ZAVOD ZA GRADBENIŠTVO SLOVENIJE

SLOVENIAN NATIONAL BUILDING AND CIVIL ENGINEERING INSTITUTE

Dimičeva ulica 12
1000 Ljubljana
Slovenija

info@zag.si
www.zag.si

ODDELEK ZA GEOTEHNIKO IN PROMETNICE

Odsek za geotehniko

GEOLOŠKO - GEOMEHANSKI ELABORAT 905/24-710-2

Geološko geomehanski elaborat za Poslovni objekt – center za usposabljanje varstva pri delu

Naročnik:	**Nuklearna elektrarna Krško d.o.o . Vrbina 12, SI-8270 Krško**
Naročilo:	**Št. 3241430 z dne 19.09.2024**
Nosilec naloge:	**Andraž Geršak, univ. dipl. inž. geol.**
Vodja enote:	**dr. Stanislav Lenart, univ. dipl. inž. grad.**
Direktor:	**doc. dr. Aleš Žnidarič, univ. dipl. inž. grad.**
Datum:	5. 2. 2025

Digitalno podpisano:
KARMEN FIFER BIZJAK, ZAG

(po pooblastilu direktorja)

Karmen Fifer Bizjak

Poročilo so interno pregledale in odobrile vse navedene osebe, kar potrjuje končni elektronski podpis.
Preverjanje pristnosti dokumenta: www.zag.si/pristnost

Rezultati preskušanja se nanašajo izključno na preskusne primerke. Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.
Rok za reklamacije je 15 dni od izdaje poročila. Skupno število strani: 11; število prilog: 4

Vsebina

1. Uvod ... 3
1.1 Uporabljeni standardi in dokumentacija ... 4
2. Osnovni podatki o predvidenem objektu ... 4
3. Terenske in laboratorijske geomehanske preiskave ... 5
3.1 Geološko geomehanske vrtine ... 5
3.1.1 Vrtina V6 ... 5
3.1.2 Vrtina V8 ... 6
3.1.3 Vrtina V10 ... 6
3.2 Terenske preiskave ... 7
3.2.1 Meritve z ročnim penetrometrom ... 7
3.2.2 Meritve z žepno krilno sondo ... 7
3.2.3 Standardni penetracijski preskus – SPT ... 7
3.3 Laboratorijske preiskave ... 8
4. Inženirsko geološke razmere ... 9
4.1 Splošni podatki o geološki sestavi in geomorfološki podatki ... 9
4.2 Seizmičnost terena ... 9
4.3 Geološko-geomehanski model ... 10
4.3.1 Opis osnovnih hidrogeoloških razmer ... 10
5. Zaključek ... 11
6. Priloge ... 11

1. Uvod

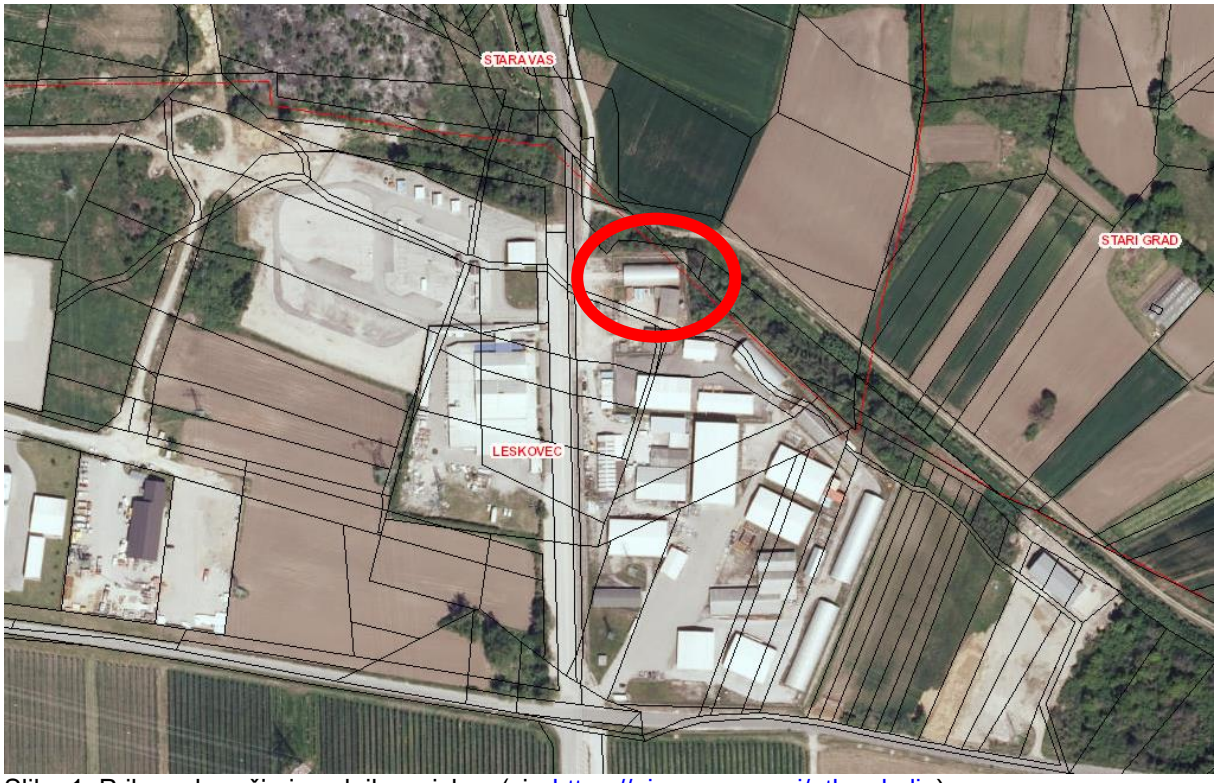
Na podlagi naročilnice ŠTEVILKA 3241430, investitorja NEK d.o.o., so se izvedle 3 vrtine na območju industrijske cone severno od NEK-a. Vrtine so bile izvedene za potrebe ugotovitve geomehanskih lastnosti temeljnih tal pod predvidenim poslovnim objektom – center za usposabljanje varstva pri delu NEK. Geomehanske vrtine in standardni penetracijski preizkus (SPT) je opravil podizvajalec GEOTRANS d.o.o.. Popis vrtin, geološko spremljavo vrtanja, popis jeder vrtin, odvzem vzorcev, meritve podzemen vode, laboratorijske in terenske preiskave pa Zavod za gradbeništvo Slovenije.

Območje preiskav vrtin se je nahajalo v mestni občini Krško, v katastrskih občinah Leskovec, (šifra KO: 1321, parcelna št.: 1205/342; vrtini V8 ter V10) in Stara vas (šifra KO: 1316, parcelna št.: 966; vrtina V6).

Izvedene preiskave so naj bi podale vhodne podatke za naslednje izračune in določitev:

- Določitev višine temeljev in morebitna zamenjava tal
- Izračun nosilnosti tal pod plitvimi temelji
- Izračun posedka plitvih temeljev
- Dokaz globalne stabilnosti tal
- Določitev koeficienta togosti temeljnih tal pod plitvimi temelji, za modeliranje, konstrukcijsko analizo in dimenzioniranje konstrukcije.

V projektni nalogi je navedeno, da geomehansko poročilo, ki prikazuje rezultate izvedenih del, lahko vsebuje interpretativni del, ali pa tudi ne. V vsakem primeru bo projektant zgradbe samostojno opravil tudi geotehnične izračune stabilnosti in izračun končnih koeficientov togosti zemljine.



Slika 1: Prikaz območja izvednih preiskav (vir: https://gis.arso.gov.si/atlasokolja).

1.1 Uporabljeni standardi in dokumentacija

Pri izvedbi preiskav in izdelavi poročila smo upoštevali sledeče standarde in dokumentacijo.

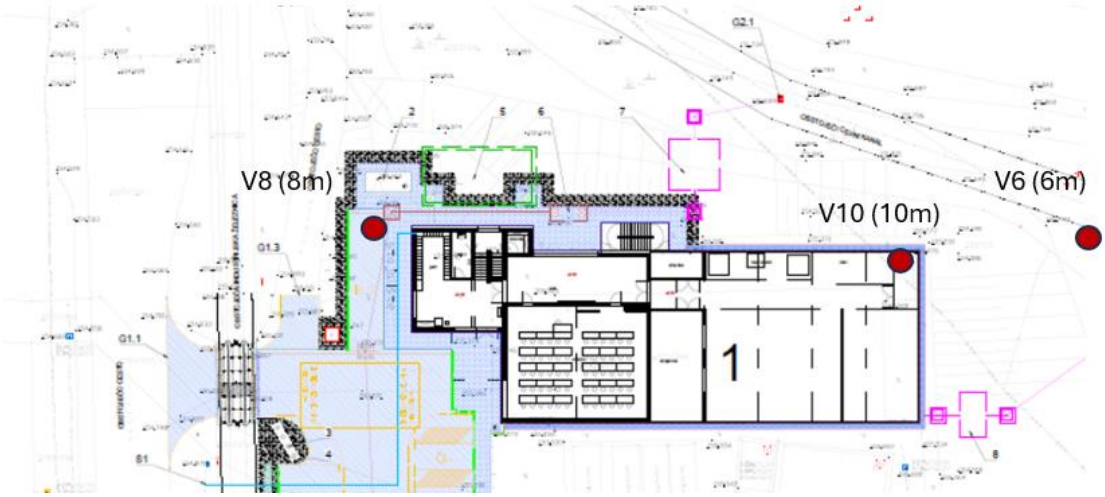
Standardi, predstandardi in priporočila:

- EC 7, SIST EN 1997-1; Geotehnično projektiranje,
- EC 7, SIST EN 1997-2; Preiskovanje in preizkušanje tal,
- SIST EN ISO 22476-3; Izvedba SPT preiskav,
- SIST ISO 22475-1; Popis in shranjevanje jedra,
- ISO 10381/1; Odpiranje in klasifikacija vzorcev,
- SIST EN ISO 14688-2; Prepoznavanje in razvrščanje zemljin, Načela za razvrščanje, Klasifikacija zemljin,
- opis zemljin po SIST EN ISO 14688-1:2018,
- klasifikacija zemljin po SIST EN ISO 14688-2:2018,
- določitev naravne vlažnosti, w (%) po SIST EN ISO 17892-1:2015,
- določitev Atterbergovih meja plastičnosti (, w_P, w_L, I_P (%) po SIST EN ISO 17892-12:2018,
- določitev prostorninske mase, ρ, ρ_d (Mg/m^3) po SIST EN ISO 17892-2:2015,
- določitev specifične mase, ρ_s (Mg/m^3) po SIST EN ISO 17892-3:2016,
- določitev modula stisljivosti v edometru, E_{oed} (kPa) po SIST EN ISO 17982-5:2017,
- določitev koeficienta vodoprepustnosti v edometru, k (m/s) po SIST EN ISO 17892-11:2019, točka 6.3.2
- določitev strižne trdnosti zemljine v direktnem strižnem aparatu, φ', *c*', (°, kPa) po SIST EN ISO 17892-10:2019,
- določitev zrnavostne sestave, p (%) po SIST EN 933-1:2012,
- določitev zrnavostne sestave, p (%) po SIST EN ISO 17892-4:2017..

2. Osnovni podatki o predvidenem objektu

Omenjeni objekt spada v geotehnično kategorijo 2 in bo novogradnja predvidenih dimenzij 16 x 36 m in bo sestavljen iz dveh delov: Zgradba za teoretično usposabljanje in zgradba za praktično usposabljanje.

Zgradba za teoretično usposabljanje bo armirano betonska konstrukcija, ki ima medsebojno povezana dela, 3 – etažni z višino etaže cca 3,00m in gaberiti cca 8,6 x 9,45 m in 2 – etažni z višino etaže cca 4,7 m in gaberiti cca 13,6 x 15,6 m. Temelji bodo medsebojno povezani pasovni temelji ali temeljna plošča in bodo končno definirani z geotehničnim in statičnim izračunom. Zgradba za praktično usposabljanje bo kovinska konstrukcija, katera bo temeljena na medsebojno povezanih pasovnih armirano betonskih temeljih, katerih končne dimenzije se bodo določile z geotehničnim in statičnim izračunom.



Slika 2: Prikaz Lokacij izvedenih vrtin glede na načrtovana objekta.

3. Terenske in laboratorijske geomehanske preiskave

3.1 Geološko geomehanske vrtine

Za potrebe geološko – geomehanskih preiskav so se izvedle tri geološko geomehanske vrtine globine 6, 8 in 10 m. Celotna dolžina vrin je bila jedrovana in popisana ss strani geologa. Kjer je bil material primeren so se na pridobljenem jedru opravile tudi preiskave z ročno krilno sondo in ročnim penetrometrom. Iz jedra so se odvzeli tudi vzorci za laboratorijske preiskave, katere so bile opravljene v akreditiranem laboratoriju ZAG.

V vrtinah so se skladno s programom in dogovorom s projektantom izvajali standardni penetracijski testi (SPT), ob vrtanju pa se je izvedla tudi meritev nivoja podzemne vode.

Po dogovoru z investitorjem in projektantom, lokacije vrtin niso bile geodetsko pomerjene, koordinate so določene s pomočjo portala atlasa okolja.

3.1.1 Vrtina V6

Vrtina V6 leži vzhodno od nasipa objekta na naravnih tleh, na nadmorski višini ~ 151,65 m.n.v.. Vrtanje vrtine se je izvajalo 23.10.2024. Končna dolžina vrtine je 6 m. Na območju vrtine V6 se v zgornjem delu nahaja 0,5 m debela plast humusa, pod katero se nahajajo savski karbonatni meljasti in peščeni prodi, ki na globini 3,1 m nalegajo na miocensko pusto temno sivo trdno glino, ki je reagirala z 10% hladno razredčeno raztopino HCl. V vrtini so bili izvedeni SPT- ji na globini 1, 3 in 5 m.

Meritev nivoja vode se je izvedla dan po vrtanju, v deževnem vremenu in je bila zabeležena na 1,41 m pod koto terena.

Meritev z ročno krilno sodno in ročnim penetrometrom, zaradi krhkosti materiala in razdrobljenih vzorcev, ni bilo mogoče izvesti.

Odvzeti so bili tudi trije vzorci zemljine, ki so bili prepeljani v geomehanski laboratorij ZAG. Fotografije jedra vrtine se nahajajo v prilogi P01, podrobnejši popis vrtine pa v prilogi P02.

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

3.1.2 Vrtina V8

Vrtina V8 leži na nasipu na zahodni strani predvidenega objekta, na višini 155,31 m.n.v.. Vrtanje vrtine se je izvajalo 24.10.2024. Končna dolžina vrtine je 8 m. Na območju vrtine V8 se v zgornjem delu nahaja 0,2 m debela plast betona, pod katero se nahaja nasip v katerega so vgrajeni okoliški savski karbonatni meljasti in peščeni prodi, zaradi česar jih je tudi zelo težko ločiti z naravnimi aluvialnimi sedimenti. Prodi na globini 7,8 m nalegajo na miocensko pusto temno sivo trdno do mastno srednje gnetno glino, ki je reagirala z 10% hladno razredčeno raztopino HCl. V vrtini so bili izvedeni SPT- ji na globini 1, 3, 5 in 7 m.

Meritev nivoja vode se je izvedla na dan vrtanja, v oblačnem vremenu in je bila zabeležena na 6,70 m pod koto terena.

Meritve z ročnim penetrometrom so na stiku s prodom, na globini 7,55 m, znašale, 75 kN/m^2, ki so do globine 7,75 m zvezno narastle na vrednost 450 kN/m^2, pod to globino so meritve z ročnim penetrometrom znašale nad 450 kN/m^2.

Vrednosti meritev z ročno krilno sondo (nedrenirana strižna trdnost, c_u) v miocenskih plasteh so znašale na globini 7,6 m 125 kPa, na 7,65 m 180 kPa na globini 7,7 m pa nad 250 kPa.

Odvzeti so bili tudi trije vzorci zemljine, ki so bili prepeljani v geomehanski laboratorij ZAG. Fotografije jedra vrtine se nahajajo v prilogi P01, podrobnejši popis vrtine pa v prilogi P02.

3.1.3 Vrtina V10

Vrtina V10 leži na nasipu na vzhodni strani objekta, na višini ~ 155,28 m.n.v.. Vrtanje vrtine se je izvajalo 25.10.2024. Končna dolžina vrtine je 10 m. Pod približno 10 cm debelo plastjo travnate ruše s prodom se na območju vrtine V10 nahaja nasip v katerega so vgrajeni okoliški savski karbonatni meljasti in peščeni prodi, zaradi česar jih je tudi zelo težko ločiti z naravnimi aluvialnimi sedimenti. Prodi na globini 6,8 m nalegajo na miocensko pusto temno sivo trdno glino, ki je reagirala z 10% hladno razredčeno raztopino HCl. V vrtini so bili izvedeni SPT- ji na globini 1, 3, 5, 7 in 9 m.

Meritev nivoja vode se je izvedla na dan vrtanja, v oblačnem vremenu in je bila zabeležena na 5,00 m pod koto terena.

Meritve z ročnim penetrometrom so v miocenskem melju znašale nad 450 kN/m^2, z izjemo meritev na globinah na 8,1 m kjer je meritev znašala 275 kN/m^2, 8,3 m kjer je meritev znašala 450 kN/m^2 in 8,45 m kjer je meritev znašala 300 kN/m^2.

Vrednosti meritev z ročno krilno sondo (nedrenirana strižna trdnost, c_u) v miocenskih plasteh so znašale nad 250 kPa.

Odvzeti so bili vzorci zemljine na štirih odsekih, ki so bili prepeljani v geomehanski laboratorij ZAG. Fotografije jedra vrtine se nahajajo v prilogi P01, podrobnejši popis vrtine pa v prilogi P02.

Rezultati preskušanja se nanašajo izključno na preskusne primerke. Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.
ZAG-001.009-1/v1

3.2 Terenske preiskave

3.2.1 Meritve z ročnim penetrometrom

Meritve z ročnim penetrometrom so namenjene hitri oceni enoosne tlačne trdnosti koherentnih zemljin na terenu ali v laboratoriju. Na terenu smo izvajali meritve na jedru iz vrtin. Rezultati meritev so podani v geotehničnih profilih vrtin v prilogi P02 in pri opisu posameznih vrtin v poglavju 3.1..

3.2.2 Meritve z žepno krilno sondo

Meritve z žepno krilno sondo so namenjene hitri oceni nedrenirane strižne trdnosti na terenu ali v laboratoriju. Na terenu smo izvajali meritve z žepno krilno sodno na jedru vrtin. Rezultati meritev so podani v geotehničnih profilih vrtin v prilogi P02 in pri opisu posameznih vrtin v poglavju 3.1..

3.2.3 Standardni penetracijski preskus – SPT

Standardni penetracijski preizkus se uporablja za oceno trdnostnih in deformabilnostnih karakteristik zemljin; predvsem peščenih zemljin. V sklopu raziskovalnih del na obravnavanem območju smo izvedli standardne penetracijske teste (SPT).

Meritve so bile izvedene z uporabo konice skladno s standardom SIST EN ISO 22476-3:2005. Za uporabljeno penetracijsko opremo se upošteva korekcijski faktor prenosa energije *E*r/60 = 0,993. Dodatno se upošteva še korekcijski faktor za uporabo konice namesto noža, ki znaša 0,75.

Rezultati SPT preiskav so bili izvrednoteni ob upoštevanju zahtev standarda SIST EN 1997-2 (Geotehnično projektiranje – 2. del: Preiskovanje in preizkušanje tal). V spodnji preglednici 1 podajamo vrednosti penetracijskega odpora *N, P* in korigiranih vrednosti N_{60}, $(N_1)_{60}$ ter iz njih izhajajočih konsistenčnih stanj oziroma penetracijo hribine.

Preglednica 1: Rezultati SPT preiskav - N.

Vrtina	Globina	Voda	σ_v'	N	P	k_{60}	C_n	λ	$(N_1)_{60}$	N_{60}	E_{oed}	klas.	Gostota, konsistenca penetrabilnost
	m	m	kPa	ud/30cm	cm/60ud				ud/30cm	ud/30cm	kPa		
V-6	1,0	2,7	21,0	37	-	0,933	1,36	0,75	46,9	26,4	40000-60000	mGr	gosto
	3,0		63,0	31	-	0,933	1,14	0,75	33,0	18,6	15000-30000	Sa	gosto
	5,0		105,0	-	10,0	-	-	-	-	-	-	ClM	visoka
V-8	1,0	6,7	21,0	41	-	0,933	1,36	0,75	51,9	29,2	40000-60000	mGr	gosto
	3,0		63,0	45	-	0,933	1,14	0,75	47,9	26,9	40000-60000	mGr	gosto
	5,0		105,0	44	-	0,933	0,98	0,85	40,4	25,7	40000-60000	mGr	gosto
	7,0		147,0	25	-	0,933	0,86	0,95	20,2	14,4	15000-40000	mGr	srednje gosto
V-10	1,0	5	21,0	46	-	0,933	1,36	0,75	58,3	32,8	40000-60000	mGr	gosto
	3,0		63,0	43	-	0,933	1,23	0,75	49,2	27,7	40000-60000	mGr	gosto
	5,0		103,5	35	-	0,933	0,98	0,75	32,1	18,1	40000-60000	mGr	gosto
	7,0		141,9	-	11	-	-	-	-	-	-	ClM	visoka
	9,0		183,9	-	10	-	-	-	-	-	-	ClM	visoka

Preglednica 2: Ovrednotenje SPT preiskav- zemljina.

NEKOHERENTNA ZEMLJINA (peski, prodi)				
N	Gostotno stanje	ϕ °	Modul stisljivosti M (kPa)	
			drobni in srednji peski	debeli pesek in prod,gramoz
< 4	zelo rahlo	< 28,4		
4-10	rahlo	28,4-30,3	< 7 500	< 15 000
10-30	srednje gosto	30,3-36,2	7 500 -15 000	15 000 - 40 000
30-50	gosto	36,2-40,9	15 000 - 30000	40 000 - 60 000
> 50	zelo gosto	> 40,9	>30 000	> 60 000
KOHERENTNA ZEMLJINA (gline, melji)				
N	Konsistenčno stanje	qu (kPa)	Modul stisljivosti M (kPa)	
< 2	židko	< 25	<500	
2-4	lahko gneteno	25-50	500-1000	
4-8	srednje gneteno	50-100	1000-2000	
8-15	težko gneteno	100-200	2000-5000	
15-30	poltrdno	200-400	5000-20000	
> 30	trdno	> 400	>20000	

Korigirana vrednost SPT meritev, z upoštevanjem korekcijskih faktorjev za energijo in izgub energije po drogovju, se izračuna po naslednji enačbi:

$$N_{60} = N * k_{60} * \kappa * \lambda * C_N$$

N število udarcev/30 cm
κ koeficient uporabe konice namesto standardnega okova
λ korekcijski faktor zaradi dolžine palice
C_n koeficient napetosti v zemljini, prekonsolidacije in gostote

Korigirana vrednost SPT meritev, z upoštevanjem korekcijskih faktorjev za energijo in vpliva efektivnega tlaka, pa se izračuna po naslednji enačbi:

$$(N_1)_{60} = N * k_{60} * \kappa * C_N$$

Rezultati kažejo, da so plasti večinoma v gostem stanju.

3.3 Laboratorijske preiskave

Iz izvrtanih geomehanskih jeder je bilo odvzetih 10 vzorcev zemljine, ki so bili dostavljeni v geomehanski laboratorij Zavoda za Gradbeništvo Slovenije (ZAG). Vzorci so bili označeni z laboratorijsko številko G 54/24 in vpisani v knjigo vzorcev. Na osnovi pregleda prejetih vzorcev so se geomehanske laboratorijske preiskave izvajale na vseh vzorcih. Izvedli smo preiskave navedene v preglednici 3.

Rezultati preskušanja se nanašajo izključno na preskusne primerke. Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.
ZAG-001.009-1/v1

Preglednica 3: Seznam izvedenih laboratorijskih preiskav.

Preiskava	Standard	Št. preiskav
Opis zemljin	SIST EN ISO 14688-1:2018	11
Klasifikacija vzorcev	SIST EN ISO 14688-2:2018	11
Vlažnost	SIST EN ISO 17892-1:2015	11
Atterbergove meje plastičnosti	SIST EN ISO 17892-12:2018	6
Prostorninska masa	SIST EN ISO 17892-2:2015	4
Specifična masa	SIST EN ISO 17892-3:2016	5
Modul stisljivosti	SIST EN ISO 17892-5:2017	2
Vodoprepustnost	SIST EN ISO 17892-11:2019	2
Direktna strižna preiskava	SIST EN ISO 17892-10:2019	3
Zrnavostna sestava	SIST EN 933-1:2012 in SIST EN ISO 17892-4:2017	6

Poročilo z vsemi rezultati laboratorijskih preiskav se nahaja v prilogi P04 (P0905/24-710-1)

4. Inženirsko geološke razmere

4.1 Splošni podatki o geološki sestavi in geomorfološki podatki

Območje novih objektov se nahaja v Krški kotlini, približno 1 km severno od jezu NEK in približno 350 m južno od pobočja Libne. Pobočja Libne prekriva večinoma gozd, z nasadi sadnih dreves, lešnikov in trt, na ravninskem delu pa se nahajajo večinoma njive in industrijski objekti.

Območje Libne sestavljajo miocenski peski in melji, na katere smo naleteli tudi ob vrtanju. Miocenske sedimente, na lokaciji preiskav, v naravnih tleh, prekriva plast peščenih in meljstih savskih prodov, kateri so prekriti s približno 0,5 m debelo plastjo glinasto peščenega melja in humusa.

Objekta bosta postavljena na obstoječem, približno 4 m visokem nasipnem platoju, za katerega lahko na podlagi preiskav sklepamo, da je sestavljen iz okoliškega savskega proda in je dobro utrjen. Ker je nasip grajen iz okoliškega materiala in je dobro utrjen je meja med nasipom in naravnimi tlemi težko določljiva.

Severno od obravnavane lokacije objekta poteka podzemni kanalizacijski vod, ki izvira na površje severovzhodno od objekta. priporočamo pazljivost pri gradnji, da se voda ne poškoduje.

4.2 Seizmičnost terena

Skladno s SIST EN 1998-1: 2004 Evrokod 8: 'Projektiranje potresno odpornih konstrukcij – del 1: Splošna pravila, potresni vplivi in vplivi na stavbe' in na osnovi terenskega ogleda ocenjujemo, da se tla uvrščajo v razred C, kjer so globoki sedimenti srednje gostega ali srednje gostega peska z vrednostmi v_s, 180 - 360 m/s in c_u 70 - 250 kPa).

Po karti 'Potresna nevarnost Slovenije - projektni pospeški tal' (avtorji: B. Šket Motnikar, P Zupančič, M Živčić, J. Atanackov, P. Jamšek Rupnik, M. Čarman, V. Kastelic, A. Gosar, izdaja 2021), ki upošteva povratno dobo potresov 475 let, spada obravnavano področje v območje z vrednostjo projektnega pospeška tal ag= 0,275 g (za vrsto tipa tal po EC8).

4.3 Geološko-geomehanski model

Značilne inženirsko-geološke (IG) enote so podane zgolj za območje, ki je glede na inženirsko-geološke razmere, ugotovljeno z izvedbo preiskav in izkustvene ocene (Preglednica 4).

Enote so predstavljene v vrstnem redu pojavljanja, od površja terena navzdol. V nadaljevanju (preglednica 4) so za vse navedene značilne inženirsko-geološke enote podane še predlagane geomehanske karakteristike pridobljene s terenskimi in laboratorijskimi preiskavami ter na podlagi izkustev, ki naj se jih prevzame pri nadaljnjih analizah.

Preglednica 4: Opis geomehanskih plasti.

IG enota	starost	Debelina sloja (m)	Klasifikacija SIST EN ISO	Opis zemljine
IG0	Q	0,0 - 0,5	SiM	Srednje plastični melj, s kosi grušča, srednje gneten
IG1	Q	2,5 - 7,5	mGr	Nasipne plasti iz pešečnih in meljastih prodov in peščeni in meljasti prodi
IG2	Mi		ClM	Pusta trda glina

Preglednica 5: Geomehanske karakteristike plasti (določene iz laboratorijskih, SPT in iz arhivskih podatkov).

Sloj	**Opis sestave tal**	Klasifikacija SIST EN ISO	**Gostota ρ [Mg/m^3]**	**Strižni kot φ' [°]**	**Kohezija c' [kPa]**	**E_{oed} [MPa]**
IG0	Srednje plastični melj, s kosi grušča, srednje gneten	SiM	1,9	29	10	10
IG1	Nasipne plasti in peščeni in meljasti prodi	mGr	2,2	37	0	45
IG2	Pusta trda glina	ClM	2,0	25	35	10

Inženirsko geološke razmere so prikazane v prilogi P03.

4.3.1 Opis osnovnih hidrogeoloških razmer

Severno od objekta se nahaja podzemni kanal ki izvira severovzhodno od predvidenega objekta. Podatka o globini kanala nimamo, vendar glede na terenska opazovanja domnevamo, a se nahaja teme cevi približno 1 m pod površjem. Pri izvedbi objekta naj se upošteva lokacija kanala in geomehanske razmere na območju, da ne pride do poškodb.

Ostalih podatkov o podzemnih vodih na območju obstoječega in predvidenega objekta nimamo.

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

V vrtinah V6 in V10 se gladina podzemne vode nahaja med 150,24 in 150,28 m.n.v., v vrtini V10 pa se nivo podzemne vode nahaja približno 1,6 m niže, na 148,61 m.n.v.. to je lahko vpliv posledice bližin izvira zgoraj omenjenega kanala, ali pa tudi nižjega stika s slabo prepustno podlago peščenega melja.

5. Zaključek

Na območju, kjer se predvideva porušitev starega obstoječega objekta in izgradnja novega objekta, smo skladno z naročilom izvedli geomehanske raziskave in laboratorijske preiskave na odvzetih vzorcih zemljine ter pripravili geološko-geomehansko poročilo o sestavi tal tega področja.

V poročilu smo najprej predstavili potek in rezultate preiskav ter opravili analizo le-teh. Geološko-geomehanski model za obravnavano območje smo izdelali na podlagi pridobljenih rezultatov preiskav. Postavljen geološko-geomehanski model služi projektantu za nadaljnje načrtovanje, stabilnostne in statične analize predvidene izgradnje objekta.

O terenskih rezultatih in odvzetih vzorcih smo po dogovoru z investitorjem obvestili projektanta pred izdajo poročila. Skladno z naročilom interpretativni del ni zahtevan.

Severno od obravnavane lokacije objekta poteka podzemni kanalizacijski vod, ki izvira na površje severovzhodno od objekta. Priporočamo pazljivost pri gradnji, da se voda ne poškoduje.

6. Priloge

PRILOGE

P01	Fotodokumentacija	7
P02.	Popisi vrtin	4
P03	Inženirsko - geološka karta in situacija preiskav ter geološko geotehnični prerez A-A´, M 1:500	2
P04	Poročilo št. 905/24-710-1 o rezultatih geomehanskih laboratorijskih preiskav vzorcev zemljin	26

Poročilo pripravil: Andraž Geršak, univ. dipl. inž. geol.

Poročilo pregledala in odobrila: Barbara Žiberna, univ. dipl. inž. grad.

Rezultati preskušanja se nanašajo izključno na preskusne primerke. Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.
ZAG-001.009-1/v1

PRILOGA P01

FOTODOKUMENTACIJA, POSLOVNI OBJEKT NEK,
Oktober 2024

Celotna fotodokumentacija se hrani v arhivu ZAG; FotoPortal, Mapa 049115d

Vrtina V6



Slika 1: Območje vrtine V6. *(Arhiv ZAG: 049115d-02)*



Slika 2: Izvedba vrtine V6. *(Arhiv ZAG: 049115d-06)*



Slika 3: Jedro vrtine V6, globine 0,0 do 6,0 m. *(Arhiv ZAG: 049115d-10)*

Vrtina V8



Slika 4: Območje vrtine V8. *(Arhiv ZAG: 049115d-03)*



Slika 5: Jedro vrtine V8, globine 0,0 do 4,0 m. *(Arhiv ZAG: 049115d-16)*



Slika 6: Jedro vrtine V8, globine 4,0 do 8,0 m. *(Arhiv ZAG: 049115d-17)*

Vrtina V10



Slika 7: Jedro vrtine V10, globine 0,0 do 4,0 m. *(Arhiv ZAG: 049115d-24)*



Slika 8: Jedro vrtine V10, globine 4,0 do 8,0 m. *(Arhiv ZAG: 049115d-25)*



Slika 9: Jedro vrtine V10, globine 8,0 do 10,0 m. *(Arhiv ZAG: 049115d-25)*



Slika 10 Jedro vrtine V10, globine 0,0 do 10,0 m. *(Arhiv ZAG: 049115d-27)*

PRILOGA P02

Popisi vrtin (skupno 4 listi)

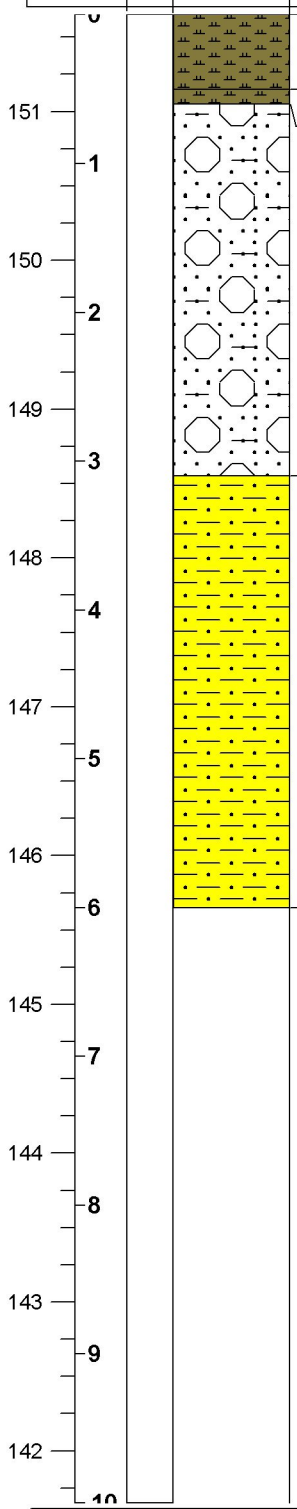
INVESTITOR: NEK Krško

POPIS VRTINE

PROJEKT: Geološko geomehanski elaborat za poslovni objekt - center za usposabljanje NEK

ZAG

D96/TM (ETRS) E: 540172,5 N: 89620,7 z: 151,65	**Izvedba vrtine:** GEOTRANS **Tip vrtine:** geomehanska **Vrtalna garnitura:** Soilmec SM400	**Vrtina** **V6**	**Čas vrtanja:** 23. 10. 2024 **Geolog:** Andraž Geršak, u. d. i. geol.



Makroskopski geološki opis jedra	SPT (N/P)	R.P.	R.K.S.	Vzorci	Opombe
0,0-0,5 Humus, trava, glinasto peščen melj (Q)				0,3-0,5	lokacija vrtin ni bila geodetsko pomerjena
0,5-0,6 meljasto peščen prod (Q) 0,6-3,1 prod, fi pov=4cm, fi max=10 cm (Q)	8/11/12/14			1,0-3,0	Voda po koncu vrtanja - 1,41m (dež)
3,1-6,0 temnosiva pusta trdna glina, prehod med 3,1-3,5 (MI)	6/8/10/13				prodniki so karbonatni
	10cm/60ud	> 450	> 250	5,45-5,7	meritev z R.p. in R.K.S. n bilo možno izvesti melj reagira s HCl

INVESTITOR: NEK Krško	POPIS VRTINE PROJEKT: Geološko geomehanski elaborat za poslovni objekt - center za usposabljanje NEK	ZAG

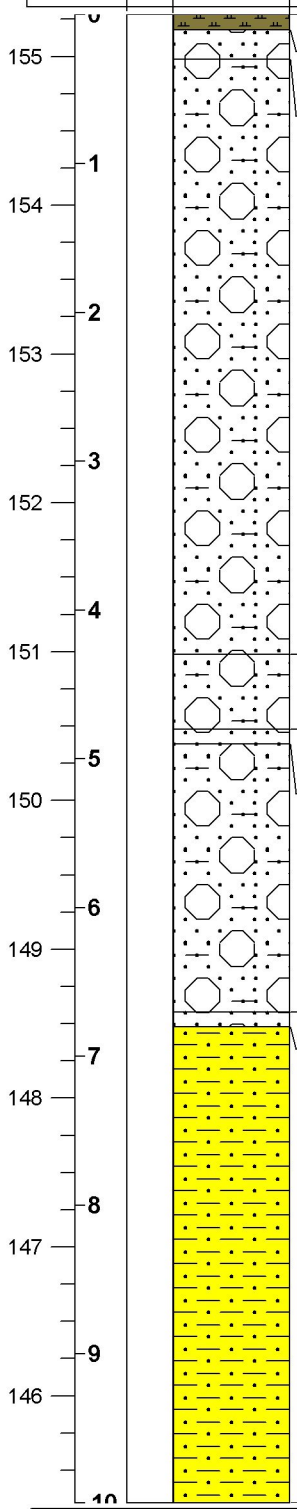
D96/TM (ETRS)			Vrtina	Čas vrtanja: 24. 10. 2024
E: 540111,7	Izvedba vrtine:	GEOTRANS		Geolog:
N: 89618,8	Tip vrtine:	geomehanska		Andraž Geršak, u. d. i. geol.
z: 155,31	Vrtalna garnitura:	Soilmec SM400	V8	

nadmorska višina / Globina	Premer vrtine	Litologija	Makroskopski geološki opis jedra	SPT (N/P)	R.P.	R.K.S.	Vzorci	Opombe
155 / 0			0,0-0,2 beton (NA)					
			0,2-5,2 Suh peščen karbonatni prod, fi pov=4cm fi max=12cm (NA)					lokacija vrtin ni bila geodetsko pomerjena
154 / 1				10/12/13/16				
153 / 2							2,0-3,0	
152 / 3				12/13/15/17				prodniki so karbonatni
151 / 4								
150 / 5				12/14/14/16				
			5,2-6,3 vlažen do moker, rahlo peščen prod fi pov=4cm, fi max=10 cm (NA)					prehoda med naravnimi tlemi in nasipom ni mogoč ugotoviti
149 / 6								
			6,3-7,5 prod, med 7,0 in 7,2 rahlo peščen, fi pov 4cm, fi max 16 cm (NA, Q?)					Voda v času vrtanja na -6 m
148 / 7				10/8/8/9			6,5-7,5	
			7,5-7,8 rjava mastna srednje gnetna glina (MI)		0,75	> 250		melj reagira s HCl
147 / 8			7,8-8,0 siva mastna težko gnetna glina (MI)		> 450		7,55-8,0	podrobnejši opis meritev z R.K.S. in R.P. je v poročil
146 / 9								
/ 10								

Priloga P02	Datum: Oktober 2024	Ni v merilu	STRAN 1 / 1

INVESTITOR: NEK Krško	POPIS VRTINE PROJEKT: Geološko geomehanski elaborat za poslovni objekt - center za usposabljanje NEK	ZAG

D96/TM (ETRS) E: 540149,8 N: 89620,0 z: 155,28	Izvedba vrtine: GEOTRANS Tip vrtine: geomehanska Vrtalna garnitura: Soilmec SM400	Vrtina V10	Čas vrtanja: 25. 10. 2024 Geolog: Andraž Geršak, u. d. i. geol.



Premer vrtine	Litologija	Makroskopski geološki opis jedra	SPT (N/P)	R.P.	R.K.S.	Vzorci	Opombe
		0,0-0,1 prod na vrhu trava fi pov=3cm					
		0,1-0,3 vlažen peščen prod fi pov=3cm fi max=8cm					lokacija vrtin ni bila geodetsko pomerjena
		0,3-4,3 suh peščen prod, med 2,9 in 3,0 zaglinjen fi pov=4cm fi max=10 cm	10/13/16/17				
			10/13/14/16			3,0-4,0	prodniki so karbonatni
		4,3-4,8 vlažen peščen prod fi pov=4cm fi max=112 cm					
		4,8-4,9 meljasto peščen prod fi pov=4cm fi max=10 cm	10/12/12/11				Voda v času vrtanja na -5 m
		4,9-6,7 moker rahlo peščen prod, bolj peščen in meljast med 5,5-5,55 in 6,3-6,4 fi pov=4cm fi max=114 cm				5,0-6,0	prehoda med naravnimi tlemi in nasipom ni mogoč ugotoviti
		6,7-6,8 prod z glino in laporjem/prehod					
		6,8-10,0 temno siva pusta trdna glina (Ml)	11cm/60ud			7,2-7,3	
				> 450	> 250		melj reagira s HCl
				> 450 275 450 300			Meritve R.P. so bile na celotnem jedru nad 4,5; razen na označenih mesti
			10cm/60ud	> 450			meritve z R.K.S. so bile povsod nad 250 kPa
				> 450		9,65-9,85	

Priloga P02	Datum: Oktober 2024	Ni v merilu	STRAN 1 / 1

PRILOGA P03

Inženirsko - geološka karta in situacija preiskav ter geološko geotehnični prerez A-A´, M 1:500

LEGENDA

A A' Izris profila

Kanal in izvir

V6 Geomehanska vrtina

10 m 20 m 50 m

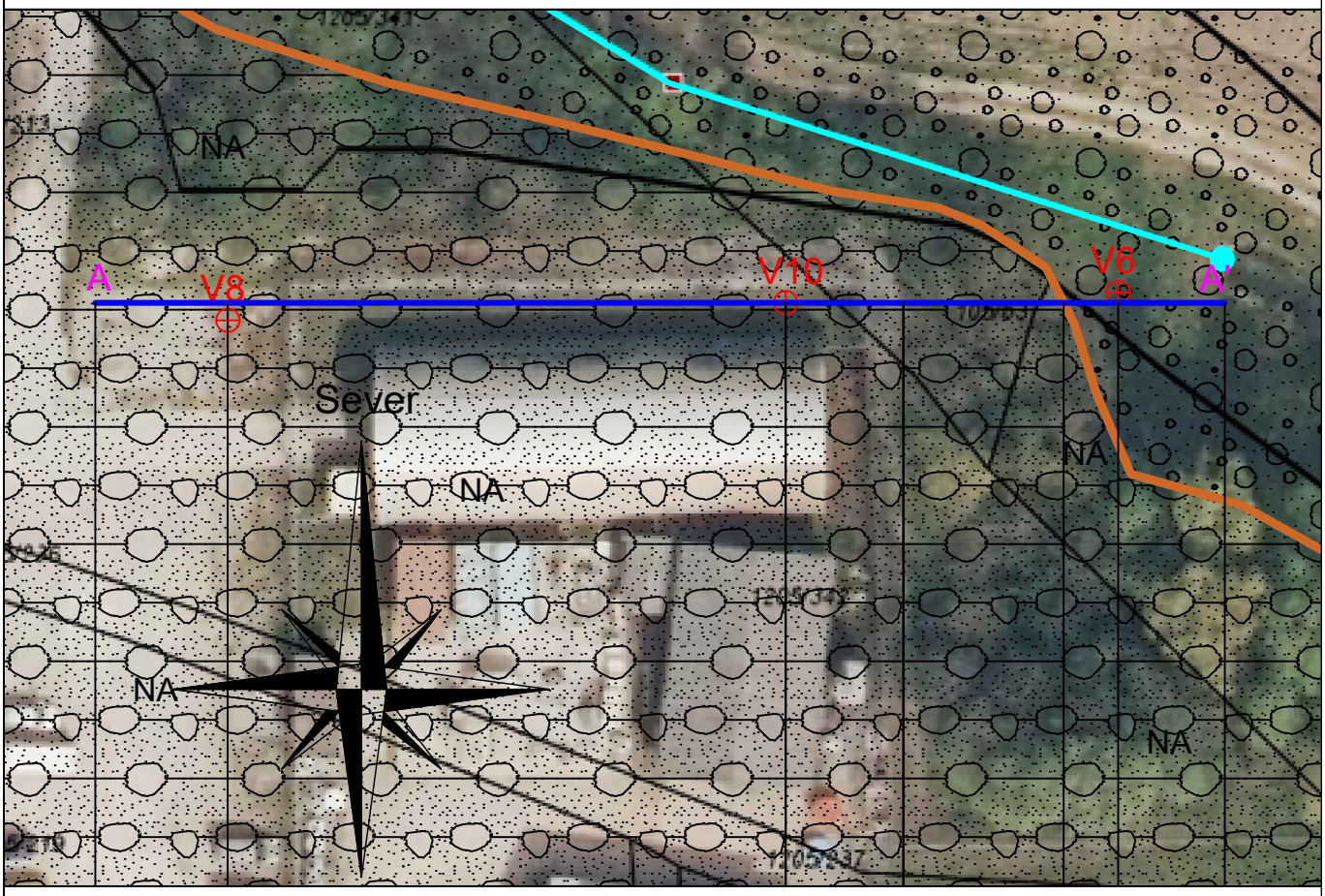
Meja IG enot

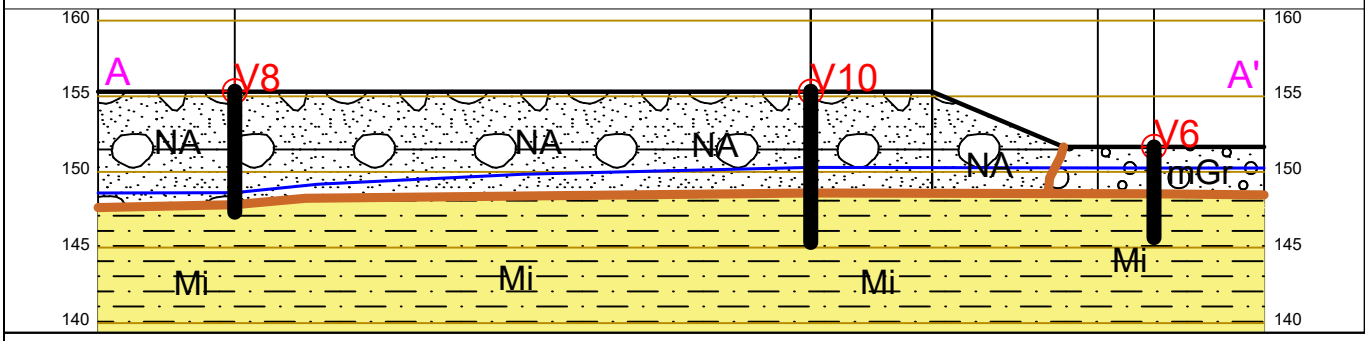
Nivo podzemne vode

NA Nasip (mGr)

mGr Pešeno meljast prod

Mi Mi, karbonate gline, melji in peski





ZAG

ZAVOD ZA GRADBENIŠTVO SLOVENIJE

SLOVENIAN NATIONAL BUILDING AND CIVIL ENGINEERING INSTITUTE

Dimičeva ulica 12
SI 1000 Ljubljana
Slovenija

info@zag.si
www.zag.si

Naročnik	Nuklearna elektrarna Krško d.o.o.
Objekt	Poslovni objekt, center za usposabljanje NEK
Vrsta projektne dokumentacije	Inženirsko geološka karta in profili; priloga 1
Nosilec naloge in izdelava karte	Andraž Geršak, univ. dipl. inž. geol.

Merilo	1:500
Št. D.N.:	0905/24
Datum kartiranja:	Oktober 2024
	Priloga: P03

PRILOGA P04

Poročilo št. 905/24-710-1 o rezultatih geomehanskih laboratorijskih preiskav vzorcev zemljin (skupno 26 strani)

ODDELEK ZA GEOTEHNIKO IN PROMETNICE
Odsek za geotehniko

ZAVOD ZA GRADBENIŠTVO SLOVENIJE

SLOVENIAN NATIONAL BUILDING AND CIVIL ENGINEERING INSTITUTE

Dimičeva ulica 12
1000 Ljubljana
Slovenija

info@zag.si
www.zag.si

SLOVENSKA AKREDITACIJA
SIST EN ISO/IEC 17025
LP-005
Rezultati označeni z # se nanašajo na **neakreditirano** dejavnost

POROČILO
905/24-710-1

o rezultatih geomehanskih laboratorijskih preiskav vzorcev zemljin z lokacije »Poslovni objekt - center za usposabljanje varstva pri delu NEK«

Naročnik:	**NUKLEARNA ELEKTRARNA KRŠKO d. o. o.** **Vrbina 12, SI-8270 Krško**
Naročilo:	**št. 3241430 z dne 19. 09. 2024**
Nosilec naloge:	**Sara Hutinović, Bachelor inž. geol.**
Vodja enote:	**dr. Stanislav Lenart, univ. dipl. inž. grad.**
Direktor:	**doc. dr. Aleš Žnidarič, univ. dipl. inž. grad.**
Datum:	28. 1. 2025

Digitalno podpisano:
ALJOŠA ŠAJNA, ZAG

(po pooblastilu direktorja)

Poročilo so interno pregledale in odobrile vse navedene osebe, kar potrjuje končni elektronski podpis.
Preverjanje pristnosti dokumenta: www.zag.si/pristnost

Rezultati preskušanja se nanašajo izključno na preskusne primerke. Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.
Rok za reklamacije je 15 dni od izdaje poročila. Skupno število strani: 5; število prilog: 4.

Vsebina

1. Splošno 3
2. Opis izvedenih laboratorijskih preiskav 3
3. Rezultati preiskav 4
4. Priloge 5

1. Splošno

Iz lokacije NEK je predstavnik ZAG-a 28.10.2024. odvzel in dostavil v geomehanski laboratorij Odseka za geotehniko ZAG enajst (11) vzorcev, ki smo jih označili z laboratorijsko številko G 54/24.

V geomehanskem laboratoriju Odseka za geotehniko ZAG smo skladno z naročilom opravili naslednje laboratorijske preiskave:

- opis zemljin po SIST EN ISO 14688-1:2018,
- klasifikacija zemljin po SIST EN ISO 14688-2:2018,
- določitev naravne vlažnosti (A), w (%) po SIST EN ISO 17892-1:2015,
- določitev Atterbergovih meja plastičnosti (A), w_P, w_L, I_P (%) po SIST EN ISO 17892-12:2018,
- določitev prostorninske mase (A), ρ, ρ_d (Mg/m^3) po SIST EN ISO 17892-2:2015,
- določitev specifične mase (A), ρ_s (Mg/m^3) po SIST EN ISO 17892-3:2016,
- določitev modula stisljivosti v edometru (A), E_{oed} (kPa) po SIST EN ISO 17982-5:2017,
- določitev koeficienta vodoprepustnosti v edometru, k (m/s) po SIST EN ISO 17892-11:2019, točka 6.3.2
- določitev strižne trdnosti zemljine v direktnem strižnem aparatu (A), φ', c', (°, kPa) po SIST EN ISO 17892-10:2019,
- določitev zrnavostne sestave (A), p (%) po SIST EN 933-1:2012,
- določitev zrnavostne sestave, p (%) po SIST EN ISO 17892-4:2017.

Z oznako (A) so označene metode iz akreditacijskega obsega.

S preiskavami smo pričeli 11. 11. 2024 in končali 24. 1. 2025.

2. Opis izvedenih laboratorijskih preiskav

Opis zemljin, SIST EN ISO 14688-1:2018

Opis zemljin smo izvedli skladno s priporočili standarda SIST EN ISO 14688-1:2018.

Klasifikacija zemljin, SIST EN ISO 14688-2:2018

Klasifikacijo vzorcev smo določili na osnovi analize zrnavosti po postopku standarda SIST EN ISO 14688-2:2018 oziroma na osnovi rezultatov Attebergovih mej plastičnosti po postopku standarda SIST EN ISO 14688-2:2018.

Vlažnost, w (%), SIST EN ISO 17892-1:2015

Vlažnost vzorca smo določili po postopku standarda SIST EN ISO 17892-1:2015 s sušenjem v sušilniku pri temperaturi T = 105 - 110 °C do konstantne mase, vendar najmanj 24 ur.

Attebergove meje plastičnosti, w_P, w_L, I_P (%), SIST EN ISO 17892-12:2018

Atterbergove meje plastičnosti smo določili po postopku standarda SIST EN ISO 17892-12:2018 z uporabo konusnega penetrometra mase 80 g in kota 30°. Material je bil pripravljen po postopku mokrega sejanja.

Rezultati preskušanja se nanašajo izključno na preskusne primerke. Poročilo se sme reproducirati samo v celoti.
ZAG-001.009-1/v1

Prostorninska masa, ρ, ρ_d (Mg/m^3), SIST EN ISO 17892-2:2015

Prostorninsko maso zemljine smo določili po postopku standarda SIST EN ISO 17892-2:2015 z metodo linearnega merjenja preizkušanca.

Specifična masa, ρ_s (Mg/m^3), SIST EN ISO 17892-3:2016

Specifično maso zemljine smo določili po postopku standarda SIST EN ISO 17892-3:2016 po metodi s kalibriranimi, 100 ml piknometri in tekočino. Saturacija preizkušanca je potekala po postopku vrenja zemljine, razmočene z odzračeno vodo.

Modul stisljivosti, E_{oed} (kPa), SIST EN ISO 17892-5:2017

Modul stisljivosti smo določili po postopku standarda SIST EN ISO 17892-5:2017. Preiskavo smo izvedli v edometru z mehanskim obremenjevanjem po stopnjah in z omejenim bočnim širjenjem v celicah premera 70 mm in višine 20 mm v naravnem stanju dostavljenega vzorca. Orientacijo in globino vzorca nismo določili, saj nismo razpolagali s podatki o usmejenosti vrtanja. Skladno z naročilom so bile preiskave izvedene na manj kot sedmih stopnjah obremenitve.

Vodoprepustnost, *k* (m/s), SIST EN ISO 17892-11:2019, točka 6.3.2

Vodoprepustnost smo določili po postopku standarda SIST EN ISO 17892-11:2019, točka 6.3.2 v edometrski celici pod obremenitvami, 100 in 200 kPa ter spremenljivim hidravličnim padcem. V izračunu koeficienta vodoprepustnosti je upoštevana tudi temperaturna korekcija.

Direktna strižna preiskava, φ', c' (°, kPa), SIST EN ISO 17892-10:2019

Direktno strižno preiskavo smo opravili po postopku standarda SIST EN ISO 17892-10:2019, na zasičenih preizkušancih v celicah dimenzije 60 x 60 x 23 mm. Pripravljene preizkušance smo obremenili s po tremi različnimi tlaki in jih preplavili z vodo. Za izvrednotenje strižnega kota in kohezije smo privzeli kriterij najvišje zabeležene strižne napetosti ob porušitvi.

Zrnavostna sestava, *p* (%), SIST EN 933-1:2012 in SIST EN ISO 17892-4:2017

Zrnavostno sestavo materiala smo določili po postopku standarda SIST EN 933-1:2012 s sejanjem na s standardom določenih sitih. Za delce manjše od 0,063 mm smo izvedli sedimentacijsko preiskavo z areometrom po postopku standarda SIST EN ISO 17892-4:2017.

3. Rezultati preiskav

Rezultati preiskav so razvidni iz preglednice (Priloga 1) in grafičnih prilog.

Vsi podrobnejši podatki o preiskavah so razvidni iz delovnih zapisov, ki so arhivirani v mapi stroškovnega nosilca 905/24, laboratorijska številka G 54/24, v geomehanskem laboratoriju Odseka za geotehniko ZAG.

Laboratorijske preiskave izvedli:

Sara Hutinović, Bachelor inž. geol.

Marko Brodnik, geol. teh.

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

Poročilo pripravila:

Sara Hutinović, Bachelor inž. geol.

Poročilo pregledala in odobrila:

Barbara Žiberna, univ. dipl. inž. grad.

4. Priloge

1	Preglednica 1: Rezultati laboratorijskih preiskav	1 stran
2	Edometrski preskus s postopnim obremenjevanjem	4 strani
3	Direktni strižni preizkus	9 strani
4	Krivulja zrnavosti	6 strani

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

PREGLEDNICA 1:

Zavod za gradbeništvo Slovenije
Geomehanski laboratorij
P_905/24-710-1
Labor. št.: G 54/24
PRILOGA: 1-1/1

Rezultati laboratorijskih preiskav vzorcev zemljin z lokacije: Poslovni objekt - center za usposabljanje varstva pri delu NEK

Vzorec		Opis	Klasifikacija	Nara-vna vlaga	Konsistenčna meja		Indeks plasti-čnosti	Indeks židko-sti	Indeks konsi-stence	Prostorninska masa		Speci-fična masa	Ročni penetro-meter	Modul stisljivosti E_{oed} obremenilne stopnje						Vodopropustnost s spremenljivim hidravličnim padcem k obremenilne stopnje		Direktni strig		Zrnavost				Opombe
Vrtina	Globina		SIST EN ISO 14688-2:2018	w	w_P	w_L	I_P	I_L	I_C	ρ	ρ_d	ρ_s	Rp	50	100	200	400	800	1600	100	200	τ2		C_u	C_c	<0,063 mm	<0,002 mm	
	m			%	%	%	%			Mg/m^3	Mg/m^3	Mg/m^3	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	kPa	φ'	c'	-	-	%	%	
V-6	0,3-0,5	srednje pastičen melj, z kosi grušča, srednje gnet, rjav	SiM #	22,6	25	38	12	-0,2	1,2															36,8 #	0,6 #	56,6	10,2 #	
						p (< 0,4 mm) = 84,7 %																						
	1,0-3,0	prod, siv	mGr	4,9																				33,2 #	0,8 #	4,4	- #	
	5,45-5,7	pusta glina, trdna, temno siva	CIM #	16,2	24	41	18	-0,4	1,4	1,93	1,66	2,74	>450 #									27,5	32					
						p (< 0,4 mm) = 99,5 %																						
V-8	2,0-3,0	Prod, siv	cGrW-siGr #	2,2																				72,6 #	3,0 #	5,3	- #	
	6,5 7,5	prod, svetlo rjavo-siv	cGr #	4,3																				34 #	4,9 #	3,1	- #	
	7,55-8,0	Mastna glina z črnimi pikami, srednje gnetna, svetlo rjava	CIH #	31,6	26	58	31	0,2	0,8	1,92	1,54	2,73	100-125 #	3840	8510	7770	12900	20130	32820	3,32E-09 #	4,92E-10 #							
						p (< 0,4 mm) = 99,8%																						
V-10	3,0-4,0	prod, svetlo rjavo-siv	mGrW-siGr #	2,6																				110,6 #	2,7 #	8,7	- #	
	5,0-6,0	prod, rjavo-siv	mGrW-siGr #	7,0																				69,6 #	2,4 #	7,3	- #	
	9,65-9,75	Pusta glina, trdna, svetlo siva	CIM #	14,4	25	50	24	-0,5	1,5	1,79	1,40	2,73	>450 #									20	37					
						p (< 0,4 mm) = 99,9%																						
	9,75-9,85	pusta glina, trdna, temno siva	CIM #	14,8	21	39	18	-0,3	1,3	2,03	1,78	2,73	>450 #	8730	8050	15930	15360	23180	38650	6,32-11 #	4,06E-11 #	25	39					
						p (< 0,4 mm) = 99,9 %																						
	7,2-7,3	pusta glina, trdna, temno siva	CIM #	20,2	23	41	18	-0,1	1,1			2,75	>450 #															
						p (< 0,4 mm) = 93,3 %																						

Rezultati označeni v stolpcu z **#** se nanašajo na **neakreditirano** dejavnost

EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM

SIST EN ISO 17892-5:2017

ZAG

Lokacija:	NEK	**Vrtina:**	V-8
S.N.:	905/24	**Starost:**	7,55-8,0 m
Lab. št.:	G 54-24	**Material:**	Mastna glina
Datum:	11.11.-2.12.2024		

Podatki o vzorcu in preiskavi

Vzorec: neporusen			
Začetna višina preizkušanca	19,12 mm	Vlaga vzorca pred preiskavo	24,8 %
Premer preizkušanca	74,95 mm	Vlaga vzorca po preiskavi	27,6 %
Globina preizkušanca	- mm	Začetna gostota preizkušanca	1,92 Mg/m^3
Orientacija preizkušanca	-	Suha gostota preizkušanca	1,54 Mg/m^3
Podajnost aparata	upoštevana	Gostota zrn preizkušanca	2,73 Mg/m^3
Tempertura med preiskavo	21,9-23,0 °C	Nabrekalni pritisk	-

Povzetek preiskave

Št.	Obremenitev (kPa)	Posedek (rel.) (mm)	Posedek (abs.) (mm)	Količnik por (-)	Eoed (kPa)	mv (MPa^{-1})
	0		0	0,723		
1	0 - 50	0,249	0,249	0,701	3844	0,260
2	50 - 100	0,111	0,360	0,691	8510	0,118
3	100 - 200	0,242	0,601	0,669	7766	0,129
4	200 - 400	0,287	0,888	0,643	12901	0,078
5	400 - 800	0,362	1,251	0,610	20127	0,050
6	800 - 1600	0,436	1,686	0,571	32818	0,030
7	1600 - 400	-0,190	1,496	0,588	110062	0,009
8	400 - 100	-0,298	1,198	0,615	17731	0,056
9	100 - 1	-0,848	0,350	0,692	2083	0,480

EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM

SIST EN ISO 17892-5:2017

Lokacija:	NEK	**Vrtina:**	V-8
S.N.:	905/24	**Starost:**	7,55-8,0 m
Lab. št.:	G 54-24	**Material:**	Mastna glina
Datum:	11.11.-2.12.2024		

Diagram posameznih stopenj

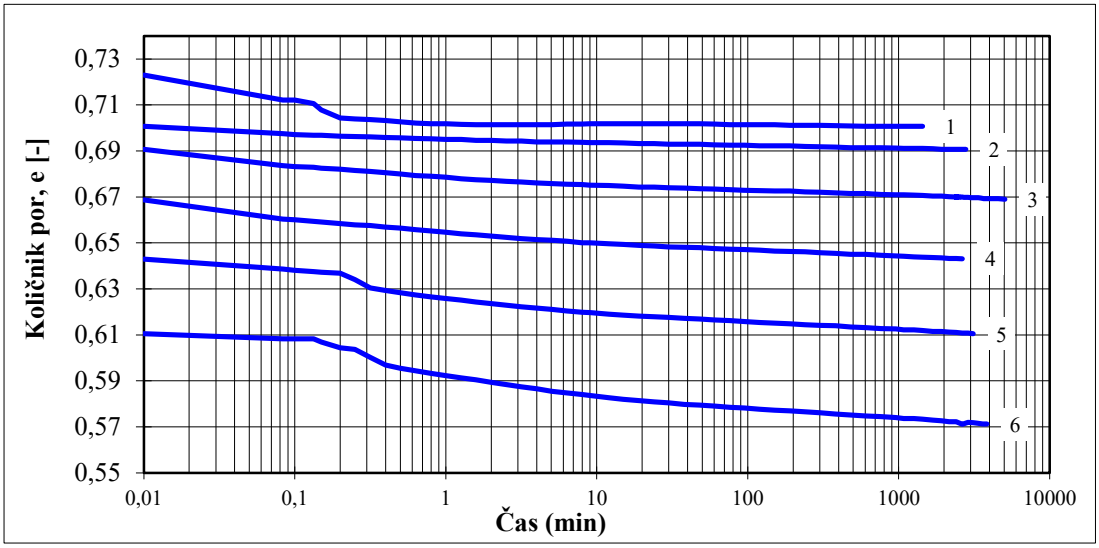
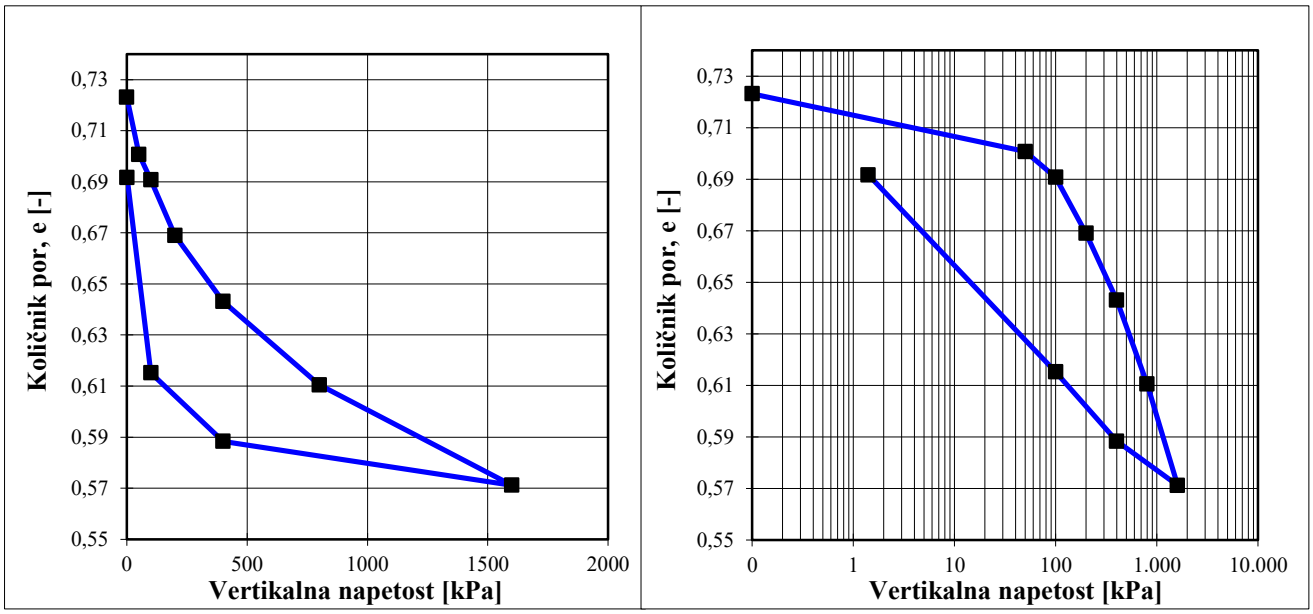


Diagram stisljivosti



Opombe: _____

Izvedel: Hutinovic

EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM

SIST EN ISO 17892-5:2017

Lokacija:	NEK	**Vrtina:**	V-10
S.N.:	905/24	**Globina:**	9,75-9,85 m
Lab. št.:	G 54-24	**Material:**	pusta glina
Datum:	11.11.-2.12.2024		

Podatki o vzorcu in preiskavi

Vzorec: neporusen			
Začetna višina preizkušanca	18,94 mm	Vlaga vzorca pred preiskavo	15,4 %
Premer preizkušanca	74,98 mm	Vlaga vzorca po preiskavi	19,7 %
Globina preizkušanca	- mm	Začetna gostota preizkušanca	2,04 Mg/m^3
Orientacija preizkušanca	-	Suha gostota preizkušanca	1,77 Mg/m^3
Podajnost aparata	upoštevana	Gostota zrn preizkušanca	2,73 Mg/m^3
Tempertura med preiskavo	21,5-24,8 °C	Nabrekalni pritisk	-

Povzetek preiskave

Št.	Obremenitev (kPa)	Posedek (rel.) (mm)	Posedek (abs.) (mm)	Količnik por (-)	Eoed (kPa)	mv (MPa^{-1})
	0		0	0,498		
1	0 - 50	0,109	0,109	0,489	8725	0,115
2	50 - 100	0,117	0,226	0,480	8048	0,124
3	100 - 200	0,117	0,343	0,471	15934	0,063
4	200 - 400	0,242	0,585	0,452	15357	0,065
5	400 - 800	0,317	0,902	0,427	23182	0,043
6	800 - 1600	0,373	1,275	0,397	38649	0,026
7	1600 - 400	-0,159	1,117	0,410	133554	0,007
8	400 - 100	-0,263	0,853	0,430	20312	0,049
9	100 - 1	-0,546	0,308	0,474	3269	0,306

EDOMETRSKI PRESKUS S POSTOPNIM OBREMENJEVANJEM

SIST EN ISO 17892-5:2017

Lokacija:	NEK	**Vrtina:**	V-10
S.N.:	905/24	**Globina:**	9,75-9,85 m
Lab. št.:	G 54-24	**Material:**	pusta glina
Datum:	11.11.-2.12.2024		

Diagram posameznih stopenj

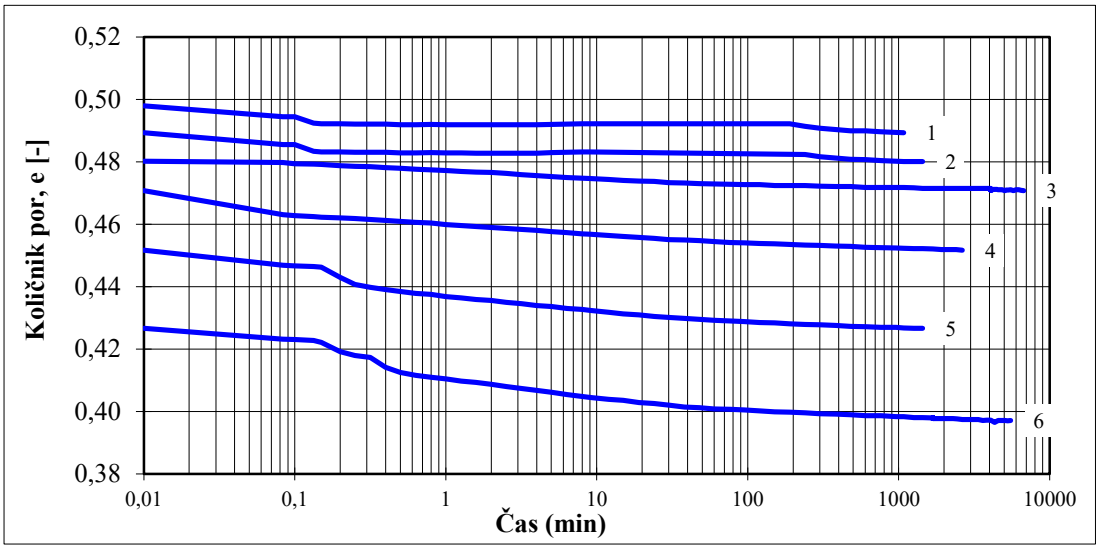
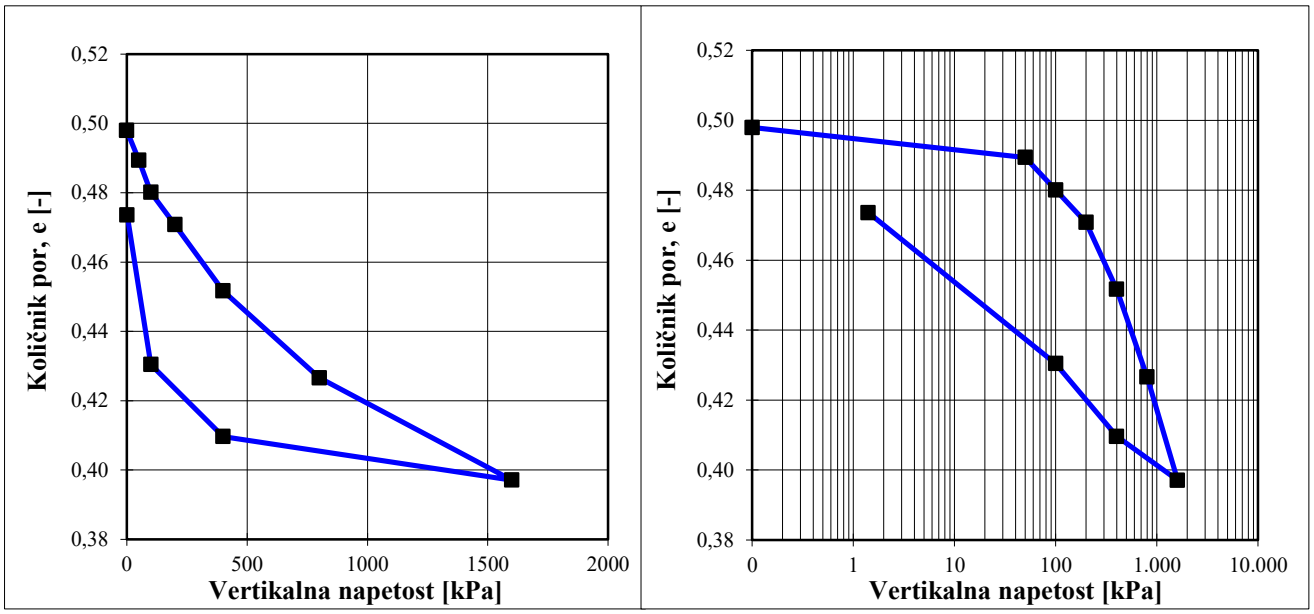


Diagram stisljivosti



Opombe: _____

Izvedel: Hutinović

DIREKTNI STRIŽNI PREIZKUS V STRIŽNI CELICI (SHEARBOX)

SIST EN ISO 17892-10:2019

Lab. št.: G 54-24	**Starost:** V-6	**Datum:** 12.12.-16.12.24
Lokacija: NEK	**Valj:** 5.45-5.7 m	**S.N.:** 905/24

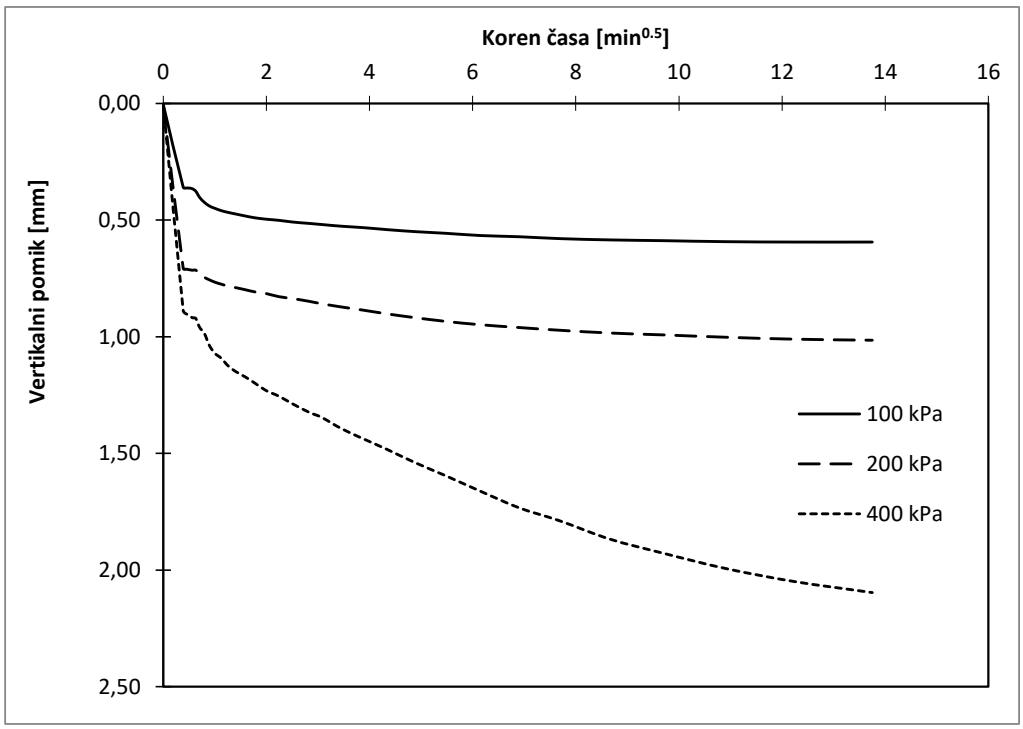
Osnovni podatki

Vrsta vzorca:	intakten				
Vrsta zemljine:	mastna glina	**Gostota zrn:**	2,74	Mg/m³	izmerjeno

Preizkušanci pred preiskavo

Oznaka vzorca		A	B	B		
Globina preizkušenca	**[mm]**	/	/	/		
Usmerjenost preizkušenca		/	/	/		
Pogoji vlaženja		preplavljen	preplavljen	preplavljen		
Začetna višina	**[mm]**	23,02	23,02	23,02		
Površina vzorca	**[mm²]**	3592,20	3592,20	3592,20		
Začetna naravna vlažnost	**[%]**	16,90	15,80	16,20		
Začetna naravna gostota	**[Mg/m³]**	1,95	1,97	1,87		
Suha gostota	**[Mg/m³]**	1,67	1,70	1,61		
Količnik por		0,65	0,61	0,70		
Stopnja zasičenosti	**[%]**	71,75	70,7	63,1		

Konsolidacija



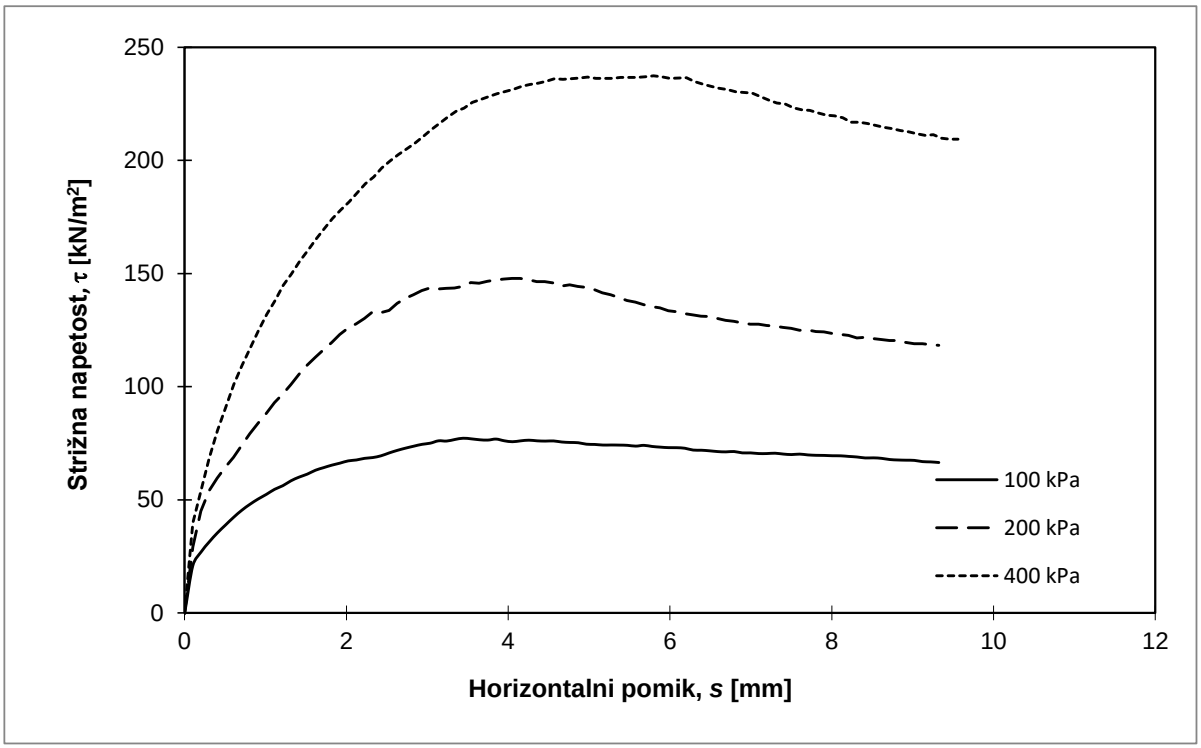
DIREKTNI STRIŽNI PREIZKUS V STRIŽNI CELICI (SHEARBOX)

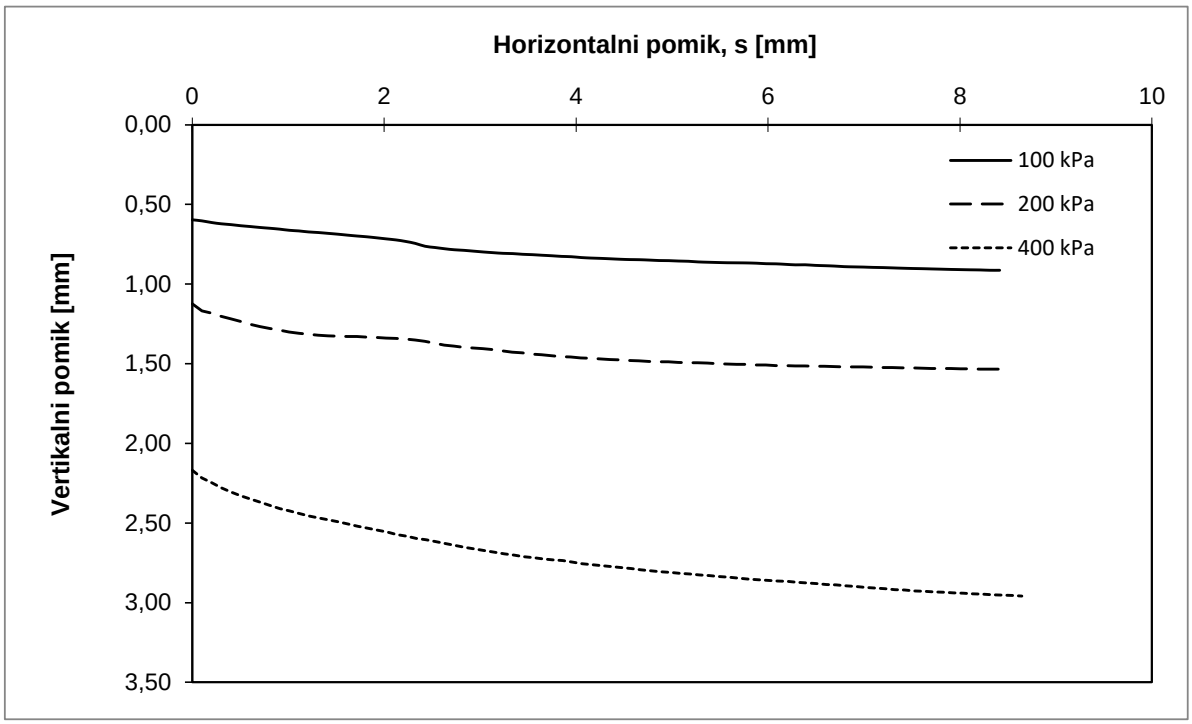
SIST EN ISO 17892-10:2019

Lab. št.: G 54-24	**Starost:** V-6	**Datum:** 12.12.-16.12.24
Lokacija: NEK	**Valj:** 5.45-5.7 m	**S.N.:** 905/24

Striženje

Hitrost striženja 0,01 mm/min





DIREKTNI STRIŽNI PREIZKUS V STRIŽNI CELICI (SHEARBOX)

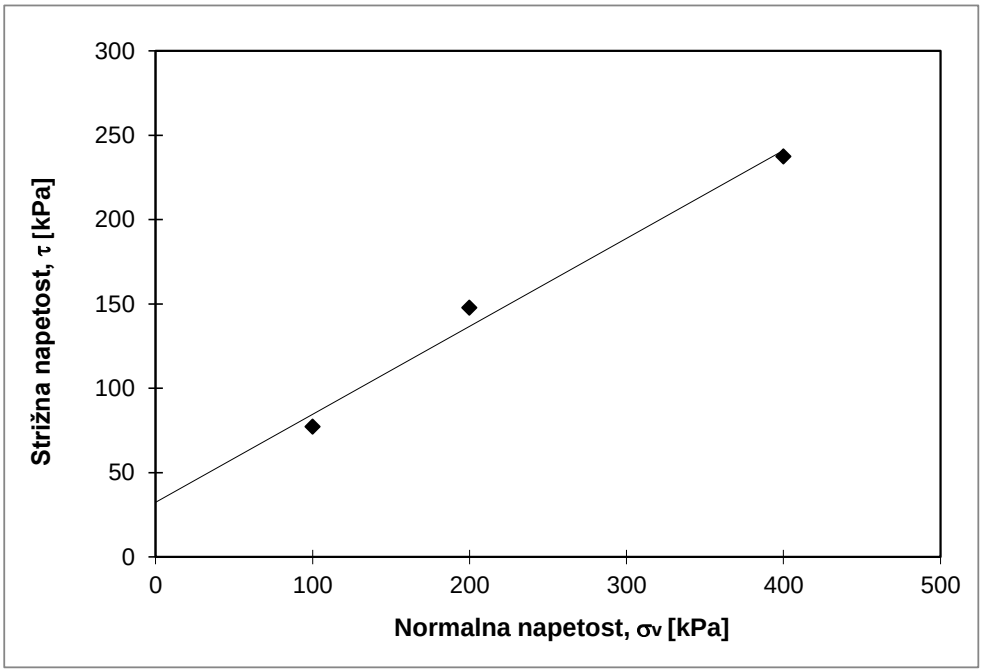
SIST EN ISO 17892-10:2019

Lab. št.:	G 54-24	**Starost:**	V-6	**Datum:**	12.12.-16.12.24
Lokacija:	NEK	**Valj:**	5.45-5.7 m	**S.N.:**	905/24

Pogoji porušitve

Oznaka vzorca		**A**	**B**	**B**		
Normalna napetost	**[kPa]**	100	200	400		
Največja strižna napetost	**[kPa]**	77,20	147,75	237,36		
Pripadajoč hor. pomik	**[mm]**	3,443	4,046	5,795		
Kriterij porušitve		max nap.	max nap.	max nap.		
Rezidualna strižna nap.	**[kPa]**					
Število prehodov		1	1	1		
Vertikalna deformacija	**[mm]**	0,927	1,548	2,983		
Končni hor. pomik	**[mm]**	10,132	9,727	9,763		

Strižni kot, f' = **27,5 °**	**Kohezija, c' =** **32 kPa**



Opombe: Vzorec pri 400 kPa je bil odvzet iz drugega kosa

Preiskal: Hutinović

DIREKTNI STRIŽNI PREIZKUS V STRIŽNI CELICI (SHEARBOX)

SIST EN ISO 17892-10:2019

Lab. št.: G 54-24	**Starost:** V-10	**Datum:** 25.11.-27.11.24
Lokacija: NEK	**Valj:** 9,65-9,75 m	**S.N.:** 905/24

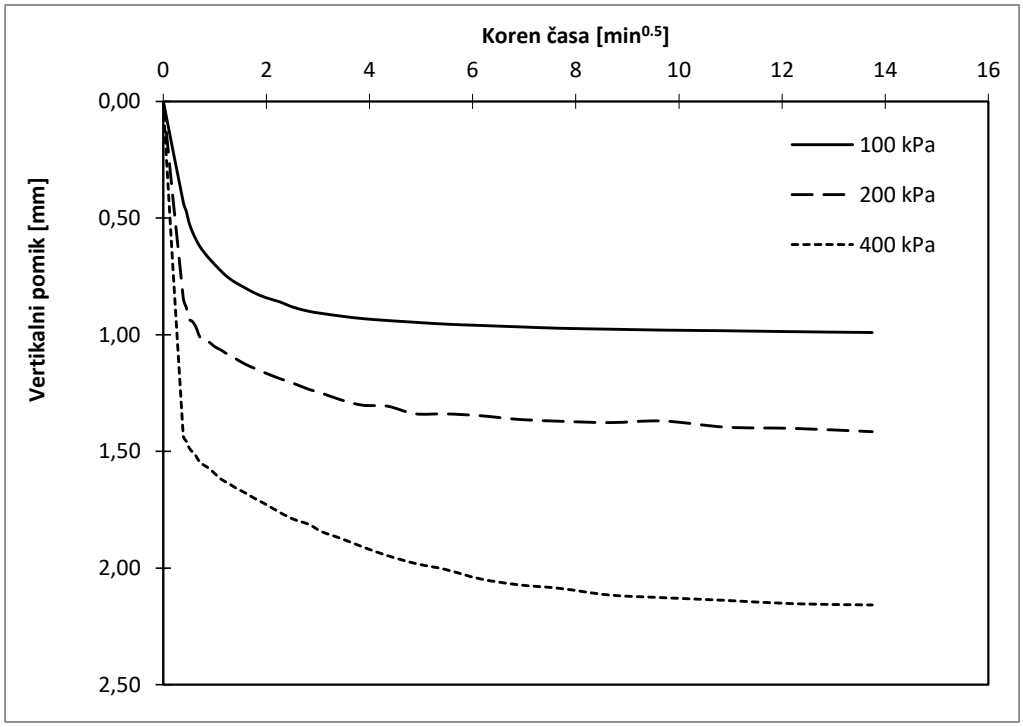
Osnovni podatki

Vrsta vzorca:	intakten				
Vrsta zemljine:	pusta glina	**Gostota zrn:**	2,73	Mg/m³	izmerjeno

Preizkušanci pred preiskavo

Oznaka vzorca		A	B	C		
Globina preizkušenca	**[mm]**	/	/	/		
Usmerjenost preizkušenca		/	/	/		
Pogoji vlaženja		preplavljen	preplavljen	preplavljen		
Začetna višina	**[mm]**	23,02	23,02	23,02		
Površina vzorca	**[mm²]**	3592,20	3592,20	3592,20		
Začetna naravna vlažnost	**[%]**	24,50	27,90	31,90		
Začetna naravna gostota	**[Mg/m³]**	1,78	1,79	1,80		
Suha gostota	**[Mg/m³]**	1,43	1,40	1,36		
Količnik por		0,91	0,95	1,00		
Stopnja zasičenosti	**[%]**	73,62	79,9	86,9		

Konsolidacija



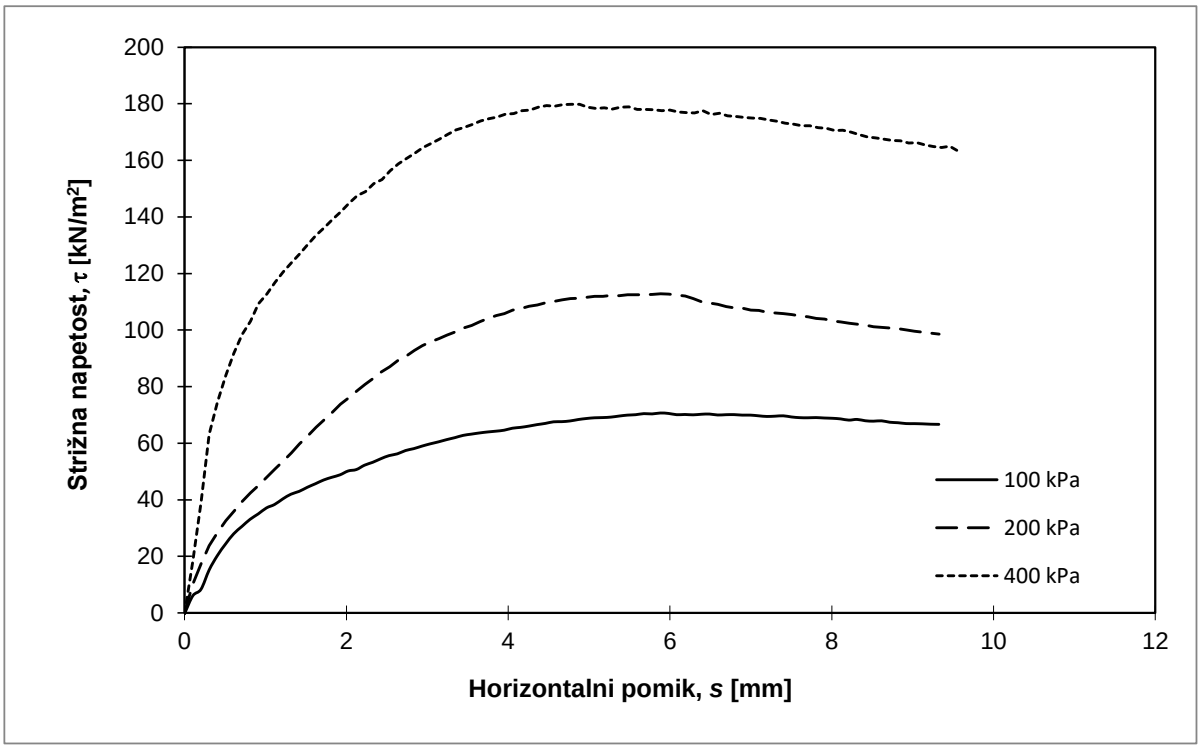
DIREKTNI STRIŽNI PREIZKUS V STRIŽNI CELICI (SHEARBOX)

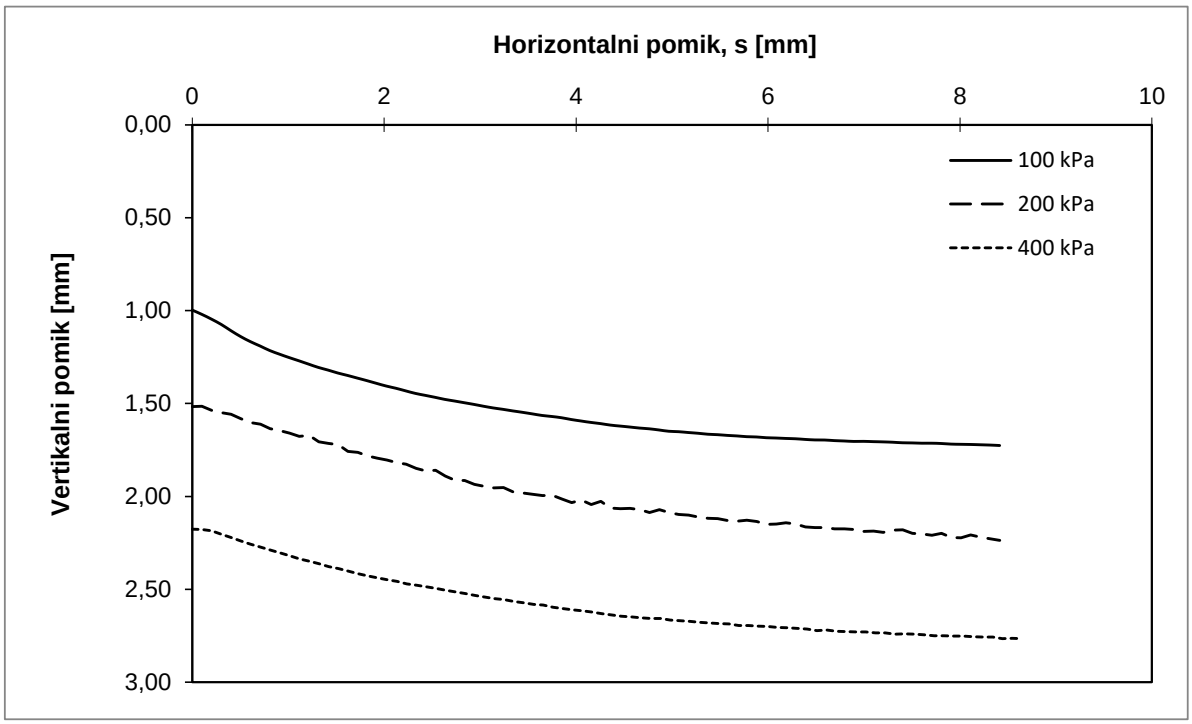
SIST EN ISO 17892-10:2019

Lab. št.: G 54-24	**Starost:** V-10	**Datum:** 25.11.-27.11.24
Lokacija: NEK	**Valj:** 9,65-9,75 m	**S.N.:** 905/24

Striženje

Hitrost striženja 0,01 mm/min





DIREKTNI STRIŽNI PREIZKUS V STRIŽNI CELICI (SHEARBOX)

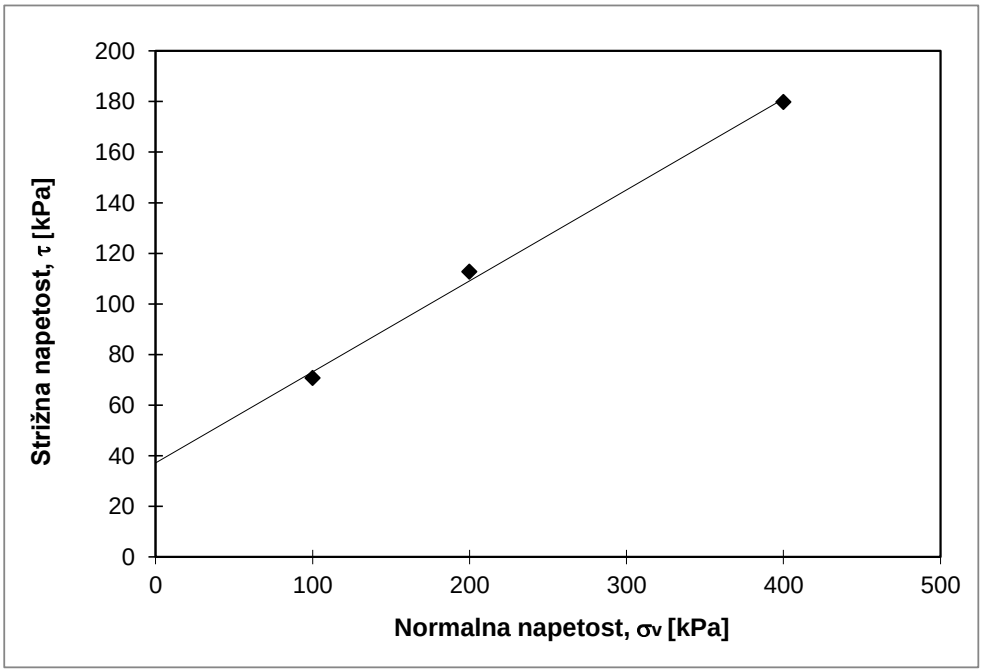
SIST EN ISO 17892-10:2019

Lab. št.:	G 54-24	**Starost:**	V-10	**Datum:**	25.11.-27.11.24
Lokacija:	NEK	**Valj:**	9,65-9,75 m	**S.N.:**	905/24

Pogoji porušitve

Oznaka vzorca		A	B	C		
Normalna napetost	[kPa]	100	200	400		
Največja strižna napetost	[kPa]	70,68	112,79	179,81		
Pripadajoč hor. pomik	[mm]	5,880	5,882	4,779		
Kriterij porušitve		max nap.	max nap.	max nap.		
Rezidualna strižna nap.	[kPa]					
Število prehodov		1	1	1		
Vertikalna deformacija	[mm]	1,750	2,278	2,775		
Končni hor. pomik	[mm]	10,132	9,935	10,067		

Strižni kot, f' = **20,0 °**	**Kohezija, c' =** **37 kPa**



Opombe: opombe

Preiskal: Hutinovic

DIREKTNI STRIŽNI PREIZKUS V STRIŽNI CELICI (SHEARBOX)

SIST EN ISO 17892-10:2019

Lab. št.:	G 54-24	**Vrtina:**	V-10	**Datum:**	4.12.-6.12.24
Lokacija:	NEK	**Globina:**	9.75-9.85 m	**S.N.:**	905/24

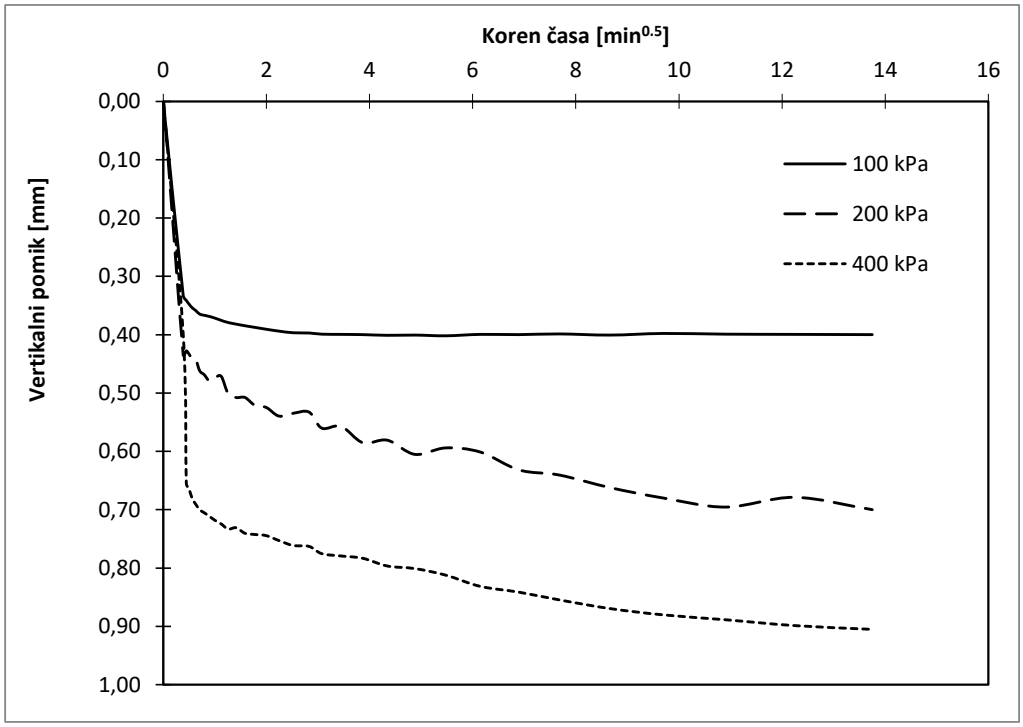
Osnovni podatki

Vrsta vzorca:	intakten				
Vrsta zemljine:	pusta glina	**Gostota zrn:**	2,73	Mg/m^3	izmerjeno

Preizkušanci pred preiskavo

Oznaka vzorca		A	B	C		
Globina preizkušenca	**[mm]**	/	/	/		
Usmerjenost preizkušenca		/	/	/		
Pogoji vlaženja		preplavljen	preplavljen	preplavljen		
Začetna višina	**[mm]**	23,02	23,02	23,02		
Površina vzorca	**[mm²]**	3592,20	3592,20	3592,20		
Začetna naravna vlažnost	**[%]**	14,40	15,10	14,80		
Začetna naravna gostota	**[Mg/m³]**	2,07	2,02	2,02		
Suha gostota	**[Mg/m³]**	1,81	1,76	1,76		
Količnik por		0,51	0,55	0,56		
Stopnja zasičenosti	**[%]**	77,17	74,4	72,8		

Konsolidacija



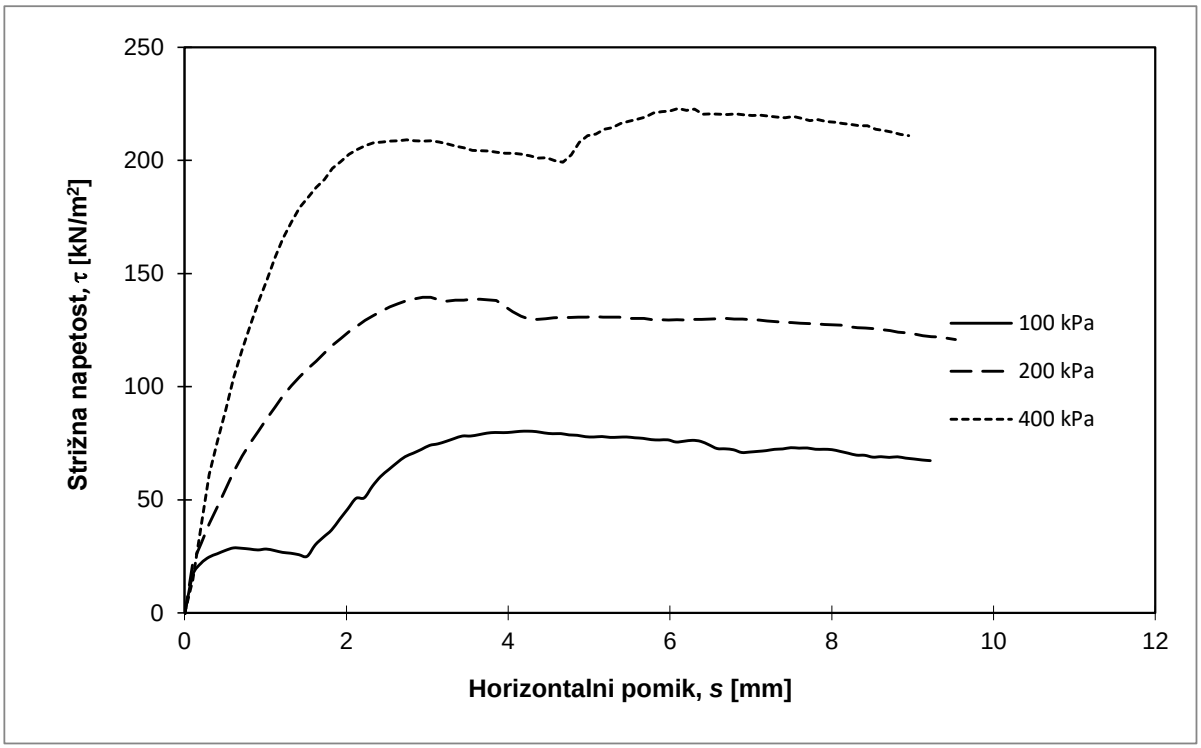
DIREKTNI STRIŽNI PREIZKUS V STRIŽNI CELICI (SHEARBOX)

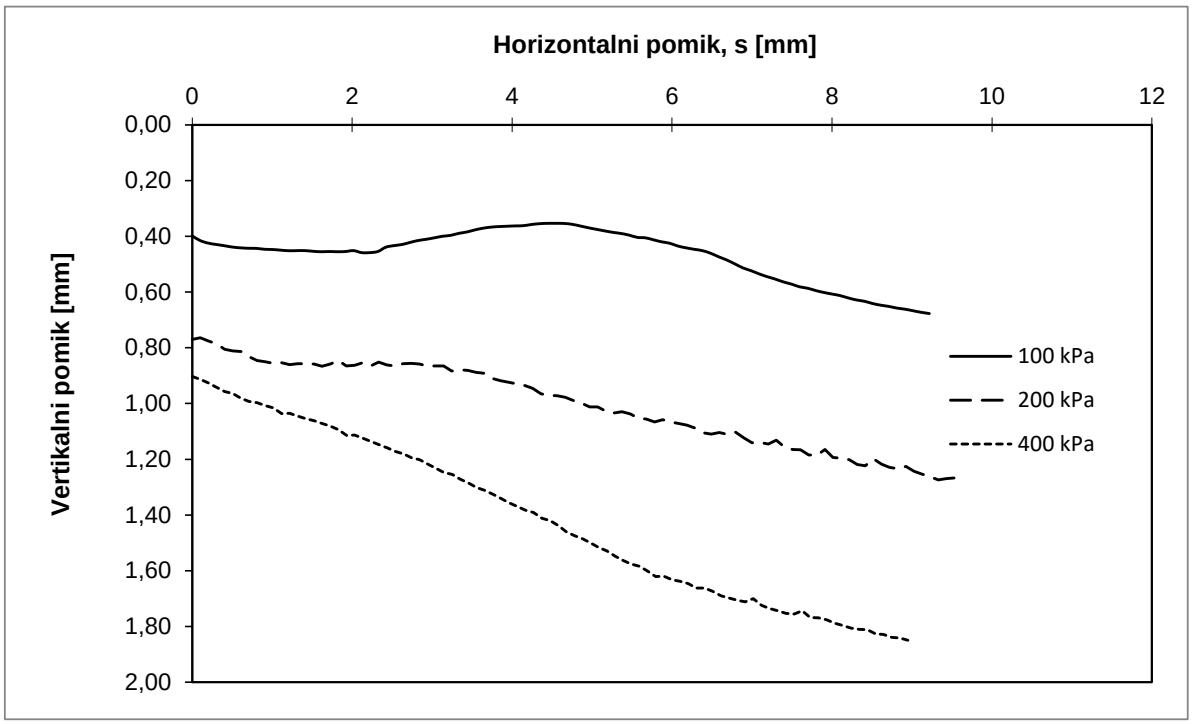
SIST EN ISO 17892-10:2019

Lab. št.:	G 54-24	**Vrtina:**	V-10	**Datum:**	4.12.-6.12.24
Lokacija:	NEK	**Globina:**	9.75-9.85 m	**S.N.:**	905/24

Striženje

Hitrost striženja 0,01 mm/min





DIREKTNI STRIŽNI PREIZKUS V STRIŽNI CELICI (SHEARBOX)

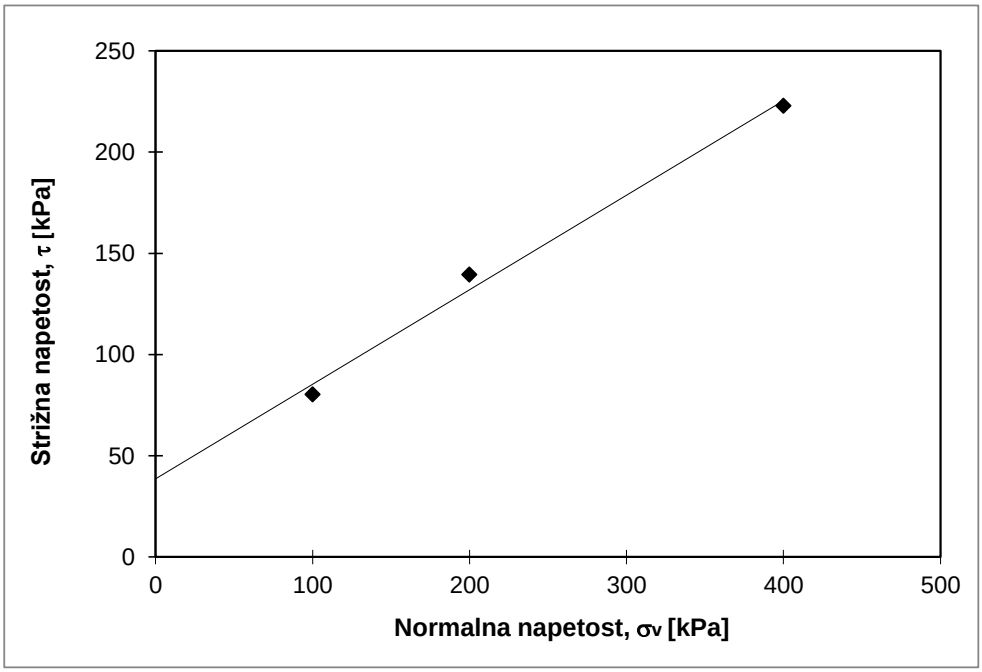
SIST EN ISO 17892-10:2019

Lab. št.:	G 54-24	**Vrtina:**	V-10	**Datum:**	4.12.-6.12.24
Lokacija:	NEK	**Globina:**	9.75-9.85 m	**S.N.:**	905/24

Pogoji porušitve

Oznaka vzorca		**A**	**B**	**C**		
Normalna napetost	**[kPa]**	100	200	400		
Največja strižna napetost	**[kPa]**	80,31	139,51	222,92		
Pripadajoč hor. pomik	**[mm]**	4,244	2,941	6,101		
Kriterij porušitve		max nap.	max nap.	max nap.		
Rezidualna strižna nap.	**[kPa]**					
Število prehodov		1	1	1		
Vertikalna deformacija	**[mm]**	0,677	1,267	1,849		
Končni hor. pomik	**[mm]**	9,217	9,531	8,951		

Strižni kot, f' = **25,0 °**	**Kohezija, c' =** **39 kPa**



Opombe: _____

_____

Preiskal: Hutinovic

Zrnavost SIST EN 933-1:2012 in SIST EN ISO 17892-4:2017

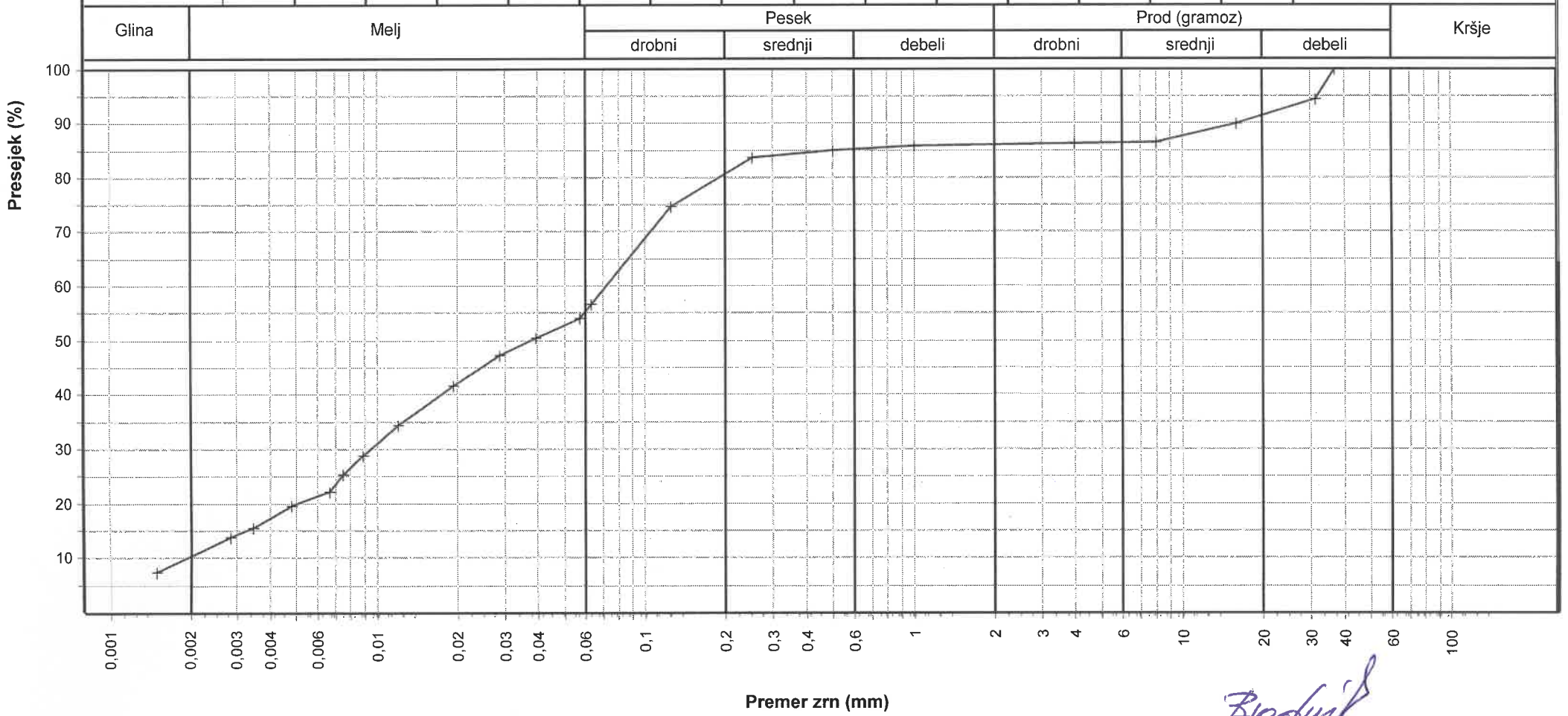
Str. nosilec:	**905/24**	Vzorec št.:	**G54/24-25*24**
Delovišče:	**NEK**		
Mesto odv.:	**-**		
Vrtina:	**V-6**	Globina:	**0,3-0,5 m**
Datum odv.:	**-**	Datum izv.:	**6.12. - 21.1.2025**

Analiza:	**pranje materiala in sejanje**		
Vrsta zemljine:	**SiM #**		
Cu = d_{60}/d_{10}	**36,8 #**		
Cc = $d^2_{30}/(d_{60}*d_{10})$	**0,6 #**	delci 2 - 63 mm:	**14,0% #**
delci pod 0,002 mm:	**10,2% #**	delci 0,063-2 mm:	**29,4% #**

ZAG

Odsek za geotehniko

sito (mm)	> 125	125	90	63	45	31,5	16	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063
presejek (%)	100	100	100	100	100	94	90	86	86	86	86	85	84	75	56,6



Rezultati označeni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost.

Preiskal: .....

Priloga: 4 - 1 / 6

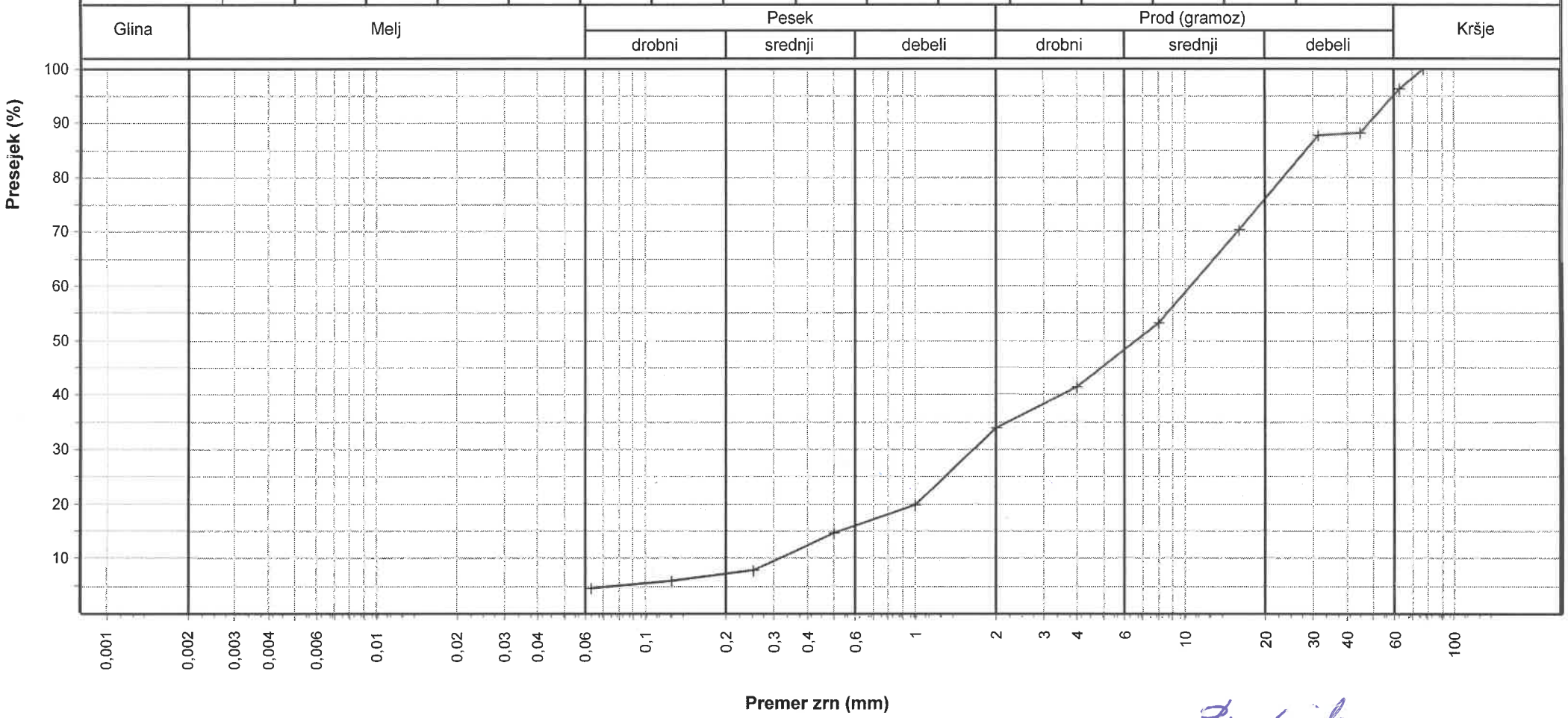
Zrnavost SIST EN 933-1:2012

Str. nosilec:	**905/24**	Vzorec št.:	**G54/24-3*24**	Analiza:	**pranje materiala in sejanje**
Delovišče:	**NEK - INDUSTRIJSKA CONA**			Vrsta zemljine:	**mGr #**
Mesto odv.:	**TEMELJNA TLA**			Cu = d_{60}/d_{10}	**33,2 #**
Vrtina:	**V-6**	Globina:	**1,0 - 3,0 m**	Cc = $d^2_{30}/(d_{60}*d_{10})$	**0,8 #**
Datum odv.:	**25.10.2024**	Datum izv.:	**28.10. - 13.11.2024**	delci pod 0,002 mm:	**- #**

delci 2 - 63 mm:	**62,3% #**															
delci 0,063-2 mm:	**29,5% #**															
sito (mm)	**> 125**	**125**	**90**	**63**	**45**	**31,5**	**16**	**8**	**4**	**2**	**1**	**0,5**	**0,25**	**0,125**	**0,063**	
presejek (%)	100	100	100	96	88	88	70	53	41	34	20	14	8	6	4,4	

ZAG

Odsek za geotehniko



Rezultati označeni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost.

Preiskal: Brodeur L

Priloga: 4 - 2 / 6

Zrnavost SIST EN 933-1:2012

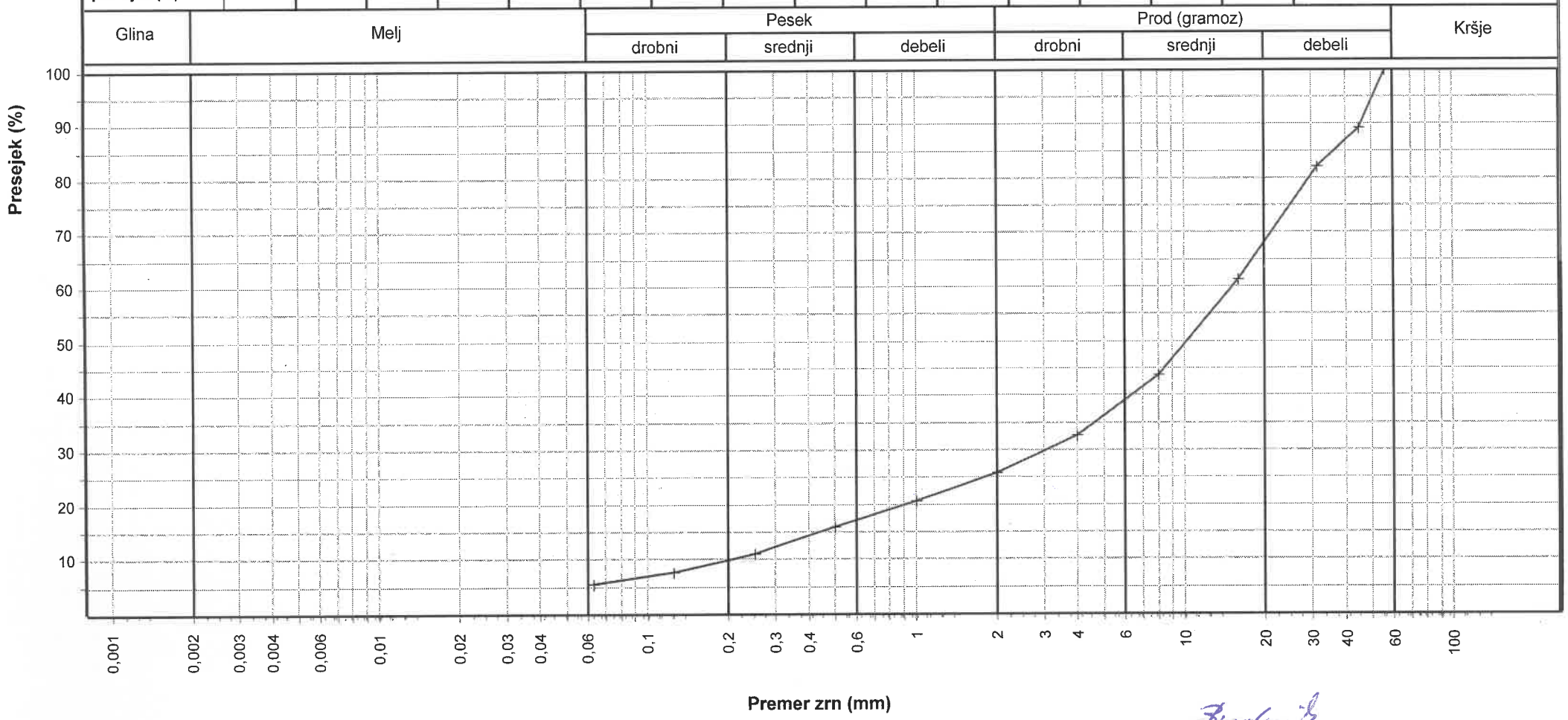
Str. nosilec:	**905/24**	Vzorec št.:	**G54/24-4*24**
Delovišče:	**NEK - INDUSTRIJSKA CONA**		
Mesto odv.:	**TEMELJNA TLA**		
Vrtina:	**V-8**	Globina:	**2,0 - 3,0 m**
Datum odv.:	**25.10.2024**	Datum izv.:	**28.10. - 13.11.2024**

Analiza:	**pranje materiala in sejanje**		
Vrsta zemljine:	**cGrW-siGr #**		
Cu = d_{60}/d_{10}	**72,6 #**		
Cc = $d^2_{30}/(d_{60}*d_{10})$	**3,0 #**	delci 2 - 63 mm:	**74,4% #**
delci pod 0,002 mm:	**- #**	delci 0,063-2 mm:	**20,3% #**

ZAG

Odsek za geotehniko

sito (mm)	**> 125**	**125**	**90**	**63**	**45**	**31,5**	**16**	**8**	**4**	**2**	**1**	**0,5**	**0,25**	**0,125**	**0,063**
presejek (%)	100	100	100	100	89	82	61	44	33	26	21	16	11	7	5,3



Rezultati označeni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost.

Preiskal: [signature]

Priloga: 4 - 3 / 6

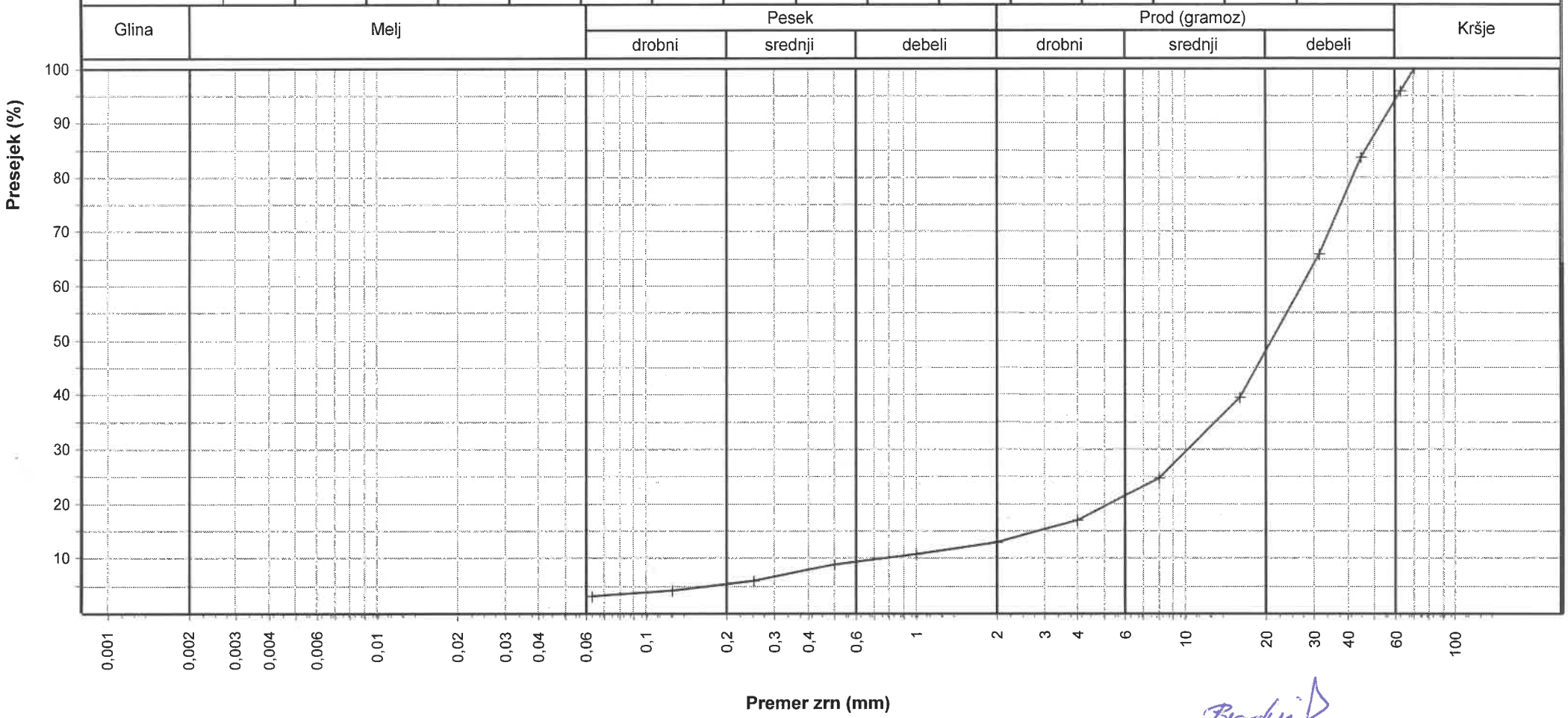
Zrnavost SIST EN 933-1:2012

Str. nosilec:	**905/24**	Vzorec št.:	**G54/24-5*24**	Analiza:	**pranje materiala in sejanje**
Delovišče:	**NEK - INDUSTRIJSKA CONA**			Vrsta zemljine:	**cGr #**
Mesto odv.:	**TEMELJNA TLA**			Cu = d_{60}/d_{10}	**34,0 #**
Vrtina:	**V-8**	Globina:	**6,5 - 7,5 m**	Cc = $d^2_{30}/(d_{60}*d_{10})$	**4,9 #** delci 2 - 63 mm: **82,9% #**
Datum odv.:	**25.10.2024**	Datum izv.:	**28.10. - 13.11.2024**	delci pod 0,002 mm:	**- #** delci 0,063-2 mm: **9,8% #**

ZAG

Odsek za geotehniko

sito (mm)	> 125	125	90	63	45	31,5	16	8	4	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063
presejek (%)	100	100	100	96	84	66	39	25	17	13	11	9	6	4	3,1



Rezultati označeni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost.

Preiskal: .....

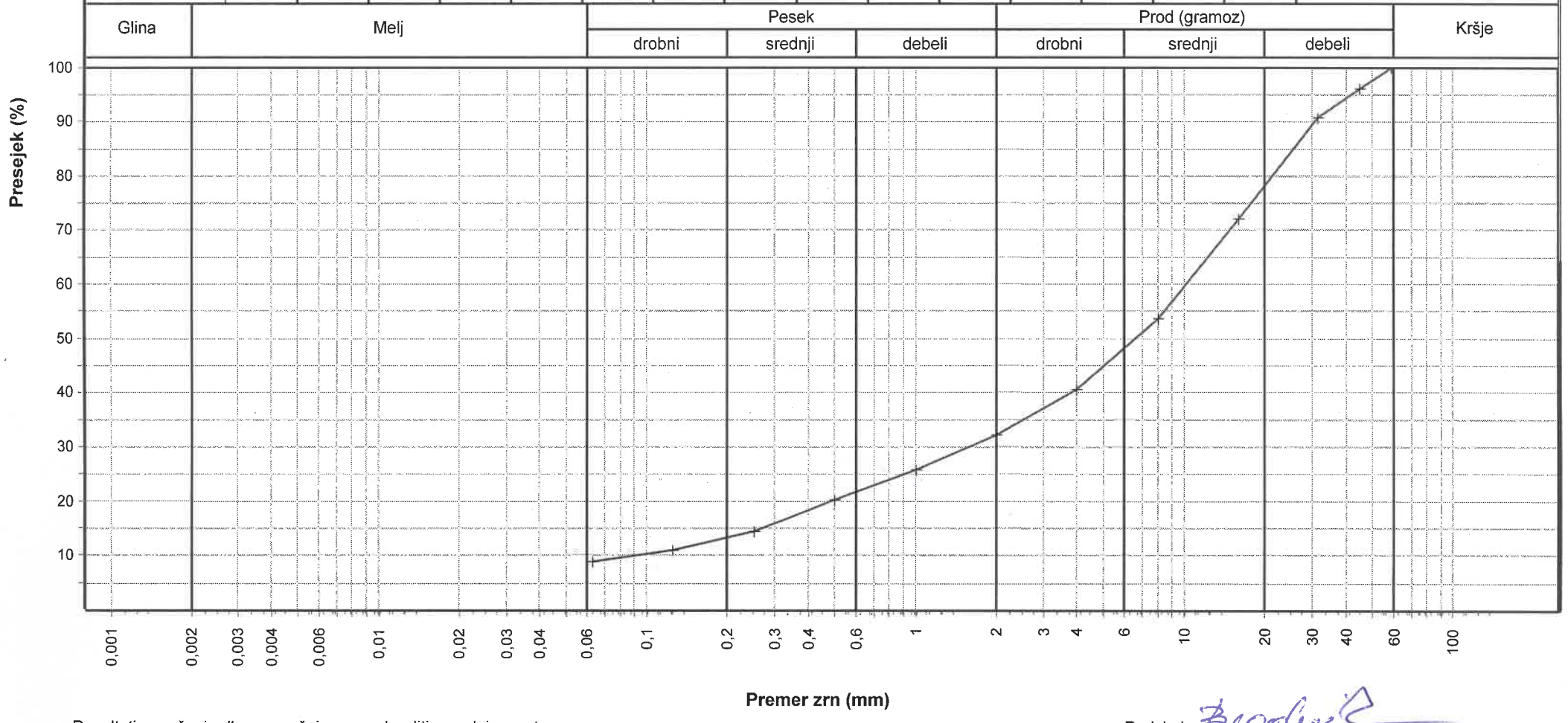
Zrnavost SIST EN 933-1:2012

Str. nosilec:	**905/24**	Vzorec št.:	**G54/24-6*24**	Analiza:	**pranje materiala in sejanje**
Delovišče:	**NEK - INDUSTRIJSKA CONA**			Vrsta zemljine:	**mGrW-siGr #**
Mesto odv.:	**TEMELJNA TLA**			Cu = d_{60}/d_{10}	**110,6 #**
Vrtina:	**V-10**	Globina:	**3,0 - 4,0 m**	Cc = $d^2_{30}/(d_{60}*d_{10})$	**2,7 #** delci 2 - 63 mm: **67,9% #**
Datum odv.:	**25.10.2024**	Datum izv.:	**28.10. - 14.11.2024**	delci pod 0,002 mm:	**- #** delci 0,063-2 mm: **23,3% #**

sito (mm)	**> 125**	**125**	**90**	**63**	**45**	**31,5**	**16**	**8**	**4**	**2**	**1**	**0,5**	**0,25**	**0,125**	**0,063**
presejek (%)	100	100	100	100	96	91	72	54	41	32	26	20	14	11	8,7

ZAG

Odsek za geotehniko



Rezultati označeni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost.

Preiskal: Brodin

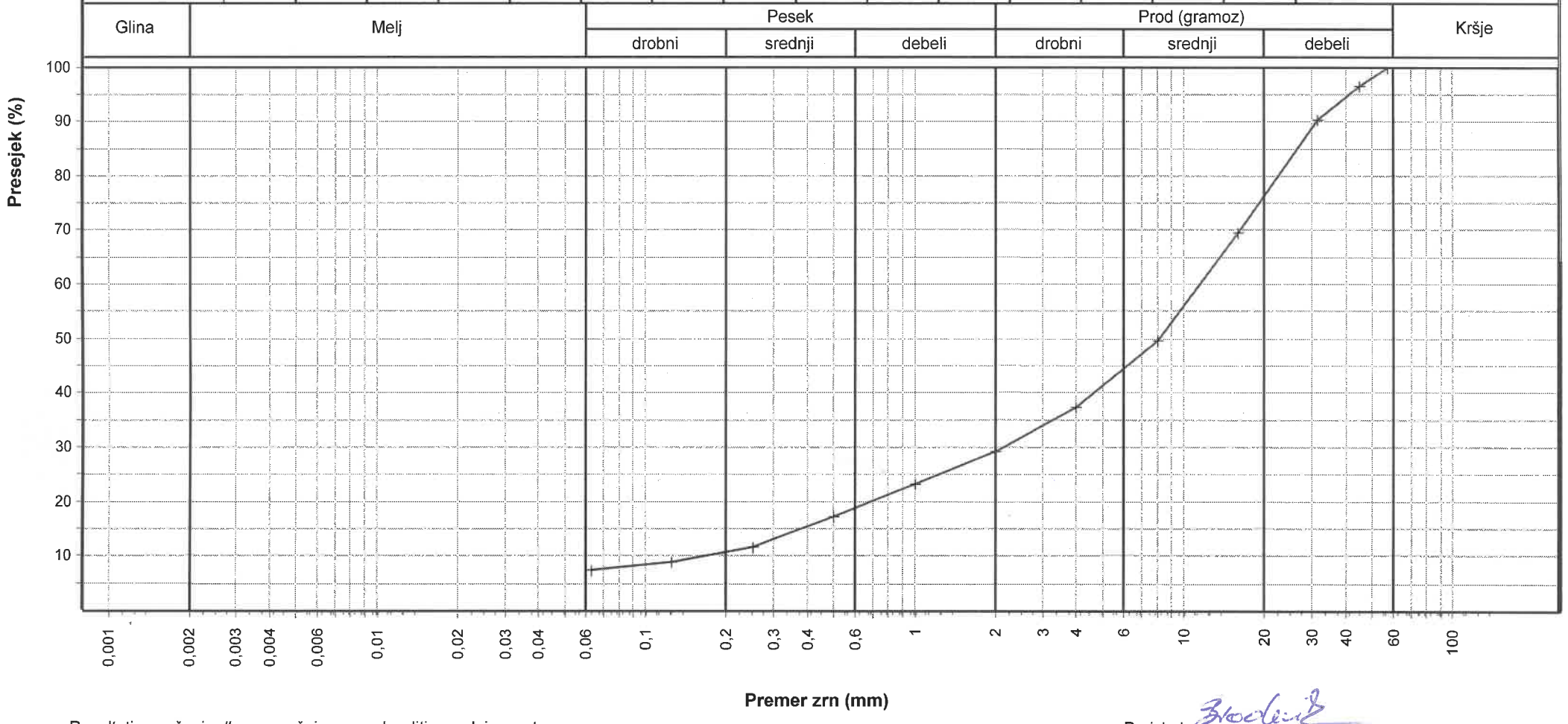
Zrnavost SIST EN 933-1:2012

Str. nosilec:	**905/24**	Vzorec št.:	**G54/24-7*24**	Analiza:	**pranje materiala in sejanje**
Delovišče:	**NEK - INDUSTRIJSKA CONA**			Vrsta zemljine:	**mGrW-siGr #**
Mesto odv.:	**TEMELJNA TLA**			Cu = d_{60}/d_{10}	**69,6 #**
Vrtina:	**V-10**	Globina:	**5,0 - 6,0 m**	Cc = $d^2_{30}/(d_{60}*d_{10})$	**2,4 #** delci 2 - 63 mm: **70,8% #**
Datum odv.:	**25.10.2024**	Datum izv.:	**28.10. - 14.11.2024**	delci pod 0,002 mm:	**- #** delci 0,063-2 mm: **21,9% #**

sito (mm)	**> 125**	**125**	**90**	**63**	**45**	**31,5**	**16**	**8**	**4**	**2**	**1**	**0,5**	**0,25**	**0,125**	**0,063**
presejek (%)	100	100	100	100	97	90	70	49	37	29	23	17	12	9	7,3

ZAG

Odsek za geotehniko



Rezultati označeni z # se nanašajo na neakreditirano dejavnost.

Preiskal: .....