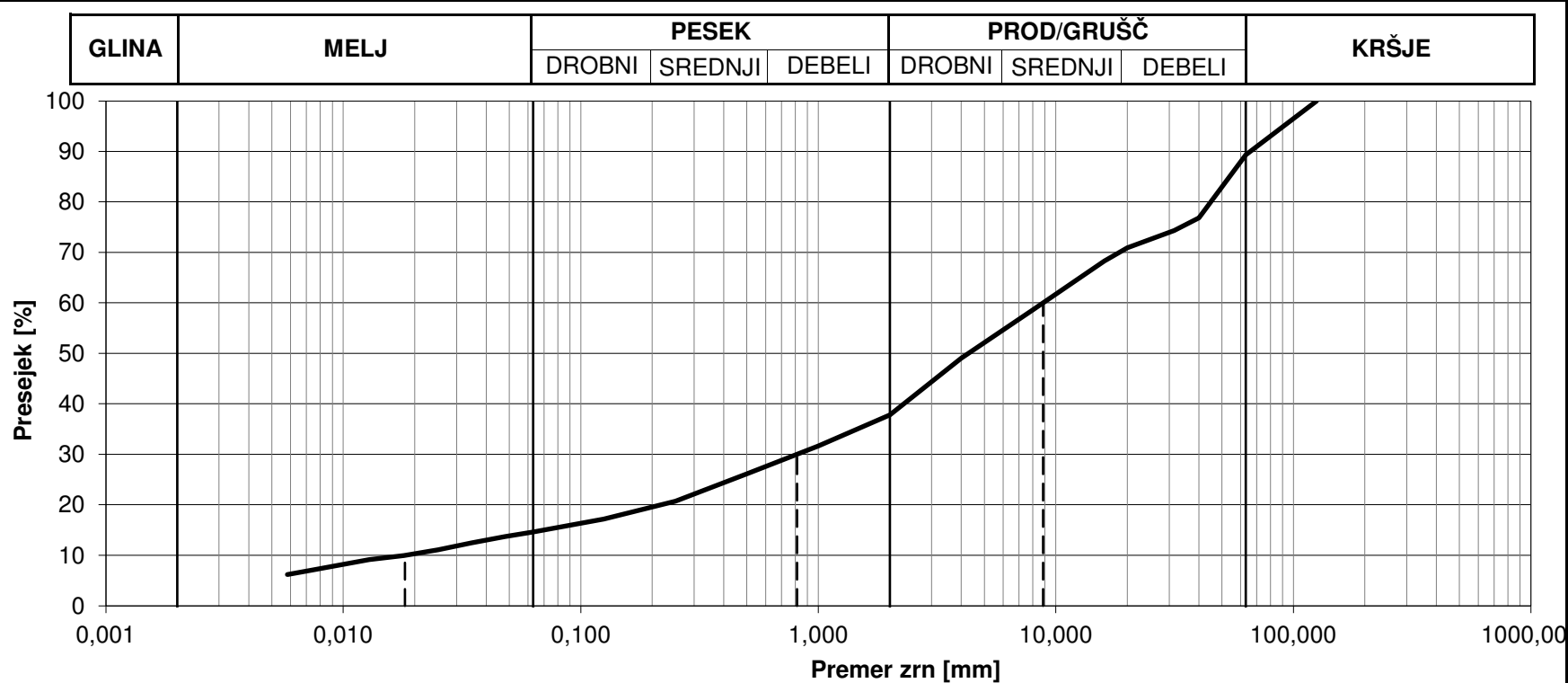


$D_{10} = 0,003$ mm
 $D_{30} = 0,087$ mm
 $D_{60} = 5,744$ mm

melj, glina < 0.063 mm = 27,49%
 0.063mm < pesek > 2.0 mm = 22,69%
 prod, grušč > 2.0 mm = 49,82%

$C_u = 1821,10$
 $C_c = 0,42$

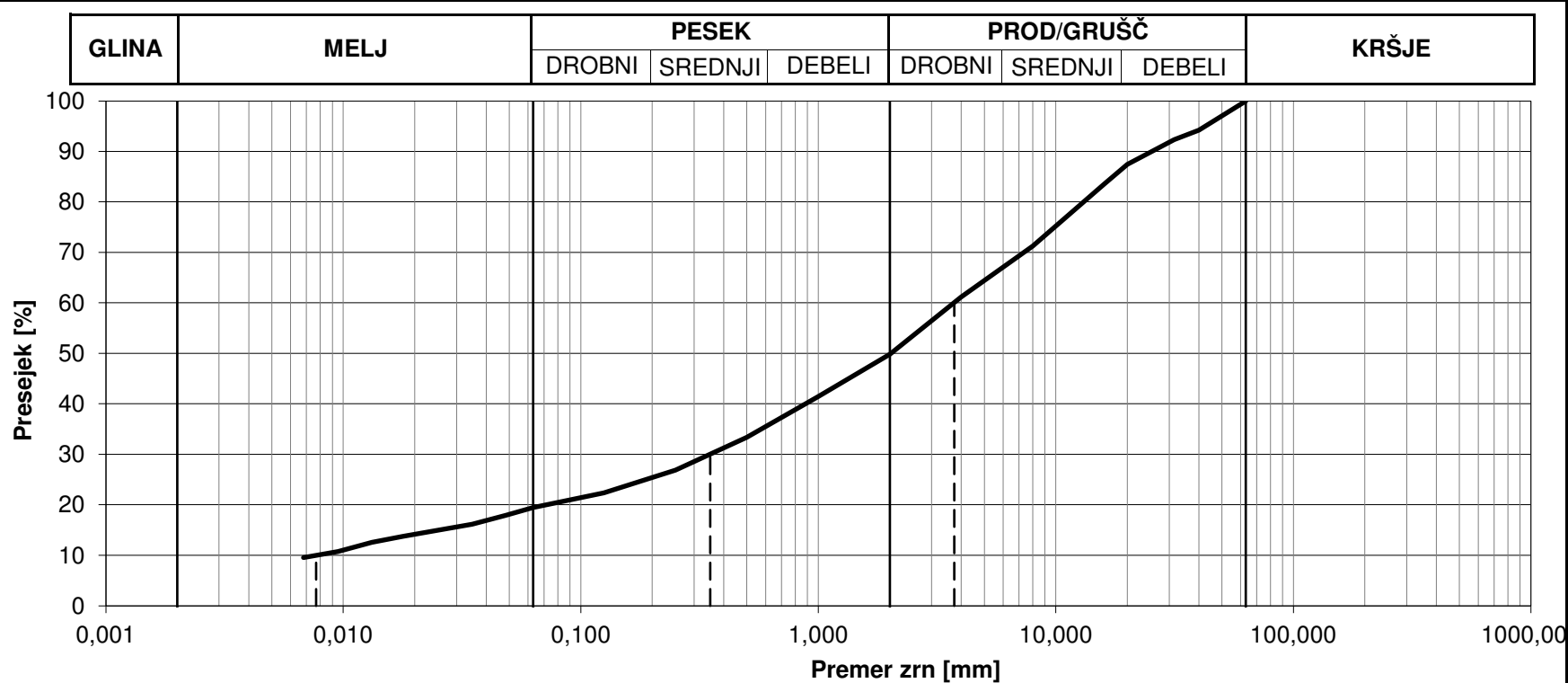
LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-2/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	5,5-5,8 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_11
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC,glinast prod s peskom



D₁₀= 0,018 mm melj, glina < 0.063 mm = 14,60%
D₃₀= 0,813 mm 0.063mm < pesek > 2.0 mm = 23,22%
D₆₀= 8,833 mm prod, grušč > 2.0 mm = 62,18%

C_u= 486,24
C_c= 4,11

LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-2/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	6,0-6,3 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_12
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC,glinast prod s peskom

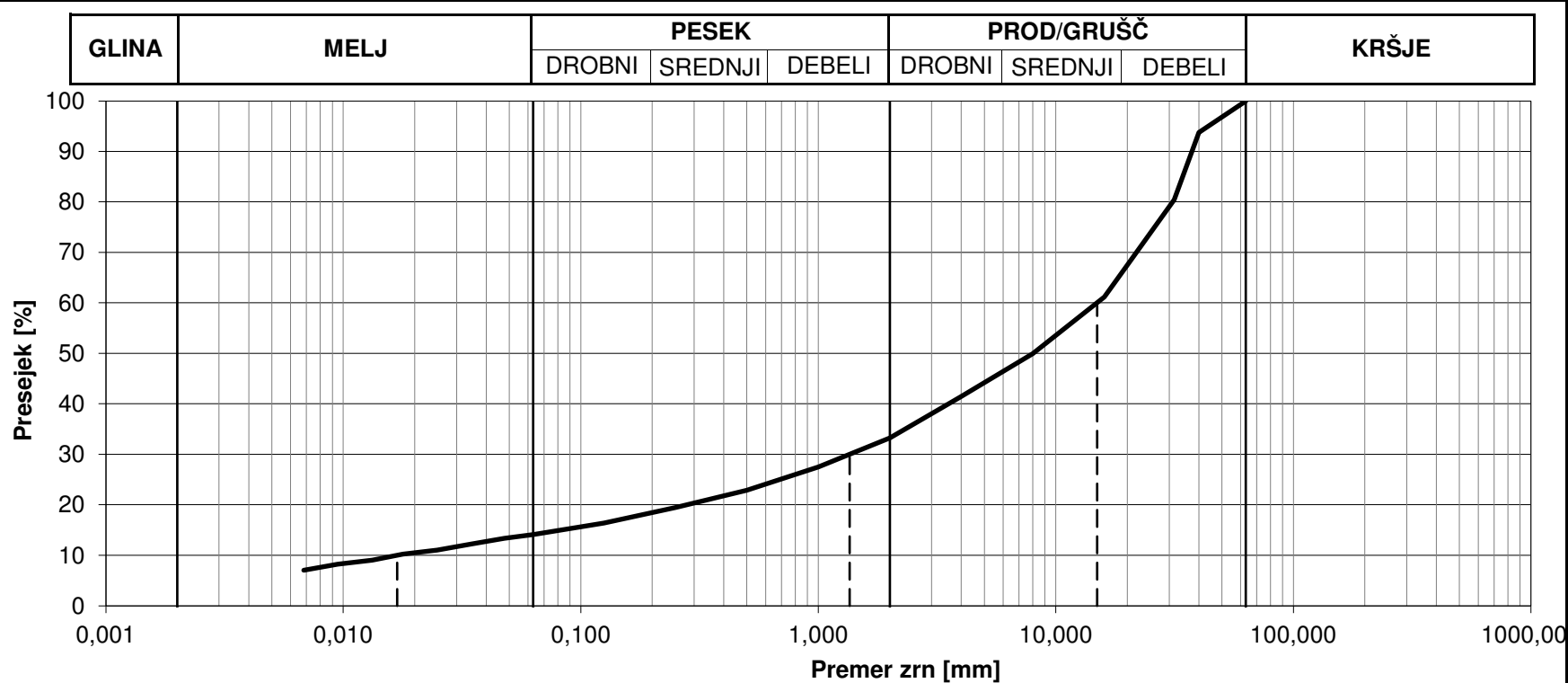


$D_{10} = 0,008$ mm
 $D_{30} = 0,350$ mm
 $D_{60} = 3,732$ mm

melj, glina < 0.063 mm = 19,47%
 0.063mm < pesek > 2.0 mm = 30,35%
 prod, grušč > 2.0 mm = 50,18%

$C_u = 486,23$
 $C_c = 4,27$

LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-2/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	7,7-8,0 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_13
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC,glinast prod s peskom



$D_{10}= 0,017$ mm

melj, glina < 0.063 mm = 14,11%

$C_u= 885,49$

$D_{30}= 1,353$ mm

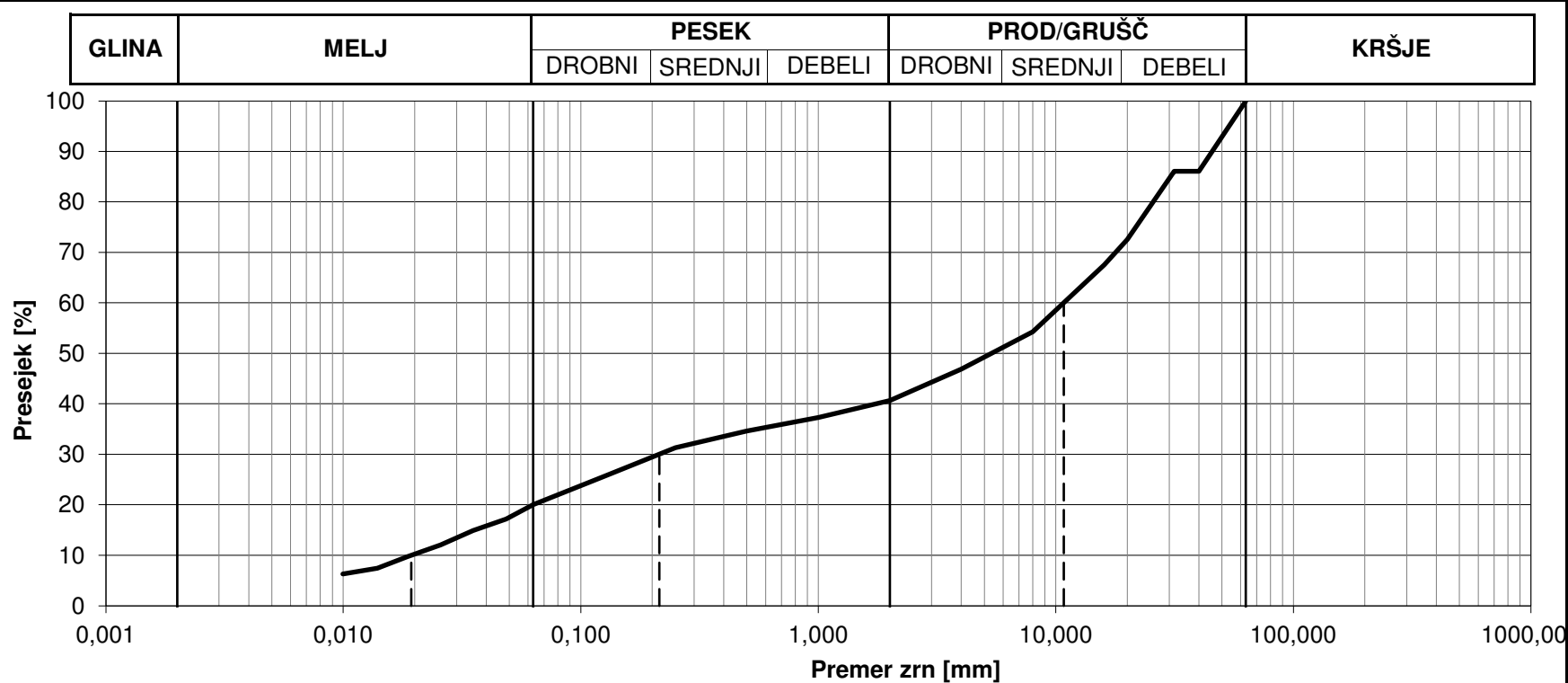
0.063mm < pesek > 2.0 mm = 19,13%

$C_c= 7,30$

$D_{60}= 14,902$ mm

prod, grušč > 2.0 mm = 66,76%

LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-1/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	10,2-10,5 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_14
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC,glinast prod s peskom



$D_{10} = 0,019$ mm

melj, glina < 0.063 mm = 20,05%

$C_u = 559,25$

$D_{30} = 0,214$ mm

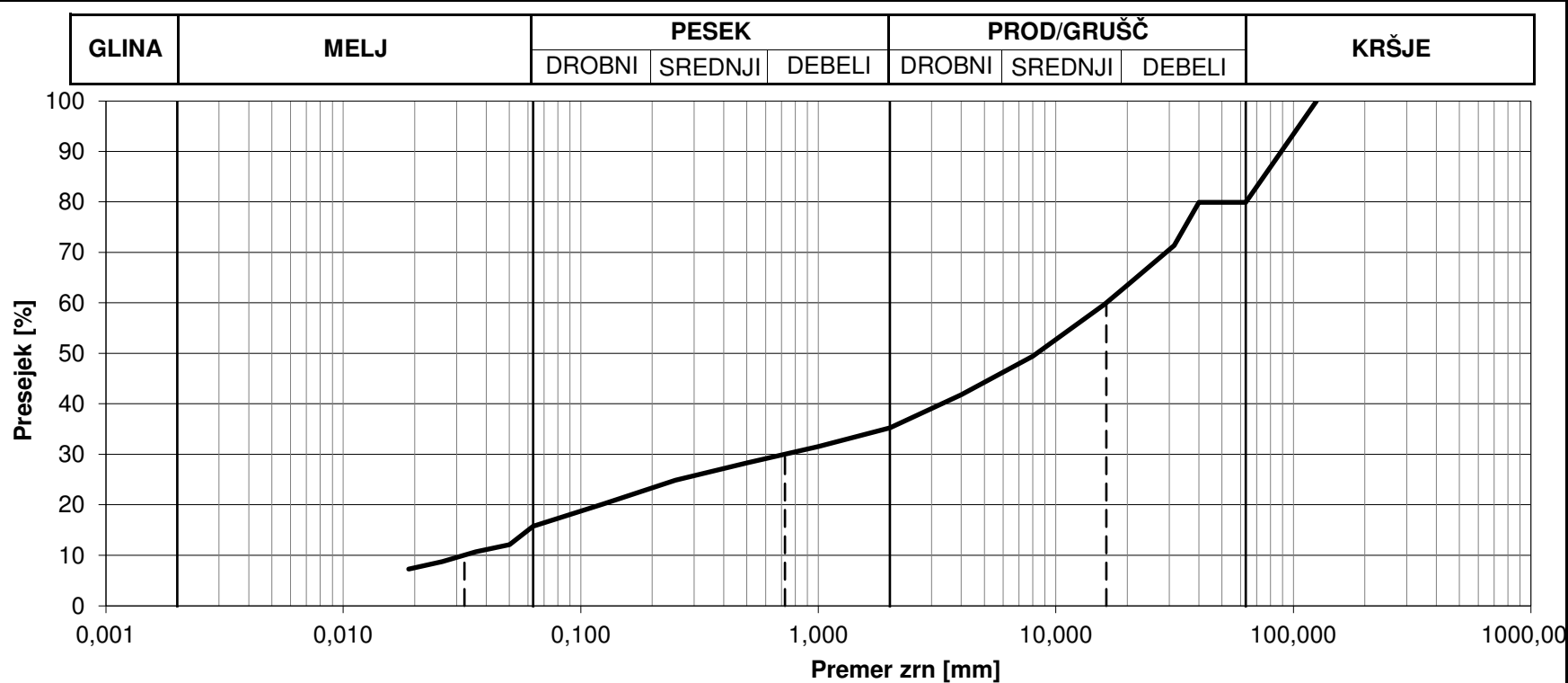
0.063mm < pesek > 2.0 mm = 20,60%

$C_c = 0,22$

$D_{60} = 10,796$ mm

prod, grušč > 2.0 mm = 59,35%

LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-2/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	11,0-11,3 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_15
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC,ginast prod s peskom



$D_{10} = 0,032$ mm

$D_{30} = 0,722$ mm

$D_{60} = 16,301$ mm

melj, glina < 0.063 mm = 15,75%

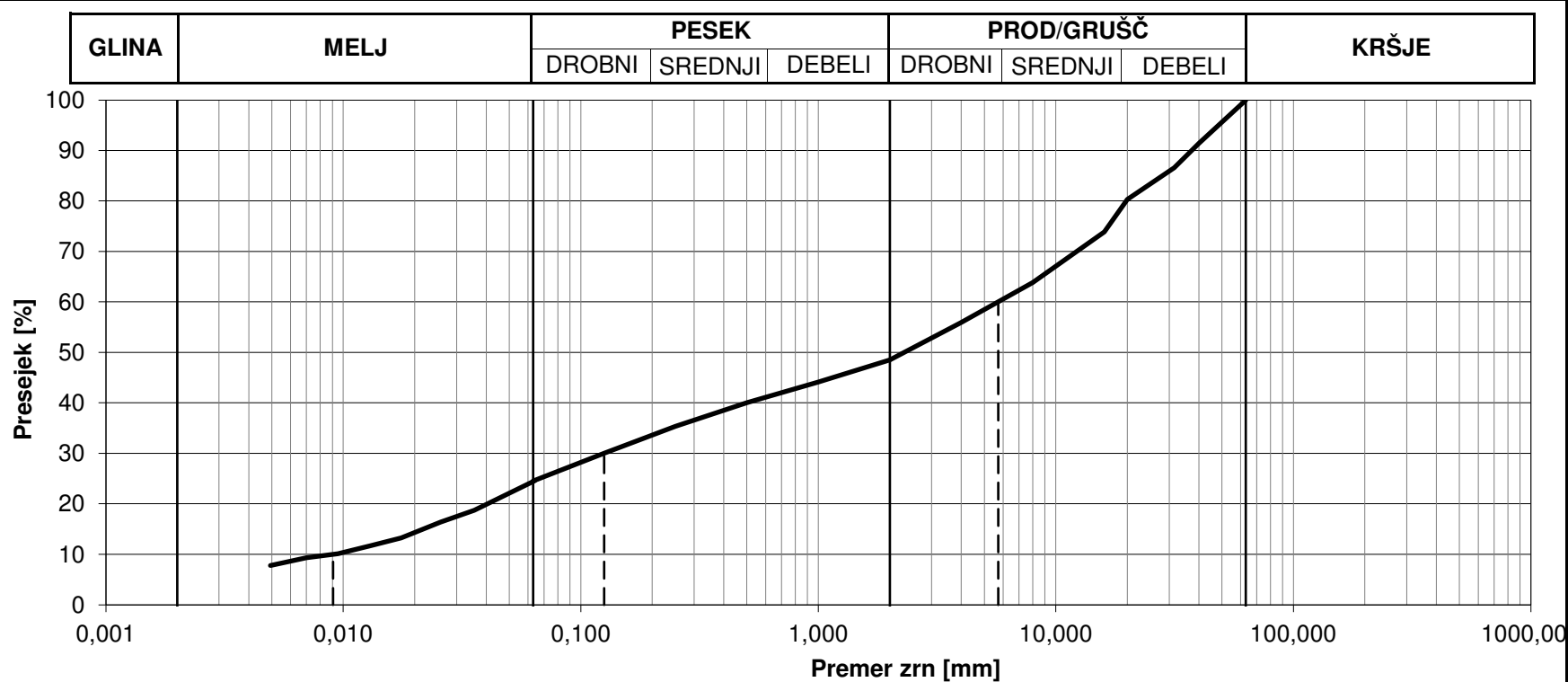
0.063mm < pesek > 2.0 mm = 19,50%

prod, grušč > 2.0 mm = 64,75%

$C_u = 504,34$

$C_c = 0,99$

LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-2/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	11,7-12,0 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_16
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC,glinast prod s peskom



$D_{10} = 0,009$ mm

$D_{30} = 0,125$ mm

$D_{60} = 5,709$ mm

melj, glina < 0.063 mm = 24,52%

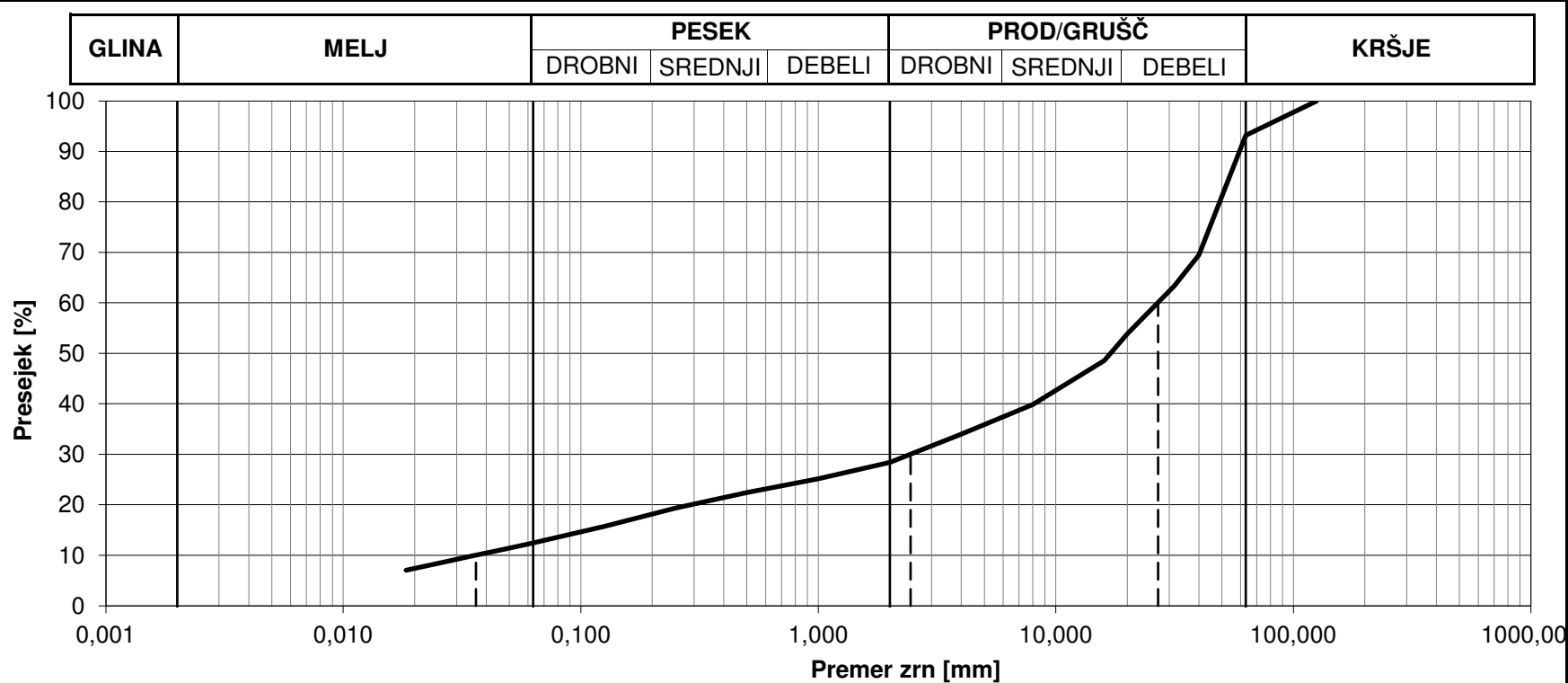
0.063mm < pesek < 2.0 mm = 24,01%

prod, grušč > 2.0 mm = 51,48%

$C_u = 630,47$

$C_c = 0,30$

LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-2/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	12,2-12,6 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_17
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC,glinast prod s peskom



$D_{10} = 0,036$ mm

melj, glina < 0.063 mm = 12,44%

$C_u = 744,12$

$D_{30} = 2,440$ mm

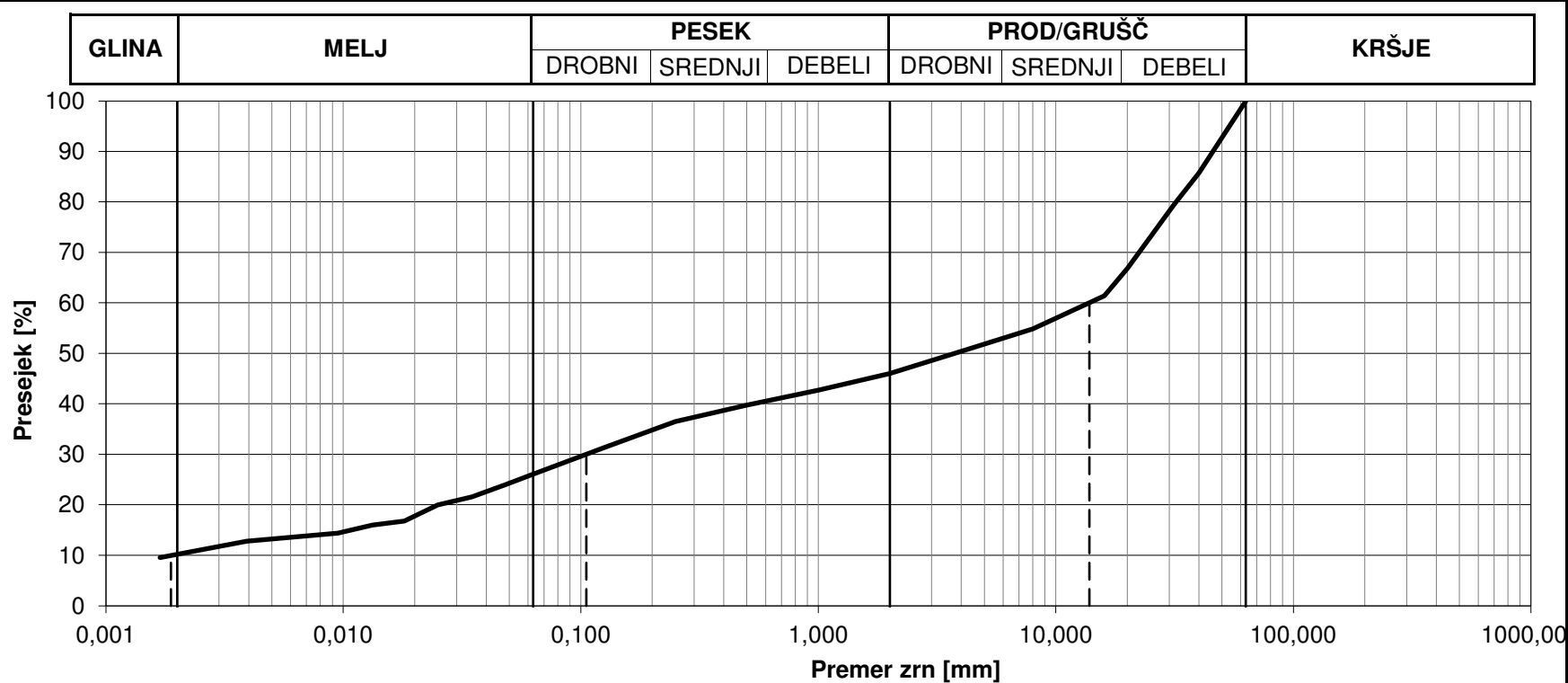
0.063mm < pesek > 2.0 mm = 15,94%

$C_c = 6,13$

$D_{60} = 26,879$ mm

prod, grušč > 2.0 mm = 71,61%

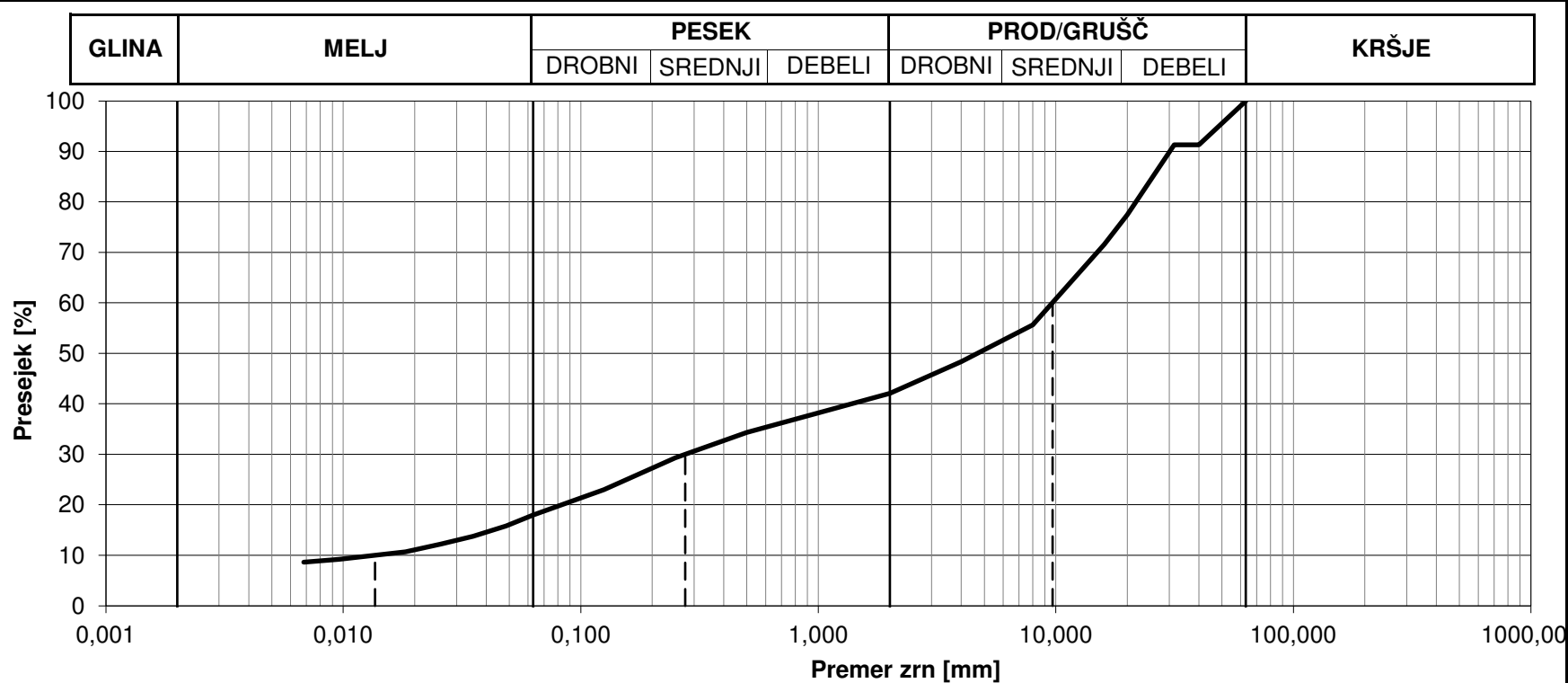
LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-2/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	14,7-15,0 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_18
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC,glinast prod s peskom



D₁₀= 0,002 mm melj, glina < 0.063 mm = 26,08%
D₃₀= 0,106 mm 0.063mm < pesek > 2.0 mm = 19,92%
D₆₀= 13,818 mm prod, grušč > 2.0 mm = 54,00%

C_u= 7344,64
C_c= 0,43

LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-2/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	21,0-21,3 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_19
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC, glinast prod s peskom



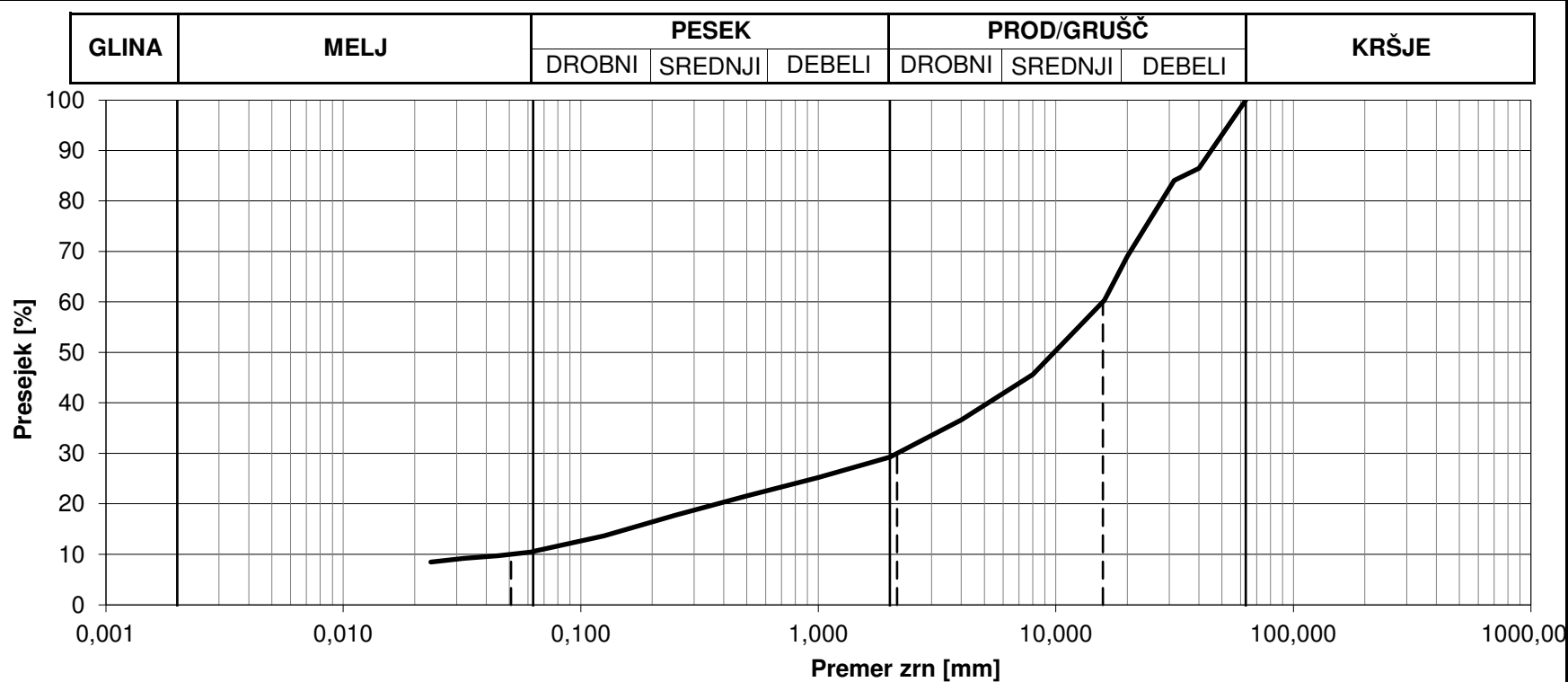
$D_{10} = 0,014$ mm melj, glina < 0.063 mm = 17,97%
 $D_{30} = 0,275$ mm 0.063mm < pesek > 2.0 mm = 24,07%
 $D_{60} = 9,664$ mm prod, grušč > 2.0 mm = 57,96%

$C_u = 710,75$
 $C_c = 0,57$

ZRNAVOSTNA SESTAVA

SIST EN ISO 17892-4:2016

LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-2/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	25,5-25,8 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_20
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GP-GC,slabo graduiran prod z glino in peskom



$D_{10}= 0,051$ mm

melj, glina < 0.063 mm = 10,56%

$C_u= 311,03$

$D_{30}= 2,142$ mm

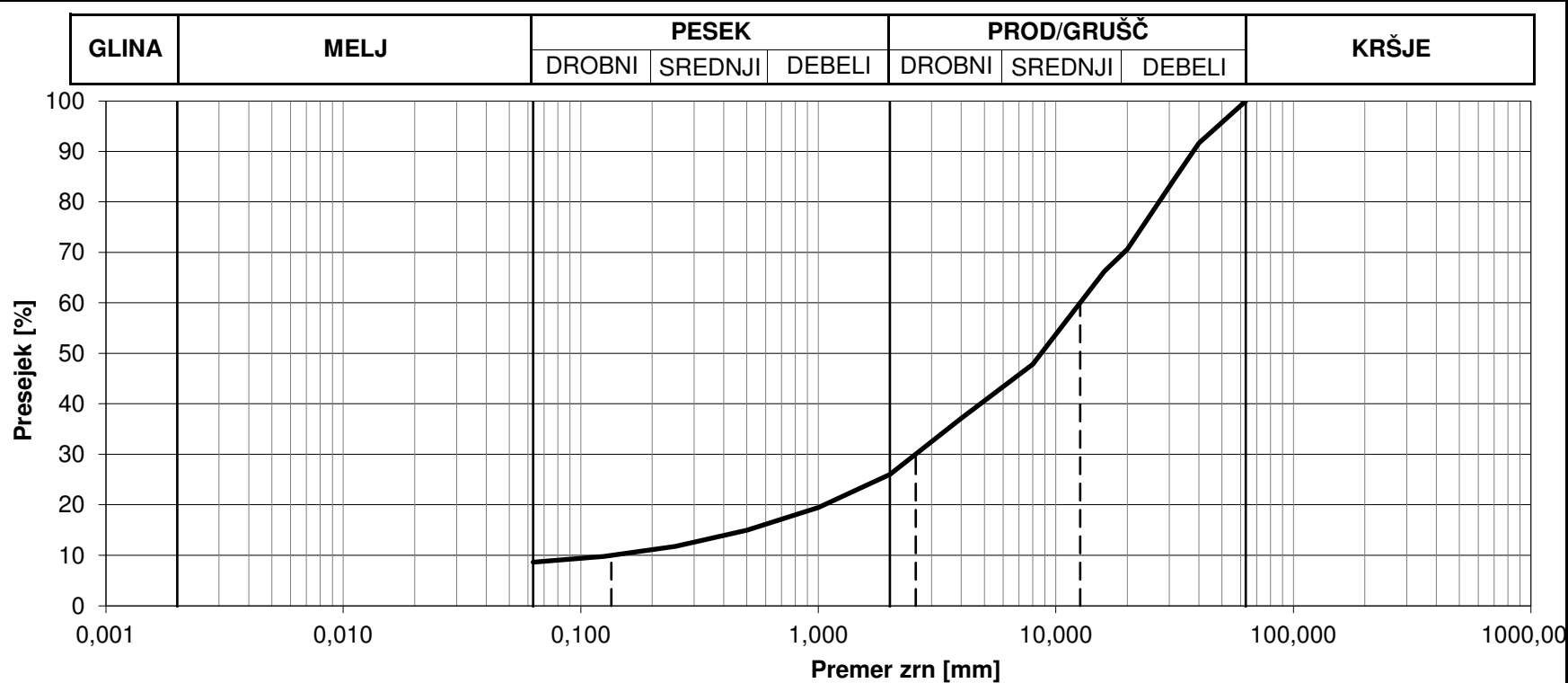
0.063mm < pesek > 2.0 mm = 18,71%

$C_c= 5,73$

$D_{60}= 15,779$ mm

prod, grušč > 2.0 mm = 70,73%

LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-3/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	8,5-9,0 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_21
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GP-GC,slabo graduiran prod z glino in peskom



$D_{10} = 0,134$ mm

melj, glina < 0.063 mm = 8,65%

$C_u = 94,25$

$D_{30} = 2,569$ mm

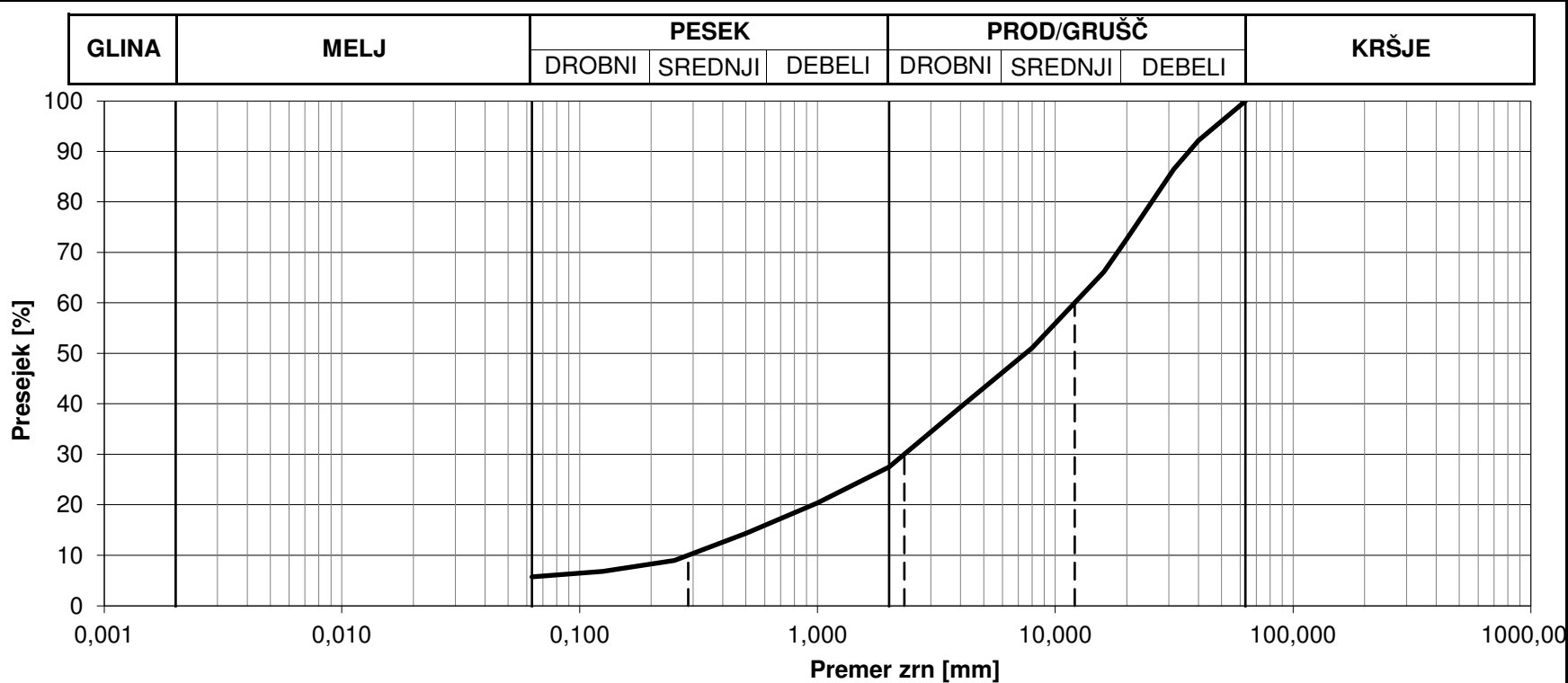
0.063mm < pesek > 2.0 mm = 17,33%

$C_c = 3,89$

$D_{60} = 12,648$ mm

prod, grušč > 2.0 mm = 74,02%

LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-3/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	10,5-10,8 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_22
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GW-GM,dobro graduiran prod s peskom in meljem



$D_{10} = 0,286$ mm

melj, glina < 0.063 mm = 5,75%

$C_u = 42,17$

$D_{30} = 2,315$ mm

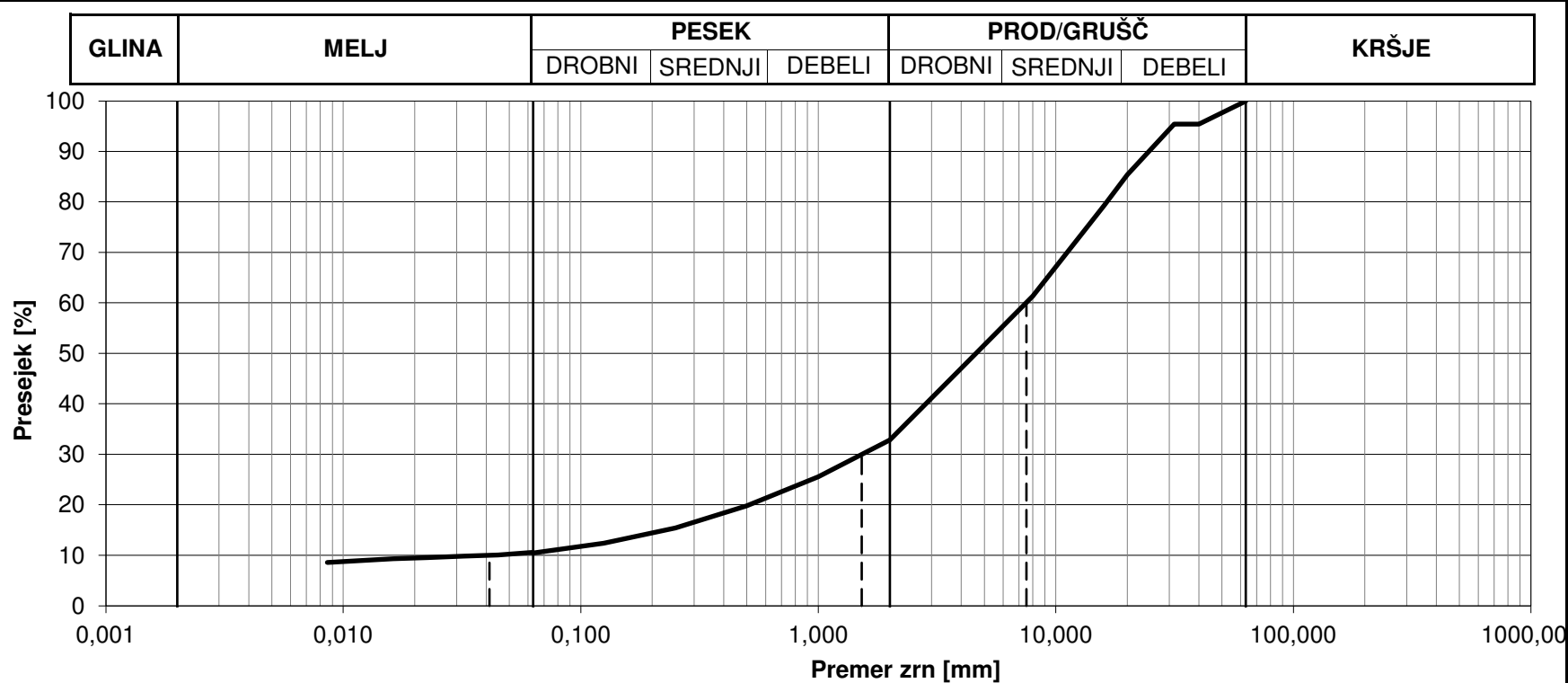
0.063mm < pesek > 2.0 mm = 21,75%

$C_c = 1,55$

$D_{60} = 12,058$ mm

prod, grušč > 2.0 mm = 72,50%

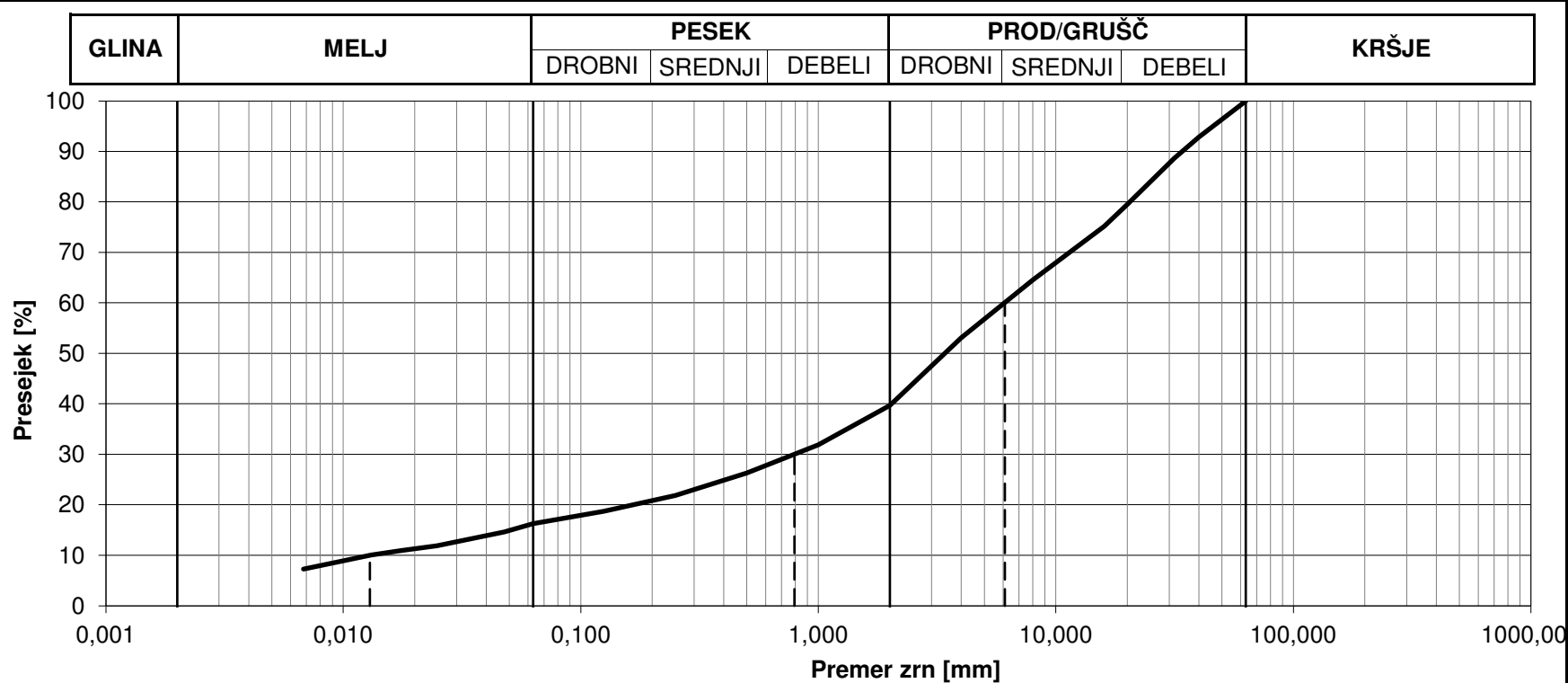
LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-3/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	14,0-14,3 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_23
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GP-GM,slabo graduiran prod z meljem in peskom



D₁₀= 0,041 mm melj, glina < 0.063 mm = 10,45%
D₃₀= 1,523 mm 0.063mm < pesek > 2.0 mm = 22,42%
D₆₀= 7,504 mm prod, grušč > 2.0 mm = 67,13%

C_u= 181,95
C_c= 7,49

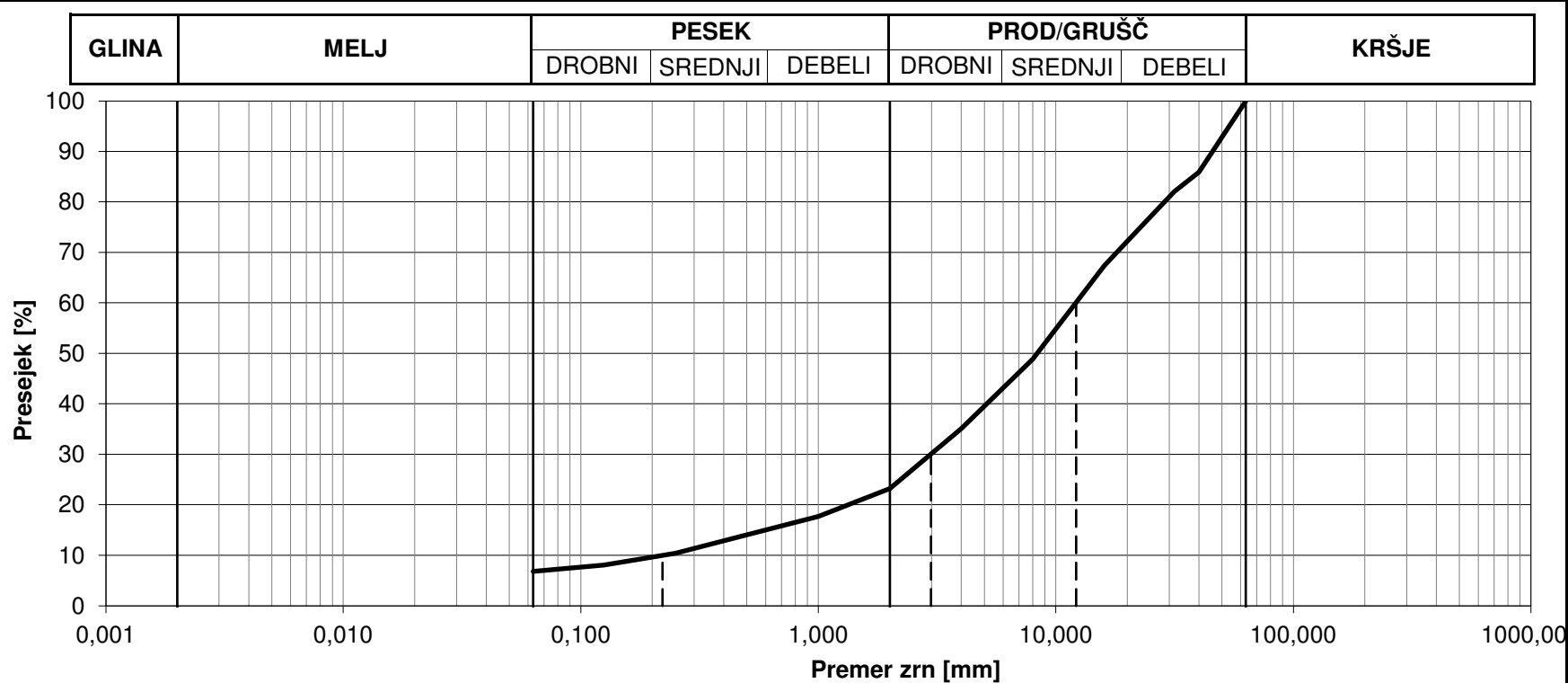
LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-3/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	15,3-15,6 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_24
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GM, meljast prod s peskom



D₁₀= 0,013 mm melj, glina < 0.063 mm = 16,28%
D₃₀= 0,792 mm 0.063mm < pesek > 2.0 mm = 23,40%
D₆₀= 6,087 mm prod, grušč > 2.0 mm = 60,32%

C_u= 471,37
C_c= 7,99

LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-3/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	16,3-16,6 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_25
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GP-GM,slabo graduiran prod z meljem in peskom



$D_{10} = 0,221$ mm

$D_{30} = 2,975$ mm

$D_{60} = 12,149$ mm

melj, glina < 0.063 mm = 6,84%

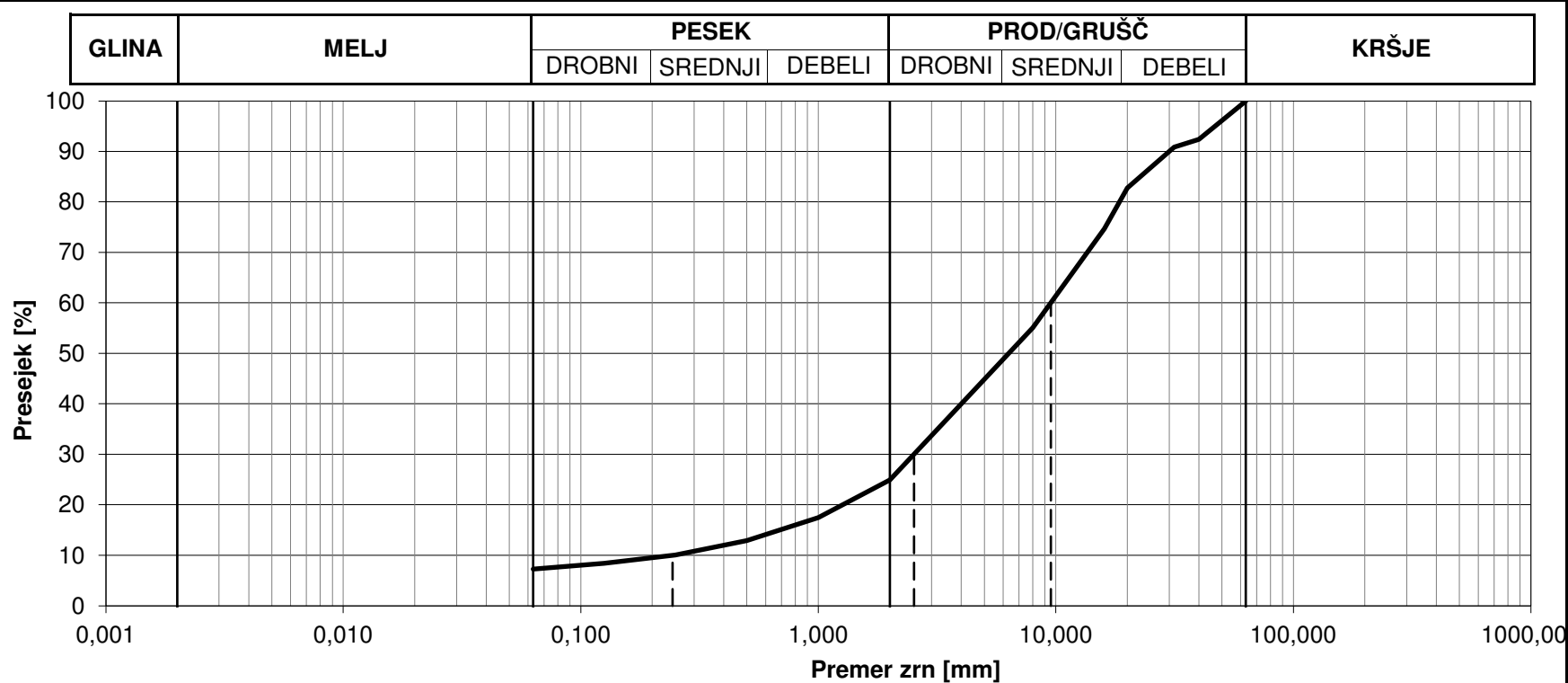
0.063mm < pesek > 2.0 mm = 16,37%

prod, grušč > 2.0 mm = 76,79%

$C_u = 55,02$

$C_c = 3,30$

LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-3/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	20,6-20,9 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_26
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GW-GM, dobro graduiran prod z meljem in peskom



$D_{10} = 0,243$ mm

melj, glina < 0.063 mm = 7,31%

$C_u = 39,16$

$D_{30} = 2,524$ mm

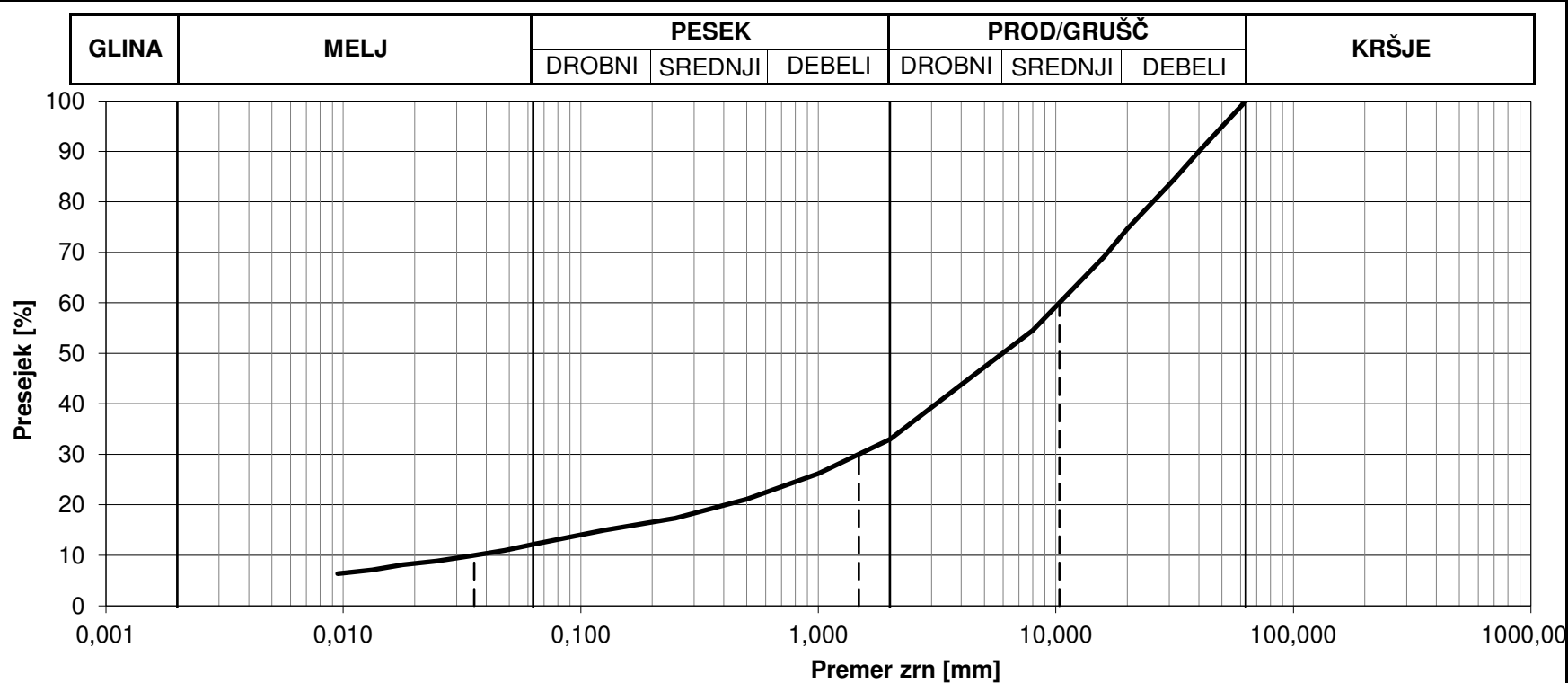
0.063mm < pesek > 2.0 mm = 17,64%

$C_c = 2,75$

$D_{60} = 9,524$ mm

prod, grušč > 2.0 mm = 75,05%

LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-3/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	22,0-22,5 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_27
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GM, meljast prod s peskom


 $D_{10} = 0,036 \text{ mm}$

melj, glina < 0.063 mm = 12,16%

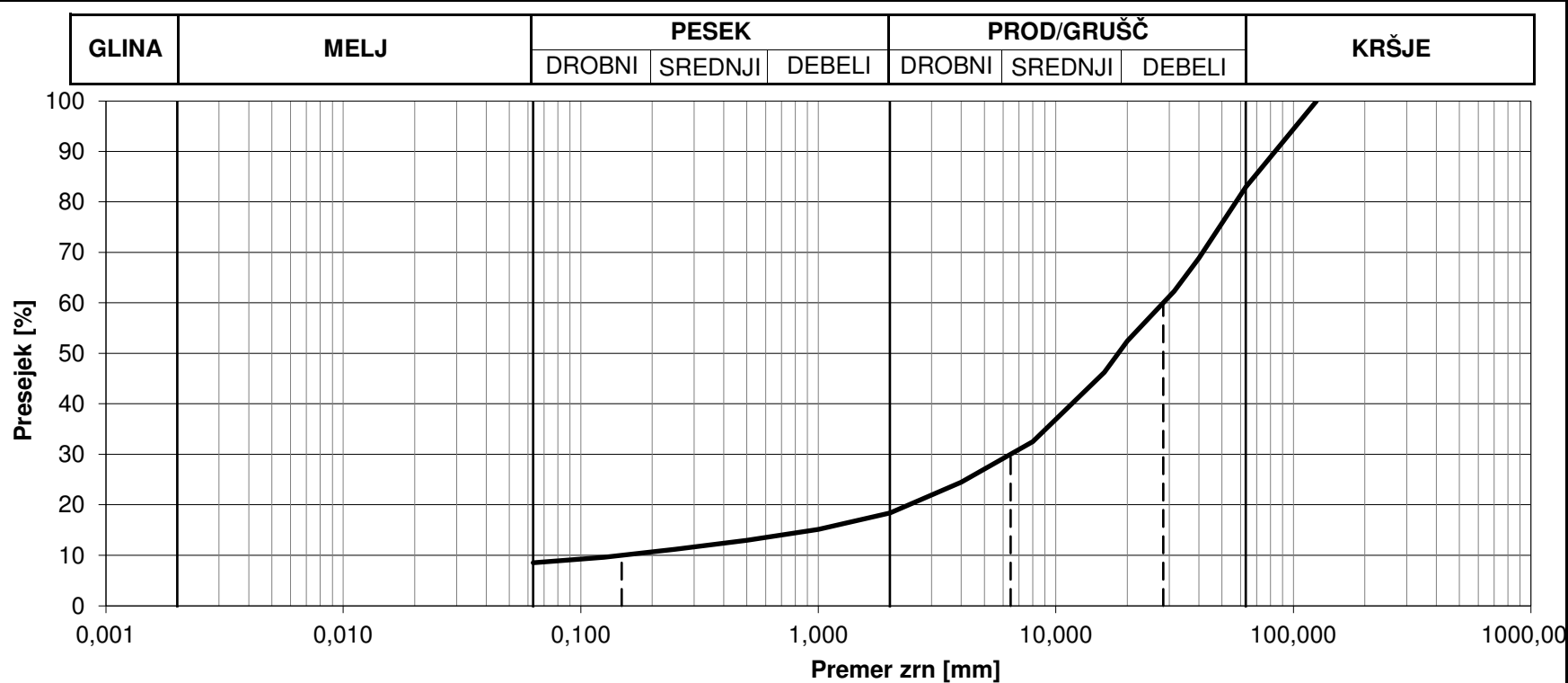
 $C_u = 291,48$
 $D_{30} = 1,479 \text{ mm}$

0.063mm < pesek > 2.0 mm = 20,80%

 $C_c = 5,95$
 $D_{60} = 10,356 \text{ mm}$

prod, grušč > 2.0 mm = 67,04%

LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-3/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	26,4-26,6 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_28
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GP-GM,slabo graduiran prod z glino


 $D_{10} = 0,149 \text{ mm}$

melj, glina < 0.063 mm = 8,57%

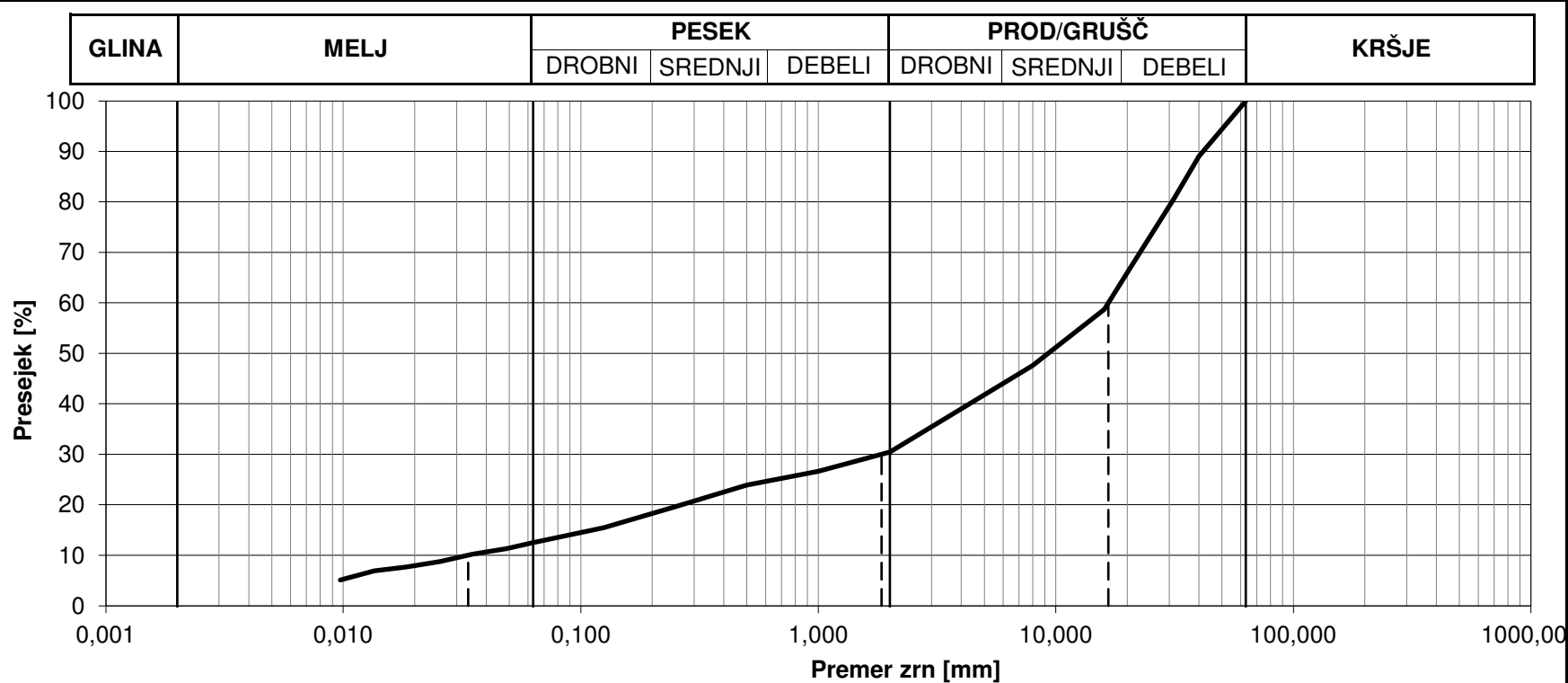
 $C_u = 190,56$
 $D_{30} = 6,437 \text{ mm}$

0.063mm < pesek > 2.0 mm = 9,80%

 $C_c = 9,84$
 $D_{60} = 28,329 \text{ mm}$

prod, grušč > 2.0 mm = 81,63%

LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-3/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	28,5-28,8 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_29
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GM, meljast prod s peskom



$D_{10} = 0,034$ mm

$D_{30} = 1,843$ mm

$D_{60} = 16,638$ mm

melj, glina < 0.063 mm = 12,53%

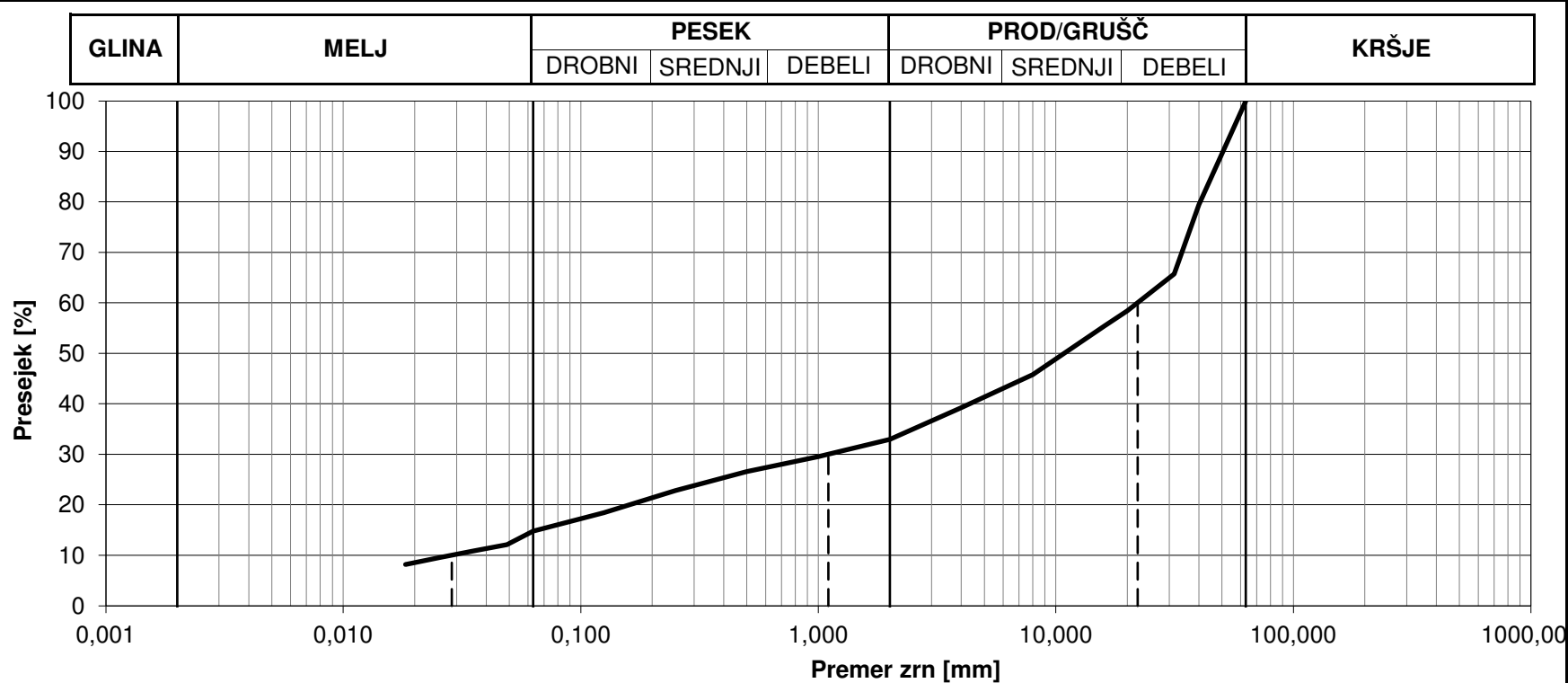
0.063mm < pesek < 2.0 mm = 17,92%

prod, grušč > 2.0 mm = 69,55%

$C_u = 496,05$

$C_c = 6,08$

LOKACIJA:	HUJE	VRTINA:	PZ-3/25
DATUM DOSTAVE:	19.09.2025	GLOBINA:	34,3-34,6 m
ZAČETEK RAZISKAVE:	1.10.2025	OZNAKA VZORCA:	L25_52_30
KONEC RAZISKAVE:	7.10.2025	OPIS ZEMLJINE:	GC, glinast prod s peskom



$D_{10} = 0,029$ mm

$D_{30} = 1,100$ mm

$D_{60} = 22,079$ mm

melj, glina < 0.063 mm = 14,78%

0.063mm < pesek > 2.0 mm = 18,20%

prod, grušč > 2.0 mm = 67,02%

$C_u = 772,12$

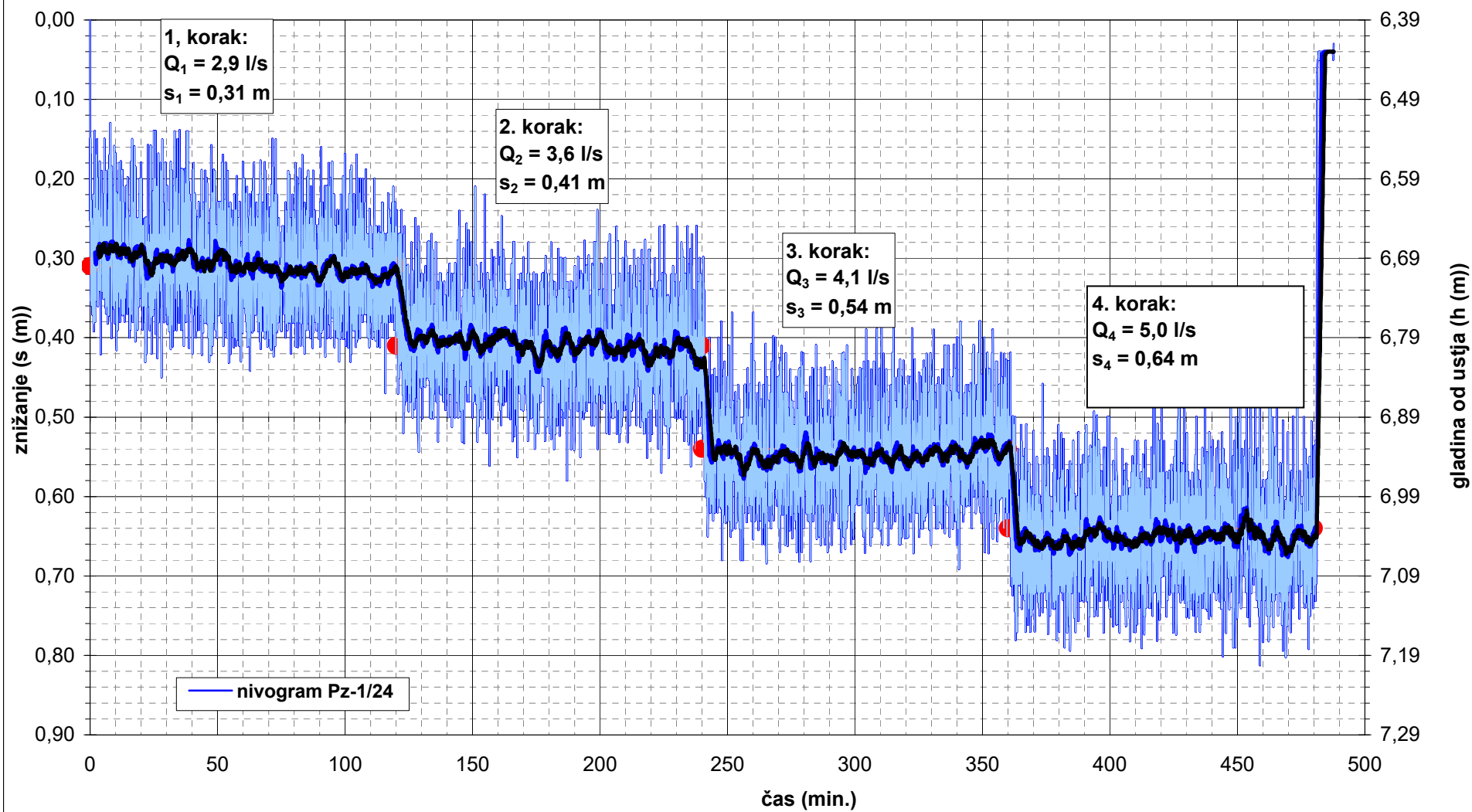
$C_c = 1,92$



Priloga T.08: Obdelava stopenjskega črpalnega testa v
piezometru Pz-1/24.

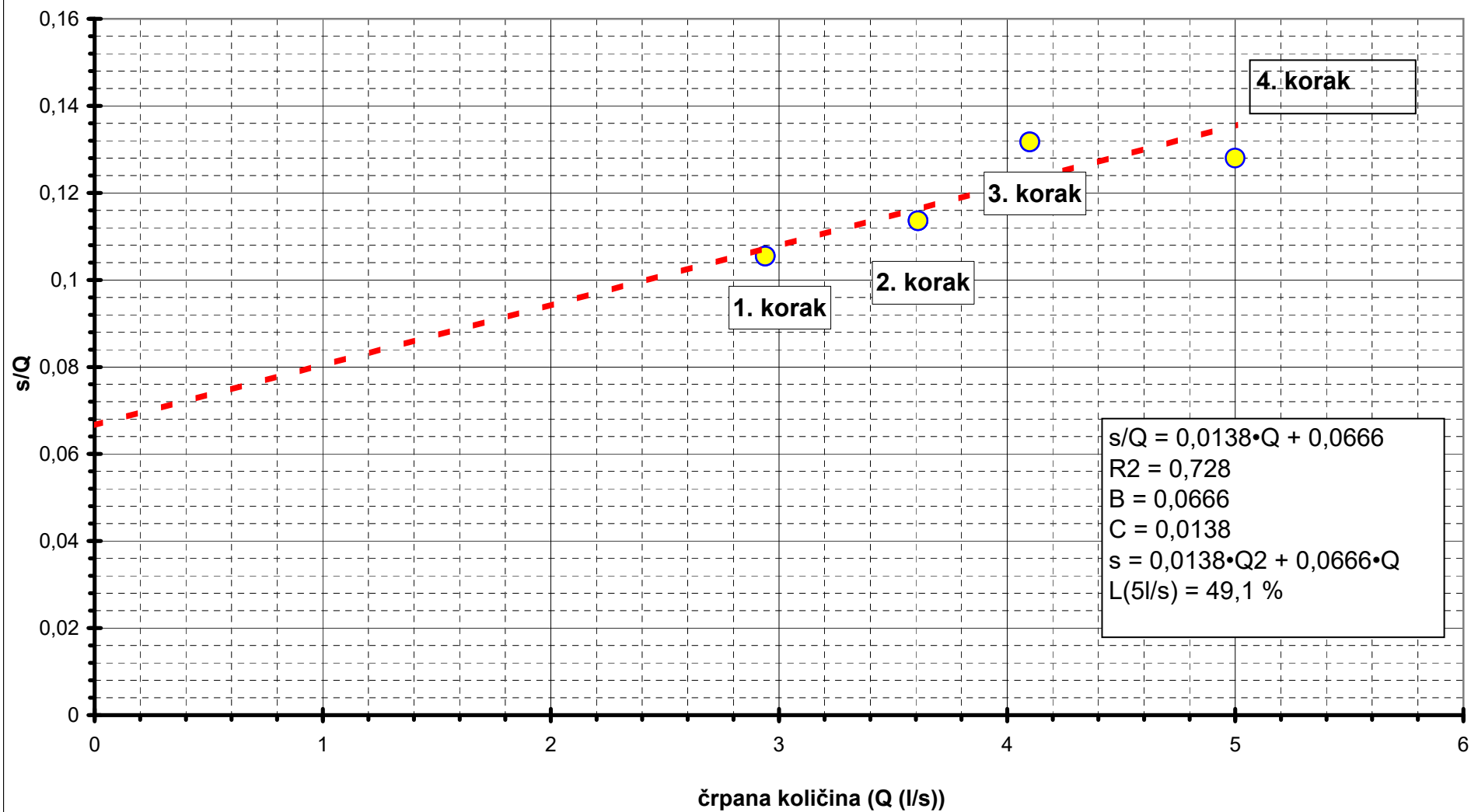


Potek stopenjskega črpalnega preizkusa na vodnjaku Pz-1/24



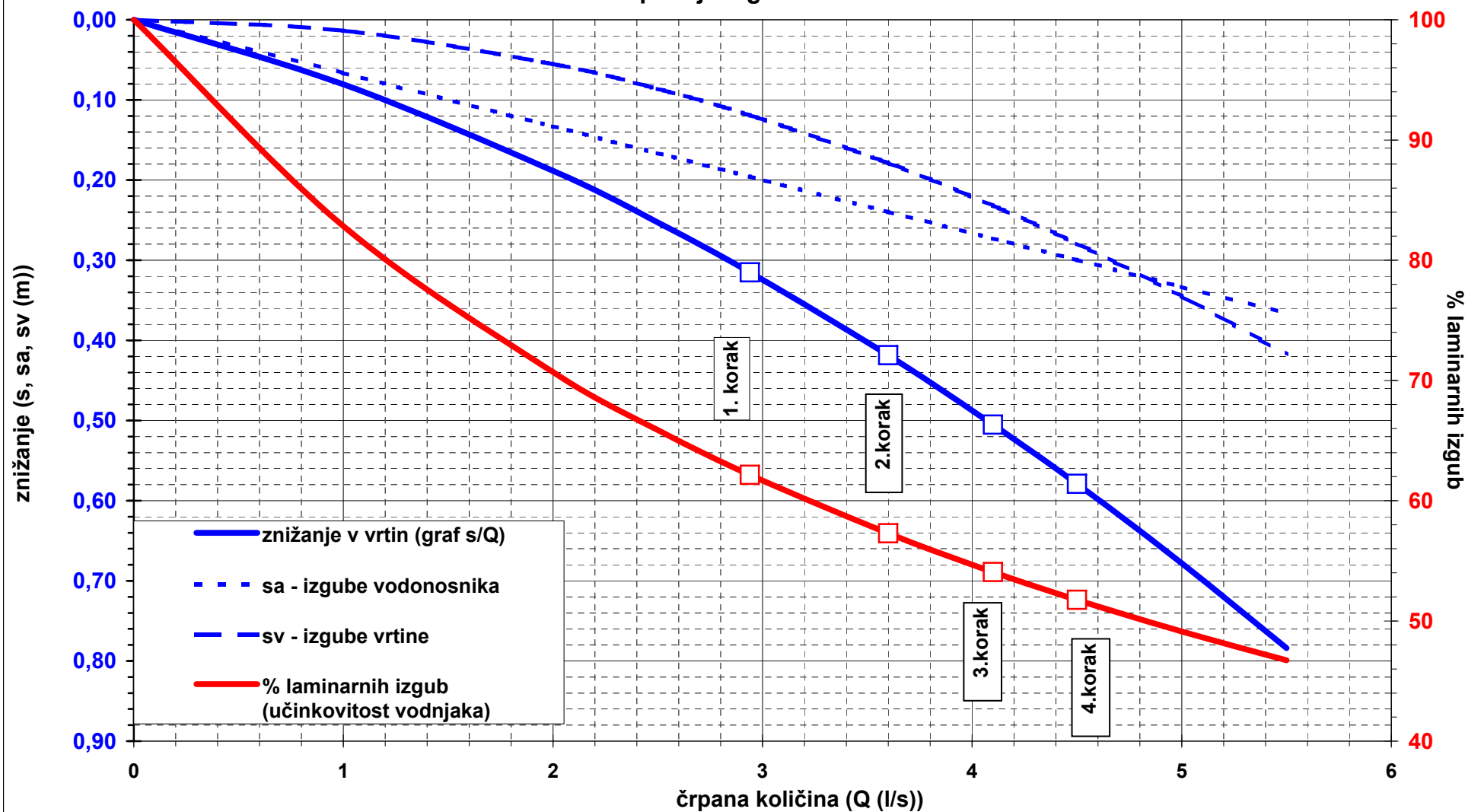


Analiza stopenjskega črpalnega poskusa na vodnjaku Pz-1/24





Linearne in nelinearne izgube v vodnjaku Pz-1/24 med izvedbo stopenjskega črpalnega poskusa
opravljenega dne 8. 10. 2025

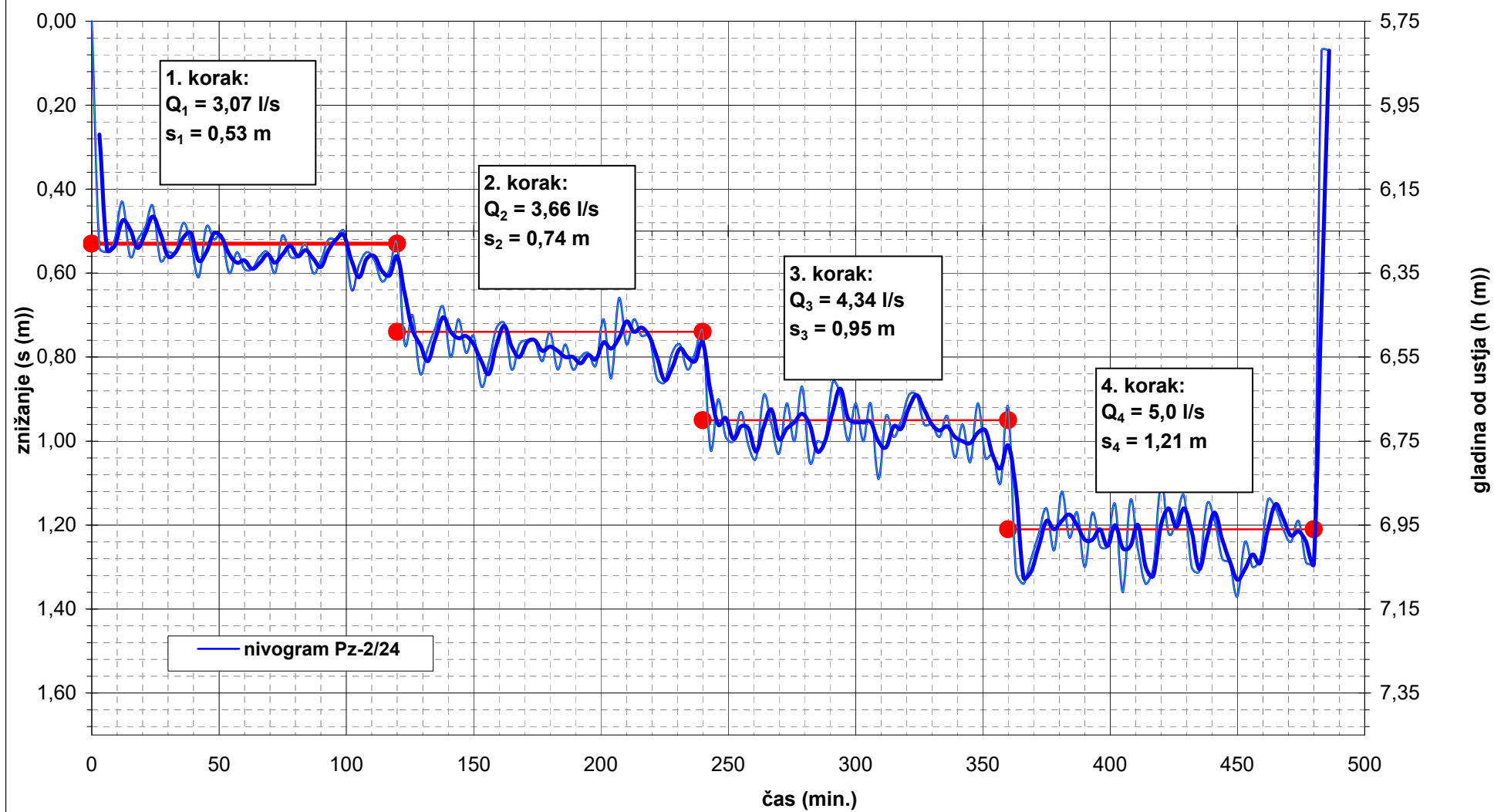




Priloga T.09: Obdelava stopenjskega črpalnega testa v
piezometru Pz-2/24.

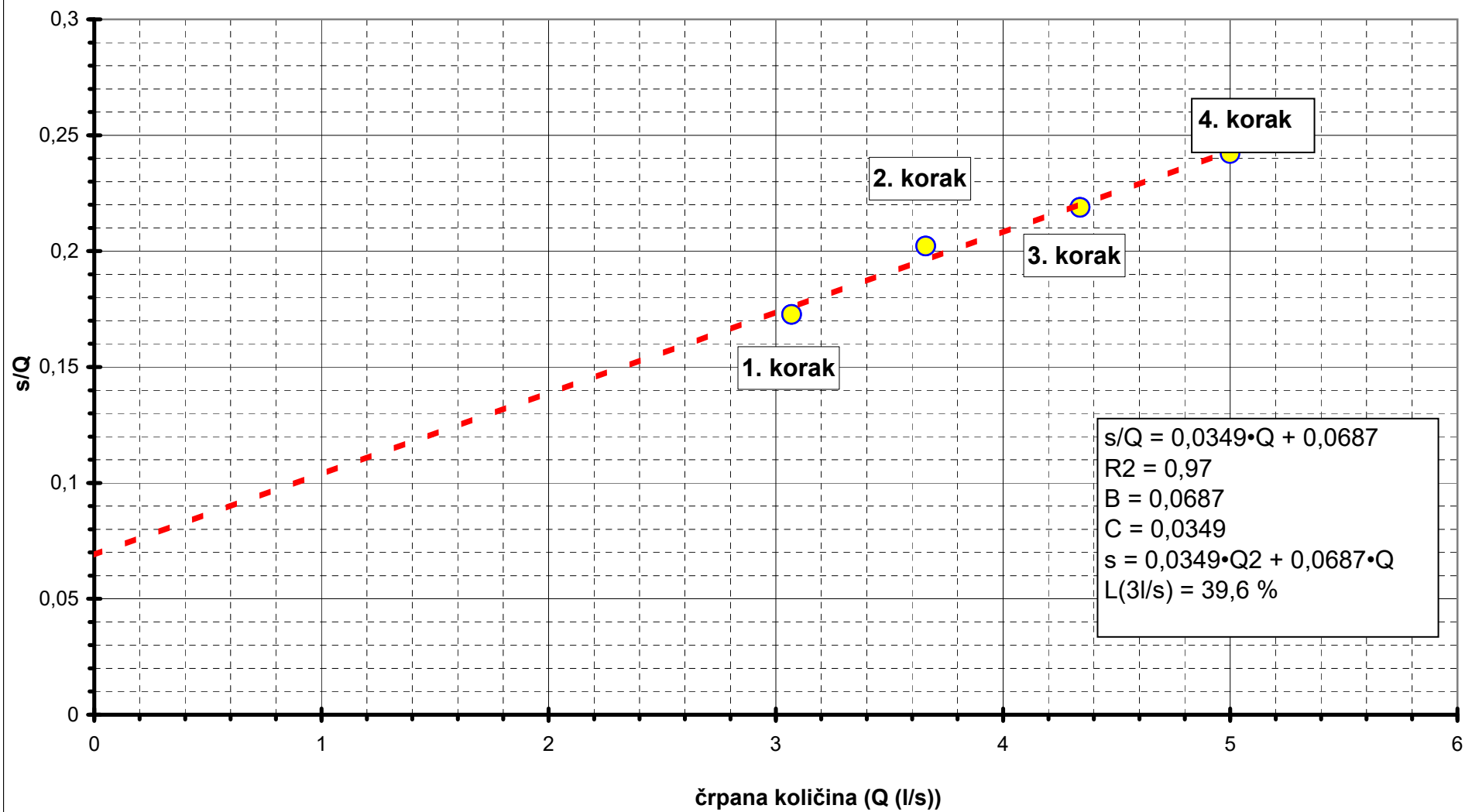


Potek stopenjskega črpalnega preizkusa na vodnjaku Pz-2/24



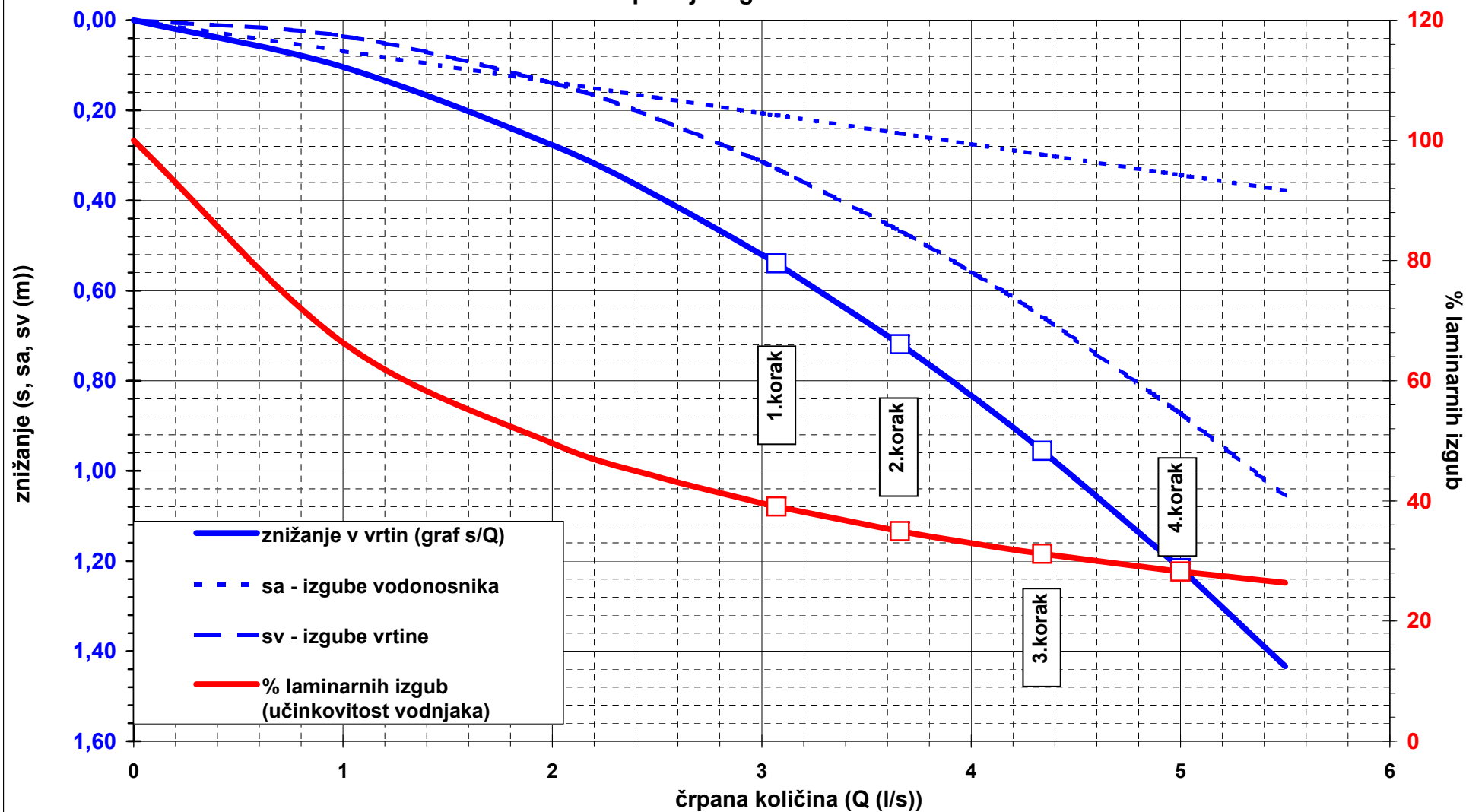


Analiza stopenjskega črpalnega poskusa na vodnjaku Pz-2/24





Linearne in nelinearne izgube v vodnjaku Pz-2/24 med izvedbo stopenjskega črpalnega poskusa
opravljenega dne 10. 10. 2025

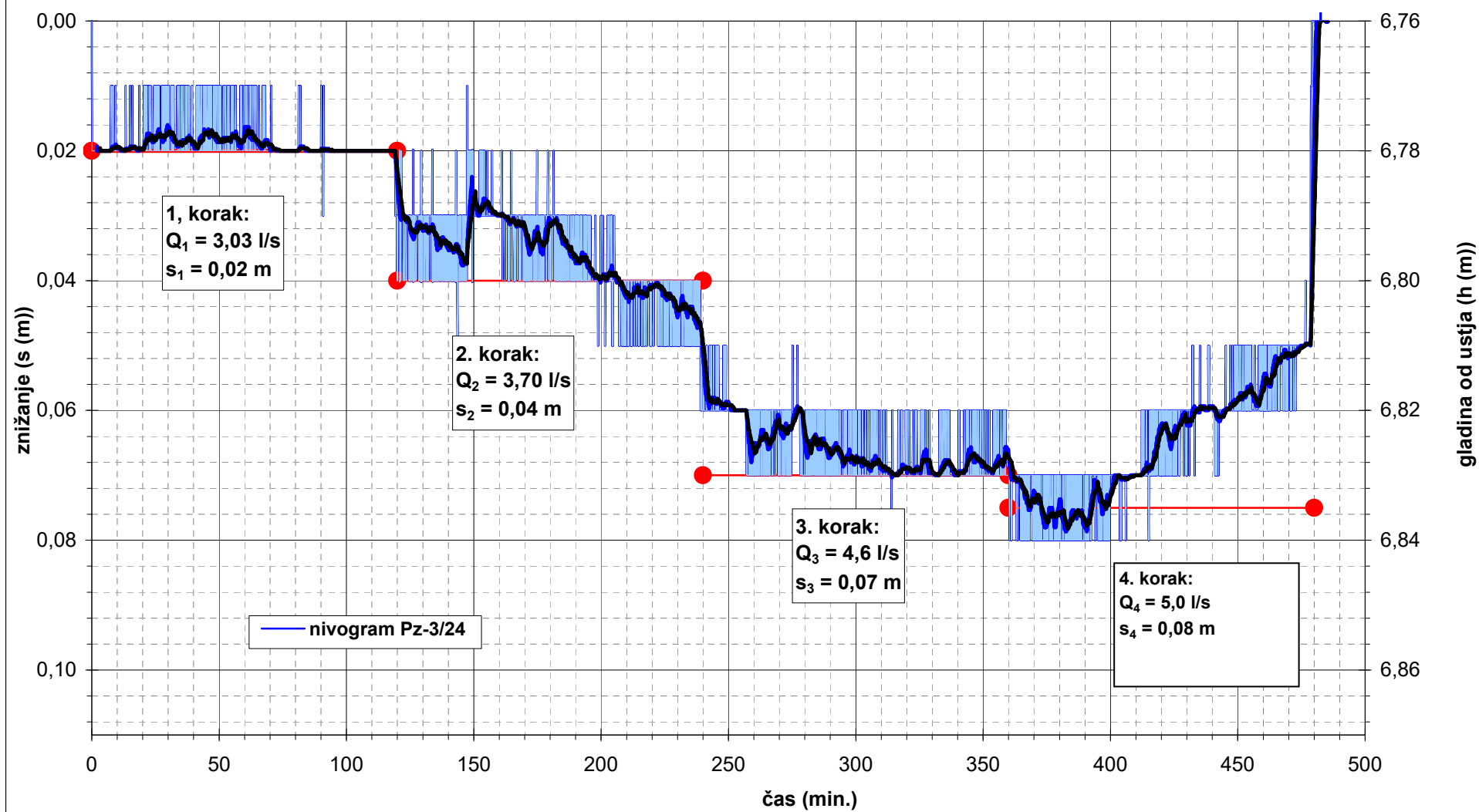




Priloga T.10: Obdelava stopenjskega črpalnega testa v
piezometru Pz-3/24.

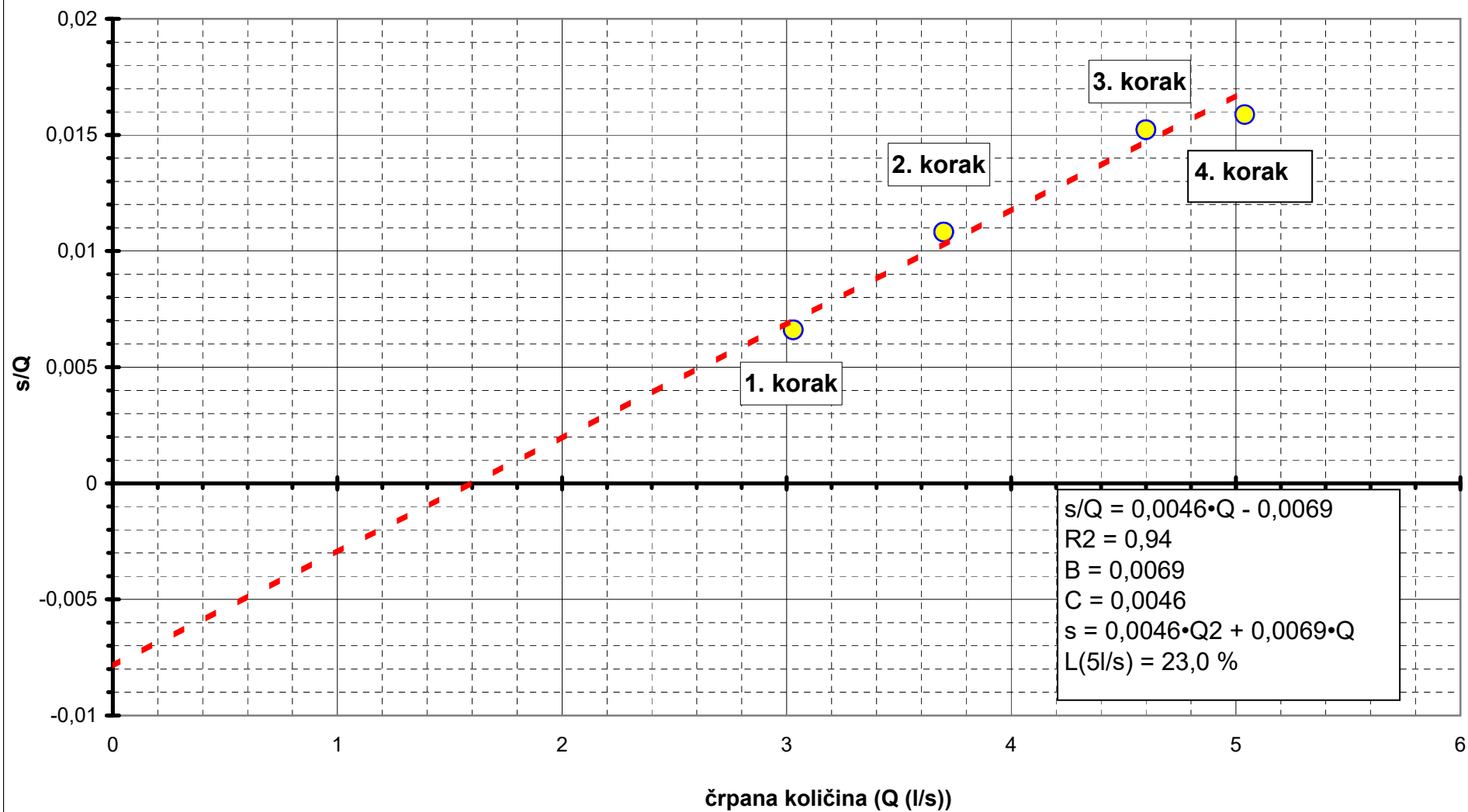


Potek stopenjskega črpalnega preizkusa na vodnjaku Pz-3/24



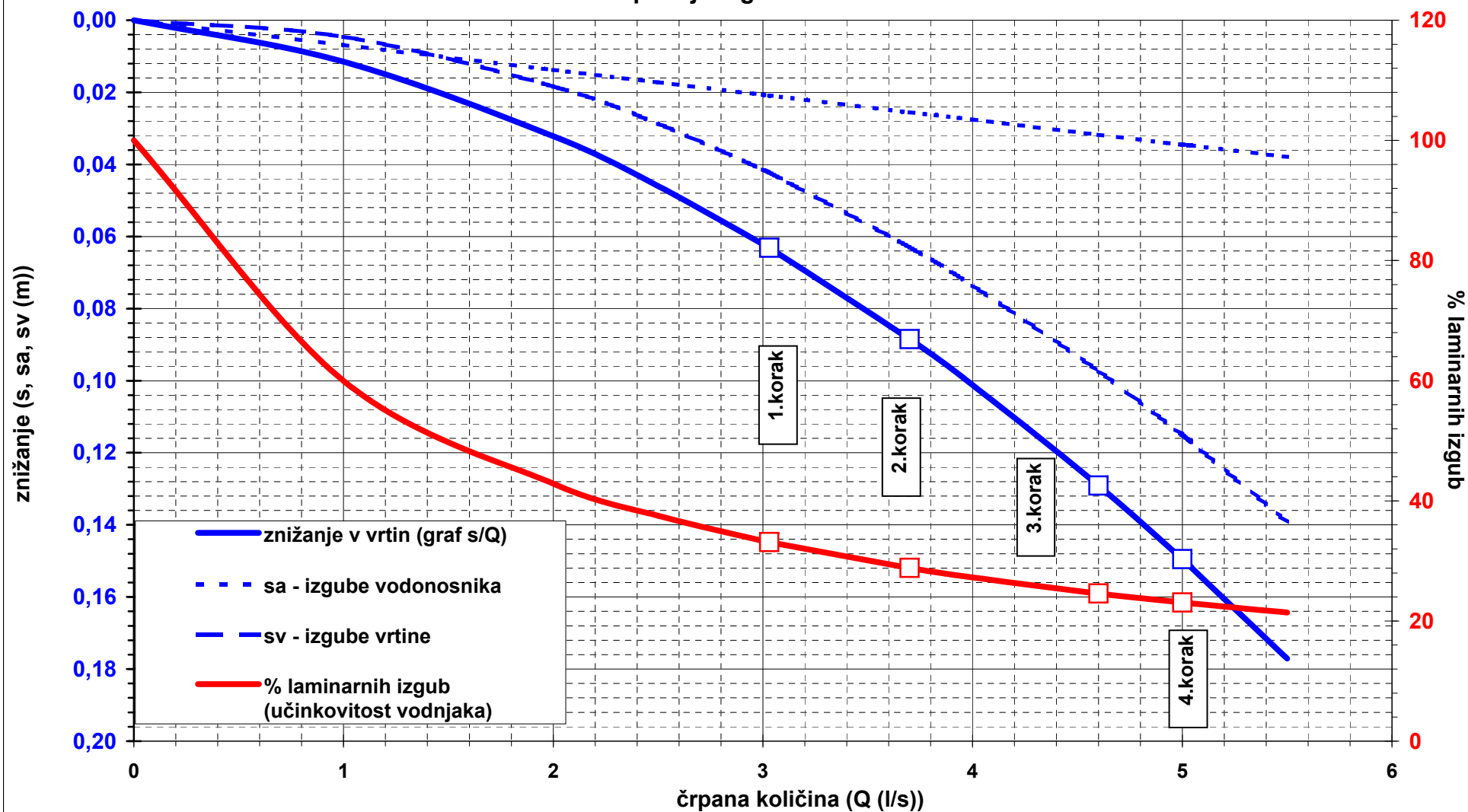


Analiza stopenjskega črpalnega poskusa na vodnjaku Pz-3/24





Linearne in nelinearne izgube v vodnjaku Pz-3/24 med izvedbo stopenjskega črpalnega poskusa
opravljenega dne 17. 10. 2024

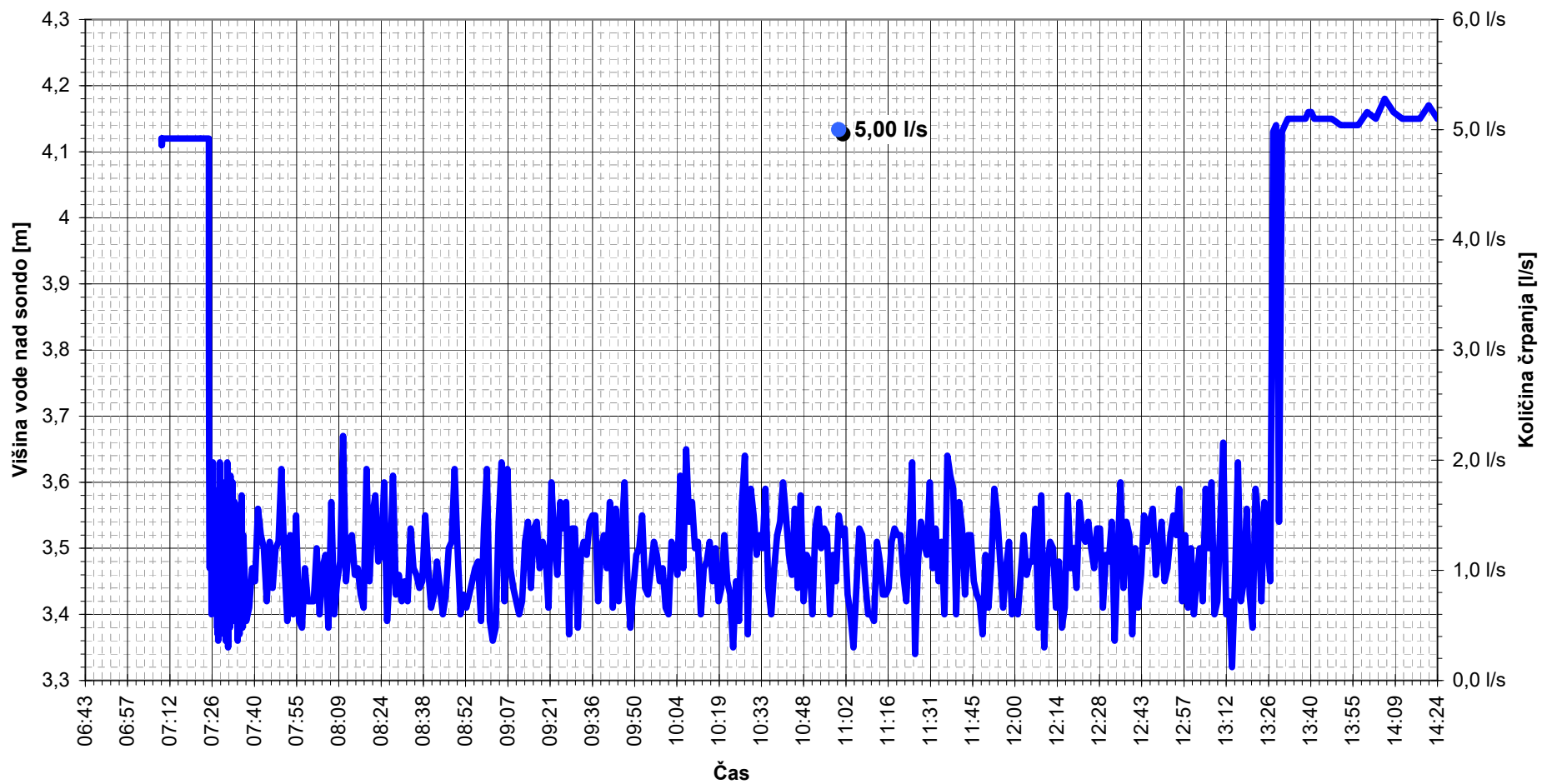




Priloga T.11: Obdelava daljšega črpalnega testa na
piezometru Pz-1/24.



POTEK HIDRAVLIČNEGA POIZKUSA NA VODNJAKU Pz-1/24

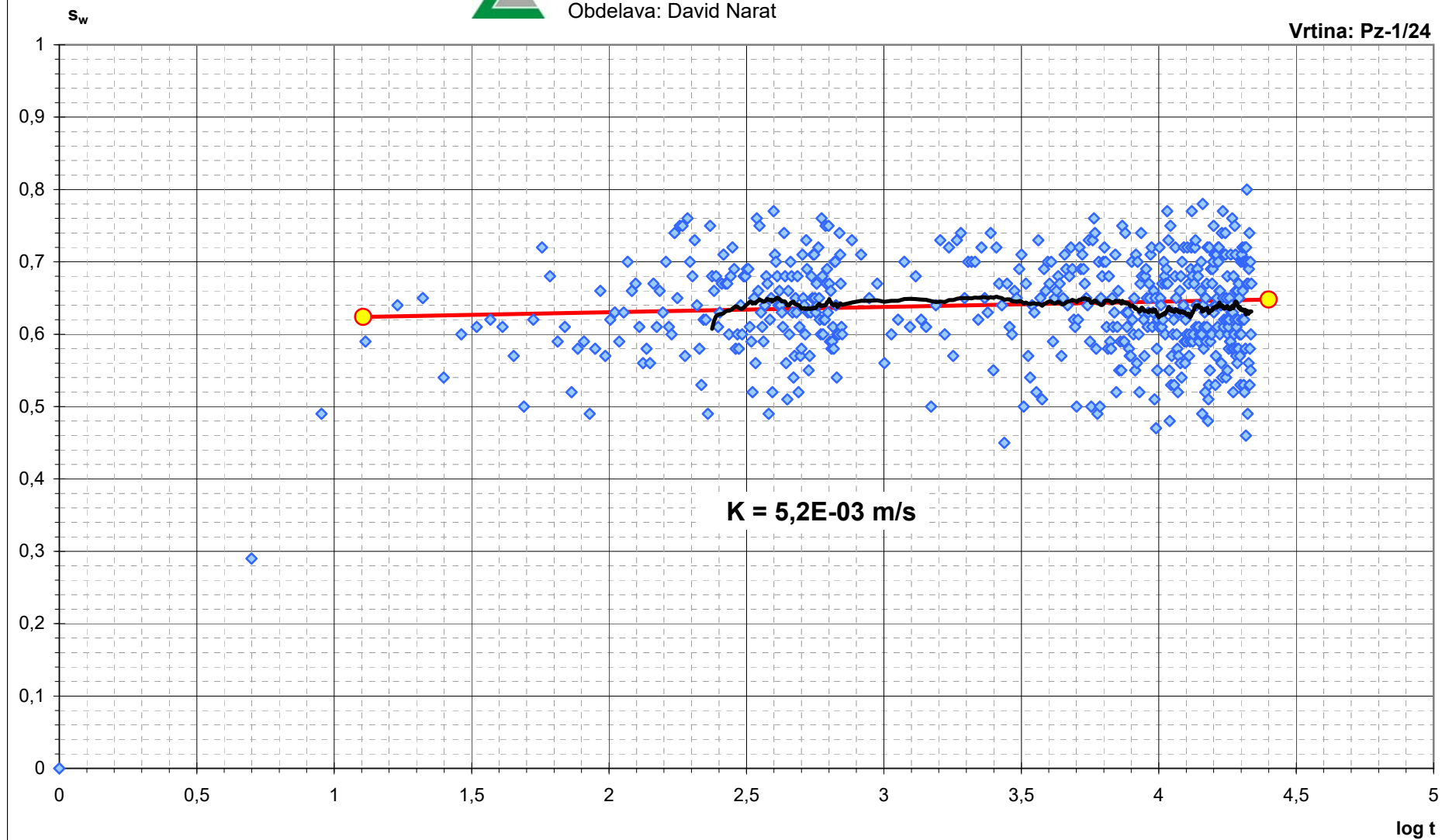


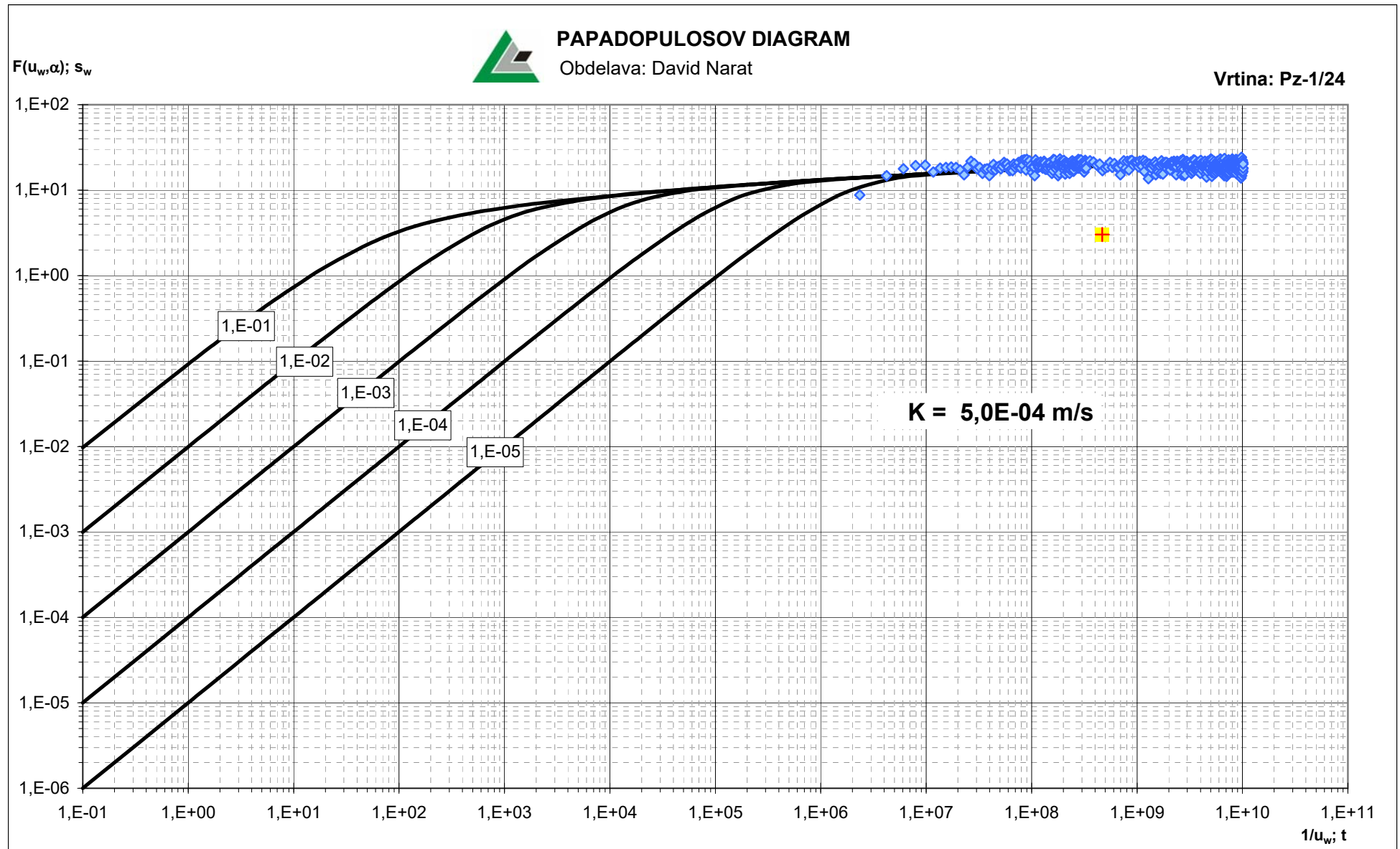


JACOBOV DIAGRAM

Obdelava: David Narat

Vrtina: Pz-1/24



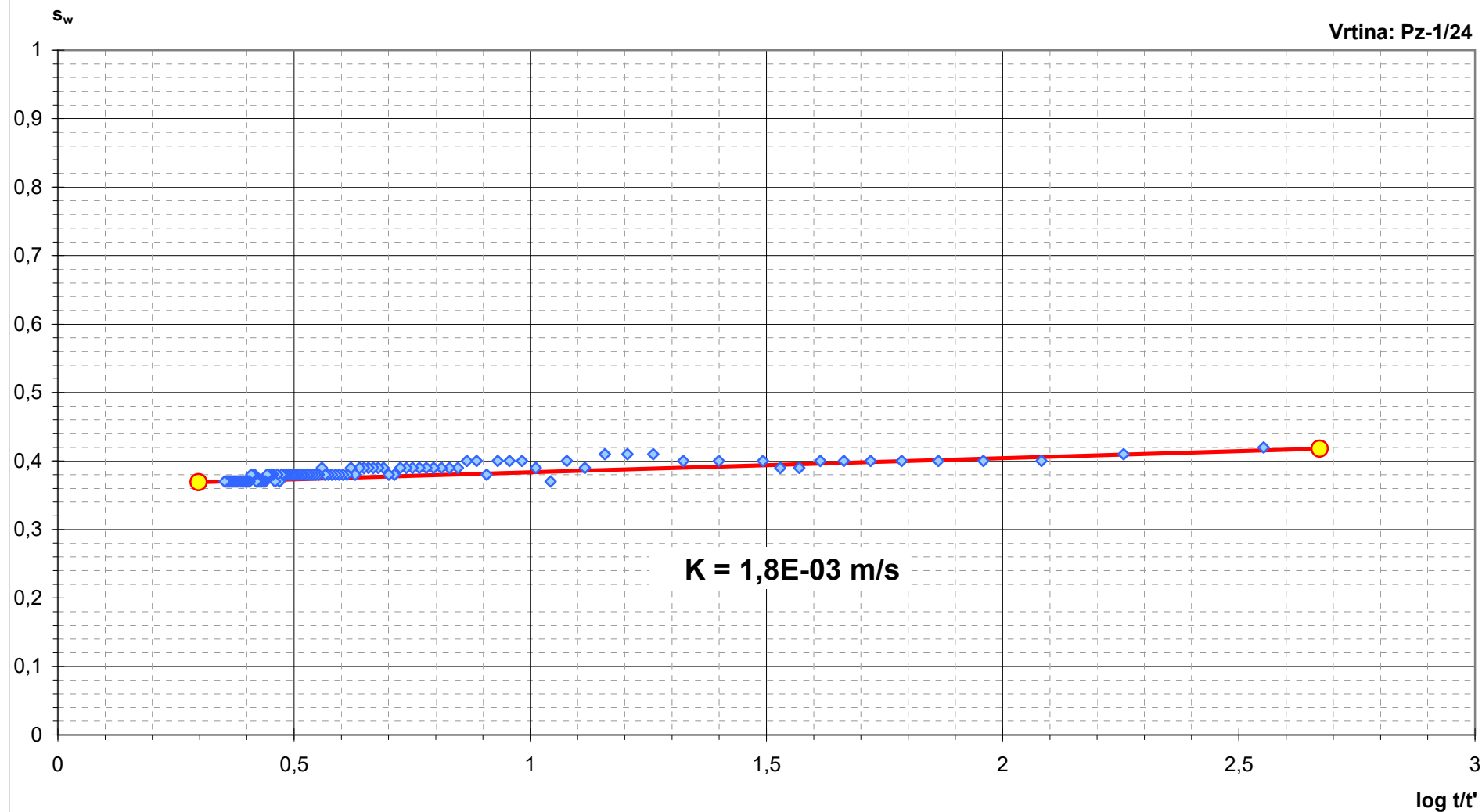




THEISOV DIAGRAM

Obdelava: David Narat

Vrtina: Pz-1/24

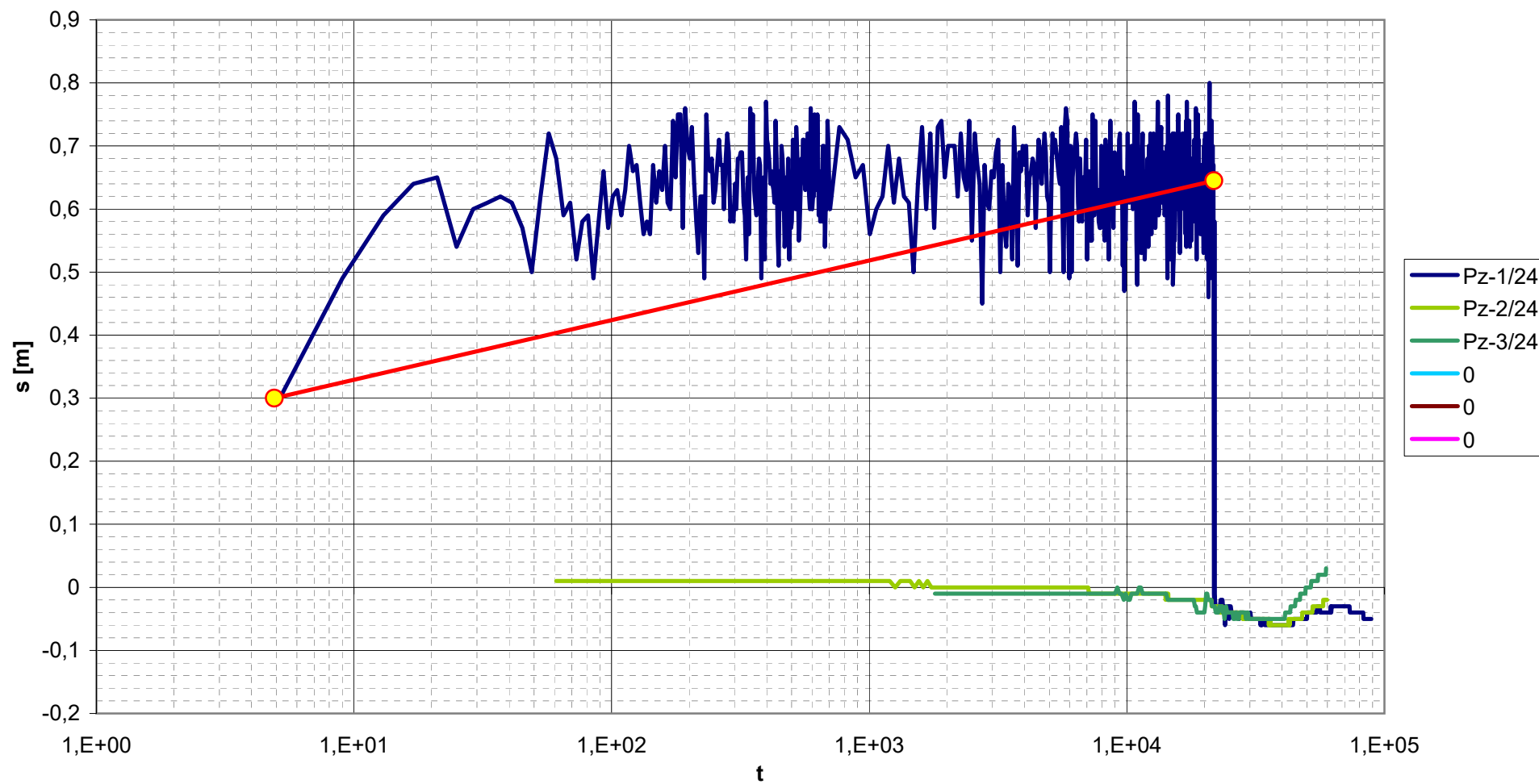




Znižanje nivoja v odvisnosti od časa

Obdelava: David Narat

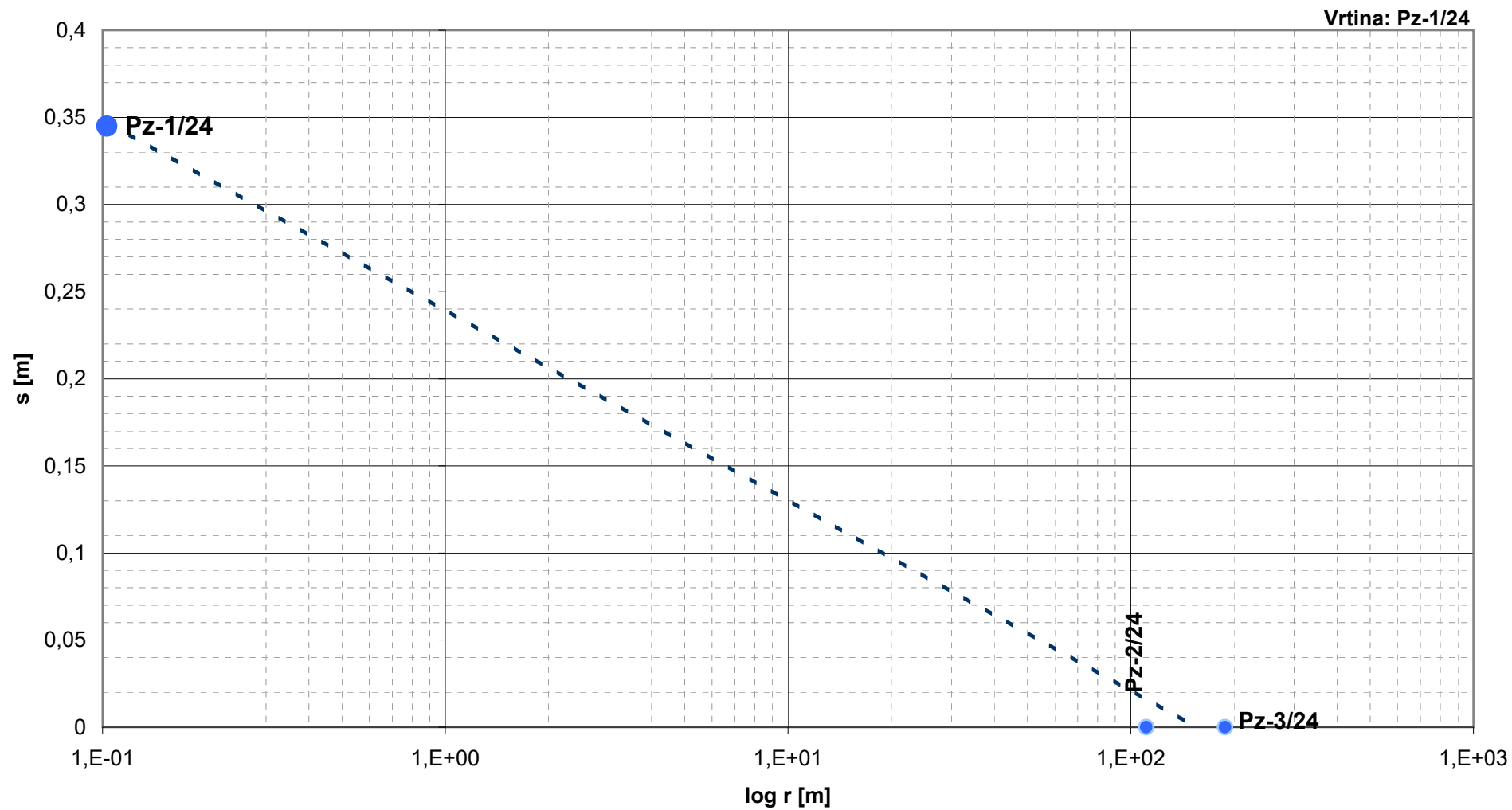
Vrtina: Pz-1/24





Znižanje nivoja v odvisnosti od oddaljenosti od črpanega vodnjaka

Obdelava: David Narat



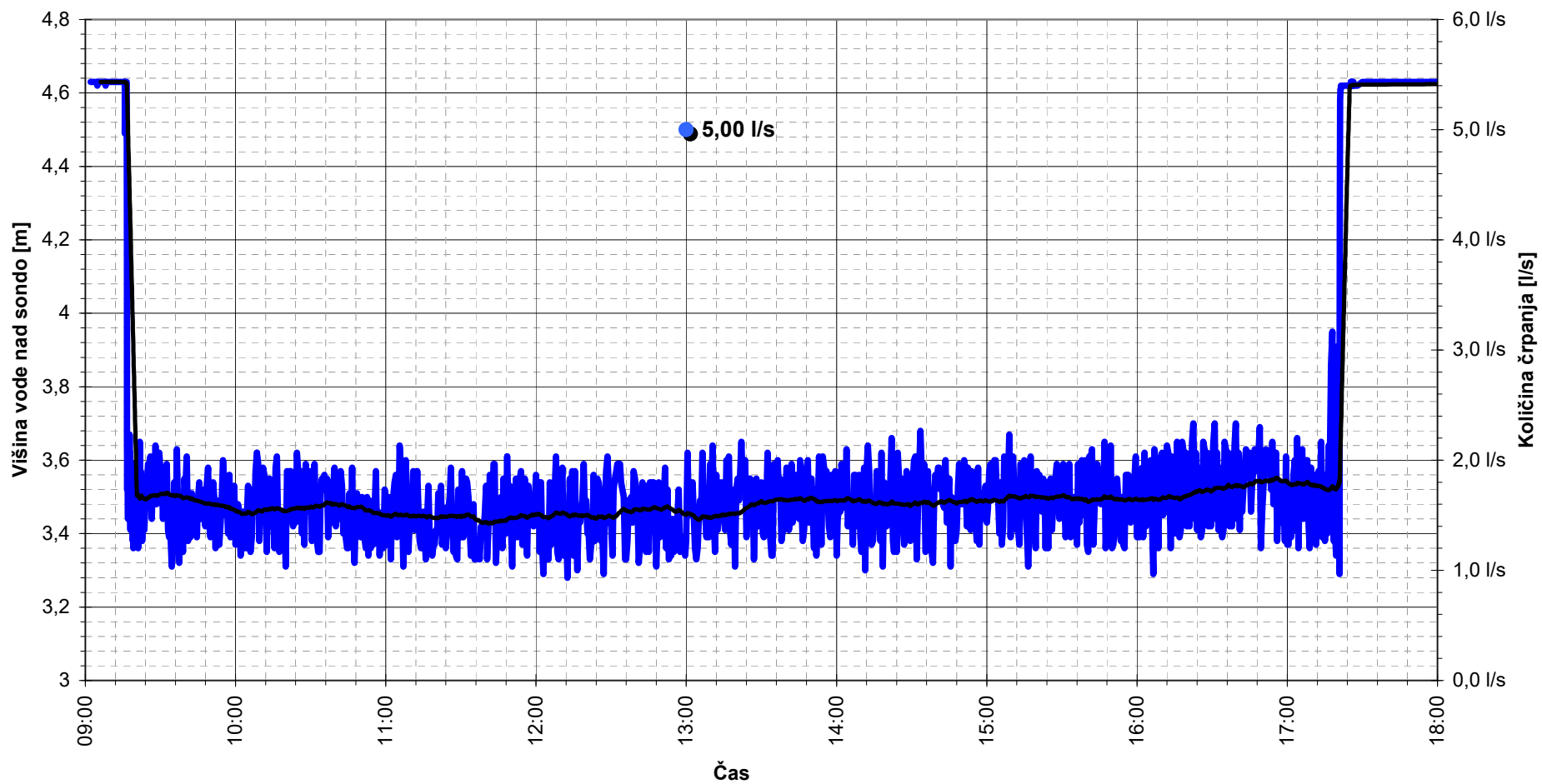


Priloga T.12: Obdelava daljšega črpalnega testa na
piezometru Pz-2/24.



POTEK HIDRAVLICNEGA POIZKUSA NA VODNJAKU

Pz-2/24

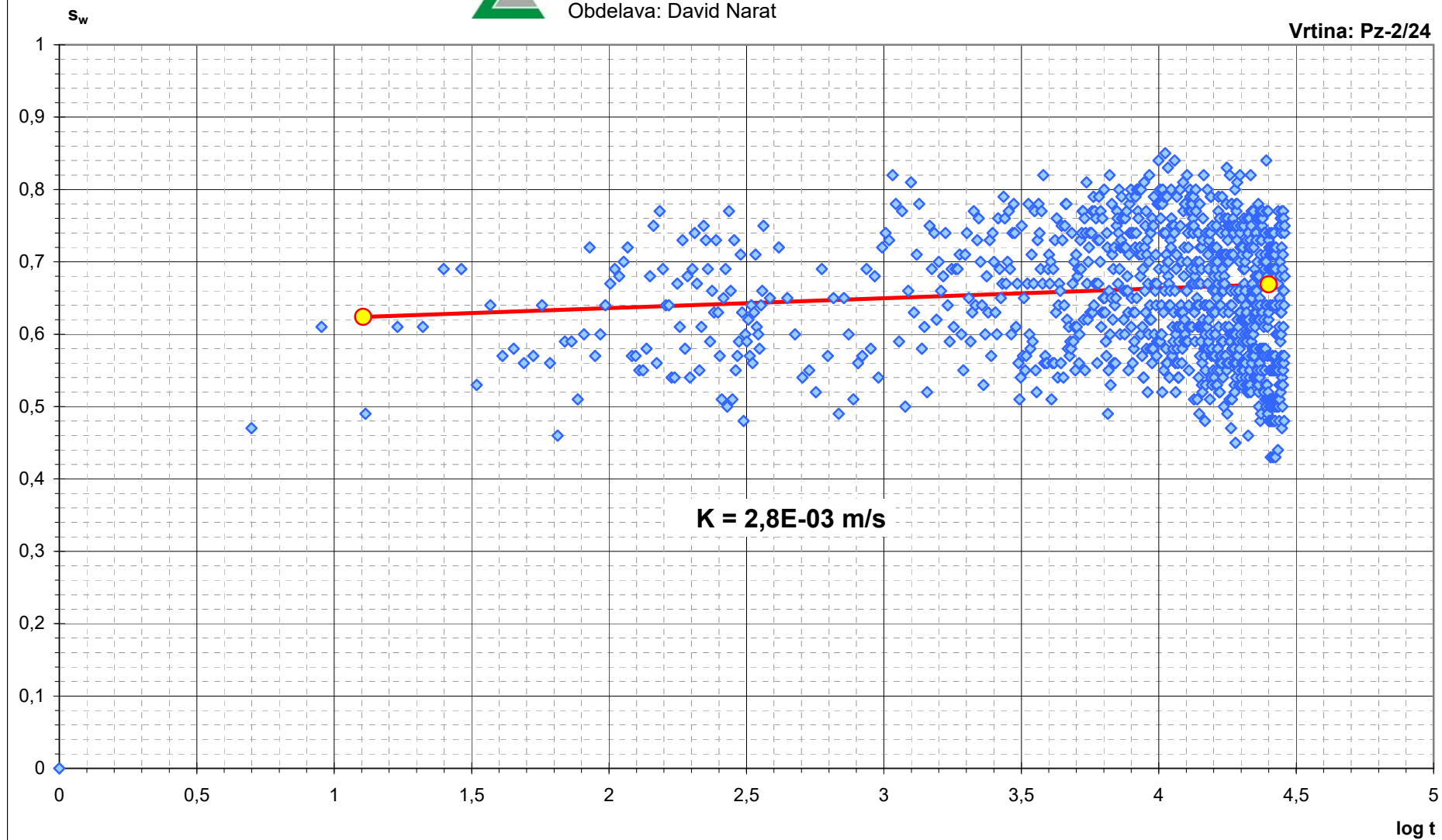


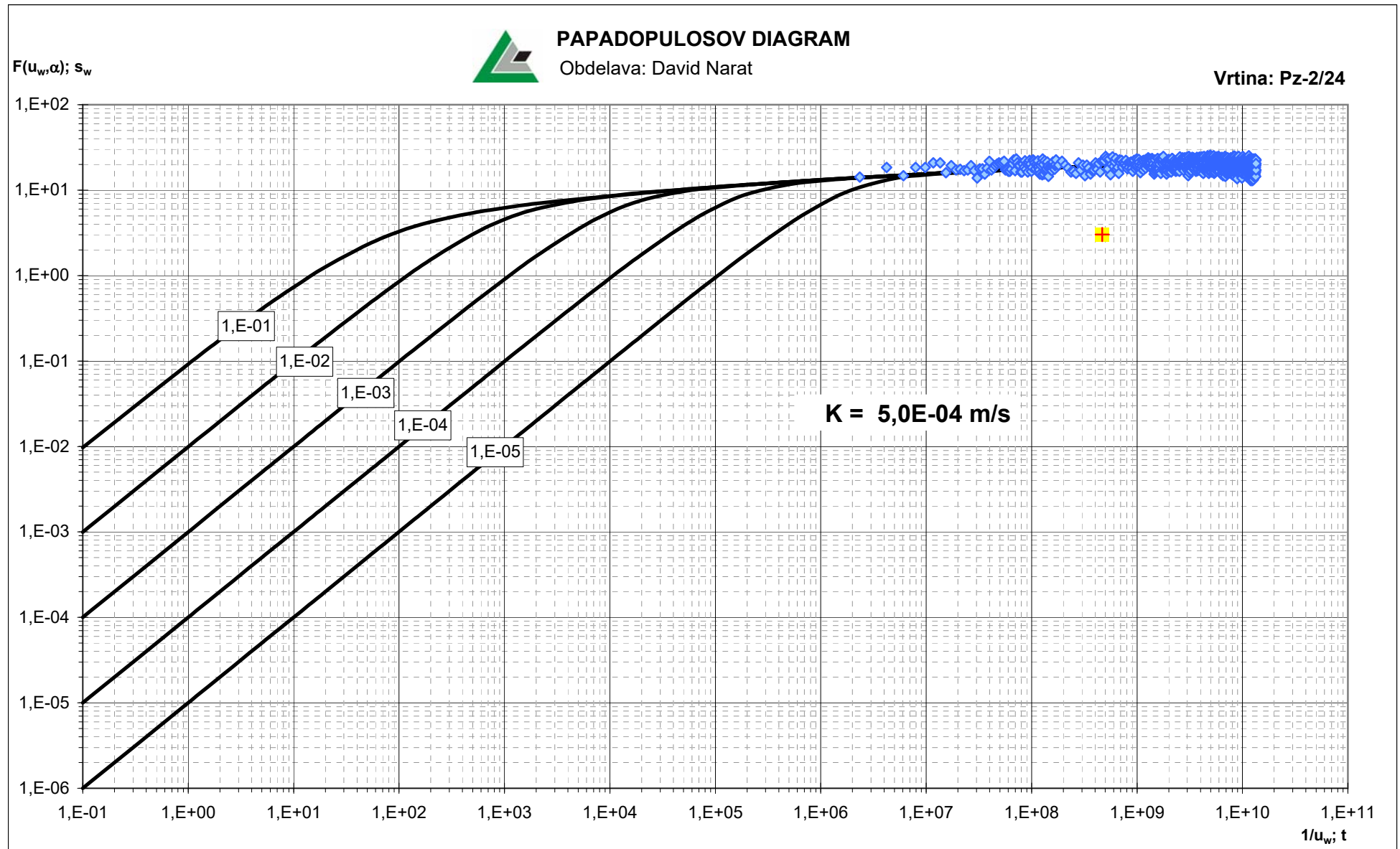


JACOBOV DIAGRAM

Obdelava: David Narat

Vrtina: Pz-2/24



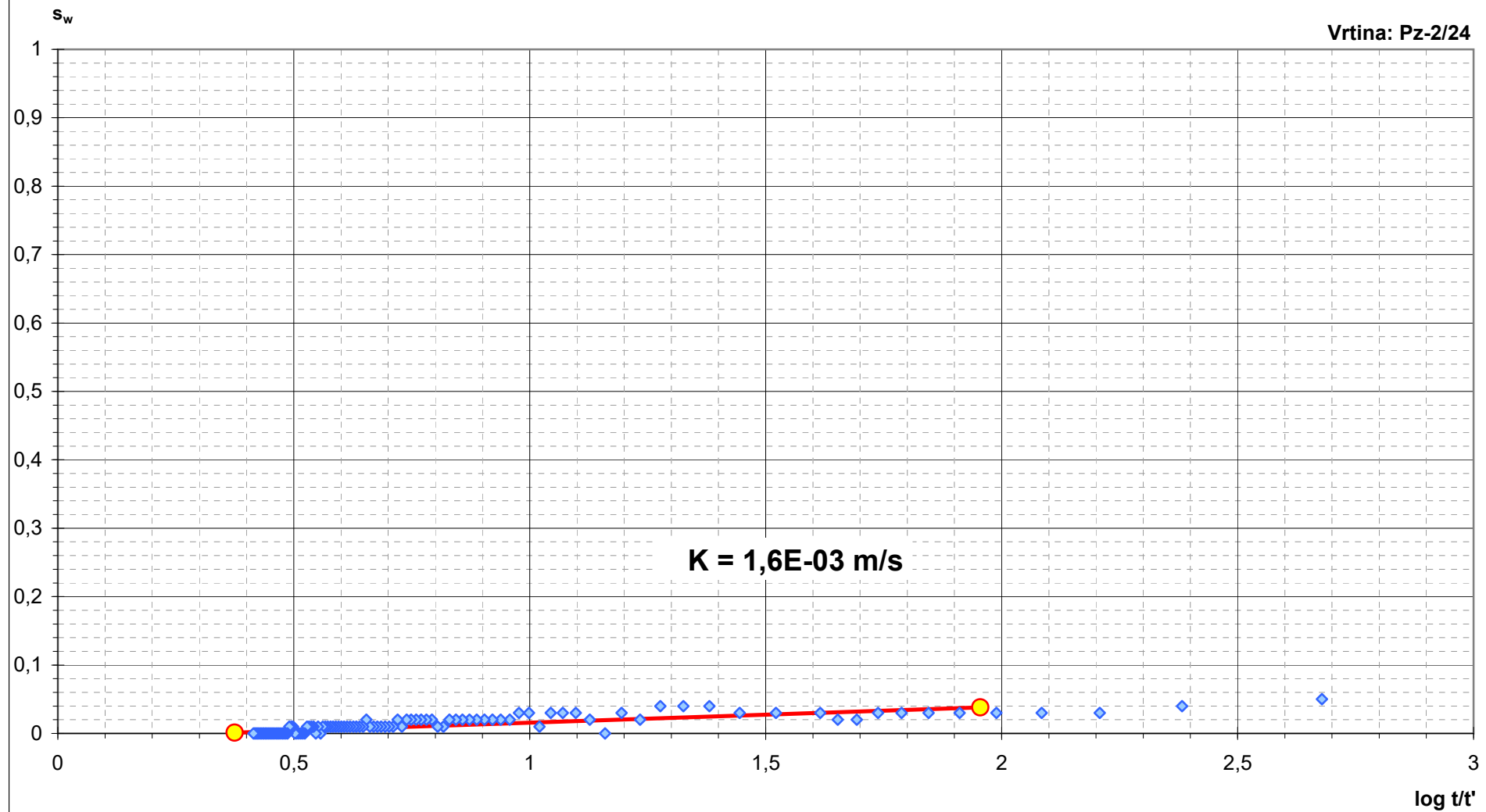




THEISOV DIAGRAM

Obdelava: David Narat

Vrtina: Pz-2/24

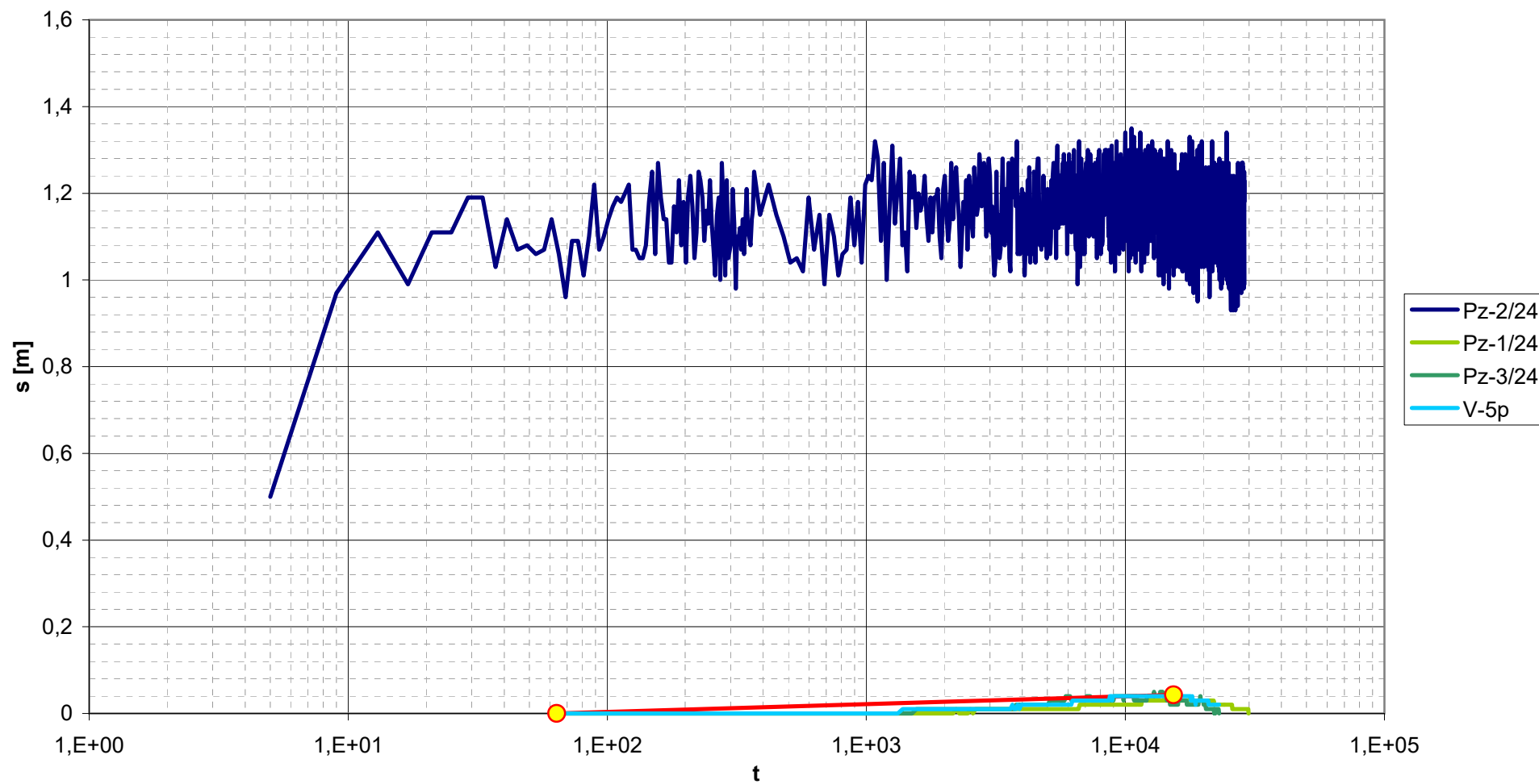




Znižanje nivoja v odvisnosti od časa

Obdelava: David Narat

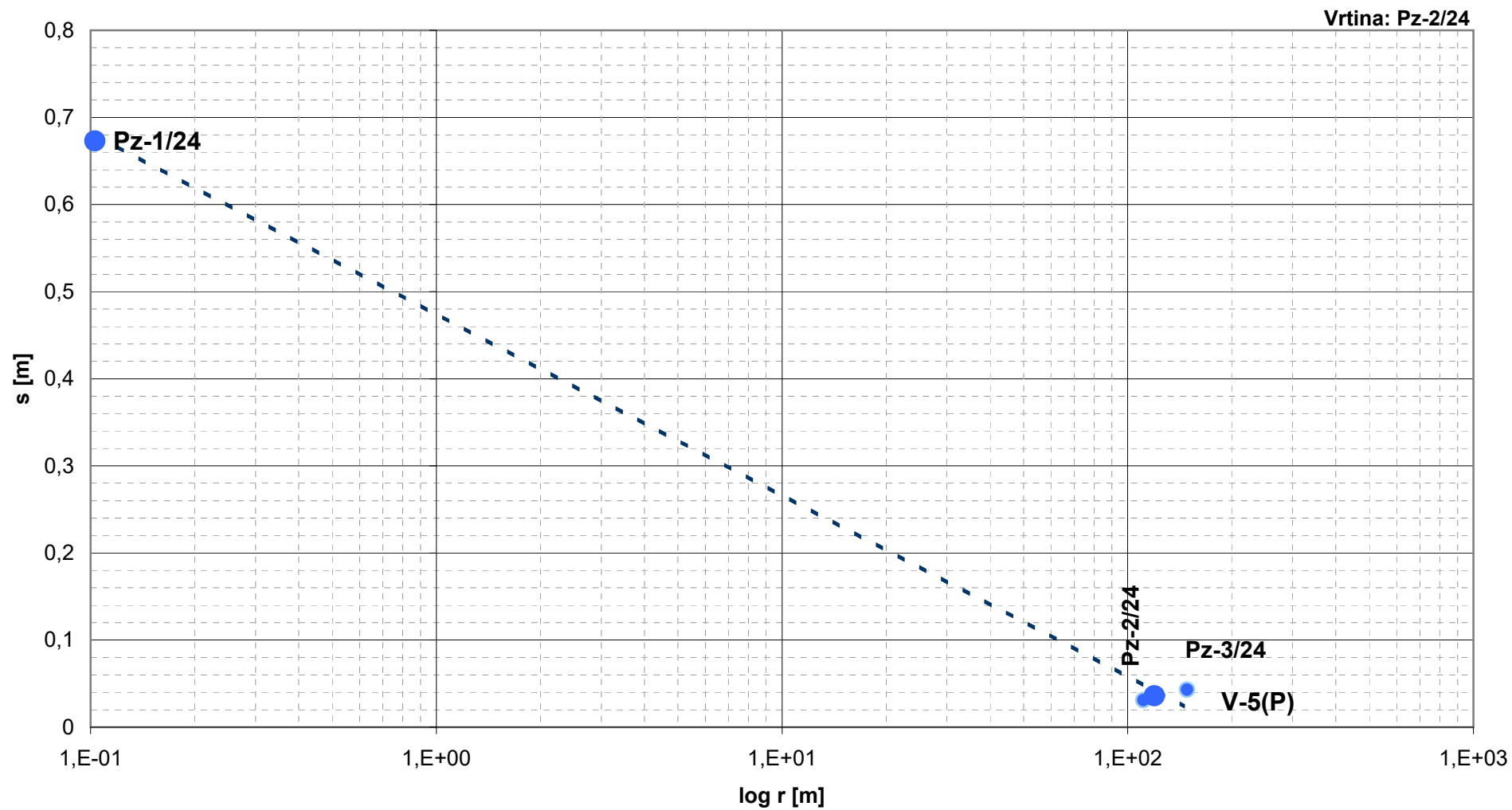
Vrtina: Pz-2/24





Znižanje nivoja v odvisnosti od oddaljenosti od črpanega vodnjaka

Obdelava: David Narat



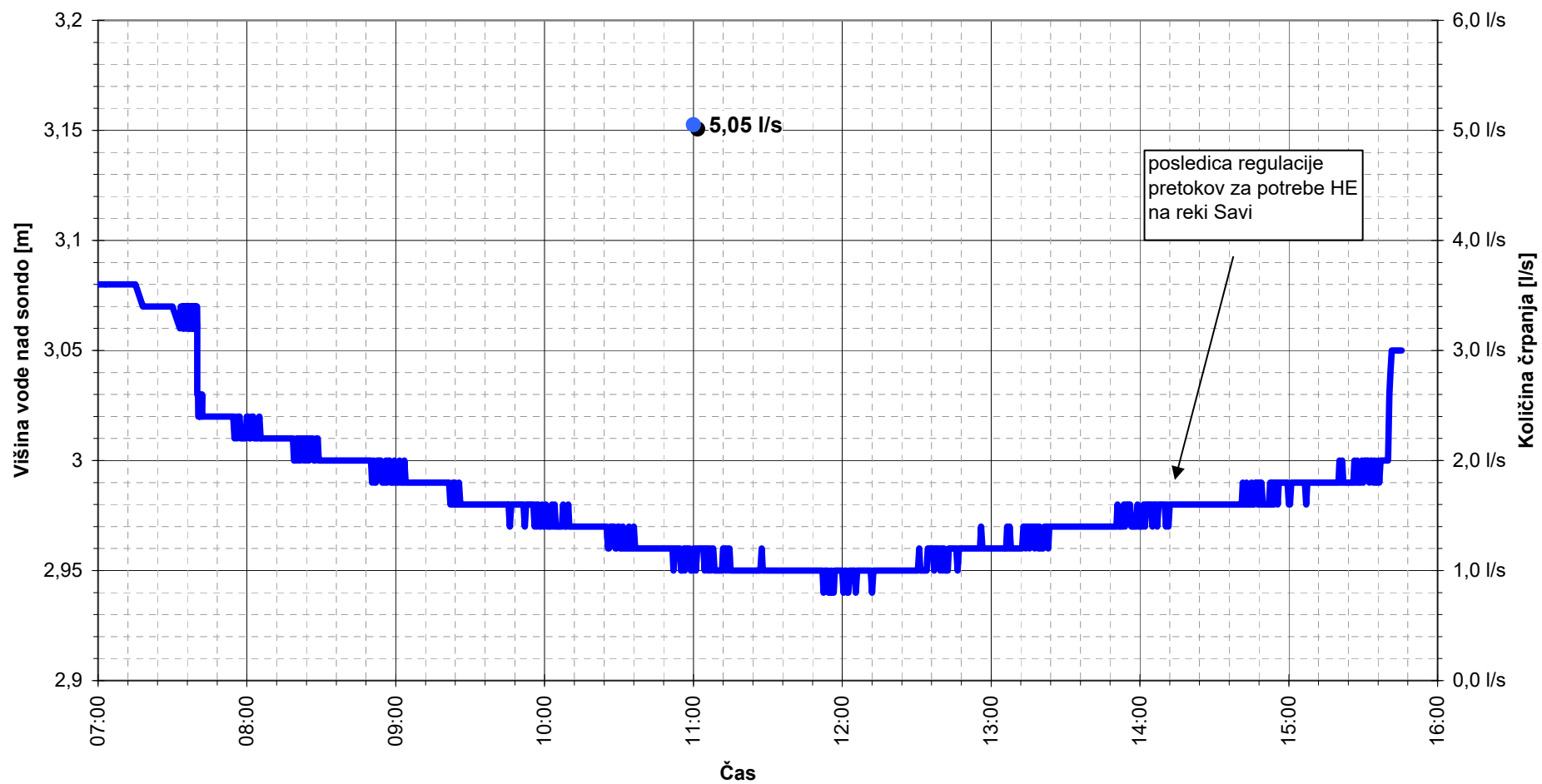


Priloga T.13: Obdelava daljšega črpalnega testa na
piezometru Pz-3/24.



POTEK HIDRAVLICNEGA POIZKUSA NA VODNJAKU

Pz-3/24

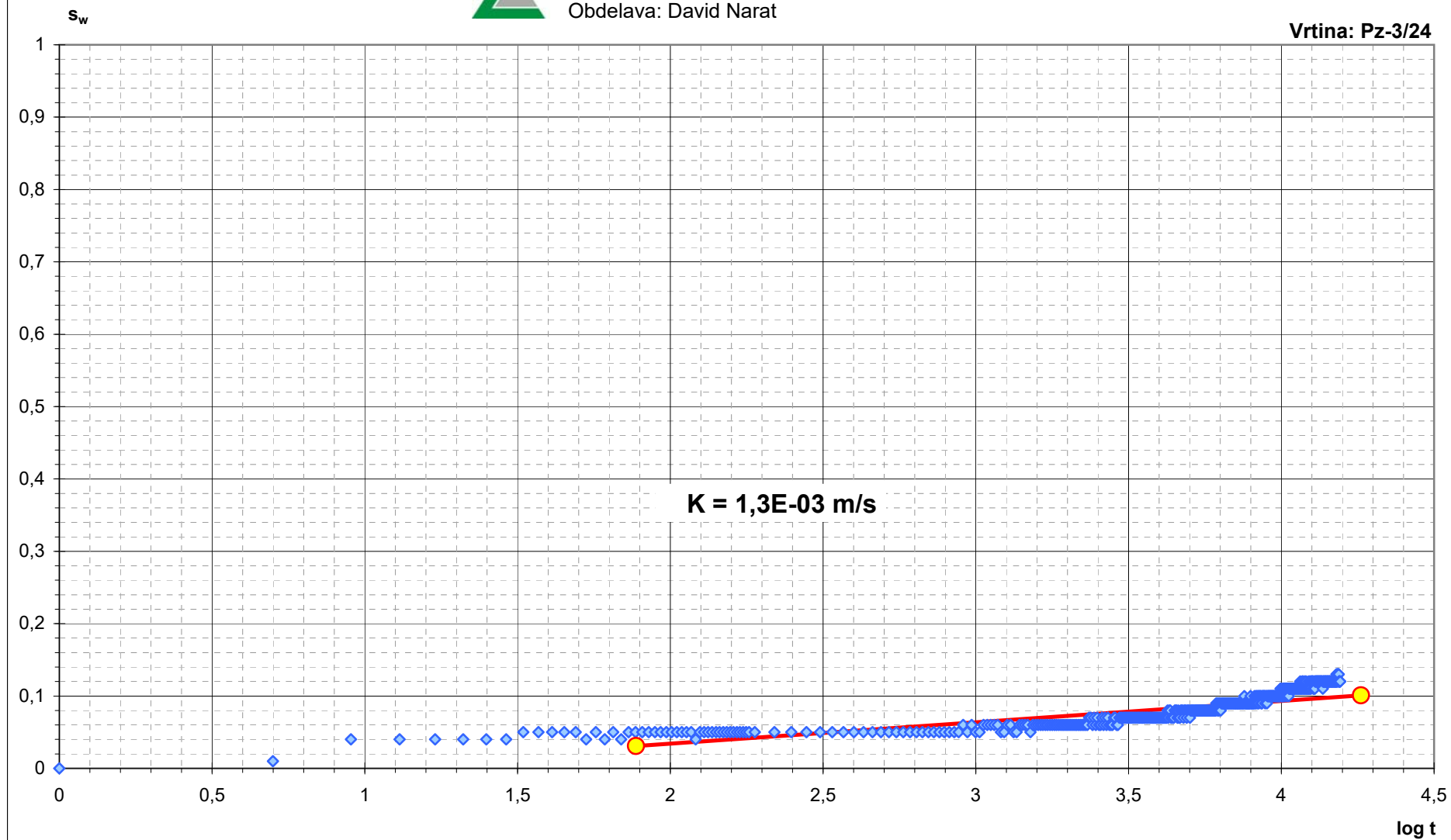




JACOBOV DIAGRAM

Obdelava: David Narat

Vrtina: Pz-3/24

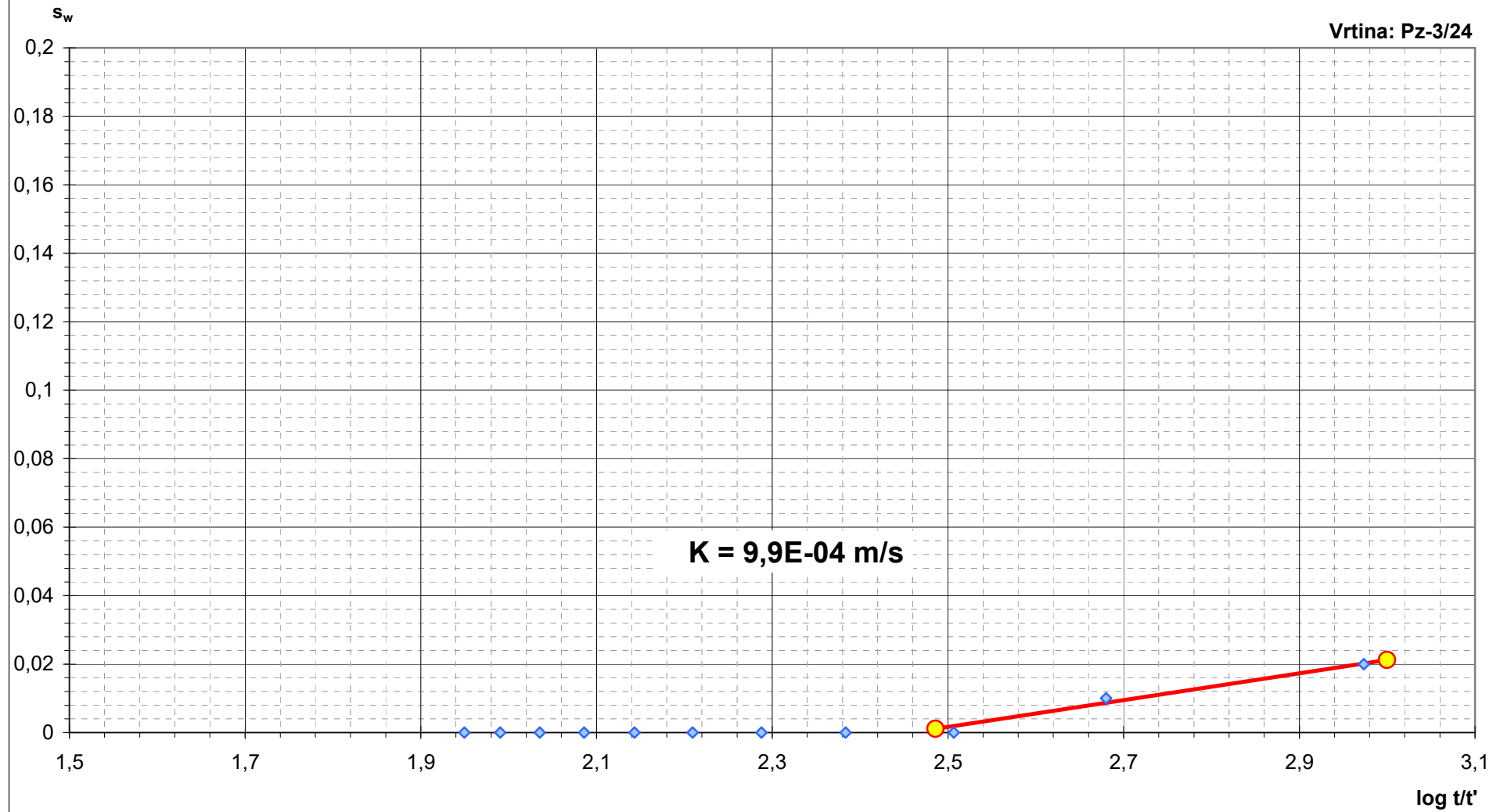




THEISOV DIAGRAM

Obdelava: David Narat

Vrtina: Pz-3/24

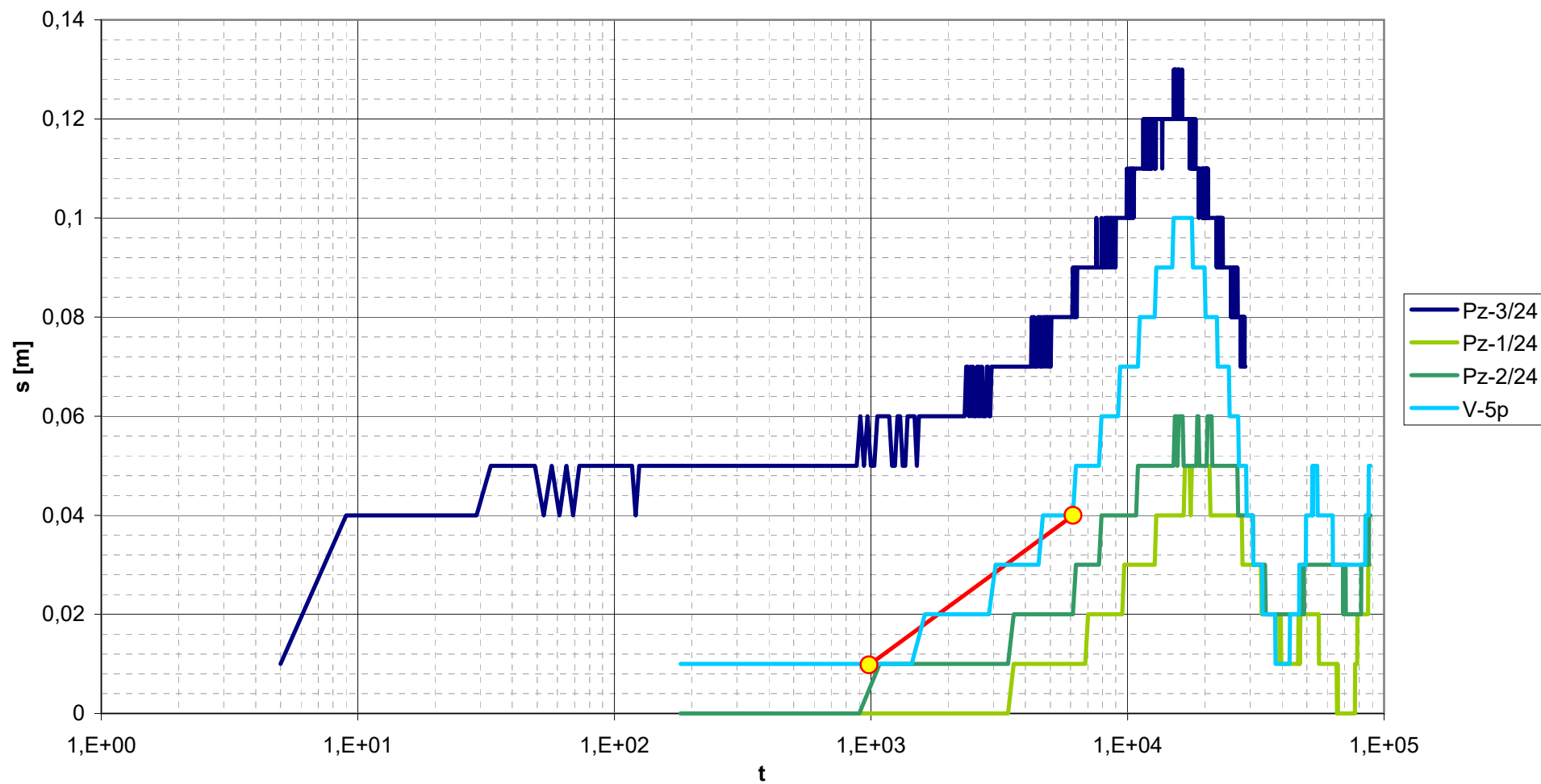




Znižanje nivoja v odvisnosti od časa

Obdelava: David Narat

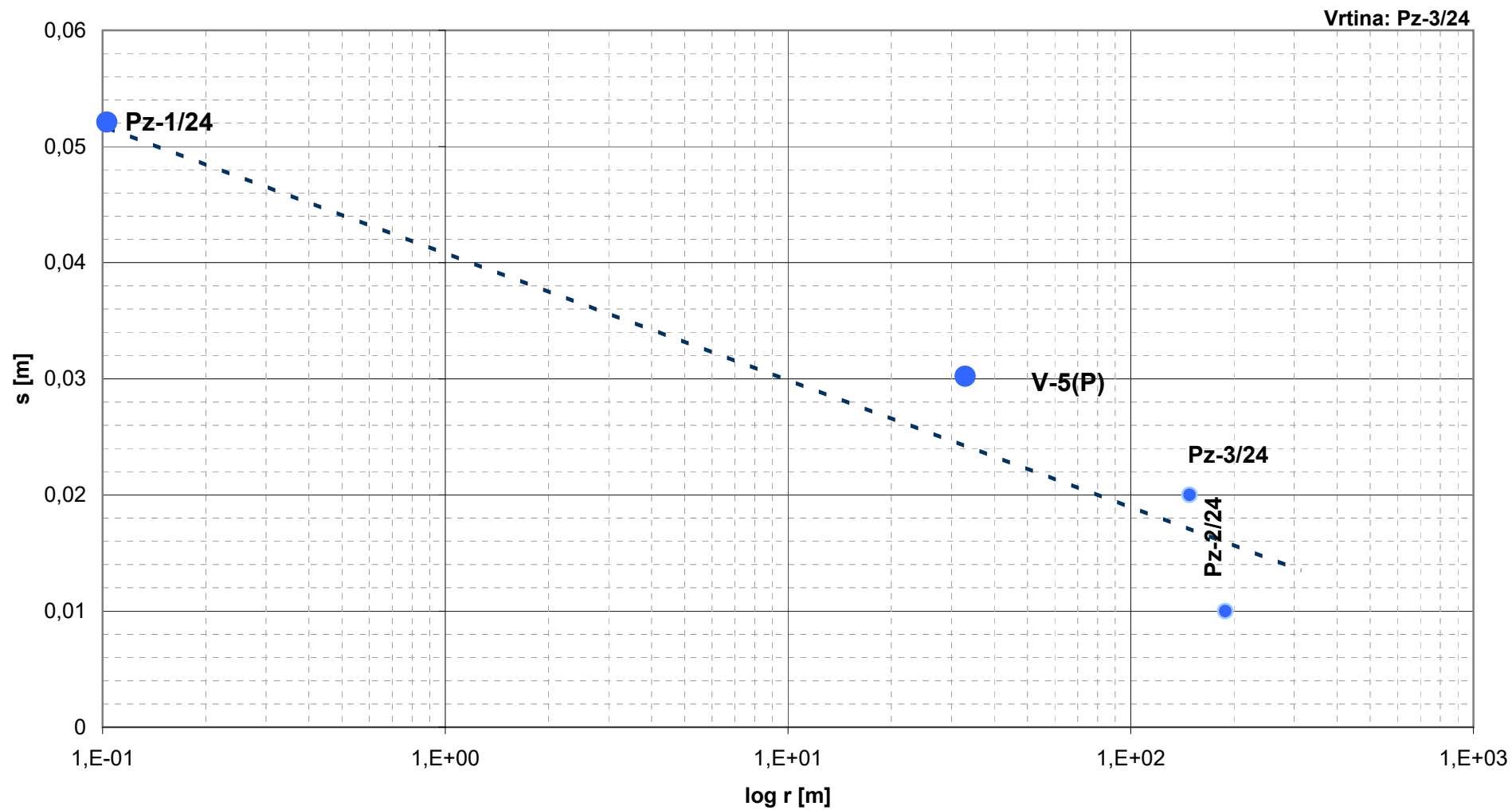
Vrtina: Pz-3/24





Znižanje nivoja v odvisnosti od oddaljenosti od črpanega vodnjaka

Obdelava: David Narat

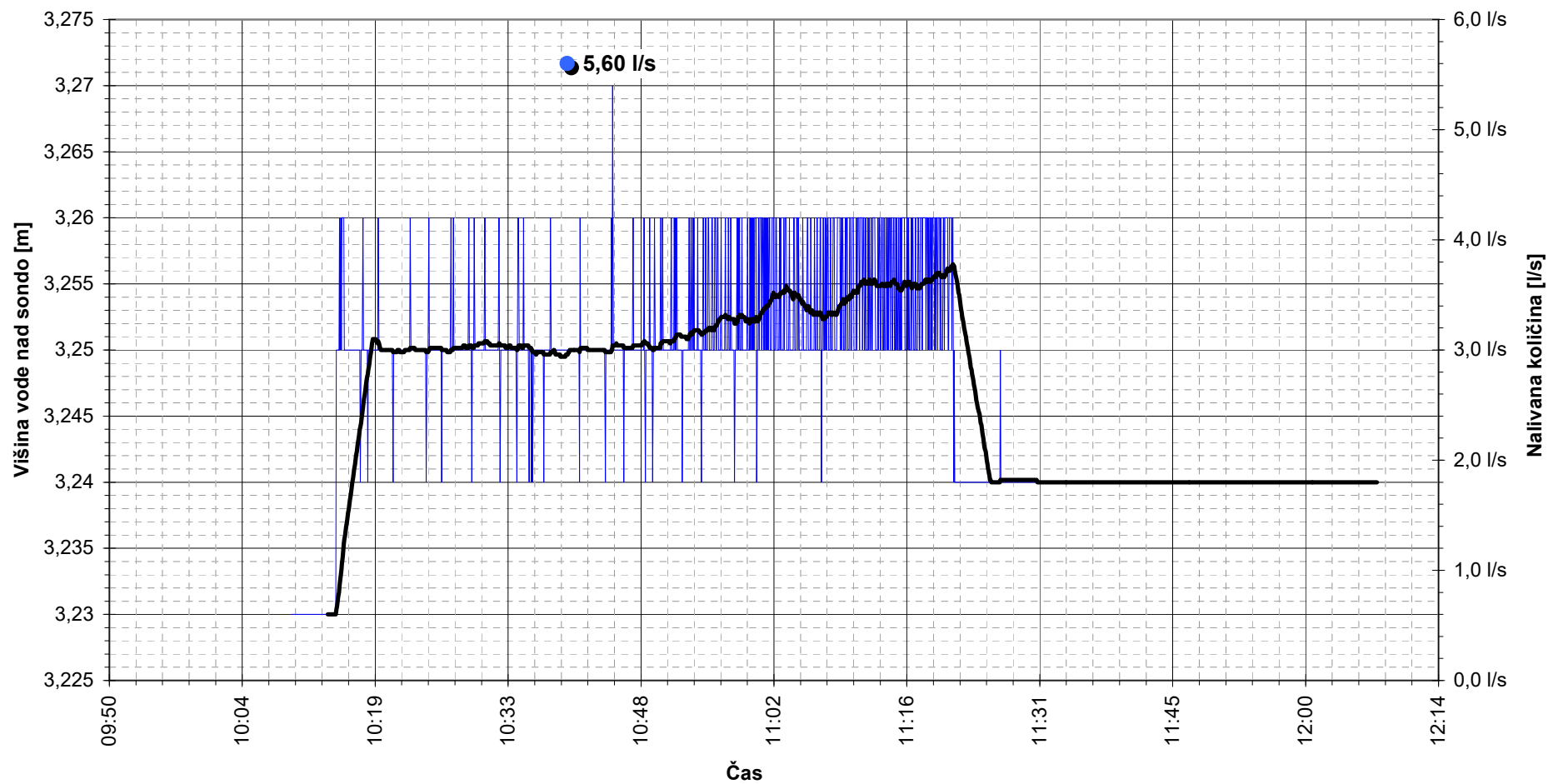




Priloga T.14: Obdelava nalivalnega testa na piezometru
Pz-3/24.



POTEK HIDRAVLICNEGA POIZKUSA NA VODNJAKU Pz-3/24

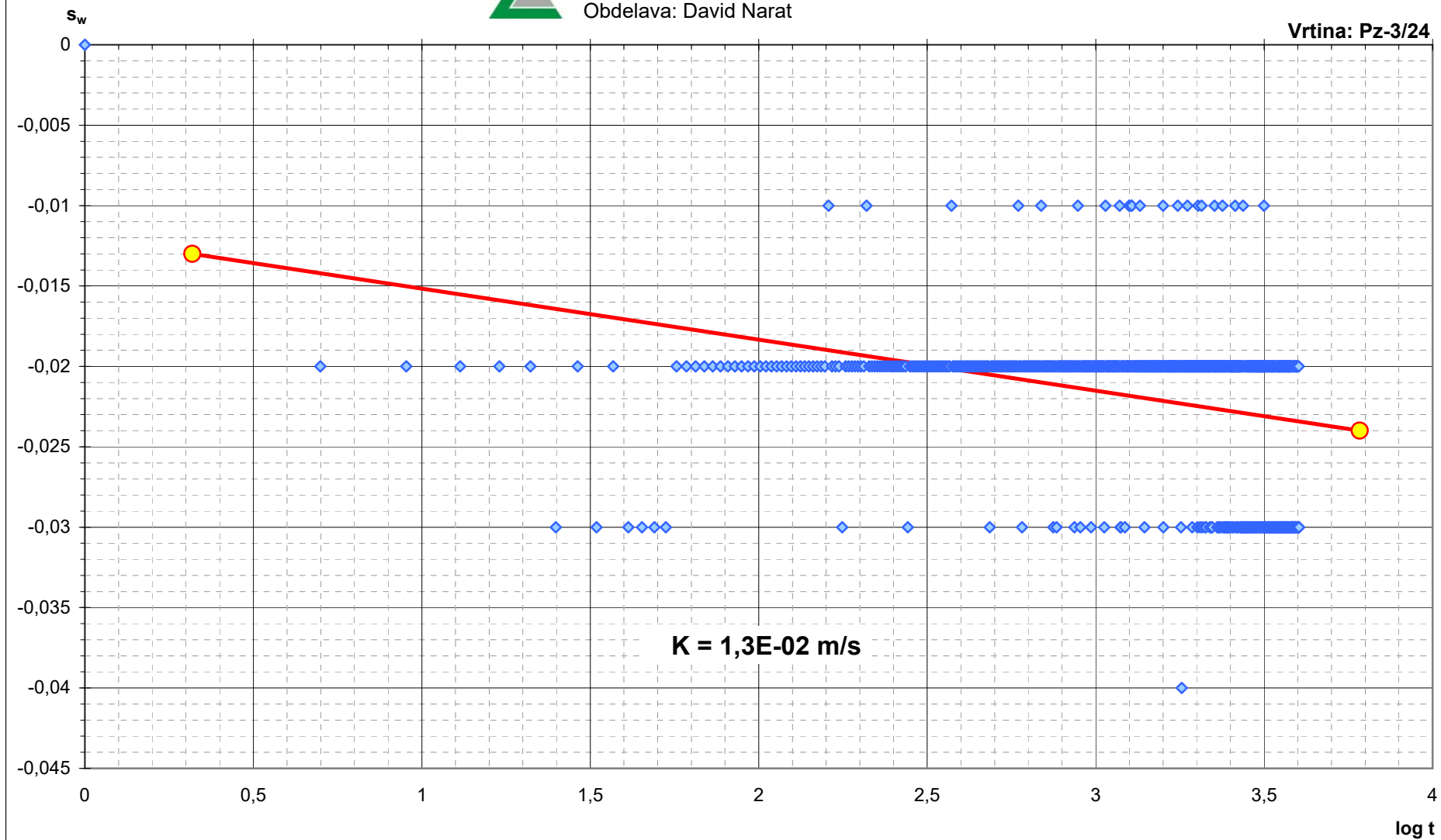




JACOBOV DIAGRAM

Obdelava: David Narat

Vrtina: Pz-3/24

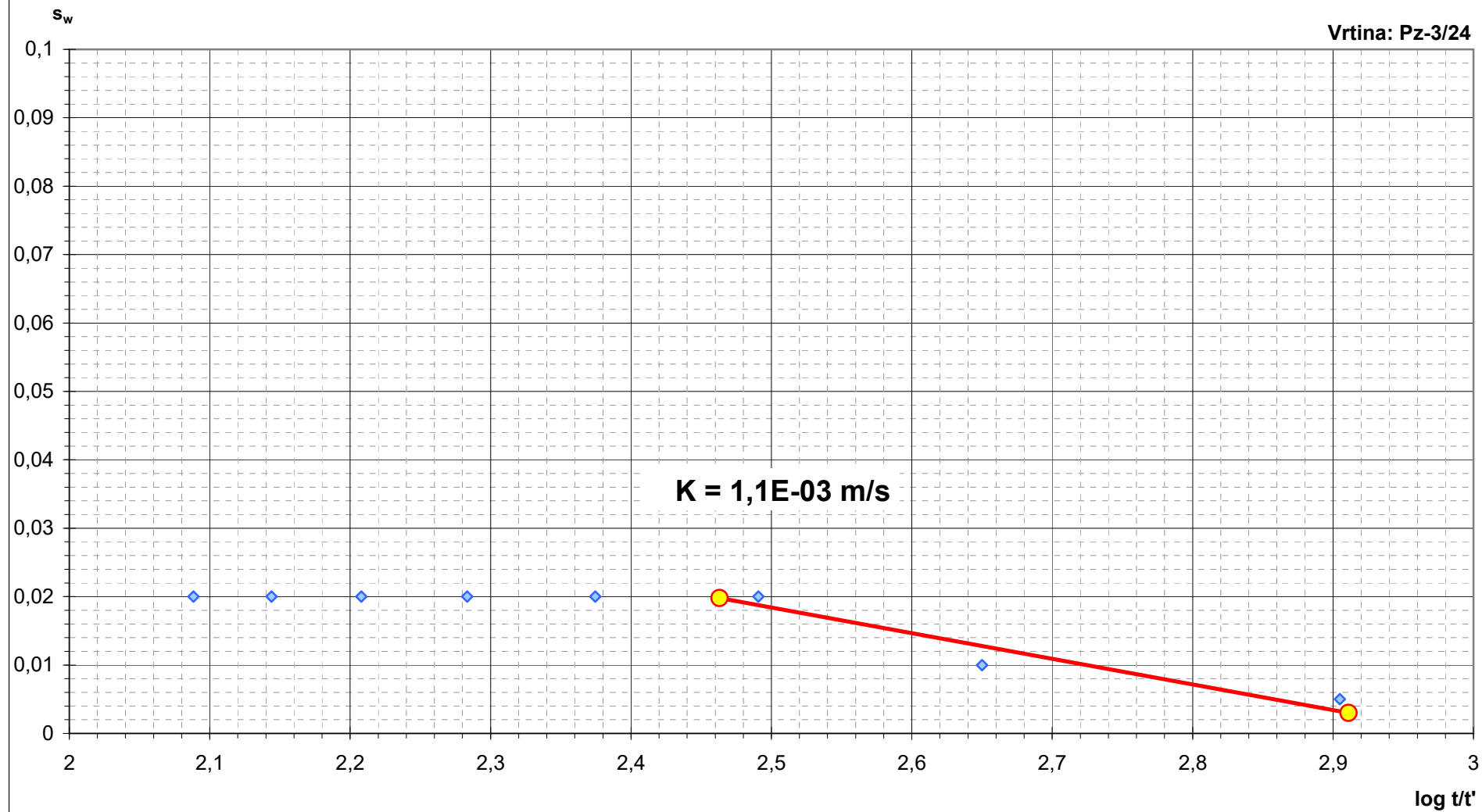




THEISOV DIAGRAM

Obdelava: David Narat

Vrtina: Pz-3/24





Priloga T.15: Kemijska analiza podzemne vode s
piezometra Pz-2/24.



NACIONALNI LABORATORIJ ZA ZDRAVJE, OKOLJE IN HRANO

CENTER ZA KEMIJSKE ANALIZE ŽIVIL, VOD IN DRUGIH VZORCEV OKOLJA

PIJA REP

OKA M B

Preverjanje istovetnosti dokumenta
http://www.nlzoh.si/istovetnostSLOVENSKA
AKREDITACIJA

SIST EN ISO/IEC 17025

LP-014

Rezultati označeni z # oz. neakreditirano
se nanašajo na neakreditirano dejavnost

Evidenčna oznaka: 1011-25/115537-25/109555-K

Poročilo o kemijskem preskušanju

Vzorec: oznaka vzorca: Kranj-Huje, vzorec: Pz-2

Matriks: Podzemna voda

Številka vzorca: 25/109555

Namen: Analiza na zahtevo naročnika

Naloga: Irgo, plitva geotermija 2025

Vodja naloge: Aleš Zagajšek, univ.dipl.kem.

Naročnik: INŠTITUT ZA RUDARSTVO GEOTEHNOLOGIJO IN OKOLJE, SLOVENČEVA ULICA 93, 1000 Ljubljana

Naročilo: PO-1011-25/115537-25/96745, EPODPIS : MAIL:david.narat@irgo.si., z dne 10.10.2025

Stanje vzorca: Vzorec ustreza kriterijem za sprejem

Odvzem vzorca

Datum in ura: 14.10.2025 10:45

Odvzel: Naročnik

Sprejem vzorca

Datum in ura: 15.10.2025 07:00

Sprejel: Nataša Medved

Datum poročila: 03.11.2025

Podatki naročnika navedeni na poročilu o preskušanju so naslednji:

podatki o vzorcu (vpisano pod Vzorec: in Matriks:), podatki o odvzemu vzorca (datum in ura odvzema, vzorčevalec).

Rezultati preskušanja

Rezultati označeni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost

Parameter	Rezultat Opomba	Enota	Izražen kot/na	Metoda Kraj izvedbe	Začetek / zaključek analize
Kovine in mikroelementi					
Natrij	4.8	mg/L	Na ⁺	ISO 17294-2:2023, MB	28.10.25 30.10.25
Kalcij	56	mg/L	Ca ²⁺	ISO 17294-2:2023, MB	28.10.25 30.10.25
Kalij	1.0	mg/L	K ⁺	ISO 17294-2:2023, MB	28.10.25 30.10.25
Magnezij	14	mg/L	Mg ²⁺	ISO 17294-2:2023, MB	28.10.25 30.10.25
Mangan	<1.0	µg/L	Mn	ISO 17294-2:2023, MB	28.10.25 30.10.25
Svinec	<0.15	µg/L	Pb	ISO 17294-2:2023, MB	28.10.25 30.10.25
Železo	<10	µg/L	Fe	ISO 17294-2:2023, MB	28.10.25 30.10.25
Organski parametri					
Celotni organski ogljik - TOC	<0.5	mg/L	C	ISO 8245: 1999, MB	21.10.25 21.10.25
Indeks mineralnih olj	<0.02	mg/L		EN ISO 9377-2: 2000 ^[1] , MB	22.10.25 23.10.25
Splošni fizikalno-kemijski parametri					
Amonij	<0.013	mg/L	NH ₄ ⁺	ISO 11732: 2005 ^[2] , MB	16.10.25 16.10.25
Nitrit	<0.007	mg/L	NO ₂ ⁻	ISO 13395: 1996 ^[2] , MB	16.10.25 16.10.25



Rezultati preskušanja

Rezultati označeni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost

Parameter	Rezultat Opomba	Enota	Izražen kot/na	Metoda Kraj izvedbe	Začetek / zaključek analize
Celotni fosfor	0.071	mg/L	PO ₄ ³⁻	ISO 6878 modif.: 2004, MB	23.10.25 24.10.25
Fosfat-orto	0.037	mg/L	PO ₄ ³⁻	ISO 15681-2: 2018 ^[2] , MB	16.10.25 16.10.25
Nitrat	5.8	mg/L	NO ₃ ⁻	ISO 10304-1: 2007/Cor.2010, MB	17.10.25 17.10.25
Fluorid	<0.10	mg/L	F ⁻	ISO 10359-1:1992 ^[3] , MB	20.10.25 20.10.25
Sulfat	14	mg/L	SO ₄ ²⁻	ISO 10304-1: 2007/Cor.2010, MB	17.10.25 22.10.25
Klorid	5.0	mg/L	Cl ⁻	ISO 10304-1: 2007/Cor.2010, MB	17.10.25 22.10.25
Hidrogenkarbonati	214 #	mg/L		ISO 9963-1, CE	16.10.25 16.10.25
Sušilni ostanek (105°C)	210 #	mg/L		DIN 38409-H1-1:1987, CE	20.10.25 21.10.25
Sušilni ostanek (180°C)	210 #	mg/L		DIN 38409-H1-1:1987, CE	20.10.25 22.10.25
Raztopljene snovi (105°C)	190 #	mg/L		DIN 38409-H1-1:1987, CE	20.10.25 21.10.25
Agresivni CO ₂ na beton	<2 #	mg/L		EN 13577, CE	20.10.25 20.10.25

[1] Ekstrakcija s heksanom

[2] Metoda CFA

[3] Kombinirana fluoridna elektroda

Kraj izvedbe preiskav:

MB - OKA Maribor, Prvomajska ulica 1, Maribor

CE - OKA Maribor, Ipavčeva ulica 18, Celje

Podatke o merilni negotovosti posredujemo na zahtevo naročnika.

Elektronsko potrdili:

Pija Rep, univ. dipl. kem.

OKA Maribor

Vodja oddelka:

Pija Rep, univ. dipl. kem.

Elektronsko podpisal Pija Rep, univ. dipl. kem. ob 05.11.2025 15:34:24

Rezultati se nanašajo izključno na preskušani vzorec. Poročilo se brez pisnega dovoljenja oddelka ne sme reproducirati, razen v celoti. Ne sme se uporabljati v reklamne namene.

Vzorec je bil v času od sprejema vzorca do začetka analiz ustrezno hranjen. Rezultati se nanašajo na prejeti vzorec.

Vse dodatne informacije o opravljenem preskušanju so dostopne na oddelku.

Preverjanje istovetnosti dokumenta: <http://www.nlzoh.si/istovetnost>.