

**10/1.4 Tehnično poročilo**

**GEOLOŠKO-GEOTEHNIČNI ELABORAT  
ZA UREDITEV VODNE INFRASTRUKTURE ZA ZAGOTAVLJANJE POPLAVNE  
VARNOSTI ŽELEZNIKOV**

**I. FAZA (PGD)**

**SEZNAM SODELAVCEV:**

- Inženirska geologija:  
**Andraž Marinčič**, u.d.i.gradb.  
**Matija Zupan**, u.d.i.geol.
  
- Terenske geotehnične meritve:  
**Miha Peternel**, d.i.geoteh.  
**Marjan Filipič**, teh. (obdelava meritev)
  
- Laboratorijske preiskave:  
**Maja Rojšek**, u.d.i.geol.
  
- Stabilnostni izračuni:  
**Saša Galuf**, u.d.i.gradb.
  
- Vrtalna dela:  
**GR Investicije d.o.o.**

---

## **VSEBINA POROČILA**

### **Zvezek 1**

#### **Tehnično poročilo**

### **Zvezek 2**

#### **INŽENIRSKO GEOLOŠKE KARTE IN PREREZI**

##### **G.1 Pregledna situacija s prikazom sanacijskih del**

##### **G.2. Situacija sondaž na območju raziskav**

##### **G.3 Prečni inženirsko-geološki (IG) prerezi**

G.3.1 Prečni IG prerez S26 (nadvišanje zidu; območje Češnjice)

G.3.2 Prečni IG prerez S29 (podbetoniranje mostnih opornikov, temelja objekta in VV zidu; območje Češnjice)

G.3.3 Prečni IG prerez S62 (most na Račovnik)

G.3.4 Prečni IG prerez S79 (podbetoniranje obstoječega zidu, območje Račovnika)

G.3.5 Prečni IG prerez S88 (podbetoniranje obstoječega zidu, območje Račovnika)

G.3.6 Prečni IG prerez S90 (most na Trnje)

G.3.7 Prečni IG prerez S100 (podbetoniranje obstoječega zidu, lokacija Trnje 39-knjižnica)

G.3.8 Prečni IG prerez S112 (most v Ovčjo vas)

G.3.9 Prečni IG prerez S115 (podporni AB zid ob Mlinščici)

G.3.10 Prečni IG prerez S117 (podporni AB zid ob Mlinščici)

G.3.11 Prečni IG prerez S147 (zložba iz lomljenca, območje Jesenovca)

G.3.12 Prečni IG prerez S154 (Dolenčev jez)

G.3.13 Prečni IG prerez H1\_4 (zid ob hudourniku H1)

G.3.14 Vzдолžni IG prerez po liniji zidu ob hudourniku H1

### **Zvezek 3**

#### **T.1 GEOTEHNIČNI PROFILI VRTIN TER FOTOGRAFIJE JEDRA VRTIN**

T.1.1 Geotehnični profili vrtin

T.1.2 Fotografije jedra vrtin

T.1.3 Geotehnični profili vrtin (faza IDP)

#### **T.2 TERENSKÉ GEOTEHNIČNE MERITVE**

T.2.1 Poročilo o DPSH meritvah

#### **T.3 LABORATORIJSKE PREISKAVE**

T.3.1 Rezultati laboratorijskih preiskav

**KAZALO VSEBINE-TEKSTUALNI DEL POROČILA**

<b>1.</b>	<b>UVOD</b>	<b>6</b>
		<i>Poročilo o raziskavah</i>
<b>2.</b>	<b>TERENSKÉ PREISKAVE</b>	<b>7</b>
2.1	Predhodne raziskave	7
2.2	Inženirsko-geološko kartiranje	7
2.3.	Raziskovalno vrtanje	7
2.3.1	Geotehnične meritve v vrtinah	8
	2.3.1.1 Standardni penetracijski testi	8
	2.3.1.2 Meritve podzemne vode	10
2.4	Terenske geotehnične meritve	10
2.4.1	DPSH sondiranja	10
	2.4.1.1 Rezultati meritev	11
<b>3.</b>	<b>GEOMEHANSKE PREISKAVE V LABORATORIJU</b>	<b>12</b>
		<i>Geološko-geomehansko poročilo</i>
<b>4.</b>	<b>INŽENIRSKO GEOLOŠKE RAZMERE</b>	<b>13</b>
4.2	Geološke razmere širšega območja	13
4.3	Inženirsko-geološke (IG) razmere na območju raziskav	13
4.3.1	IG razmere med S29-S31; podbetoniranje opornikov mostu in VV zidu	13
4.3.2	IG razmere v S62; most na Račovnik	13
4.3.3	IG razmere v S89; most v Trnje	14
4.3.4	IG razmere v S111; most v Ovčjo vas	14
4.3.5	IG razmere med S112-S122 (podporni zid ob Mlinščici)	14
4.3.6	IG razmere med S144-P155 (zavarovanje brežin z lomljencem/skalami)	14
4.3.7	IG razmere na območju Dolenčevega jezua in zidu ob hudourniku H-1	15
<b>5.</b>	<b>GEOMEHANSKI PARAMETRI ZNAČILNIH INŽENIRSKO-GEOL. ENOT (IG)</b>	<b>15</b>
<b>6.</b>	<b>GEOTEHNIČNI POGOJI TEMELJENJA OBJEKTOV</b>	<b>16</b>
6.1	Geotehnični pogoji temeljenja novega mostu v Trnje	16
6.2	Geotehnični pogoji temeljenja novega mostu v Ovčjo vas	16
6.3	Geotehnični pogoji temeljenja AB zidu ob Mlinščici	16
6.4	Geotehnični pogoji temeljenja protipoplavnega zidu ob hudourniku H1	16
6.5	Geotehnične razmere na območjih podbetoniranja obstoječih zidov	16
<b>7.</b>	<b>ZAKLJUČEK</b>	<b>17</b>

---

## **KAZALO PREGLEDNIC**

*Preglednica 1: Osnovni podatki vrtin izvedenih vzdolž brežin struge Selške Sore.*

*Preglednica 2: Rezultati SPT testov.*

*Preglednica 3: Ocenjene karakteristike (gostotno stanje, strižni kot) na osnovi rezultatov SPT testov.*

*Preglednica 4: Materialne karakteristike prodnato gruščnatega sloja izračunane na osnovi SPT testov.*

*Preglednica 5: Izmerjeni nivoji podzemne vode (NPV) po končanem vrtanju.*

*Preglednica 6: Seznam izvedenih DPSH sondaž.*

*Preglednica 7: Rezultati DPSH sondiranja glede na geološki sloj.*

*Preglednica 8: Materialne karakteristike tipičnih slojev zemljin določene na osnovi DPSH testov.*

*Preglednica 9: Rezultati izvedenih laboratorijskih preiskav.*

*Preglednica 10: Materialni parametri tipičnih geoloških slojev.*

## 1. UVOD

V sklopu izdelave projekta (PGD) za ureditev vodne infrastrukture za zagotavljanje poplavne varnosti Železnikov-I.faza smo za naročnika IZVO-R d.o.o. izvedli geološko-geomehanske raziskave. Raziskave so bile izvedene na osnovi usmeritev projektne naloge in v njej navedenega obsega del, ki ga je pripravilo Ministrstva za okolje in prostor, direktorat za vode in investicije (maj 2015).

Osnovne geološko-geotehnične raziskave tega prostora za potrebe urejanja struge Selške Sore so bile za fazo IDP izvedene leta 2011. Raziskave v tej fazi projektiranja (PGD) so bile izvedene z namenom določiti geološko-geomehanske pogoje za potrebe temeljenja objektov na naslednjih območjih (slika 1, priloga G.1):

- Mostni oporniki, temelji objekta pri hiši Češnjica 7 in nadvišanje zidu na odseku od Alplesovega jezua do Domela (1).
- Rekonstrukcija obokanega mostu na Račovnik (2)
- Izgradnja novega mostu v Trnje (3)
- Izgradnja novega mostu v Ovčjo vas (4)
- Ureditev brežine in izgradnja AB zidu na območju podaljšanja Mlinščice (4)
- Izgradnja protipoplavnega zidu ob ureditvi hudournika H1 na območju Dolenčevega jezua in zavarovanje brežine s skalami in lomljencem dolvodno od Dolenčevega jezua (5)



Slika 1: Topografski posnetek širšega območja z označenimi lokacijami raziskav.

V skladu s projektno nalogo smo opravili terenske in laboratorijske preiskave in na osnovi pridobljenih rezultatov za potrebe projektiranja izdelali geološko-geotehnični elaborat.

V prvem delu elaborata je podano poročilo o izvedenih raziskavah. Interpretacija pridobljenih podatkov se prične s **četrnim** poglavjem, kjer so podane inženirsko-geološke razmere na območju sanacije/izgradnje objektov in nadaljuje v **petem** poglavju, v katerem so podani geomehanski parametri tipičnih geoloških slojev. V **šestem** poglavju podajamo geotehnične pogoje temeljenja objektov. Na koncu so v **zaključku** povzete bistvene ugotovitve raziskav in stabilnostnih izračunov.

## 2. TERENSKÉ PREISKAVE

Terenske preiskave so bile razdeljene v dve fazi. V prvi fazi je bil opravljeno inženirsko-geološki pregled terena, v drugem delu smo izvedli raziskovalno vrtanje s pripadajočimi meritvami v vrtinah in laboratorijske preiskave. Glavnina terenskih preiskav je potekala v mesecu januarju 2016.

### 2.1 Predhodne raziskave

Na območju urejanja struge Sore so bile leta 2011 za potrebe IDP dokumentacije izveden geološko-geotehnične raziskave, katerih rezultati so podani v :

1. **Geološko-geotehnični in hidrogeološki elaborat za IDP za ureditev Selške Sore za zagotavljanje poplavne varnosti širšega območja Železnikov; IRGO Consulting d.o.o, IC 101/11; B. Merhar, 2011).**

Na območju starega jedra Železnikov so bile za potrebe prestavitve ceste R2-403/1075 v dolžini dobri 900m leta 2011 izvedene GG raziskave. Rezultati teh preiskav so zbrani v:

2. **Geološko geomehansko poročilo za IDP preložitve R2-403/1075 Področje Češnjica skozi Železnike, IRGO Consulting d.o.o, IC 235/11; A. Križnič, 2011).**

Rezultate preiskav iz navedenih poročil smo uporabili pri izdelavi tega elaborata. Upoštevala se je že ugotovljena generalna sestava tal vzdolž struge Selške Sore, pri izdelavi nekaterih inženirsko-geoloških prerezov smo upoštevali predhodno izvedene vrtine. Prav tako smo pregledali geomehanske karakteristike tipičnih slojev zemljin in jih primerjali z vrednostmi dobljenimi v tej fazi raziskav.

### 2.2 Inženirsko-geološko kartiranje

Teren vzdolž struge Selške Sore je ravninski, prekrit z aluvialnimi nanosi ali pa je struga varovana z nasutim materialom tako da izdankov kamnin na ožjem območju raziskav ni. Lokacije vrtin in sondaž ter predvideni sanacijski ukrepi so prikazani na pregledni situaciji (priloga G1) in še ločeno na posameznih območjih raziskav/objektov v prilogi G.2.

### 2.3 Raziskovalno vrtanje

Na mestih predvidene sanacije/izgradnje mostov in zidov vzdolž struge Selške Sore je bilo izvrtanih 8 vrtin globine 5-10m. Skupaj je bilo izvrtanih 64,0m jedra vrtin. Lokacije vrtin so prikazane na IG karti v prilogi G.2. Vrtanje je izvajala podjetja GR Investicije d.o.o. Vrtine so bile izvrtane z vrtalno garnituro FRASTE. Vse vrtine so bile izvrtane rotacijsko, na suho, s 100% jedrovanjem. Med raziskovalnim vrtanjem so se v prodnato-gruščnatih slojih izvajali SPT testi. Po končanem vrtanju so se v vrtinah izvedle meritve nivoja podzemne vode. Na pridobljenem jedru smo izvedli geotehnični vizualni popis po USCS klasifikaciji, Iz karakterističnih slojev so bili vzeti vzorci za laboratorijske preiskave.

Geotehnični popisi vrtin s pripadajočimi meritvami so prikazani v prilogi T.1.1, fotografije jedra vrtin pa v prilogi T.1.2 (na fotografijah so označeni odseki jedra, na katerih so bile izvedene laboratorijske preiskave).

V preglednici 1 so prikazani osnovni podatki o vrtinah in preiskave, ki so se izvajale v njih (oznaka objektov je skladna s prikazom na IG kart).

*Preglednica 1: Osnovni podatki vrtin izvedenih vzdolž brežin struge Selške Sore.*

VRTINA				MERITVE
Oznaka	Lokacija	Objekt	Globina	SPT
			(m)	(kom)
V-1/15	Hudournika H1	Protipolavni zid	10,0	5
V-2/15	"Na plavžu"-levi breg	Zložba iz lomljenca	7,0	1
V-3/15	Mlinščica	Podporni AB zid	9,0	4
V-4/15	Mlinščica	Podporni AB zid	8,5	4
V-5/15	Most v Trnje	Most-novogradnja	5,0	2
V-6/15	Most v Trnje	Most-novogradnja	8,0	4
V-7/15	Most-Račovnik	Most-rekonstrukcija	9,0	4
V-8/15	Češnjica	Most-podbetoniranje	7,5	3
<b>SKUPAJ 8 vrtin</b>			<b>64,0</b>	<b>27</b>

## 2.3.1 Geotehnične meritve v vrtinah

### 2.3.1.1 Standardni penetracijski testi

V vrtinah so se v prodnatih slojih na vsake 2-4 metra izvajale SPT testi. Skupaj je bilo izvedenih 27 testov kot je prikazano v preglednici 1. Meritve so bile izvedene skladno s standardom SIST EN ISO 22476-3:2005. Za uporabljeno penetracijsko opremo se upošteva korekcijski faktor prenosa energije  $E_r/60$  (korekcijski faktor vrtalne garniture znaša 1,39).

V preglednici 2 podajamo za vsako posamezno vrtino izračunane korigirane vrednosti števila udarcev  $(N_1)_{60}$  glede na tipične sloje zemljin, ki se pojavljajo na območju raziskav. Rezultati SPT preiskav so bili izrednoteni ob upoštevanju zahtev standarda SIST EN 1997-2: 2007 (Geotehnično projektiranje – 2. del: preiskovanje in preizkušanje tal). Na koncu preglednice podajamo za sloj proda/grušča še statistično obdelavo rezultatov meritev na osnovi katere smo določili gostotno stanje tega sloja ter z generalno ocenili strižni kot in modul elastičnosti (E).

Osnovno število udarcev (N) in korigirani rezultati meritev  $(N_1)_{60}$  so podani tudi v geotehničnih profilih vrtin, priloga T.1.1.



Preglednica 2: Rezultati SPT testov.

Lokacija	Vrtina	Globina	MATERIAL		GOSTOTNO STANJE
		m	Meljast do zaglinjen prod in grušč (GM-GC)	Podlaga (glinavec, meljevec, apnenec)	
			$(N_1)_{60}$	$(N_1)_{60}$	
Hudournik H1	V-1/15	1,2	22		srednje gosto
		3,2	16		srednje gosto
		5,2	64		zelo gosto
		7,2		10cm	
		9,2		5cm	
"Na plavžu"	V-2/15	2,2	17		srednje gosto
Mlinščica	V-3/15	2,5	6		rahlo
		4,5	38		gosto
		6,0		10cm	
		9,0		8cm	
		2,2	17		srednje gosto
	V-4/15	4,5	82		zelo gosto
		6,5		56	
8,5			10cm		
Most v Trnje	V-5/15	2,0	28		gosto
		4,5		4cm	
	V-6/15	2,5	13		srednje gosto
		4,5	57		zelo gosto
		6,2		14cm	
		8,0		3cm	
Račovník	V-7/15	2,5	33		gosto
		4,2	68		zelo gosto
		6,2	145		zelo gosto
		9,0		4cm	
Češnjica	V-8/15	2,2	57		zelo gosto
		4,2	68		zelo gosto
		6,2		5cm	

Statistična obdelava meritev

n	16
min.	6
max.	145
<b>POVP</b>	<b>46</b>
STDEV	35,6
95% stopnja zaupanja	24

Na osnovi normaliziranih vrednosti SPT testov;  $(N_1)_{60}$  smo ocenili n materialne karakteristike preiskanih zemljin v skladu s preglednico 3 (po Skempton-u, 1986):

Preglednica3: Ocenjene karakteristike (gostotno stanje, strižni kot) na osnovi rezultatov SPT testov.

	zelo rahlo	rahlo	srednje gosto	gosto	zelo gosto		
$(N_1)_{60}$	0	3	8	15	25	42	58
$I_d$ (%)	0	15	35	50	65	85	100
$\varphi$ (°)		28	30	33	36	41	44

Podajamo tudi korelacijo za oceno edometerskega modula stisljivosti (Begemann, 1974):

$$E_{oed} = 4 + c \cdot ((N_1)_{60} - 6) \quad (\text{za } (N_1)_{60} > 15) \quad [\text{MPa}] \quad (1)$$

$$E_{oed} = c \cdot ((N_1)_{60} + 6) \quad (\text{za } (N_1)_{60} < 15) \quad [\text{MPa}] \quad (2)$$

$c = 0.3$  za drobne peske in peske z meljem

$c = 1.2$  za grušč/prod s peskom

## ❖ Rezultati in ugotovitve

Na osnovi preglednice 3 in enačbe (1) smo za prodnato gruščnat sloj ocenili gostotno stanje, strižni kot in modul elastičnosti kot je prikazano v preglednici 4

*Preglednica 4: Materialne karakteristike prodnato gruščnatega sloja izračunane na osnovi SPT testov.*

PROD (GP, GM-GC)	$(N_1)_{60}$	Strižni kot (°)	Modul stisljivosti Eoed (kPa)	Gostotno stanje
POVP	46	41-44	62	zelo gosto
95% stopnja zaupanja	24	33-36	28	srednje gosto

Strižni kot je ocenjen po Skempton-u (1986)

Modul stisljivosti (Eoed) ocenjen po Bergmanu (1974)

### 2.3.1.2 Meritve podzemne vode

Po končanem vrtanju se je v vsaki vrtini izvedla meritev nivoja podtalne vode. Rezultati meritev so prikazani v preglednici 5. Kot je razvidno iz prečnih geoloških prereзов (priloga G.3) se večji del izmerjenih nivojev podzemne vode nahaja na nivoju strug vodotokov. Ti podatki so le orientacijski. Ker so bila vrtalna dela izvedena v obdobju z manj padavinami ocenjujemo, da se nivo podzemne vode v času intenzivnejših padavin močno dvigne.

*Preglednica 5: Izmerjeni nivoji podzemne vode (NPV) po končanem vrtanju.*

VRTINA			Nivo podzemne vode*
Oznaka	Lokacija	Objekt	
V-1/15	Hudournika H1	Protipolavni zid	3,7
V-2/15	"Na plavžu"-levi breg	Zložba iz lomljenca	1,3
V-3/15	Mlinščica	Podporni AB zid	2,4
V-4/15	Mlinščica	Podporni AB zid	1,6
V-5/15	Most v Trnje	Most-novogradnja	
V-6/15	Most v Trnje	Most-novogradnja	3,2
V-7/15	Most-Račovnik	Most-rekonstrukcija	
V-8/15	Češnjica	Most-podbetoniranje	3,0

\*...Izmerjeno po vrtanju

## 2.4 Terenske geotehnične meritve

Za določitev slojevitosti tal in geomehanski parametrov tipičnih slojev smo na območju sanacije brežin struge (podbetoniranje ali nadvišanje zidu, izvedbe zložbe iz lomljenca) izvajali DPSH sondiranja. V nadaljevanju podajamo rezultate preiskav, poročilo o izvedenih sondiranjih skupaj z grafičnimi izrisi meritev pa se nahaja v prilogi T.2.1.

### 2.4.1 DPSH sondiranja

Na obravnavanem območju smo izvedli 7 sondaž z dinamičnim penetrometrom tipa DPSH do globine maksimalno 6,0m s katerim smo poleg slojevitosti tal ugotavljali strižni kot in modul stisljivosti ( $E_{oed}$ ) peščeno-gruščnatega sloj. Seznam izvedenih sondaž po posameznih lokacijah/objektih ter globina sondiranja sta prikazana v preglednici 6.

Preglednica 6: Seznam izvedenih DPSH sondaž.

VRTINA			
Oznaka	Lokacija	Objekt	Globina (m)
DP-1	Dolenčev jez	Dolenčev jez	3,7
DP-2	Hudournik H 1	Protipolavni zid	3,7
DP-3	Sora-desni breg	Zložba iz lomljenca	5,5
DP-4	Mlinščica	Podporni AB zid	5,8
DP-5	Sora-desni breg	Podbetoniranje zidu	3,8
DP-6	" Hiša Češnjica 7"	Most-podbetoniranje	5,1
DP-7	Češnjica-levi breg	Nadvišanje zidu	4,7

SKUPAJ 7 sondaž

32,3

### 2.4.1.1 Rezultati meritev

Z vrtinami je bilo ugotovljeno, da teren vzdolž struge Selške Sore sestoji iz dveh tipičnih slojev in sicer:

- Zgornji sloj **gline in melja z** lečami peska (**CL, ML, SM**) ki sega 2-3m pod površino.
- Pod njim nastopa **meljast do zaglinjen prod(GM-GC)**.

Izmerjene vrednosti parametrov v posameznem geološkem sloju so prikazani v preglednici 7. Na koncu preglednice je prikazana statistična obdelava podatkov.

Preglednica 7: Rezultati DPSH sondiranja glede na geološki sloj.

Območje	Sondaža	Globina	MATERIAL				
			Glina, melj, pesek (CL, ML, SM)		Meljast do zaglinjen prod/gruč (GM-GC)		Hribina
			Nedrenirana strižna trdnost Su	Modul elastičnosti Eoed	strižni kot $\phi$	Modul elastičnosti Eoed	Modul stisljivosti Eoed
			(kPa)	(kPa)	(°)	(kPa)	(kPa)
Dolenčev jez, hudournik H1	DP-1	0-3			32,5	19550	
		3-3,7					72937
	DP-2	0-2,2			34,5	25266	
		2,2-3,7					65033
DP-3	0-1,6-nasip			29,7	14920		
	1,6-5,0			34,9	24929		
	5,0-5,5					67685	
Mlinšč.	DP-4	0,6-2,4	39,7	2690			
		2,4-5,8			35,3	27065	
Sora desni breg	DP-5	0-1,8	59,5	4035			
		1,8-3,4			38,5	40239	
		3,4-4,0					92241
	DP-6	0-2,6	56,8	3853	39,0	44480	
2,6-4,8						91888	
Sora levi breg	DP-7	0-2,6	92,1	6244			
		2,6-4,4			41,5	53818	
		4,4-4,8					84827

Statistična obdelava meritev

n	4	4	8	8
min.	40	2690	30	14920
max.	92	6244	42	53818
<b>POVP</b>	<b>62</b>	<b>4206</b>	<b>36</b>	<b>31283</b>
STDEV	21,9	1483,9	3,8	13426,9
<b>95% stopnja zaupanja</b>			<b>32</b>	<b>17796</b>

Na osnovi preglednice 7 smo za oba tipična sloja zemljin ocenili karakteristike kot so prikazane v preglednici 8.

Preglednica 8: Materialne karakteristike tipičnih slojev zemljin določene na osnovi DPSH testov.

GLINE, MELJI, PESKI (CL, ML, SC)	Nedrenirana strižna trdnost Su (kPa)	Modul stisljivosti Eoed (kPa)
POVP	62	4206

PROD/GRUŠČ (GP, GM-GC)	Strižni kot (°)	Modul stisljivosti Eoed (kPa)
POVP	36	31283
95% stopnja zaupanja	32	17796

Opis in grafični prikaz meritev so prikazani v zvezku 3, priloga T.2.1.

### 3. GEOMEHANSKE PREISKAVE V LABORATORIJU

Geomehanske laboratorijske preiskave zemljin so bile izvedene v laboratorijih IRGO. Preiskave so bile opravljene po standardu SIST ENV 1997-2:2007. Na območju raziskav prevladuje prodnata sestava terena zato se je z laboratorijskimi preiskavami preverila zrnavostna sestava proda in prostorninska teža ter enoosna tlačna trdnost podlage (skrilav meljevec/glinavec).

Rezultati posameznih laboratorijskih preiskav so predstavljeni v zvezku 3, priloge T.3.1. V preglednici 9 so zbrani rezultati vseh preiskav.

Preglednica 9: Rezultati izvedenih laboratorijskih preiskav.

Vzorec			Opis vzorca USCS, (SIST)	Naravna vlaga w	Prostorninska teža $\gamma$	Gostota		Zrnavost			Trdnost zemljine		
zap. št.	oznaka vrtine	interval globine				naravna $\rho$	suha $\rho_d$	Cu	Cc	melj, glina < 0.063 mm	pesek > 0.063 mm < 2.0 mm	prod, grušč >2.0mm	Enoosna tlačna trdnost $q_u$ (kPa)
-	-	(m)	-	(%)	(kN/m <sup>3</sup> )	(Mg/m <sup>3</sup> )	(Mg/m <sup>3</sup> )	-	-	(%)	(%)	(%)	
1	V - 3	8.3 - 8.5	meljasto glinast meljevec in glinavec	9.445	20.927	2.133	1.949						142.74
2	V - 3	8.7 - 9.0	meljasto glinast meljevec in glinavec	12.285	22.296	2.273	2.024						212.48
3	V - 4	4.0 - 5.5	GC, glinast grušč in prod s peskom					-	-	22.96	24.23	52.81	

## **4. INŽENIRSKO GEOLOŠKE RAZMERE**

### **4.2 Geološke razmere širšega območja**

Dolina Selške Sore je zapolnjena z aluvialnimi nanosi reke Sore in njenih pritokov. Rečni bregovi sestojijo iz pretežno peščenega do meljastega proda, mestoma so brežine utrjene z nasipi. Na prehodu v pobočja se pojavljajo deluvialni pokrovi pobočnega grušča ali hudourniški nanosi. Strma pobočja doline gradijo zgornje triasni apnenci in skrilavci jursko-kredne starosti. Te kamnine se pojavljajo kot hribinska osnova pod prodnatim nanosom tudi v dnu doline.

### **4.3 Inženirsko-geološke (IG) razmere na območju raziskav**

Geološka sestava tal na območju predvidene sanacije ali novogradnje objektov je prikazana na 13 prečnih (priloge G.3) inženirsko geoloških prerezih. Sestava tal vzdolž zidu ob hudourniku H1 je prikazana še na vzdolžnem IG prerezu (priloga G.3.14).

#### **4.3.1 IG razmere med S29-S31; podbetoniranje opornikov mostu in VV zidu (območje Češnjice)**

Geološka sestava terena na območju mostu je bila preverjena z vrtino V8/15 in sondažo DP6, ki sta bili locirani tik ob obstoječem mostu na levem in desnem rečnem bregu. Sestava tal je prikazana v profilu S29 (priloga G. 3.2).

Levo brežino na območju mostu in dvorišča stanovanjskega objekta gradi nasip, ki sega do globine 2 metrov, desno brežino pa zgornje 2 m gradi sloj zaglinjenega melja. Pod obema slojema začenja na nivoju reke sloj zameljenega karbonatnega proda, ki sega na levi strani reke do globine 6,0m. Na tej globini se pojavi hribinska podlaga iz preperelega skrilavega glinavca.

Podbetoniranje objekta in mostu bo izvedeno v sloju proda. Desna brežina v naklonu 1:2 bo izvedena v sloju melja.

Na območju Češnjice je predvideno še nadvišanje obstoječega zidu v dolžini cca 260m, ki poteka ob levi brežini. Karakteristike tal v tem delu so bile preverjene s sondažo DP7. Geološka sestava je podobna kot na desnem bregu območja že omenjenega mostu. Do globine 2,2m nastopa glinasto-meljast sloj pod katerim se pojavlja sloj proda. Geološka sestava tal je prikazana v profilu S26 (priloga G. 3.1).

#### **4.3.2 IG razmere v S62; most na Račovnik**

Predvidena je rekonstrukcija oboka obstoječega mostu. Geološka sestava terena na območju mostu je bila preverjena z vrtino V7/15, ki je bila locirana na desnem rečnem bregu, tik ob mostu. Sestava tal je prikazana v profilu S62 (priloga G. 3.3).

Pod nasipom, ki sega do globine 2,0m leži sloj meljastega proda, ki sega do hribinske podlage: Hribinska podlaga, ki sestoji iz temno sivega skrilavega meljevca začenja na globini 7,8m. Podbetoniranje obokane konstrukcije bo izvedeno v sloju proda.

#### **4.3.3 IG razmere v S89; most v Trnje**

Predvidena je rušitev obstoječega in gradnja novega mostu v Trnje. Geološka sestava terena na območju mostu je bila preverjena z vrtinama V5/15 in V6/15, ki sta bili locirani nekaj metrov južno in severno od mostu. Sestava tal je prikazana v profilu S90 (priloga G. 3.6).

Do globine 2,5m (desna brežina) in 3,0m (leva brežina) tla sestojijo iz nasutega materiala. Na levi strani leži pod nasipom še plast proda, ki sega do hribinske osnove. Hribinska osnova iz apnenca na levi brežini začenja na globini 6,0m na desni pa že takoj pod nasipom.

Dno temeljev mostu bo izveden v hribinsko osnovo, na levi brežini bo dno temelja na stiku prod-apnenec.

#### **4.3.4 IG razmere v S111; most v Ovčjo vas**

Predvidena je porušitev obstoječega mostu v Ovčjo vas in izgradnja novega na isti lokaciji. Geološka sestava je bila že v fazi IDP preverjena z vrtinama V-3 in V-4, ki sta bili locirani tik ob obstoječem mostu na levem in desnem rečnem bregu. Brežine rečne struge predstavljajo nasip, ki sega do globine 1,7-2,2m. Pod nasipom leži plast peščenega do zameljenega proda (GW-GM) do globine 4,8m. Pod peščenim prodom leži še plast nekoliko bolj zameljenega do zaglinjenega proda (GM-GC), ki sega vse do hribinske podlage iz apnenca, ki začenja na globini 7,4m. Geološka sestava tal na območju mostu v Ovčjo vas je prikazana v prilogi G.3.8.

Dno temeljev mostu bo izveden v sloju proda oziroma na stiku prod- hribinska osnova iz apnenca.

#### **4.3.5 IG razmere med S112-S122 (podporni zid ob Mlinščici)**

Predvideno je da bo Mlinščica v tem delu speljana ob desni brežini po betonskem kanalu, katerega stene bodo izvedene kot AB podporni zid. Geološka sestava terena na tem območju je bila preverjena z vrtinama V3/15 in V4/15 ter sondažo DP4. Sestava tal je prikazana v profilu S115 (priloga G. 3.9) in S117 (priloga G.3.10).

Teren ob desni brežini sestoji v zgornjih 1,5m iz glinastega melja pod katerim je odložena plast meljastega do zaglinjenega grušča, ki sega do globine 5,0m. Pod gruščem leži nato še tanek sloj proda, na globini 6,0m pa začenja hribinska podlaga, ki sestoji iz apnenca in pol skrilavega meljevca.

Dno temeljev AB zidu bo izvedeno v gruščnato prodnatem sloju.

#### **4.3.6 IG razmere med S144-P155 (zavarovanje brežin z lomljencem/skalami)**

Dolvodno od Dolenčevega jezua je predvideno zavarovanje vznožja brežin s skalami ali z zložbo iz lomljenca. Geološka sestava terena na tem območju je bila na levem bregu preverjena z vrtino V2/15 in na desnem s sondažo DP3. Sestava tal je prikazana v profilu S147 (priloga G. 3.11).

Brežine Selške Sore v tem delu zgornjih 1,5 do 2m sestojijo iz meljasto-glinaste nasute zemljine. Pod nasipom leži gruščnato prodnat sloj, ki sega več kot 7 m globoko (vrtina V2/15).

#### 4.3.7 IG razmere na območju Dolenčevega jezua; zid med H1-3 do H1-6

Iz severnega pobočja doline priteče v Dolenčev jez hudournik H-1. Za varovanje bližnje hiše se predvideva izgradnja protipoplavnega zidu višine 1m in dolžine cca 40m. Geološka sestava tal na območju jezua je bila v prvi fazi preverjena z vrtino V-7 locirano na desni strani reke. Za preverbo sestave tal na območju zidu se je za fazo PGD izvedla vrtina V1/15 in sondaža DP1 ter DP2.

Sestava tal na območju Dolenčevega jezua je prikazana v profilu S154 (priloga G.3.12) na območju zidu pa v prečnem prerezu H1\_4 (priloga G.3.13) in vzdolžnem prerezu po liniji zidu (priloga G.3.14).

Začetnih 50-70m pobočja nad jezom tla do globine 2,5m gradi umeten nasip. Pod njem in višje v pobočju se pojavlja plast zameljenega gruščaa. Debelina tega je ob vznožju pobočja 9m (vrtina V-1/15) višje pa se sloj stanjšaa in sega nekje 1-2 m pod površino. Pod pobočnim gruščem nastopa hribinska podlaga iz skrilavega meljevca.

Temelji predvidenega zidu bodo segali delno v plast nasipa delno v plast pobočnega gruščaa.

### 5. GEOMEHANSKI PARAMETRI ZNAČILNIH INŽENIRSKO-GEOLOŠKIH ENOT (IG)

Na osnovi rezultatov meritev, ki so predstavljeni v poglavju 2 in 3 tega poročila in na osnovi meritev izvedenih v predhodni fazi raziskavah (glej točko 2.1) ter na osnovi izkušenj podajamo v preglednici 10 osnovne geomehanske parametre za posamezne IG enote. Prikazane vrednosti naj se uporabijo pri izračunih stabilnosti projektiranih objektov.

Preglednica 10: Materialni parametri tipičnih geoloških slojev.

SLOJ (IG enota)	VRSTA ZEMLJINE	OPIS ZEMLJINE	USCS	gostotno/konsistenčno stanje	Prost teža $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	Strižni kot $\phi$ (°)	Kohezija c (KPa)	Modul stisljivosti ( $E_{oed}$ ) (MPa)	Nedrenirana striž. trd. $S_u$ (kPa)	Koeficient prepustnosti k (m/s)
1	NASIP	Sestoji iz peščenege do meljastega pretežno karbonatnega drobirja	GP-GM	srednje gosto	21	30-33	0	17-20		$10^{-3} - 10^{-4}$
2	PROD, GRUŠČ	Peščeni do meljasti in zaglinjeni prodi in gruščii	GP-GM, GC	srednje gosti do gosti	21	32-34	0	20-25		$10^{-3} - 10^{-4}$
3	MELJ, PESEK	Prevladuje zaglinjen melj (podrejeno meljna glina in pesek)	ML (CL, SM)	rahlo do sr. gosto/sr.gnetno	19	28	0	3,5-4	50-60	$10^{-5} - 10^{-7}$
SLOJ (IG enota)	VRSTA HRIBINE	OPIS HRIBINE	GSI (ocena)					Presiomtrski modul elastič (E1) (MPa)	Enoosna tlač. trd. $q_u$ (kPa)	
4	MELJEVEC	Skrilav meljavec s polami glinavca	30-40			26	33-36	30-50	800-1200	150-200
5	APNEVEC	Apnec z vložki meljevca	45-50			26	40-45	50-100	>2000	

Opomba: Vrednosti za koeficienti prepustnosti in vrednosti za hribino so ocenjene na osnovi meritev izvedenih v podobnih kamninah

## **6. GEOTEHNIČNI POGOJI TEMELJENJA OBJEKTOV**

### **6.1 Geotehnični pogoji temeljenja novega mostu v Trnje**

Temelji mostu v Trnje se bodo nahajali v podlagi iz apnenca, mestoma pa lahko tudi v sloju peščenega proda GP-GM in bodo potopljene. Nosilnost temeljnih tal načeloma ne bo problematična, saj za prod znaša projektni odpor  $q_d > 500 \text{ kN/m}^2$ , za podlago iz apnenca pa  $q_d > 1000 \text{ kN/m}^2$ . Modul reakcije tal za temelje v prodju znaša  $k = 20.000 - 25.000 \text{ kN/m}^3$ , za temelje v apnencu pa  $k = 45.000 - 75.000 \text{ kN/m}^3$ .

### **6.2 Geotehnični pogoji temeljenja novega mostu v Ovčjo vas**

Tudi temelji mostu v Ovčjo vas se bodo nahajali v podlagi iz apnenca, mestoma pa lahko tudi v sloju peščenega proda GP-GM in bodo potopljene. Zato za ta most veljajo enaki pogoji temeljenja, kot za most v Trnje. Projektni odpor za prod znaša  $q_d > 500 \text{ kN/m}^2$ , za podlago iz apnenca pa  $q_d > 1000 \text{ kN/m}^2$ . Modul reakcije tal za temelje v prodju znaša  $k = 20.000 - 25.000 \text{ kN/m}^3$ , za temelje v apnencu pa  $k = 45.000 - 75.000 \text{ kN/m}^3$ .

### **6.3 Geotehnični pogoji temeljenja AB zidu ob Mlinščici**

Temelji AB zidu ob Mlinščici se bodo mestoma nahajali v meljastem do zaglinjenem grušču GM, mestoma pa v peščenem do meljastem aluvialnem prodju GP-GM in bodo potopljene. Nosilnost temeljnih tal načeloma ne bo problematična, saj za tako za prod, kot tudi za grušč znaša projektni odpor  $q_d > 500 \text{ kN/m}^2$ . Modul reakcije tal za temelje v prodju znaša  $k = 40.000 - 45.000 \text{ kN/m}^3$ , za temelje v grušču pa  $k = 10.000 - 15.000 \text{ kN/m}^3$ .

### **6.4 Geotehnični pogoji temeljenja protipoplavnega zidu ob hudourniku H-1**

Za ureditev manjšega hudournika v km 3+540 je predvidena izvedba manjšega protipoplavnega zidu višine 1m in dolžine 40m. Temelji zidu se bodo nahajali v umetnem nasipu, ki ga tvorijo večje skale apnenca, grušč in prod. Mestoma pa bo segal v sloj meljastega grušča GM. Projektni odpor se ocenjuje na  $q_d > 300 \text{ kN/m}^2$ .

### **6.5 Geotehnične razmere na območjih podbetoniranja obstoječih zidov**

Na odseku od Domela do Dermotovega jezua je predvideno podbetoniranje obstoječega zidu. Sondaže, ki so bile izvedene v tem delu so pokazale, da je obstoječ zid vzdolž celotnega odseka temeljen v sloju peščenega do meljastega proda, v katerem bo tudi izvedeno podbetoniranje. Mestoma bo dno novih temeljev lahko seglo tudi v hribinsko podlago iz apnenca. Geološka sestava tal na omenjenem odseku je prikazana v treh prečnih IG prerezih in sicer S79 (priloga G.3.4), S88 (priloga G.3.5) in S100 (priloga G.3.7).



## 7. ZAKLJUČEK

Na območju Železnikov so se vzdolž struge Selške Sore za potrebe projektiranja na lokacijah predvidene novogradnje/sanacije mostov in protipoplavnih zidov izvedle geološko-geomehanske raziskave, ki so obsegale: inženirsko-geološki pregled brežin vodotokov, geomehansko vrtnanje (skupno 8 vrtin globine 5-10m), terenske geotehnične meritve (SPT testi in DPSH sondaže) in v manjšem obsegu še laboratorijske preiskave vzorcev hribinske podlage. V nadaljevanju povzemamo bistvene ugotovitve navedene v tem poročilu:

### ❖ Geološka sestava tal

Sondažno vrtnanje je pokazalo da brežine Selške Sore gradi sloj meljastega do zaglinjenega proda, ki sega do globine 5-7m. Pod prodatim slojem leži hribinska podlaga, ki sestoji iz apnenca in skrilavega meljevca/glinavca. Kjer se ob reki razprostirajo travniki in polja zgornje 1,5-2,5m brežine večinoma gradi sloj glinasto meljaste zemljine, pod katerim leži že opisana plast proda.

### ❖ Pogoji ob izgradnji zidov

Pri temeljenju opornikov novih mostov, temeljenju zidu ob Mlinščici in ob hudourniku H-1 se ne pričakuje večjih težav. Nosilnost temeljnih tal načeloma ne bo problematična saj bo dno temeljev segalo v prodnato plast ali plast grušča (zid ob hudourniku H-1). Tudi podbetoniranje obstoječih zidov bo potekalo v sloju proda, mestoma bo dno novih temeljev lahko seglo tudi v hribinsko podlago iz apnenca. **V primeru, da se bodo na nivoju temeljev v prodatem sloju pojavljale večje in debelejše leče glin ali melja, je potrebno le-to odstraniti v debelini minimalno 1m in nadomestiti s kamnitim materialom.** V času novogradnje opornikov mostov in zidov je potrebno predvideti geološki pregled temeljnih tal.