Datum:	27.11.2025
Naročnik:	**Mestna občina Ljubljana** Mestni trg 1 1000 Ljubljana
Projekt:	**GEOLOŠKO-GEOMEHANSKO POROČILO S POUDARKOM NA VODOPREPUSTNOSTI**
Objekt:	**Območje Litostrojske ceste v Ljubljani**
Delovni nalog: Št. projekta:	DN 2007933 2007933-1-25-SZ
Naročilo:	št. N404-25-0096 z dne 11.07.2025
Center:	**CENTER ZA PROMETNICE IN INFRASTRUKTURO**
Nosilec naloge:	**Simon ŽIBERNA**, univ. dipl. inž. grad.
Vodja centra za prometnice:	**Simon ŽIBERNA**, univ. dipl. inž. grad.
v.d. direktorja:	dr. **Blaž DOLINŠEK**, univ. dipl. inž. grad.

GRADBENI INŠTITUT ZRMK d.o.o.
Ljubljana, Dimičeva 12

VSEBINA

VSEBINA 2
1. UVOD 3
2. TERENSKE PREISKAVE IN PREISKAVE 4
3. TERENSKE RAZMERE IN SESTAVA TAL 5
4. IZVEDBA INFILTROMETRSKIH PREISKAV 6
5. ZAKLJUČEK 8
6. PRILOGE 10

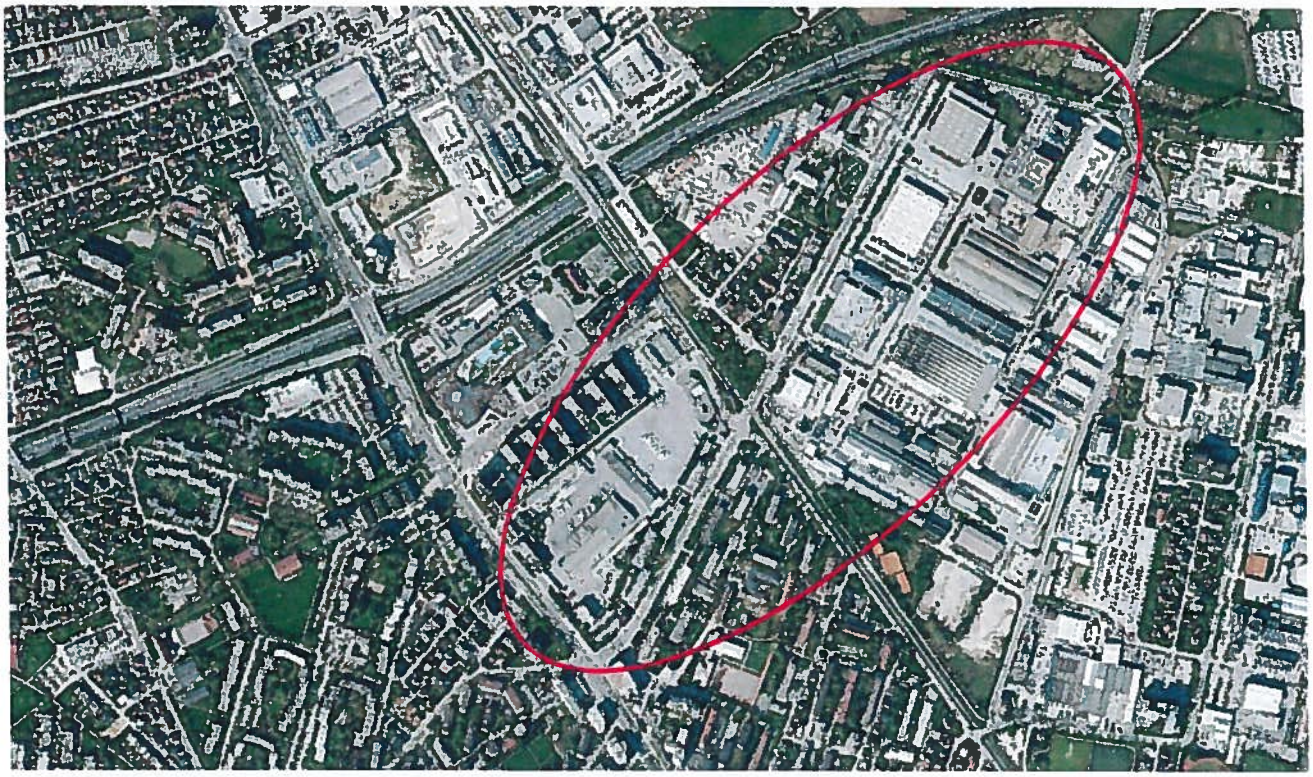
Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.

GRADBENI INŠTITUT
ZRMK d.o.o.
Ljubljana, Dimičeva 12

1. UVOD

V skladu z naročilom št.: N404-25-0096 z dne 11.07.2025 je Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o. izvedel terenske in laboratorijske preiskave ter izdelal **geološko-geomehansko poročilo s poudarkom na vodoprepustnosti za območje Litostrojske ceste v Ljubljani**.

V sklopu celovite prenove Litostrojske ceste je predvidena zamenjava voziščne konstrukcije ceste, ureditev kolesarskih poti in hodnikov za pešce, javne razsvetljave ter tudi delna obnova/rekonstrukcija obstoječih komunalnih vodov.



Slika 1: Pogled na lokacije predvidene celovite prenove (november 2025)

Zaradi preveritve možnosti ponikanja padavinskih vod na samem območju so bile naročene terenske in laboratorijske preiskave podlage ter izdelava GG poročila s poudarkom na vodoprepustnosti.

Za potrebe izdelave tega poročila smo od naročnika prejeli naslednjo dokumentacijo:

- situacijo s predvidenimi preureditvami,
- projektne pogoje za kanalizacijo.

Na podlagi izvedenih preiskav v sklopu izdelave tega poročila in prejetih projektnih podlog o predvideni celoviti prenovi, smo v poročilu podali geomehanske karakteristike za ugotovljeno sestavo tal.

Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.

GRADBENI INŠTITUT ZRMK d.o.o. Ljubljana, Dimičeva 12

2. TERENSKE PREISKAVE IN PREISKAVE

Za potrebe izdelave geološko-geomehanskega poročila s poudarkom na vodoprepustnosti smo dne 26.11.2025 izvedli sondažni izkop in meritve vodoprepustnosti, nalivalno ponikovalni preskus (infiltrometerski test), na eni lokaciji na območju predvidene celovite prenove. Sestavo tal in vodoprepustnost smo želeli preveriti podlago na več lokacijah, kar pa zaradi zelo omejenega prostora (asfaltirane prometne površine, obstoječi komunalni vodi, parcele v zasebni lasti,...) ni bilo mogoče. Smo pa pri podaji ocene upoštevali tudi predhodno izvedene preiskave (ob Celovški cesti).

Prva lokacija je bila v začetku trase ob Celovški cesti (predhodno izvedena), druga pa ob Goriški ulici (bližina križišča z Litostrojsko cesto).



Slika 2: Pogled na lokaciji izvedenih sondažnih izkopov in preiskav vodoprepustnosti

Pri izvedbi sondažnih izkopov smo ugotovili naslednjo sestavo tal:

sondažni izkop S-1:

globina (m)	sestava tal
0,0 – 0,20	humusna zemljina
0,20 – 0,35	umetni nasip (zaglinjen grušč in pesek, svetlo sive in rjave barve, vmes kosi opeke)
0,35 – 0,70	zaglinjen prod, svetlo sive in rjave barve (cGr)

sondažni izkop S-2:

globina (m)	sestava tal
0,0 – 0,80	humusna zemljina
0,08 – 1,00	zaglinjen prod, svetlo rjave in rjave barve
1,00 – 1,10	peščen prod, svetlo sive barve (cGr)

Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.

GRADBENI INŠTITUT ZRMK d.o.o. Ljubljana, Dimičeva 12

Globlji izkopi žal niso bili mogoči zaradi omejenega prostora in poteka komunalnih vodov.

Iz izkopov so bili odvzeti tudi vzorci za laboratorijske preiskave. Te so pokazale, da je material vsebuje relativno majhen delež finih zrn pod 0,063 mm (6,3 % in 2,2 %). Podrobnejši rezultati so podani v prilogi tega poročila.

Glede na opravljene terenske preiskave ocenjujemo, da se na območju preiskav, pod slojem humusne zemljine in lokalno umetnega nasutja, nahaja prodni zasip, ki ga predstavlja pretežno prod in pesek. Ta je bil dobro viden na obeh lokacijah. Opisane plasti so večje debeline. Ugotovljena podlaga je relativno dobro nosilna in pri izvedbi predvidenih izkopov ne pričakujemo težav.

3. TERENSKE RAZMERE IN SESTAVA TAL

Obravnavani prostor je relativno enostaven in ravninski. Litostrojska cesta poteka skoraj v celoti po ravnini, saj je višinska razlika zelo majhna. Od Celovške ceste proti železniški progi in še naprej dolgo poteka v premi, potem pa ostreje zavije v desno. Območje je urbano, saj se pozidave nahajajo na obeh straneh ceste in po celotni dolžini.

Glede na geološko karto na obravnavanem območju podlago sestavlja pleistocenski prodni zasip (fgl), ki ga predstavljata pretežno prod in pesek, svetlo rjave in svetlo sive barve. Ta sloj je debeline več 10 metrov, vmes pa se lahko pojavljajo plasti konglomerata. Opisane plasti so relativno dobro nosilne, dobro prepustne in imajo dobre geomehanske lastnosti.

Talne vode na manjših globinah ne pričakujemo in posledično pri predvideni celoviti prenovi ceste ne pričakujemo večjih težav povezanih z vodo.

Pri izračunih se za posamezne sloje upoštevajo lahko upoštevajo naslednje geomehanske karakteristike:

<u>umetni cestni nasip (do 0,6 m):</u>

- strižni kot zaledne zemljine $\varphi = 38°$, kohezija $c = 0$,
- prostorninska teža $\gamma = 23{,}0\ kN/m^3$,

<u>peščen prod (od 0,6 m naprej):</u>

- strižni kot zaledne zemljine $\varphi = 36°$, kohezija $c = 0$,
- prostorninska teža $\gamma = 22{,}0\ kN/m^3$.

Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.

GRADBENI INŠTITUT ZRMK d.o.o. Ljubljana, Dimičeva 12

4. IZVEDBA INFILTROMETRSKIH PREISKAV

Na lokacijah sondažnih izkopov sta bila izvedena tudi preskusa vodoprepustnosti. Izvedli smo nestacionarni nalivalni test z dvojnim infiltrometrom. Preiskava je bila izvedena na zelenici ob Celovški cesti in na manjši zelenici ob Goriški ulici (križišče z litostrojsko cesto). Na obravnavanih lokacijah sta bila izvedena izkopa globine 0,9 m oziroma 1,1 m (do raščene podlage). Preiskave smo izvedli na v plasti peščenega proda.

Infiltrometerski test smo izvedli tako, da smo obroča ustrezno vkopali v preiskovani sloj. Med izvedbo preskusa smo v časovnih intervalih spremljali višino oziroma spremembo višine apliciranega vodnega stolpca v infiltrometru.

Izvedene nestacionarne infiltrometerske preizkuse smo obdelali po metodi Hvorsleva, ki temelji na enačbi:

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

pri čemer je

K	koeficient vodoprepustnosti [m/s]
A	površina [m^2]
F	faktor oblike, ki je za valj enak 2,75×D [m]
D	premer valja [m]
Δt	sprememba časa (t2-t1) [s]
h1, h2	višina vodnega stolpca ob času t1 oziroma t2 [m]

Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.

GRADBENI INŠTITUT ZRMK d.o.o. Ljubljana, Dimičeva 12



Slika 3: Pogled na lokacijo infiltrometrske preiskave ob Celovški cesti (S-1)



Slika 4: Pogled na lokaciji infiltrometrske preiskave ob Goriški ulici (S-2)

Rezultati izvedenih preiskav so podani v Preglednici 1 in na Diagramih 1 in 2.

meritev (lokacija)	vodoprepustnost k (v m/s)
S-1	$1{,}0 \times 10^{-4}$
S-2	$1{,}6 \times 10^{-3}$

Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.

GRADBENI INŠTITUT ZRMK d.o.o.
Ljubljana, Dimičeva 12

Preglednica 1: vodoprepustnost na posamezni lokaciji

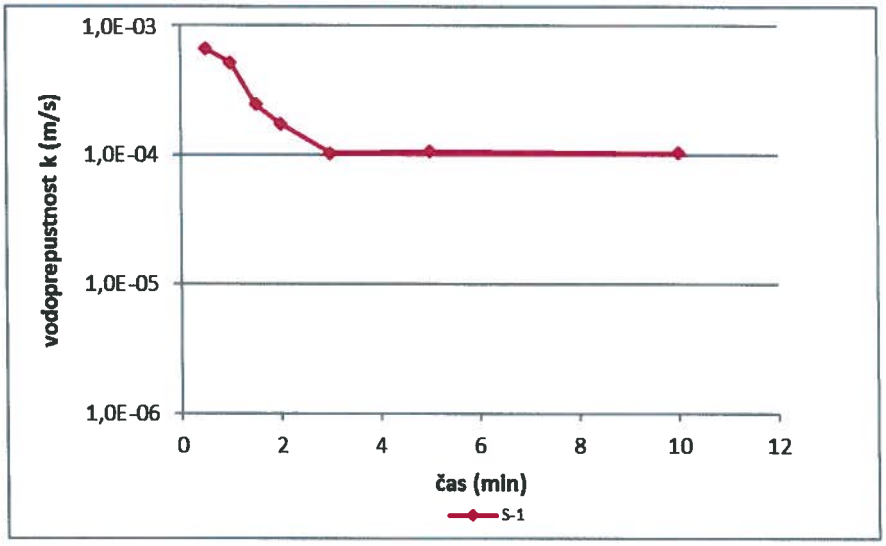


Diagram 1: spreminjanje vodoprepustnosti med preiskavo na lokaciji S-1

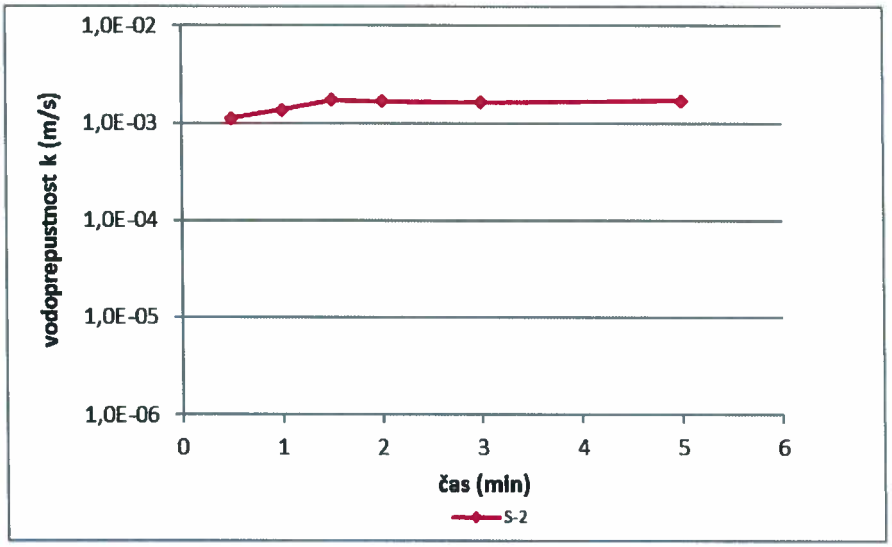


Diagram 2: spreminjanje vodoprepustnosti med preiskavo na lokaciji S-2

5. ZAKLJUČEK

Skladno z naročilom smo za potrebe izdelave geološko-geomehanskega poročila s poudarkom na vodoprepustnosti izvedli terenske in laboratorijske preiskave na območju Litostrojske ceste v Ljubljani, kjer je predvidena celovita prenova voziščne konstrukcije in komunalnih vodov.

Terenske preiskave so obsegale dva sondažna izkopa, kjer so se potem izvedli tudi nestacionarni nalivalni preskusi z dvojnih infiltrometrom za določitev zmožnosti ponikanja. Zaradi zelo omejenega

Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.

GRADBENI INŠTITUT ZRMK d.o.o.
Ljubljana, Dimičeva 12

prostora (asfaltirane prometne površine, obstoječi komunalni vodi, parcele v zasebni lasti,...) preskusov ni bilo mogoče izvesti na več lokacijah.

Po opravljenih terenskih preiskavah ocenjujemo, da se na območju preiskav pod tanjšim slojem humusne zemljine in lokalno umetnega nasutja nahaja prodni zasip, ki ga predstavlja pretežno prod in pesek. Glede na geološko karto je to pleistocenski prodni zasip (fgl), ki je debeline več 10 metrov, vmes pa se lahko pojavljajo plasti konglomerata. Opisane plasti so relativno dobro nosilne, dobro prepustne in imajo dobre geomehanske lastnosti.

Izvedena nalivalna preskusa sta pokazala, da je količnik vodoprepustnosti »k« na večjem delu območja med 1,6 x 10^{-3} do 1,0 x 10^{-4} m/s, kar je dobra do zelo dobra prepustnost tal in se lahko upošteva pri dimenzioniranju ponikovalnic. Večja prepustnost je bila ugotovljena na lokaciji, kjer je bilo mogoče izvesti nekoliko globlji izkop. Ocenjujemo, da v primeru izvedbe ponikovalnic, ki segalo nekoliko globlje, lahko pričakujemo večjo prepustnost.

Pri izvajanju izkopov je potrebno zagotoviti geomehanski nadzor, ki bo skladno s terenskimi ugotovitvami preverjal ustreznosti predpostavk v tem poročilu ter bo predlagal ukrepe v smislu varne in kvalitetne gradnje. To še posebej velja za morebitne izkope globine več kot 2,0 m.

Pripravil:

Simon Žiberna, univ. dipl. inž. grad.

GRADBENI INŠTITUT ZRMK d.o.o.
Ljubljana, Dimičeva 12

Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.

6. PRILOGE

- Laboratorijske preiskave odvzetih vzorcev iz izkopa S-1 (LZ 327-24) in S-2 (LZ 290-25)

GRADBENI INŠTITUT ZRMK d.o.o.
Ljubljana, Dimičeva 12

Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.

SLOVENSKA AKREDITACIJA
SIST EN ISO/IEC 17025
LP-096
Rezultati označeni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost

POROČILO

o laboratorijskih preiskavah zemljin

št.poročila: LZ-327-24

DELOVNI NALOG:	2007778
LAB. ŠT. VZORCA:	LZ-327-24
IZVAJALEC:	/
NAROČNIK/INVESTITOR:	CPI / MOL
GRADBIŠČE:	Šišenska cesta
MESTO ODVZEMA:	Celovška cesta
PLAST:	/
VRSTA MATERIALA:	peščen prod, svetlo rjave in svetlo sive barve
VZOREC ODVZEL:	Žiberna (GI ZRMK po SIST EN 932-1:1999)#
DATUM ODVZEMA:	18.12.2024
DATUM ZAKLJUČKA IN POROČILA:	08.01.2025

REZULTATI PRESKUSOV:					PRILOGE:
KLASIFIKACIJA: (SIST EN 14688-1:2018)	mGr #				/
VLAŽNOST: (SIST EN 1097-5:2008)	7,2 #				/
ZRNAVOST: (SIST EN 933-1:2012)	< 0,063 = 6,3 %		Cu = 47,3 #	Cc = 3,6 #	Priloženo
HUMOZNOST: (SIST EN 1744-1:2010+A1:2013)	/				/
OPT. VLAŽNOST IN GOSTOTA: (SIST EN 13286-2:2010/AC:2013)	W_{opt}=	/	W_{kor}=	/	/
	ρ_d (Mg/m^3)=	/	$\rho_{d\,kor}$ (Mg/m^3) =	/	
METILEN MODRO: (SIST EN 933-9:2022)	MB=	/			/
DELEŽ LOMLJENIH ZRN: (SIST EN 933-5:2023)	Ctr=	/	Ctc=	/	/
	Cr=	/	Cc=	/	
KONSISTENCA ZEMLJIN: (JUS U.B1.020:1980)	Wp=	/	Wl=	/	/
	Ip=	/	Ic=	/	
EKVIVALENT PESKA: (SIST EN 933-8:2012+A1:2015)	SE (10)=	/			/
MODUL OBLIKE: (SIST EN 933-4:2008)	SI=	/			/
CBR : (SIST EN 13286-47:2022)	/				/

Opombe:

VODJA PODROČJA AGREGAT IN ZEMLJINE:
Demian SALOM, dipl. inž. grad.

GRADBENI INŠTITUT ZRMK d.o.o. Ljubljana, Dimičeva 12

VODJA LABORATORIJA:
dr. Samo GOSTIČ, univ.dipl.inž.grad.

Rezultati preskušanja se nanašajo izključno na preskusne primerke. Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.

Krivulja	Vrtina	Globina (m)	U d_{60}/d_{10}	C $d_{30}^2/(d_{60}*d_{10})$	Vrsta zemljine	Delci pod 0,02 mm	Delci pod 0,063 mm
+		0,4 - 0,7	47,3	3,6	mGr	ni pod.	6,3%

ZRNAVOST po SIST EN 933-1:2012

ZRMK INSTITUT
Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.
Building and Civil Engineering Institute

VZ. ŠT. : LZ-327-24

D.N. : 2007778

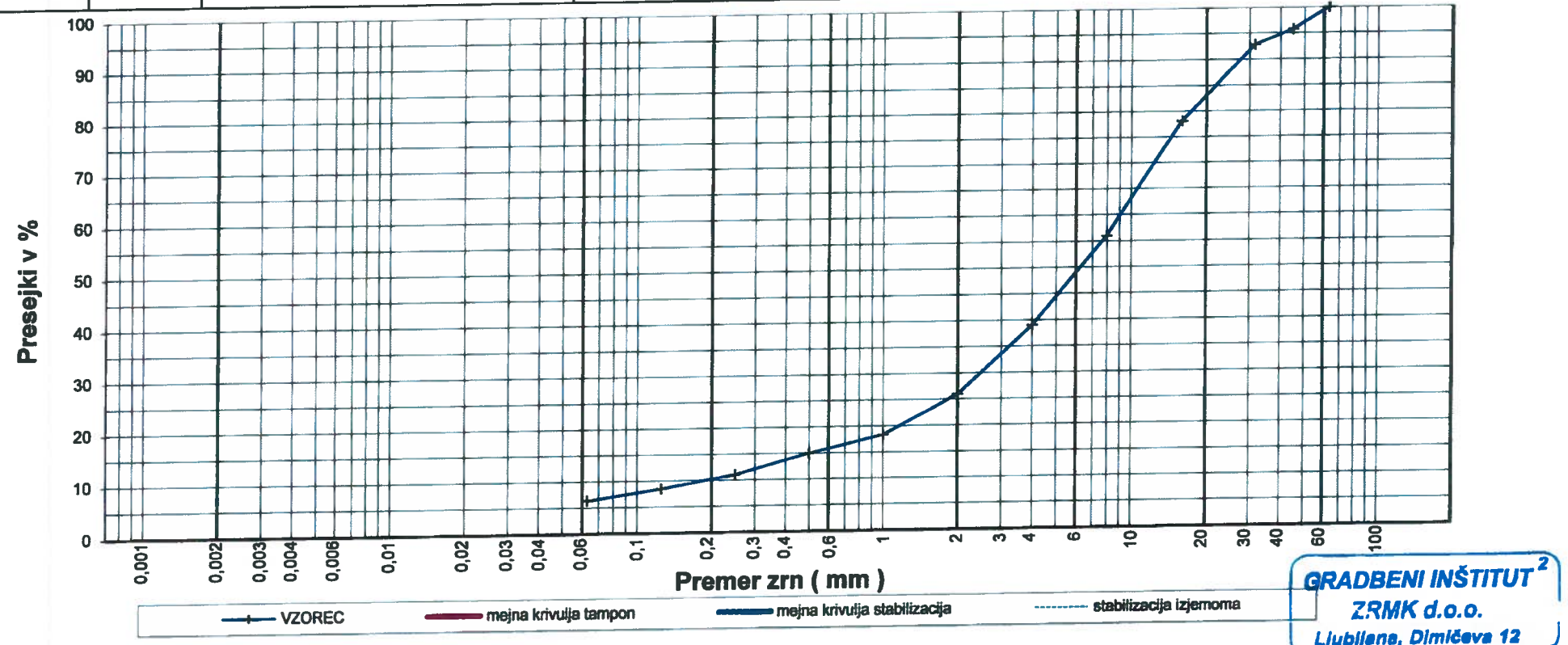
Geomehanski laboratorij

DATUM ODVZEMA : 18.12.2024 DATUM IZVEDBE: 08.01.2025

DELOVIŠČE : Šišenska cesta
Celovška cesta

sito (mm)	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	31,5	45	63	90	125	nad 125
Kumulativni presevek (%)	6,3	8	11	15	18	26	39	56	78	93	96	100			

Zemljine	Glina	Melj	Pesek			Prod (gramoz)			Kršje
			drobni	srednji	debeli	drobni	srednji	debeli	



GRADBENI INŠTITUT ZRMK d.o.o.
Ljubljana, Dimičeva 12

Preiskal Del Negro

SLOVENSKA AKREDITACIJA
SIST EN ISO/IEC 17025
LP-096
Rezultati označeni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost

POROČILO

o laboratorijskih preiskavah zemljin

št.poročila: LZ-290-25

DELOVNI NALOG:	2007933
LAB. ŠT. VZORCA:	LZ-290-25
IZVAJALEC:	/
NAROČNIK/INVESTITOR:	CPI / MOL
GRADBIŠČE:	Litostrojska cesta
MESTO ODVZEMA:	S2
PLAST:	/
VRSTA MATERIALA:	prod
VZOREC ODVZEL:	Žiberna (GI ZRMK po SIST EN 932-1:1999)#
DATUM ODVZEMA:	26.11.2025
DATUM ZAKLJUČKA IN POROČILA:	28.11.2025

REZULTATI PRESKUSOV:					PRILOGE:
KLASIFIKACIJA: (SIST EN 14688-1:2018)	cGr #				/
VLAŽNOST: (SIST EN 1097-5:2008)	3,8 #				/
ZRNAVOST: (SIST EN 933-1:2012)	< 0,063 = 2,2 %		Cu = 28,4 #	Cc = 1,8 #	Priloženo
HUMOZNOST: (SIST EN 1744-1:2010+A1:2013)	/				/
OPT. VLAŽNOST IN GOSTOTA: (SIST EN 13286-2:2010/AC:2013)	W_{opt}=	/	W_{kor}=	/	/
	ρ_d (Mg/m^3)=	/	$\rho_{d\,kor}$ (Mg/m^3) =	/	
METILEN MODRO: (SIST EN 933-9:2022)	MB=	/			/
DELEŽ LOMLJENIH ZRN: (SIST EN 933-5:2023)	Ctr=	/	Ctc=	/	/
	Cr=	/	Cc=	/	
KONSISTENCA ZEMLJIN: (JUS U.B1.020:1980)	Wp=	/	Wl=	/	/
	Ip=	/	Ic=	/	
EKVIVALENT PESKA: (SIST EN 933-8:2012+A1:2015)	SE (10)=	/			/
MODUL OBLIKE: (SIST EN 933-4:2008)	SI=	/			/
CBR : (SIST EN 13286-47:2022)	/				/

Opombe:

VODJA PODROČJA AGREGAT IN ZEMLJE:
Demian SALOM, dipl. inž. grad.

GRADBENI INŠTITUT ZRMK d.o.o. Ljubljana, Dimičeva 12

VODJA LABORATORIJA:
dr. Samo GOSTIČ, univ.dipl.inž.grad.

Rezultati preskušanja se nanašajo izključno na preskusne primerke. Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.

Krivulja	Vrtina	Globina (m)	U d_{60}/d_{10}	C $d_{30}^2/(d_{60}*d_{10})$	Vrsta zemljine	Delci pod 0,02 mm	Delci pod 0,063 mm
+	S1		28,4	1,8	cGr	ni pod.	2,2%

ZRNAVOST po SIST EN 933-1:2012

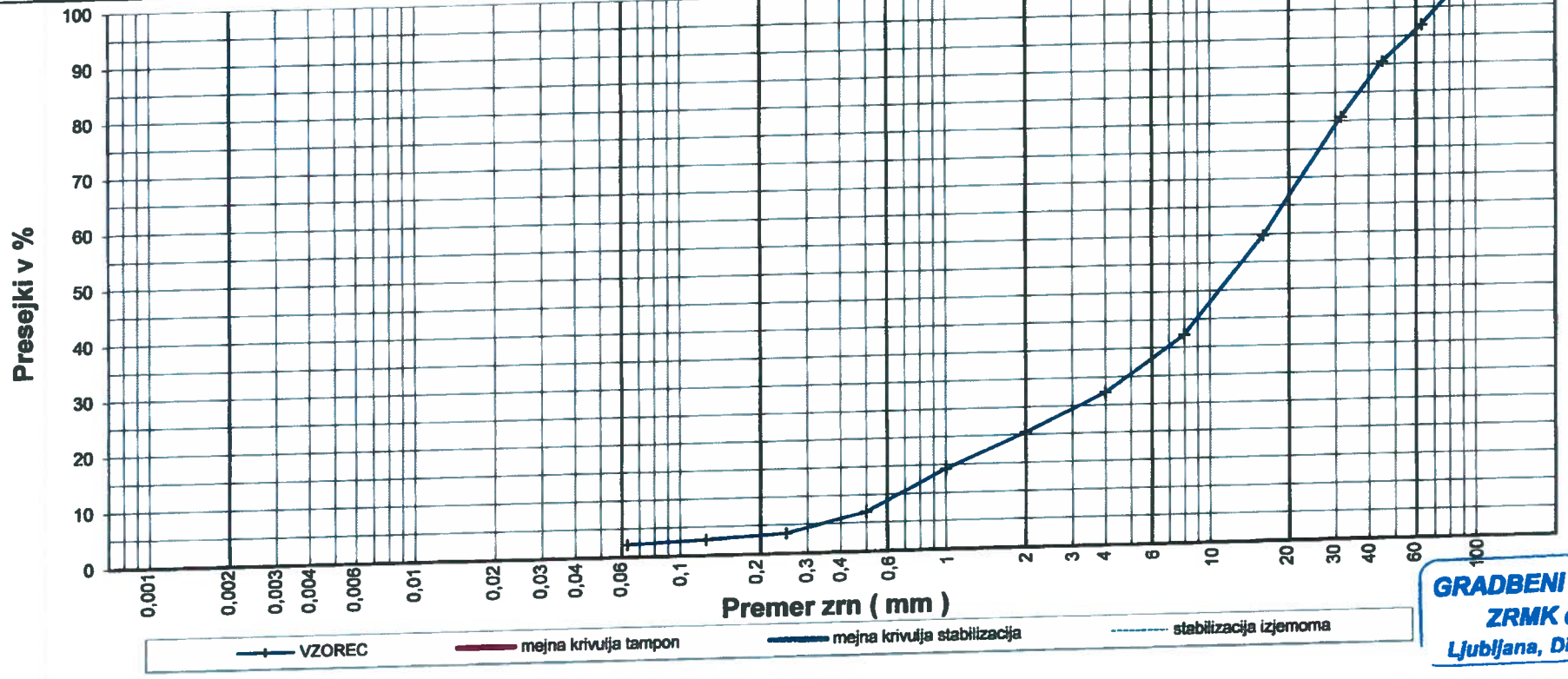
VZ. ŠT. : LZ-290-25
D.N. : 2007933
DATUM ODVZEMA : 26.11.202[illegible] DATUM IZVEDBE: 28.11.25
DELOVIŠČE : Litostrojska cesta S1

ZRMK INŠTITUT
Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.
Building and Civil Engineering Institute

Geomehanski laboratorij

sito (mm)	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	31,5	45	63	90	125	nad 125
Kumulativni presevek (%)	2,2	3	3	7	14	20	27	37	55	76	85	92	100		

Zemljine	Glina	Melj	Pesek			Prod (gramoz)			Kršje
			drobni	srednji	debeli	drobni	srednji	debeli	



GRADBENI INŠTITUT ZRMK d.o.o.
Ljubljana, Dimičeva 12

Preiskal Krumpestar