

## UJMA 2023: DOLOČI PERME

## Geološko geotehnični elaborat

<b>Odgovorni izdelovalec</b>	Janez Maurer, univ. dipl. inž. geol. (IZS RG-0183)
<b>Avtor</b>	Janez Maurer, univ. dipl. inž. geol.
	Špela Lamut, mag. inž. geol.
	Urban Rejc, mag. inž. geol.
<b>Številka elaborata</b>	23040_1
<b>Številka projekta</b>	?
<b>Vrsta projekta</b>	IZN ?
<b>Kraj in datum</b>	Vojnik, oktober 2023
<b>Številka dokumenta</b>	23040_1

## Kontrolni list

Številka načrta	23040_1
Številka dokumenta	23040_1
Naročnik	<b>Občina Vojnik</b> Keršova ulica 8, 3213 Vojnik
Investitor	<b>Občina Vojnik</b> Keršova ulica 8, 3213 Vojnik
Projektant elaborata	GPRI d.o.o., Frankolovo 44c, 3213 Frankolovo
Avtor	Janez Maurer, univ. dipl. inž. geol.
	Špela Lamut, mag. inž. geol.
	Urban Rejc, mag. inž. geol.
Odgovorni izdelovalec	Janez Maurer, univ. dipl. inž. geol. (IZS RG-0183)

  
**GPRI D.O.O.**  
FRANKOLOVO 44C, FRANKOLOVO

**JANEZ MAURER**  
univ.dipl.inž.geol.  
IZS RG0183

## Kazalo vsebine

<b>UJMA 2023: DOLOČI PERME .....</b>	<b>1</b>
<b>1 Splošno .....</b>	<b>5</b>
1.1 Geografsko geomorfološki opis območja.....	6
1.2 Kratek geološki opis območja .....	6
<b>2 Terenske raziskave .....</b>	<b>7</b>
2.1 Sondažna vrtina .....	7
2.2 Težki dinamični penetrometer (DPSH-B).....	7
<b>3 Laboratorijske preiskave.....</b>	<b>8</b>
<b>4 Inženirsko – geološke in geotehnične razmere na obravnavanem območju .....</b>	<b>9</b>
4.1 Inženirsko – geološke značilnosti in litostratigrafski ter geomorfološki pregled raziskovanega območja.....	9
4.2 Hidrogeološke razmere .....	10
4.3 Erozijska ogroženost.....	10
4.4 Seizmična ogroženost.....	10
<b>5 Geomehanske lastnosti temeljnih tal .....</b>	<b>12</b>
5.1 Stabilnostna analiza .....	12
5.2 Karakteristične vrednosti slojev .....	12
<b>6 Geotehnični pogoji .....</b>	<b>13</b>
6.1 Geotehnični pogoji izvedbe kamnite zložbe.....	13
6.1.1 Pregled kamnite zložbe.....	13
6.1.1.1 Projektni odpor temeljni tal.....	13
6.1.2 Pogoji izvedbe vkopov za izvedbo kamnitih zidov .....	14
6.2 Geotehnični pogoji izvedbe gabionov .....	14
6.2.1 Opis objekta in pogoji temeljenja .....	14
6.3 Kategorije izkopov in uporabnost izkopenega materiala .....	14
6.4 Geomehanski nadzor .....	14

## Kazalo slik

Slika 1: Geografska umestitev obravnavanega območja (Vir: Geopedia). ....	5
Slika 2: Izsek obravnavanega območja iz »Osnovne geološke karte (OGK)«, list Ravne na Koroškem. ....	6
Slika 3: Projektni pospeški tal v kamnini ali togi zemljini.....	10

## Kazalo preglednic

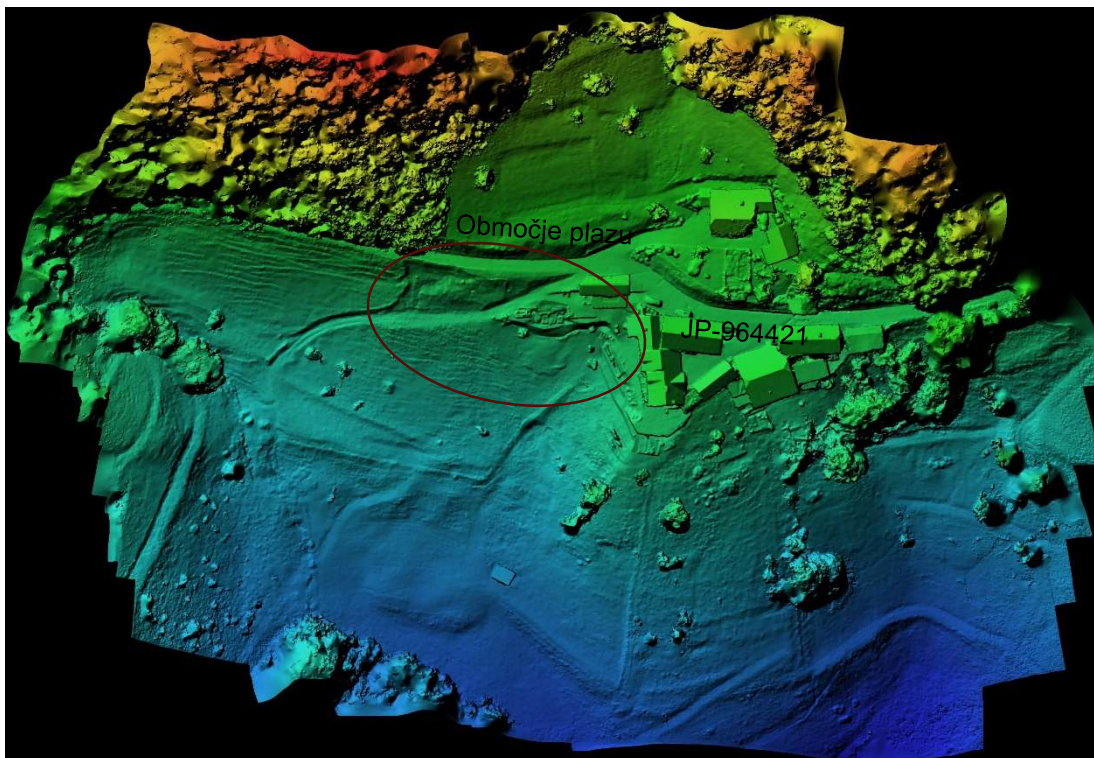
Preglednica 1: Osnovni podatki o vrtini V-1. ....	7
---	---

Preglednica 2: Osnovni podatki o preiskavi s težkim dinamičnim penetrometrom (DPSH).....	7
Preglednica 3: Podatki o vrsti in obsegu opravljenih laboratorijskih preiskav.....	8
Preglednica 4: Značilne inženirsko – geološke enote oz. sloji tal na obravnavanem območju. ....	9
Preglednica 5: Tip tal na območju ceste, glede na preglednico 3.1 (SIST EN 1998-1:2005).....	10
Preglednica 6: Karakteristične vrednosti fizikalno mehanskih parametrov značilnih slojev tal.....	12

## 1 Splošno

Velik del Slovenije je v avgustu 2023 zajela vremenska ujma, zaradi katere so številni vodotoki preostipili svoje bregove in poplavljali. Zaradi obline količine padavin so se sprožili številni plazovi, kateri na določenih mestih ogrožajo stanovanj in gospodarske objekte ter infrastrukturo.

Po naročilu občine Vojnik, je podjetje GPRI d.o.o. izvedlo geološko – geomehanske preiskave na območju stanovanjskega objekta na naslovu Lindek 9 in javne poti JP – 964421. Območje ogroža plazovit teren. Izvedena so bila sondažna dela, za ugotovitev geomehanske lastnosti tal.



Slika 1: Pregled območja plazu

Z namenom zagotovitve ustreznega nivoja prometne varnosti in sanacije ceste je potrebno:

- izdelati podporno konstrukcijo, ki bo zagotovila stabilnost cestnega telesa,
- izdelati podporno konstrukcijo stabilizacije plazu pod stanovanjskim objektom.

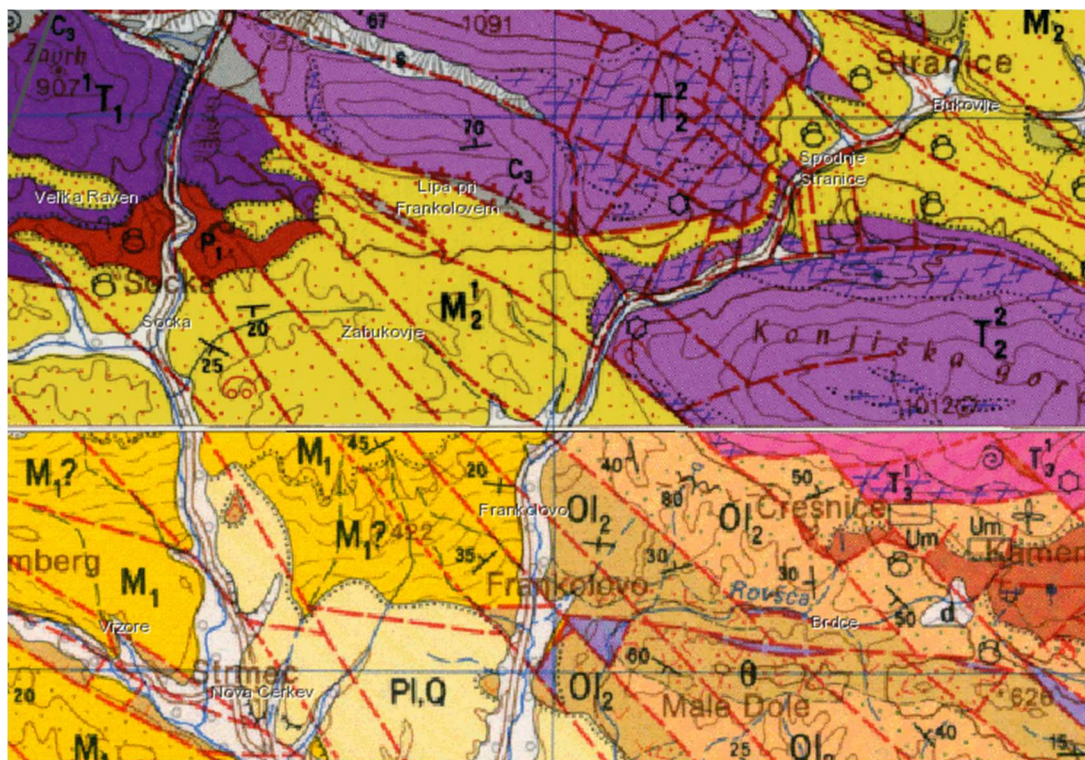
V nadaljevanju podajamo pregled izvedenih del, podajamo oddvojene fizikalne karakteristične vrednosti slojev tal in podajamo pregled geotehničnih rešitev plazovitega območja.

## 1.1 Geografsko geomorfološki opis območja

Obravnavano območje se nahaja v občini Vojnik, približno 3 km stran od Frankolovega. Gre za hribovit teren

## 1.2 Kratek geološki opis območja

Za obravnavano območje so tipične plasti peščenjaka in peščenega laporja, helvetske starosti, katerih debelina dosega do 750 m. Na matično podlago nalega preperinski sloj, katerega debelina je odvisna od mikrolokacije. Tipične so gline in melji ter peščene gline in peščeni melji.



Slika 2: Izsek obravnavanega območja iz »Osnovne geološke karte (OGK)«, list Slovenj Gradec



## 2 Terenske raziskave

Podjetje GPRI d.o.o. je izvedlo geološko – geomehanske preiskave z namenom ugotovitve sestave tal na obravnavanem območju. Izveden je bil geološko – geotehnični pregled obravnavanega območja, ena sondažna vrtina ter en dinamični penetracijski poizkus tipa DPSH-B.

### 2.1 Sondažna vrtina

Izvedena je bila sondažna vrtina (V-1) skupne globine 3,0 m in s premerom Ø110. Vrtanje je bilo izvedeno z vrtalno garnituro Dando Terrier. Vrtina je bila vrtana na suho, brez izplake, z udarno metodo. Jedro vrtin je bilo inženirsko – geološko popisano s prepoznavanjem in razvrstitvijo zemljin po SIST EN ISO 14688-2:2018. Odvzeti so bili vzorci za laboratorijske preiskave. Vrtina je bila po koncu terenskih preiskav zasuta. Nivo podzemne vode v vrtini ni bil dosežen.

V preglednici 1 podajamo osnovne podatke o izvedeni vrtini, podrobnejši pregled je podan v prilogi P.1.1 – P.1.2. Lokacija vrtine V-1 je prikazana na pregledni karti v prilogi G.202.1.

Preglednica 1: Osnovni podatki o vrtini V-1.

Oznaka vrtine	Globina [m]	Koordinate (D96)		z [m]	Voda [m]
		X	Y		
V-1	3,0	524544,80	134163,61	458,99	/

### 2.2 Težki dinamični penetrometer (DPSH-B)

Preiskave tal s težkim dinamičnim penetrometrom DPSH (»Dynamic Probe Super Heavy«), izvedeni v skladu s sistemom SIST EN ISO 22476-2:2005, se izvajajo za določitev posameznih slojev zemljine, njenih trdnostnih parametrov in deformabilnostnih lastnosti ter določitvi globine hribinske podlage. Meritve temeljijo na številu udarcev penetracijske sonde oz. konice 20 cm<sup>2</sup>/90° potrebnih za njeno ugreznitev oz. penetracijo za 20 cm, pri spuščanju bata teže 63,5 kg. S pomočjo empiričnih korelacij se surovo število udarcev pretvori v število udarcev SPT, kar je izhodišče za nadaljnje vrednotenje fizikalnih karakteristik posameznih zemeljskih slojev, kot so strižni kot, nedrenirana strižna trdnost, modul stisljivosti, ...

Splošni podatki o meritvah so podani v preglednici 3. Podatki meritev in izračuni so podani v tabeli v prilogi P.2.1 – P.2.2.

Preglednica 2: Osnovni podatki o preiskavi s težkim dinamičnim penetrometrom (DPSH).

Dinamična sonda	X (D96)	Y (D96)	Globina (m)	Voda (m)
DPSH-1	524527,78	134171,97	3,3	-

### 3 Laboratorijske preiskave

Laboratorijske raziskave so bile izvedene v laboratoriju za mehaniko tal podjetja Geoinženiring d.o.o., Ljubljana. Preiskali smo vzorec iz sondažne vrtine V-1. Raziskave, izvedene z namenom ugotovitve stanja zemljin na preiskovanem območju, so bile izvedene v skladu z predpisanimi standardi podanimi v preglednici 3. Podrobnejši podatki o izvedenih raziskavah so podani v prilogi P.3.1 – P.3.6.

Preglednica 3: Podatki o vrsti in obsegu opravljenih laboratorijskih preiskav

Preiskava	Standard	Št. preiskav
Klasifikacija vzorcev	SIST EN ISO 14688-1:2018	1
	SIST EN ISO 14688-2:2018	
	SIST EN ISO 14689:2018	
Ugotavljanje vlažnosti	SIST EN ISO 17892-1:2015	1
Ugotavljanje meje židkosti in plastičnosti	SIST EN ISO 17892-12:2018	1
Ugotavljanje gostote zemljin	SIST EN ISO/TS 17892-2:2015	1
Direktna strižna preiskava	SIST EN ISO 17892-10:2019	1
Točkovni trdnosti indeks	Priporočila ISRM	1



## 4 Inženirsko – geološke in geotehnične razmere na obravnavanem območju

Obravnavano območje se nahaja na naslovu Lindek 9, kjer je zaradi ujme v avgustu 2023 ogrožen stanovanjski objekt in javna pot JP-964421. Za območje so tipična strma pobočja, katera v podlagi gradi peščen lapor (Pešč. Lap.), na katerega je odložen preperinski sloj srednje plastičnih glin (CIM) v srednje gnetnem konsistentnem stanju. Na raščen teren glin je bilo antropogeno nasutega 0,6 m nasipnega materiala, ki ga v naravi predstavlja humus, melj s prodrom in peskom (siSa-siGr) ter peščeno mlejni grušč (siGr). Globina do hribinske podlage na mestu izvedbe sondažne vrtine V-1 znaša 2,8 m, na mestu izvedbe težke dinamične penetracije DPSH-1 pa le ta znaša 3,3 m. Plazina se pojavlja na stiku hribinske podlage – zemljina.



Slika 3: Odlomi rob, tik od stanovanjskem objektu, prekrit s polivinilom za preprečitev zatekanja vode

Pobočje pod stanovanjskim objektom je bilo v preteklosti preoblikovano. Izdelani so bili podporni zidovi iz škarnikov, globina temeljenja le teh ni znana. Podporni zidovi so se zaradi plazenja terena premaknili, nadaljnji premiki terena bi stanovanjski objekt in javno pot resneje ogrozili in poškodovali.

### 4.1 Inženirsko – geološke značilnosti in litostratigrafski ter geomorfološki pregled raziskovanega območja

V spodnji preglednici 4 podajamo pregled litološko - stratigrafskih enot na obravnavanem odseku. Podane oznake so uporabljene v prečnih prerezi v prilogi G.232.1 in v vzdolžnem prerezu v prilogi G.242.1.

Preglednica 4: Značilne inženirsko – geološke enote oz. sloji tal na obravnavanem območju.

značilna IG enota oz. sloj tal	oznaka	opis
Nasip	NA	Nasipni material se na območju pojavlja kot material v voziščni konstrukciji ter kot nasipni material na območju izvedbe izravnav s podpornimi zidovi, v bližini stanovanjskega objekta.
Glina	Cl	Srednje plastične gline s srednje gnatnem konsistenčnem stanju, predstavljajo preperinski sloj, spodaj ležeče podlage.
Preperel lapor	pLap	
Peščen lapor	Pešč. Lap.	Peščen lapor na območju predstavlja hribinsko podlago.

## 4.2 Hidrogeološke razmere

Glede na javno dostopne podatke, obravnavano območje ne spada v vodovarstveno območje in ni zaščiteno z uradnim odlokom. Hidrogeološko, območje v spada v vodno telo podzemne vode »Spodnji del Savinje do Sotle«. Območje sestavljajo slabo prepustne do neprepustne plasti peščenega laporja, na katerih je odložen preperinski sloj. Na tem mestu o nivoju podzemne vode ne moremo govoriti. Podzemna voda se, v obdobju visokih količin padavin preceja na kontaktu hribina – zemljina.

## 4.3 Erozijska ogroženost

Območje posega je glede na javno dostopne podatke opredeljeno kot **erozijsko ogroženo območje**. Temu priča tudi usad, ki ogroža javno pot in stanovanjski objekt. Za sanacijo le tega se v nadaljevanju predmetnega elaborata poda ustrezne geotehnične rešitve.

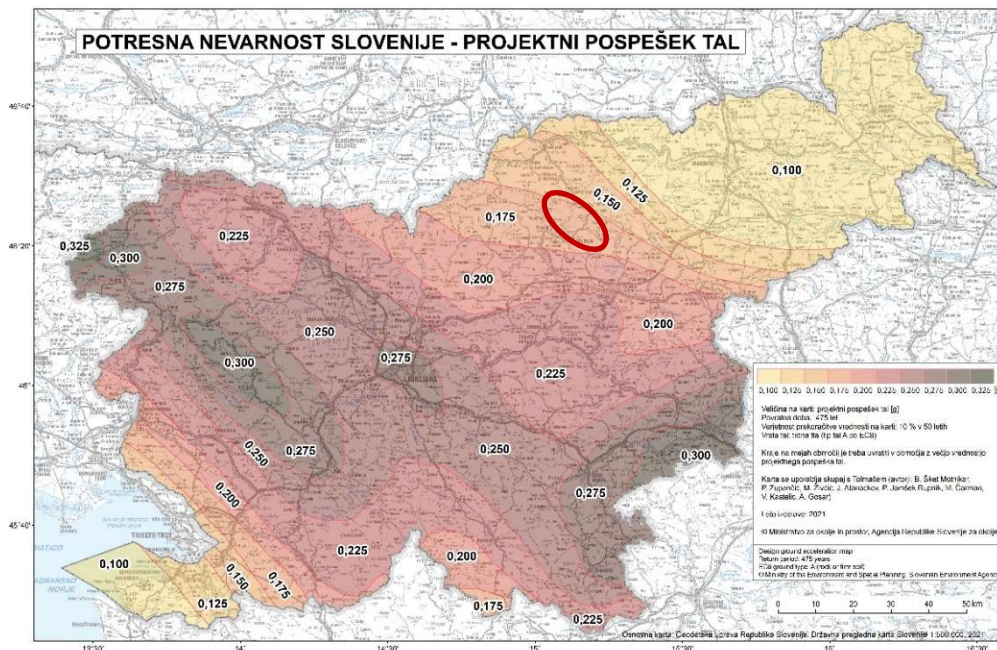
## 4.4 Seizmična ogroženost

Za prostorsko in urbanistično načrtovanje ter za potresno varno projektiranje se uporablja karto projektnega pospeška  $a_g$  s povratno dobo 475 let (Lapajne et al., 2001), po kateri vzdolž trase pričakujemo nefaktorirane potresne pospeške tal do 0,1250 g. V skladu z Evrokodom 8 (SIST EN 1998-1:2005/A1:2013) tla uvrščamo v tipa A. Za natančnejšo uvrstitev bodo potrebne dodatne preiskave v višjih fazah projekta.

Dodatno se vrednosti faktorira glede na kategorizacijo tipa tal, ki v skladu z EC8 upošteva predvsem litološko sestavo tal ter inženirsko geološke lastnosti kamnin. Za območje obdelave se upošteva tip tal A.

Preglednica 5: Tip tal na območju ceste, glede na preglednico 3.1 (SIST EN 1998-1:2005).

Tip tal	Opis stratigrafskega profila	Parametri		
		V <sub>s,30</sub> (m/s)	N <sub>STP</sub> (ud./30 cm)	C <sub>u</sub> (kPa)
A	Skala ali drugi skala podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala.	> 800	-	-



Slika 3: Projektni pospeški tal v kamnini ali togi zemljini.

## 5 Geomehanske lastnosti temeljnih tal

V nadaljevanju podajamo karakteristične vrednosti posameznih zemljin in hribin, ki se pojavljajo na obravnavanem območju izvedbe podpornega ukrepa. Materialne karakteristike so določene na podlagi opravljenih terenskih in laboratorijskih preiskav ter povratne stabilnostne analize.

### 5.1 Stabilnostna analiza

Izvedena je bila povratna stabilnostna analiza, kjer smo simulirali brežino v prečnem prerezu A-5 v stanju porušitve po projektnem pristopu 2. Fizikalne karakteristične vrednosti, pridobljene s povratno analizo so podane v preglednici 6 in služijo za nadaljnje delo. Pregled simulacije je podan v prilogi P.4.1.

### 5.2 Karakteristične vrednosti slojev

V spodnji preglednici 6 podajamo karakteristične vrednosti izrednotenih geoloških slojev, ki se pojavljajo na obravnavanem območju. Globine in debeline slojev so opisno podane v poglavju 3.1 in grafično predstavljene v karakterističnih prečnih profilih v prilogi G.232.1 in G.242.1.

Preglednica 6: Karakteristične vrednosti fizikalno mehanskih parametrov značilnih slojev tal.

	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	c (kPa)	$\phi$ (°)	$E_{oed}$ (MPa)	$\sigma_3$ (MPa)	E (MPa)	K (m/s)
1.sloj: NA	19,5	5	28	10	/	/	$5 \times 10^{-6}$
2.sloj: CI	19,9	5	30	5	/	/	$5 \times 10^{-9}$
3.sloj: pLap	20	20	25	45	/	/	$5 \times 10^{-9}$
4.sloj: Pešč. Lap	24	35	30	/	1	400	$5 \times 10^{-9}$

## 6 Geotehnični pogoji

V nadaljevanju podajamo geotehnične pogoje za izvedbo podporne in oporne konstrukcije. Predvidena je gradnja podporne kamnite zložbe pod cesto in pa gabionov pod vrtom, s katerima se zagotovi stabilnost cestnega telesa.

### 6.1 Geotehnični pogoji izvedbe kamnite zložbe

#### 6.1.1 Pregled kamnite zložbe

Za varovanje brežin pod cesto se predvidi kamnita zložba. Kamnita zložba je skupne dolžine 40 m in je sestavljena iz 10 kampad dolžine 4 m. Kamnita zložba je višine 5 m (od dna temelja spredaj do vrha zložbe).

Celotna zložba bo glede na preiskave temeljnih tal temeljena v peščenem laporju. Dimenzije posameznih kampad zložbe so prikazane na prilogi »G.151.1 Pogled kamnite zložbe«. Največja dolžina kampade ne sme presegati 4 m. Predvidena je tudi izvedba AB krone zložbe.

Kamnita zložba se izvede iz lomljenca premera 50 cm v betonu C25/30, delež betona je 30 %

celotne prostornine kamnite zložbe. Nagib lica zložbe je 3:1, zaledje zložbe pa se izdelava v naklonu 5:1 in se zida intaktno in po kampadah maksimalne dolžine 4m. Kampadne izkope je potrebno dokončati v istem dnevu.

V zložbo se vgradijo tudi izcednice – barbakane v rastru na 1 m po dolžini zložbe. Na območju

vtoka v barbakane je potrebno izvesti ustje iz kamnitega materiala premera 10 cm. Fuge na čelni strani zložbe se fugirajo s cementno malto.

Situacijski pregled kamnitih zložb je podan na pregledni karti v prilogi G.202.1 in v prečnih prerezi v prilogi G.232.1.

#### 6.1.1.1 Projektni odpor temeljni tal

Za zagotavljanje vertikalne nosilnosti plitvih temeljev mora biti izpolnjen pogoj:  $V_d < R_d$ , kjer je:

**V<sub>d</sub>** projektna vrednost obremenitve

**R<sub>d</sub>** projektna odpornost tal

Zložba je temeljena v hribino. Odpornost temeljnih tal je določena po alternativni, analitični metodi, za drenirano stanje, po standardu SIST EN 1997-1:2005, upoštevanjem PROJEKTNEGA PRISTOPA 2:

Z naborom delnih faktorjev: A1 "+" M1 "+" R2

In delnimi faktorji:

- Za vplive in učinke vplivov, nabor A1 (podano s strani projektanta objekta)
- Za parametre zemljin, nabor M1;  
 $\gamma_c = 1,0$ ,  $\gamma_\phi = 1,0$
- Za nosilnost tal, nabor R2  
 $\gamma_R; \gamma_v = 1,4$
- Modelni faktor;  
 $\gamma_M = 1,0$

Nosilnost tal je bila preverjena za kampadno izvedbo kamnite zložbe, kjer posamezna kampada ne presega 4,0 m. Nosilnost temeljnih tal je večja od vertikalne obtežb.

### 6.1.2 Pogoji izvedbe vkopov za izvedbo kamnitih zidov

Izkopi se bodo na območju ureditve ceste izvajali v obstoječem nasipnem materialu (NA) in v glini do zaglinjenem grušču. Izkop se varuje z vtisnjenimi jeklenimi tirnicami, največja dolžina kampade je 4m.

## 6.2 Geotehnični pogoji izvedbe gabionov

### 6.2.1 Opis objekta in pogoji temeljenja

Predvidena je odstranitev obstoječih škarnikov in dela splazelega nasutja območja vrta. Nato se lahko pristopi k izkopu za gabione, ki pa se mora prav tako izvajati kampadno, dolžinakampade do največ 4m. Temeljenje gabionov se izvede v hribinsko podlago.

Gabione se vgrajuje skladno z navodili proizvajalca – predvsem izvedbo polnitve in zapiranja mrež.

## 6.3 Kategorije izkopov in uporabnost izkopanega materiala

Izkopna dela se bodo izvajala v nasipnem materialu, v glinah in meljih ter v preperem laporju in peščenem laporju. Izkopani material po SCS (1994, dopolnitev 2021) uvrščamo v:

- **3. kategorija:** drobnozrnata (vezljiva) in grobozrnata (nevezljiva) zemljina → nasip (NA), pobočni grušč (Gr), slabo sortiran peščen prod (GrP), zameljen pesek (siSa)

Izkopani material, **ni uporaben** za vgradnjo v zasipe temeljev. Izkopani material nasipni material se lahko uporabi za izvedbo okoliških nasipov in kot material za uredit okolice.

Za zasipe temeljev naj se uporabi kvaliteten kamniti material. Predlog zasipnega materiala je podan v poglavju 5.1.5.

## 6.4 Geomehanski nadzor

Obvezen je dosleden geomehanski nadzor, ki spremlja dejanske geotehnične razmere – kota kompaktne hribinske podlage, nižja ugotovljena nosilnost pilotov, slabši material od predvidenega za izvedbo pasovnega temelja. V sodelovanju s projektantom skladno z ugotovljenimi dejanskimi razmerami predpiše potrebne dodatne ukrepe – preskuse nosilnosti na pilotih, izvedenih v slabših razmerah, podaljšanje pilotov, povečanje števila pilotov, izboljšava temeljnih tal z debelejšo tamponsko blazino.