
**SANACIJA PLAZU LIPA PRI FRANKOLOVEM NA OBMOČJU JAVNE
POTI JP-964441**

Geološko geotehnični elaborat

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

Kontrolni list

Številka načrta	23040_1
Številka dokumenta	23040_1
Naročnik	Občina Vojnik Keršova ulica 8, 3213 Vojnik
Investitor	Občina Vojnik 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

1	Splošno	4
1.1	Geografsko geomorfološki opis območja	5
1.2	Kratek geološki opis območja	5
2	Terenske raziskave	6
2.1	Sondažna vrtina	Napaka! Zaznamek ni definiran.
2.1.1	Meritve v vrtinah	Napaka! Zaznamek ni definiran.
2.1.1.1	Standardni penetracijski test (SPT)	Napaka! Zaznamek ni definiran.
2.2	Težki dinamični penetrometer (DPSH)	7
3	Inženirsko – geološke in geotehnične razmere na obravnavanem območju	8
3.1	Inženirsko – geološke značilnosti in litostratigrafski ter geomorfološki pregled raziskovanega območja	8
3.2	Hidrogeološke razmere	9
3.3	Erozijska ogroženost	9
3.4	Seizmična ogroženost	9
4	Geomehanske lastnosti temeljnih tal	11
4.1	Karakteristične vrednosti slojev	11

Kazalo slik

Slika 1: Geografska umestitev obravnavanega območja (Vir: Geopedia)	4
Slika 2: Izsek obravnavanega območja iz »Osnovne geološke karte (OGK)«, list Ravne na Koroškem.	5
Slika 3: Projektni pospeški tal v kamnini ali togi zemljini	10

Kazalo preglednic

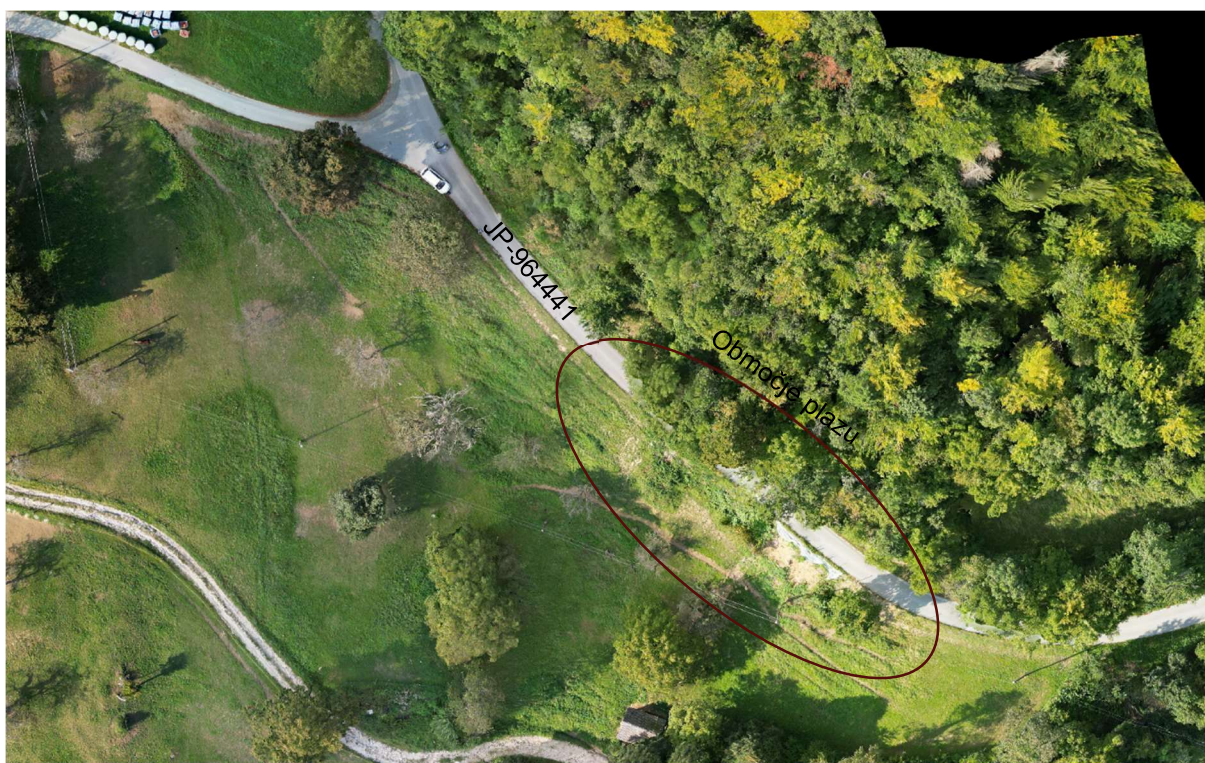
Preglednica 1: Osnovni podatki o vrtini V-1.	Napaka! Zaznamek ni definiran.
Preglednica 2: Vrednotenje rezultatov SPT poizkusa.	Napaka! Zaznamek ni definiran.
Preglednica 3: Osnovni podatki o preiskavi s težkim dinamičnim penetrometrom (DPSH)	7
Preglednica 4: Značilne inženirsko – geološke enote oz. sloji tal na obravnavanem območju	8
Preglednica 5: Tip tal na območju ceste, glede na preglednico 3.1 (SIST EN 1998-1:2005)	9
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 prestopili svoje bregove in poplavljali. Zaradi obline količine padavin so se sprožili številni plazovi, kateri na določenih mestih ogrožajo stanovanjske in gospodarske objekte ter infrastrukturo.

Po naročilu občine Vojnik, je podjetje GPRI d.o.o. izvedlo geološko – geomehanske preiskave v bližini stanovanjskega objekta na naslovu Lipa pri Frankolovem 4 in javne poti JP – 964441. Obravnavano območje ogroža plazovit teren. Izvedena so bila sondažna dela, za ugotovitev geomehanske lastnosti tal.

Slika 1: Pregled območja plazu



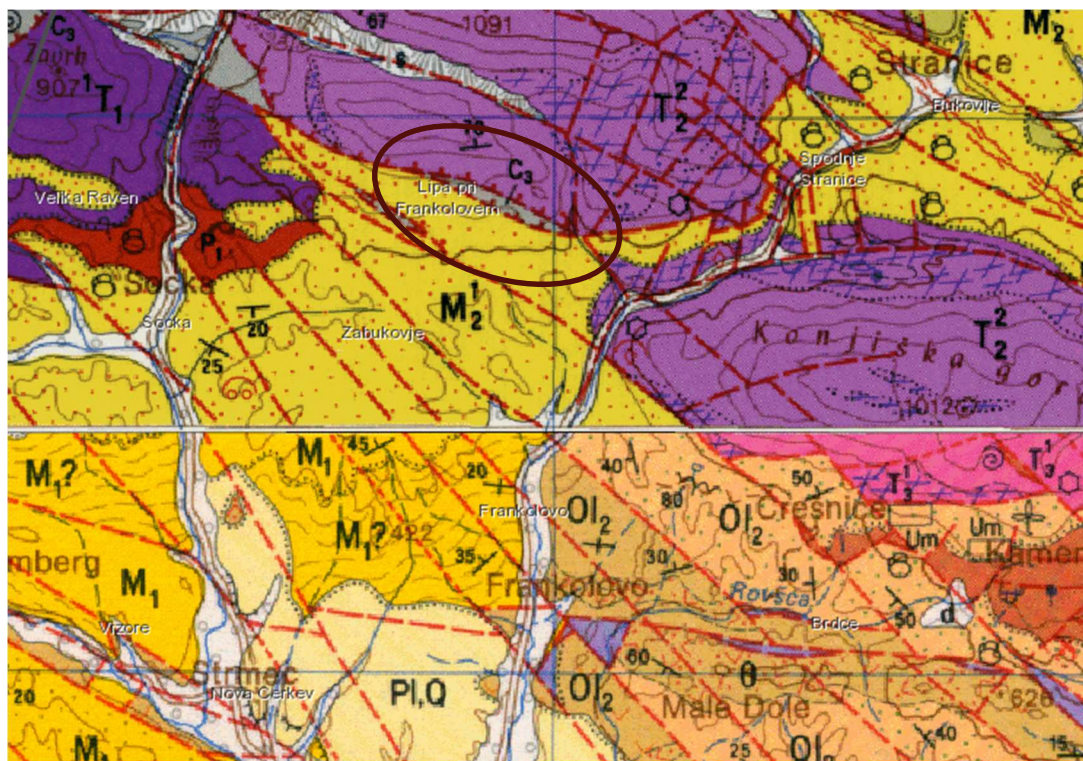
V nadaljevanju podajamo pregled izvedenih del, podajamo oddvojene fizikalne karakteristične vrednosti slojev tal in podajamo pregled geotehničnih rešitev plazovitega območja.

1.1 Geografsko geomorfološki opis območja

Obravnavano območje se nahaja v občini Vojnik, približno 3 km stran od Frankolovega. Gre za hribovit teren, pobočja so strma. Celotno širše območje kaže znake labilnosti, pogosto je pojavljanje plazov.

1.2 Kratek geološki opis območja

Obravnavano območje se nahaja na stiku triasnega kristalastega apnenca ter miocenskih peščenjakov in peščenih laporjev. Pri tem se hribinska masa apnenca nariva na mlajše, miocenske sedimente. Apnenci na območju vpadajo proti severu z naklonom do 70 stopinj. Na apnenca nalegajo pobočni grušči, katerih izvorno območje je v višjem reliefu. Preperinski sloj, ki nalega na peščenjake in peščene laporje, predstavljajo gline in melji. V glinah in meljih so pri tem pogosti večji kosi grušča.



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, sondažni jašek ter en dinamični penetracijski poizkus tipa DPSH-B.

2.1 Inženirsko – geološki pregled terena

Izveden je bil inženirsko – geološki pregled terena, kjer opravili pregled litološke sestave vidnih izdankov, izvedli pregled cestišča, pregled plazov in ostalih geomorfoloških dejavnikov. Pregled razmer je podan v poglavju 3.1.

2.2 Sondažni jaški

Z namenom ugotovitve geološke sestave je bil izveden sondažni jašek J-1. Jašek je bil izveden s strojnim (bagrskim) izkopom. Sestava tal je bila inženirsko – geološko popisana s prepoznavanjem in razvrstitvijo zemljin po SIST EN ISO 14688-2:2018.

V preglednicah 1 in 2 podajamo pregled izvedenega jaška.

Preglednica 1: Osnovni podatki o sondažnih razkopih

Oznaka sonde	Globina [m]	Koordinate (D96)		z [m]	Voda [m]
		X	Y		
J-1	1,8	524309,65	134318,55	516,3	/

Preglednica 2: Pregled sondažnega jaška J-1

Globina	Klasifikacija	Opis sloja	Opomba
0,0 – 0,2	hu	Humus	-
0,2 – 1,8	CIL-SiL	Meljna glina	-
1,8	Pešč. Lap.	Peščen lapor	Izkop je bil ustavljen na globini 1,8 m, kjer smo naleteli na hribinsko podlago peščenega laporja.



Slika 3: Sondažni jašek J-1

2.3 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 sode oz. konice 20 cm²/90° 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.1.

Preglednica 3: Osnovni podatki o preiskavi s težkim dinamičnim penetrometrom (DPSH).

Dinamična sonda	X (D96)	Y (D96)	z (mnv)	Globina (m)	Voda (m)
DPSH-1	524528,05	134169,48	523,06	2,6	-

3 Inženirsko – geološke in geotehnične razmere na obravnavanem območju

3.1 Inženirsko – geološke značilnosti in litostratigrafski ter geomorfološki pregled raziskovanega območja

Obravnavano območje se nahaja na javni pot JP-964441, v bližini kmetije na naslovu Lipa pri Frankolovem 4. Zaradi obilnega deževja v avgustu 2023, se je na omenjeni cesti sprožil manjši plaz (usad), ki v trenutnem stanju ogroža javno pot. Dolžina odlomnega roba znaša približno 30 m, globina drsne ploskve pa se predvidoma nahaja na globini do 1,0 m.

Območje se nahaja na stiku trasnega kristalastega apnenca (Apn.), ki gradi pobočje nad cesto ter miocenskega peščenega laporja, ki se glede na izvedene raziskave nahaja na globini večji ob 1,8 m. Na apnenca nalegajo kvartarni pobočni grušči (Q-Gr), katerih izvorno območje je v višjih reliefih. Izdanki apnenca so vidni na celotnem območju v brežini ob cesti. Cesta se nahaja delno v vkopu, delno v nasipu. Debelina nasipa (NA) je do 0,6 m. Umetni nasip nalega na meljne glin (Q-CI/Si), debeline do 1,8 m, katere predstavljajo preperino peščenega laporja. Hribinska osnova peščenega laporja se nahaja na globni večji od 1,8 m.

V spodnji preglednici 4 podajamo pregled litološko - stratigrafskih enot na obravnavanem odseku. Podane oznake so uporabljene v prečnih prerezhih v prilogi G.232.1.

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.
Meljna glina	Q-CI/Si	Nizko plastična meljna glina predstavlja preperinski material peščenega laporja.
Miocenski peščen lapor	M-Pešč. Lap.	Peščen lapor na območju predstavlja hribinsko podlago, pojavlja se v pobočju južno od ceste.
Pobočni grušč	Q-Gr	Pobočni grušč nalega na triasne apnenca, v brežini nad cesto.
Triasni apnenec	T-APn.	Peščen lapor na območju predstavlja hribinsko podlago, pojavlja se v pobočju severno od ceste.

3.2 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 pobočju pod cesto 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.

3.3 Erozijska ogroženost

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

3.4 Seizmična ogroženost

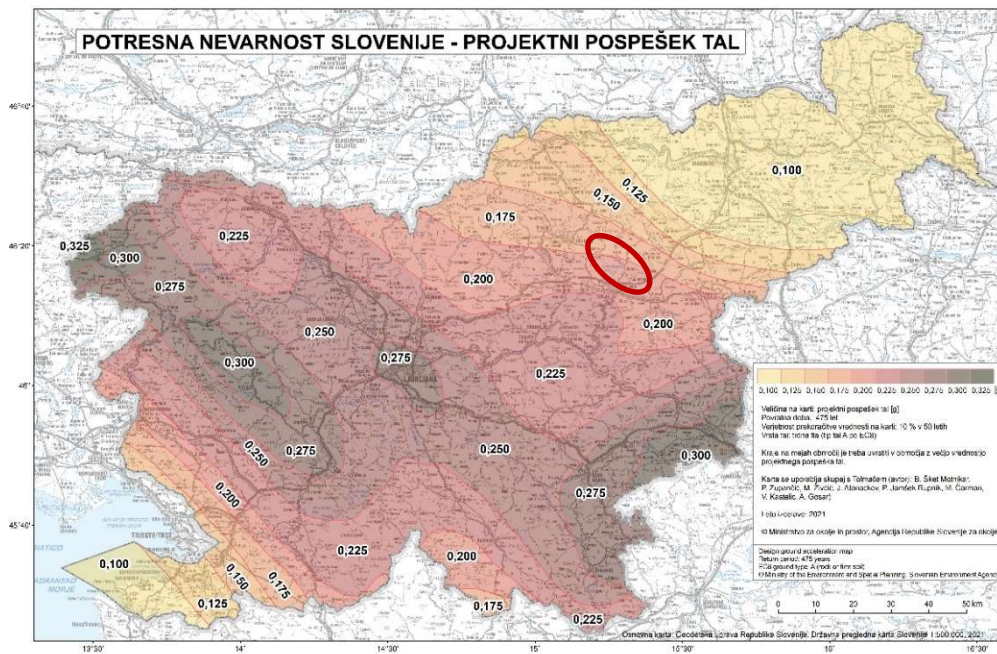
Za prostorsko in urbanistično načrtovanje ter za potresno varno projektiranje se uporablja karto projektnega pospeška a_g s povratno dobo 475 let (Lapajne et al., 2001), po kateri vzdolž trase pričakujemo nefaktorirane potresne pospeške tal do 0,1250 g. V skladu z Evrokodom 8 (SIST EN 1998-1:2005/A1:2013) 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		
		$V_{s,30}$ (m/s)	N_{STP} (ud./30 cm)	C_u (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.



4 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 preiskavi povratne stabilnostne analize.

4.1 Stabilnostna analiza

Izvedena je bila povratna stabilnostna analiza, kjer smo simulirali brežino v prečnem prerezu G-1 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.2.

4.2 Karakteristične vrednosti slojev

V spodnji preglednici 6 podajamo karakteristične vrednosti izvrednotenih 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.

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

	γ (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (°)	E_{oed} (MPa)	σ_3 (MPa)	E (MPa)	K (m/s)
1.sloj: NA	20	0,15	35	35	/	/	5×10^{-4}
2.sloj: Q - Gr	20,0	0	35	35	/	/	5×10^{-4}
3.sloj: Q-Si/Cl	19	9	28	5	/	/	5×10^{-9}
4.sloj: M-Pešč. Lap.	24	3	25	/	1	400	5×10^{-9}
5.sloj: T – Apn.	24	40	45	/	10	600	5×10^{-6}

5 Geotehnični pogoji

V nadaljevanju podajamo geotehnične pogoje za izvedbo kamnite oporne zložbe, dolžine 48 m.

5.1 Geotehnični pogoji izvedbe kamnite zložbe

5.1.1 Pregled kamnite zložbe

Za varovanje brežin pod cesto se v sklopu sanacije izvede kamnito zložbo dolžine 48 m.

Za trajno podpiranje zemeljskih in hribinskih pobočji so izbrane masivne (težnostne) podporne konstrukcije. Izvedejo se kamnite zložbe iz neobdelanega kamna, povsem zapolnjene z betonom (razmerje kamen:beton = 70:30). Nagib zaledne stene znaša 5:1, nagib čelne stene pa 3:1.

Kamnita zložba se izvede s širino krone zidu 0,80 m. Debelina zidu z globino narašča. Linija vrha zidu je zvezna in se prilagaja obstoječemu zalednemu terenu. Temeljenje je plitvo, globina temeljenja znaša min. 1,20 m. Širina temelja je spremenljiva, odvisno od višine zidu. Spodnja ploskev temelja se izvede v prečnem nagibu 10 % proti zaledni strani.

5.1.2 Geotehnični izračuni

5.1.2.1 Projektni odpor temeljni tal

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

V_d projektna vrednost obremenitve

R_d projektna odpornost tal

Projektni odpor temeljnih tal smo preverili za primer temeljenja v težko gnetni meljni glini (Q – Cl/Si). 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
 $\gamma_{R;v} = 1,4$
- Modelni faktor;
 $\gamma_M = 1,0$

Kamnita zložba dolžine 48 m

- pasovni temelj (B/L) = 2,0 m / 6,0 m

- upoštevana globina temeljenja: 1,2 m
- za temeljna tla smo upoštevali karakteristike meljne gline,

Obtežba temelja V/A' (kPa) 126

Projektni odpor tal R/A' (kPa) 203

Nosilnost tal je bila preverjena za kampadno izvedbo kamnite zložbe, kjer posamezna kampada ne presega 6,0 m. Nosilnost temeljnih tal je večja od vertikalne obtežb. Izračun je podan v prilogi P.3.

5.1.3 Pogoji izvedbe vkopov za izvedbo kamnitih zidov

Izkopi se bodo na območju ureditve ceste izvajali v obstoječem naspinem materialu (NA) in v pobočnem grušču (Q - Gr) ter meljni glini (Q-CI/Si). Peta kamnite zložbe se delno vkoplje v hribinsko podlago.

Izkope za izvedbo kamnite zložbe naj se izvaja v enotnem naklonu 1:1,5, v kolikor se izvaja izkope v strmejšem naklonu, naj se kamnito zložbo izvaja kampadno. Dolžina posamezne kampade naj ne presega razdalje 6,0 m in mora biti zaključena v roku 24h od izvedbe izkopa.

5.2 Kategorije izkopov in uporabnost izkopanega materiala

Izkopna dela se bodo izvajala v nasipnem materialu (NA), v glinah in meljih (Q – CI/Si) ter v preperem peščenem laporju (M_z^2 – Prep. pešč. lap.) in peščenem laporju (M_z^2 – Pešč. lap.). Izkopani material po SCS (1994, dopolnitev 2021) uvrščamo v:

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

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

5.3 Zasipi temeljev

Zasip grede pilotov in pasovnega temelja podpornih zidu naj se izvede s kvalitetnim, nekoherentnim, drobljenim, kamnitim materialom, granulacije 0/63 mm (GW,GP) oziroma uporabi se lahko izkopen tamponski material in pa recikliran asfalt - po potrditvi geomehanika. Zasipni material mora ob ustrezni zbitosti doseči prostorninsko maso 22 kN/m^3 , in strižni kot 40° . Kamniti material naj se vgradi po plasteh maksimalne debeline 30 cm in kompaktira do dosežene vrednosti:

- o zgoščenost 95 % po MPP,

nosilnost posamezne plasti $E_{v2} = 80 \text{ MPa}$

5.4 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.