

Načrt: GEOLOŠKO – GEOTEHNIČNI ELABORAT

Št. elaborata E035-2015

Kraj in datum: Ljubljana, 14.10.2015

Naročnik: PNZ d.o.o.  
Vojkova cesta 65

1000 LJUBLJANA

Projekt: Geološko – geotehnični in hidrogeološki elaborat za izdelavo projektne dokumentacije za odlagališče izkopnih viškov Sv. Peter na trasi hitre ceste Koper - Dragonja

Vrsta dokumentacije: IDP

Projektant: GECKO, geologija, ekologija in svetovanje d.o.o.  
Cesta Dolomitskega odreda 10c  
1000 LJUBLJANA

Odgovorni projektant : Blaž Praznik, udi. geol.

IZS oznaka ter žig: RG0138

Žig:

Projektant: Matej Koršič, udi. geol.  
RG0146

Tehnični direktor: Matevž U. Pavlič, udi. geol.

Podpis ter žig:

Žig:

## VSEBINA POROČILA

T.1.1.1	SPLOŠNO.....	3
T.1.1.2	TERENSKÉ PREISKAVE .....	3
T.1.1.2.1	Pregled že opravljenih preiskav.....	3
T.1.1.2.2	Preiskave z dinamičnim penetrometrom - DPM.....	4
T.1.1.3	INŽENIRSKÉ, GEOLOŠKÉ in GEOTEHNIČNE RAZMERE.....	5
T.1.1.3.1	Morfološke in geološke značilnosti prostora .....	5
T.1.1.3.2	Inženirsko geološke razmere.....	5
T.1.1.3.3	Hidrogeološke razmere.....	5
T.1.1.3.4	Seizmičnost terena .....	6
T.1.1.3.5	Karakteristične vrednosti vplivnih tal .....	7
T.1.1.4	GEOTEHNIČNE OSNOVE.....	8
T.1.1.4.1	Geotehnične rešitve za vkope.....	8
T.1.1.4.1.1	Kategorizacija izkopov .....	8
T.1.1.4.2	Geotehnični pogoji izvedbe odlagališča .....	8
T.1.1.4.3	Ukrepi za zaščito pred plazanjem in erozijo .....	10
T.1.1.4.4	Geotehnične analize.....	10
T.1.1.4.5	Geotehnični monitoring .....	11
T.1.1.4.3	Primernost lokacije.....	11
T.1.1.4.4	Program geološko geotehničnih preiskav za fazi PGD in PZI.....	12
T.1.1.5	UPORABLJENI PREDPISI IN STANDARDI.....	12
T.1.1.6	ZAKLJUČEK.....	12
P.1	Fotografije	
P.2	Rezultati DPM meritev	
P.3	Geotehnične analize	
G.010	Pregledna situacija z lokacijami preiskav	
G.040	Geološko geotehnični prerezi območja	

### T.1.1.1 SPLOŠNO

Po naročilu podjetja PNZ d.o.o. iz Ljubljane smo za investitorja DARS d.d. opravili terenske geološko-geotehnične ter hidrogeološke preiskave in izdelali elaborat o sestavi tal na lokaciji predvidenega odlagališča izkopnih viškov Sv. Peter na trasi hitre ceste Koper – Dragonja. Lega obravnavanega območja je prikazana na pregledni situaciji v prilogi G.010.

Raziskovalna dela so bila glede na prvotno ponudbo zaradi težav pri pridobivanju dovoljenj, časovnih omejitev ter spremenjenega obsega del temu prilagojena. O prilagoditvah preiskav smo se posvetovali z investitorjevim inženirjem. Terensko pridobljeni podatki zadoščajo za obdelavo in pripravo tega elaborata v fazi IDP.

Elaborat je pripravljen na osnovi podatkov o sestavi tal in njihovih lastnostih, ki smo jih pridobili s terenskimi geotehničnimi preiskavami, inženirsko geološkim pregledom terena ter hidrogeološkim pregledom terena.

Pridobljeni podatki terenskih preiskav ter ogleda terena so nam služili za določitev geomehanskih karakteristik tal in izdelavo inženirsko-geološke ter hidrogeološke karte obravnavanega področja.

### T.1.1.2 TERENSKE PREISKAVE

Terenske preiskave so obsegale inženirsko geološki in hidrogeološki pregled terena v širšem vplivnem območju obravnavanega področja ter izvedbo treh preiskav dinamične penetracije.

Vse v poročilu izvedene preiskave smo izvedli skladno z veljavnimi standardi oziroma priporočili stroke. Pri vrednotenju rezultatov terenskih preiskav so bili upoštevani naslednji standardi:

- SIST EN 1997-1:2005; Evrokod 7: Geotehnično projektiranje – 1. del: Splošna pravila
- SIST EN 1997-2:2007; Evrokod 7: Geotehnično projektiranje – 2. del, Preiskovanje in preskušanje tal
- SIST EN ISO 22476-2:2005 – Geotehnično preiskovanje in preskušanje – Preskušanje na terenu - Dinamični penetracijski preskus

Grafično so lokacije in rezultati preiskav prikazani na pregledni karti terena, ki se nahaja v prilogi G.010.

#### T.1.1.2.1 Pregled že opravljenih preiskav

Podatke o osnovni geološki zgradbi smo črpali iz Osnovne geološke karte, list Trst v merilu 1:100.000 in pripadajočega tolmača, ter iz geološkega elaborata za potrebe projekta IDP za gradnjo hitre ceste Koper – Dragonja (Rijavec 2009).

### T.1.1.2.2 Preiskave z dinamičnim penetrometrom - DPM

V sklopu elaborata smo izvedli preiskave z dinamičnim penetrometrom italijanskega proizvajalca Sunda. Pri tem tipu dinamične penetracije se uporablja 30 kilogramska utež, ki s prostim padanjem iz stalne višine prenaša energijo na standardizirano drogovje in konico. Konica ima površino 10 cm<sup>2</sup> in je širša od samega drogovja tako, da ne prihaja do trenja med zemljino in drogovjem. Terenski rezultat takšne meritve je število udarcev uteži potrebnih, da se konica pogrezne za 10 cm. Iz razmerja med energijo DPM ter energijo SPT potrebno za napredovanje konice za 10 cm dobimo vrednost  $N_{SPT}$  iz katere preko znanih korelacij lahko ocenimo strižne karakteristike zemljine. Za primerjavo preiskave DPM z drugimi preiskavami tipa DP pa se po navodilih EC7:2 lahko uporablja vrednost  $q_d$  – dinamični odpor na konico, ki ga podajamo v tekstualni prilogi P.2.

Izvedli smo 3 preiskave skupne globine 7,2 metra, ki smo jih glede na terenske danosti enakomerno porazdelili po obravnavanem območju. Lokacije posameznih preiskav so prikazane v grafični prilogi G.010 ter tabelarično v spodnji tabeli 1.

Tabela 1: Lokacije preiskav z dinamičnim penetrometrom

Sonda	GK X	GK Y	Z	Globina [m]
DPM-1	37154.82	396600.98	22.9	0.8
DPM-2	37125.24	396586.73	22.6	1.1
DPM-3	37124.24	396679.46	24.5	5.3

Spodnja tabela 2 prikazuje preko korelacij na  $N_{SPT}$  ocenjene vrednosti posameznih geomehanskih parametrov po posamezni lokaciji ter izdvojenem IG členu.

Tabela 2: Ocenjene vrednosti posameznih geomehanskih parametrov po plasteh

Oznaka	USCS	$C_u$ (kPa)	$\varphi$ (°)	$E_d$ [MPa]
DPM-1	GM		40	28
DPM-2	GM		36	20
DPM-3	NA		31	18
	ML	60		19
	GM		37	21

Kjer so,

- $C_u$  → nedrenirana strižna trdnost v kPa
- $\varphi$  → kot notranjega trenja v °
- $E_d$  → Edometrski modul v MPa

Podatki so iz vrednoteni skladno s priporočili proizvajalca ter iz korelacij na standardni penetracijski preizkus (SPT).

Tabelarično ter grafično iz vrednoteni podatki preiskav so podani v tekstualni prilogi P.2.

### T.1.1.3 INŽENIRSKE, GEOLOŠKE in GEOTEHNIČNE RAZMERE

#### T.1.1.3.1 Morfološke in geološke značilnosti prostora

Na terenu je bil izveden inženirsko-geološki pregled z nalogo razdvojitve nastopajočih geoloških členov in pridobitve vizualnih podatkov o razmerah na terenu.

Obravnavana lokacija se nahaja tik ob regionalni cesti Koper – Dragonja nekaj 10 metrov južno od odcepa za vas Sv. Peter. Zahodno od obravnavane lokacije se razteza aluvialna ravnica reke Drnice (Valderniga), z vseh ostalih strani pa je lokacija omejena z dokaj strmimi pobočji. Na jugovzhodnem pobočju je opuščen kamnolom v katerem je sedaj odlagališče gradbenih odpadkov. Glede na terenski ogled in zagotovila domačinov je vzhodni del grape v celoti nasut v višini vsaj 1 metra, prav tako pa je bil nekoliko nadvišan tudi del parcele med regionalno cesto in obronkom gozda.

Po grapi teče manjši potoček, ki nosi vodo le v bolj deževnih mesecih in lahko ob večjih nalivih tudi poplavlja.

V geološkem smislu obravnavano območje gradijo srednje eocenske sedimentne kamnine, za katere je značilno menjavanje plasti peščenjaka in laporovca z možnimi vložki apnenega konglomerata ali breče.

#### T.1.1.3.2 Inženirsko geološke razmere

Terenski ogled je pokazal, da je večina obravnavanega območja prekrita z nasutjem, na strmih brežinah, ki obdajajo grapo pa so vidne plasti peščenjaka in laporja. V južnem pobočju grape, kjer je bil v preteklosti kamnolom, so lepo vidne debele (do 1,5 metra) plasti peščenjaka. Zaradi strmega pobočja in menjavanja plasti peščenjaka ter laporovca pride s časom do spodjedanja plasti peščenjaka kar vodi do izpadanja večjih blokov.

Na dnu grape se pod različno debelimi plastmi nasutja nahaja najprej plast meljastega grušča pod katero je lahko do 2 metra debela plast meljaste preperine, ki z globino prehaja v trden fliš. Proti zahodu je preperine manj in se trden fliš pojavlja že plitvo (ca 1m) pod površjem.

Generalno je celotno področje dokaj stabilno in razen izpadanja blokov na območju opuščenega kamnoloma ne kaže znakov plazjenja.

Struge obeh vodotokov, ki sta hudourniškega značaja sta urezani v flišne plasti, ki na pobočjih tudi izdajajo.

#### T.1.1.3.3 Hidrogeološke razmere

Obravnavano območje gradijo eocenski fliši, ki so zastopani z menjavanjem plasti peščenjakov in laporovcev, ter ponekod tudi apnencev. Dno doline je prekrito z nasipom, pod nasipom je tanjša plast meljastega grušča, pod njim je plast preperlega fliša, podlago pa tvori eocenski

fliš. Flišne plasti izdanjajo na robovih lokacije, predvsem so vidne v obeh strugah hudournikov. Na tem območju so dobro vidne plasti peščenjaka in laporja.

V hidrogeološkem smislu obravnavane eocenske flišne smatramo kot zelo slabo prepustne do neprepustne, kar dokazujeta tudi hudournika po katerih se voda steka v nižje lege. V času terenskega ogleda sta bila suha. Ob večjih nalivih se zaradi slabe prepustnosti hudournika napolnita in spirata material v nižje ležeče lege.

Nasip gradijo gradbeni odpadki kot so kosi opeke in kosi betona, smeti ter melj. Nasip smatramo kot dokaj prepustno plast z medzrnsko poroznostjo. Ocenjujemo, da je koeficient prepustnosti nasipa med  $k = 10^{-5} - 10^{-7}$  m/s.

Meljast grušč je sestavljen iz preperlega fliša in ima medzrnsko poroznost. Po podatkih iz literature se za meljaste grušče lahko privzame koeficient prepustnosti  $k = 10^{-6} - 10^{-8}$  m/s.

Preperina fliša ima medzrnsko poroznost s koeficientom prepustnosti  $k = 10^{-7} - 10^{-8}$  m/s.

Fliš, ki ga na tem območju gradita peščenjak in laporavec, imata razpoklinsko poroznost. Povzamemo, da ima fliš koeficient vodoprepustnosti  $k = 10^{-7} - 10^{-12}$  m/s.

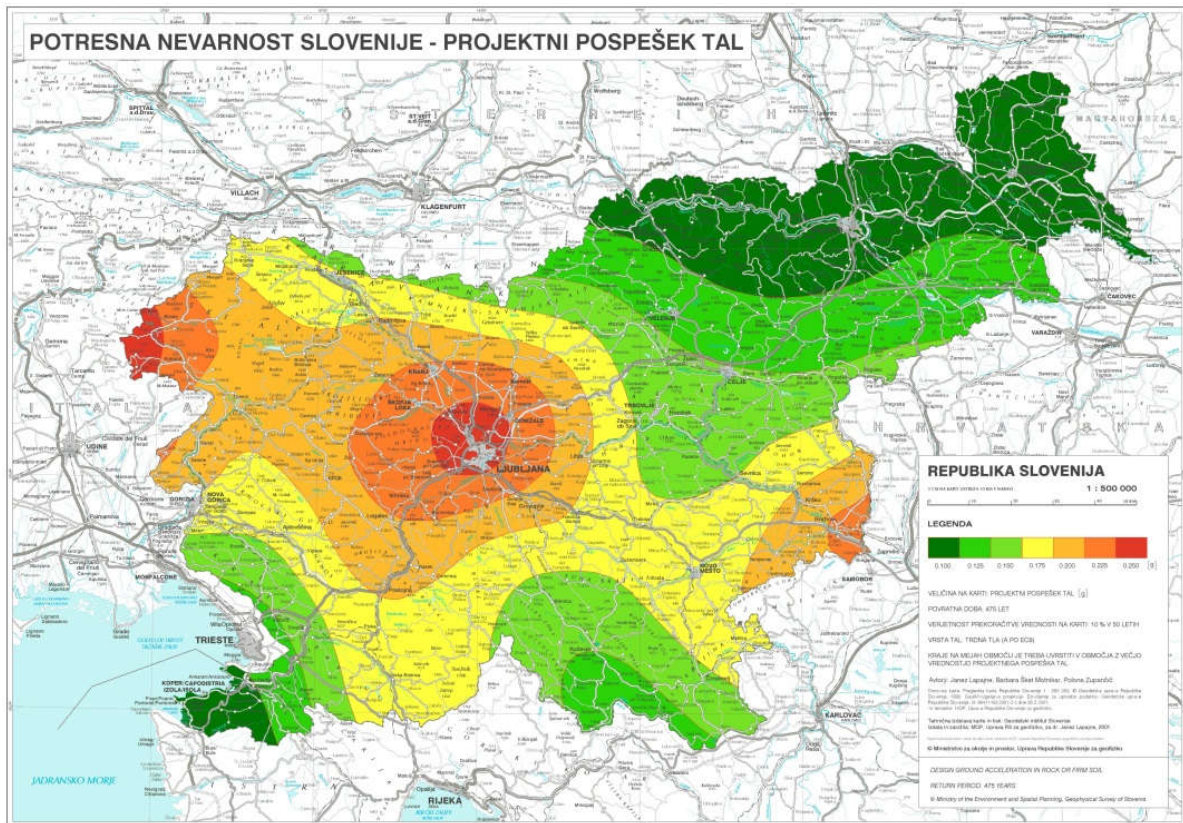
Padavinska voda večinoma odteče po površini, nekaj je tudi ponikne v meljaste grušče in se pretaka po pobočju na kontaktu flišnih plasti.

Neimenovana hudournika na vzhodnem in južnem delu lokacije drenirata površinsko vodo iz zahodnega pobočja pod Sv. Petrom (220 m n.v.).

#### **T.1.1.3.4 Seizmičnost terena**

Nova karta potresne nevarnosti Slovenije za povratno dobo 475 let in karta projektne pospeška tal celoten obravnavani prostor uvršča v cono z  $a_g = 10\%$  g (po J. Lapajne, B. Motnikar, P. Zupančič, Gradbeni vestnik Ljubljana, junij 2001).

Po slovenskem standardu SIST EN 1998-1:2006 se značilnosti lokalnih tal na obravnavani lokaciji lahko opiše z razredom A (Skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 metrov slabšega površinskega materiala;  $v_s = > 800$  m/s.).



Slika 1: Projektni pospešek tal (Lapajne, 2001)

#### T.1.1.3.5 Karakteristične vrednosti vplivnih tal

Pri podajanju splošnih lastnosti tal, ki se pojavljajo v obravnavanemu prostoru, se koristi karakteristične vrednosti, ki so pridobljene iz terenskih preiskav ter določene glede na izkušnje v primerljivem terenu. Podani podatki so ocenjeni za obravnavano območje in v njegovi vplivni okolici, kjer so sedimentološke in geomehanske razmere primerljive.

Teren je glede na rezultate terenskih preiskav prekrit z različnimi debelinami (od 0,5 do 2 metra) nasipnega materiala pod katerim se najprej nahaja plast meljastega grušča debeline do največ 1 metra. Pod plastjo grušča je lahko do 2 metra laporne in meljaste preperine, ki z globino prehaja v trden fliš.

##### Nasip [ NA ]

- sestava: opeka, ostanki betona, smeti, melj
- prostorninska teža:  $\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$
- vodopropustnost:  $k = 10^{-5} - 10^{-7} \text{ m/sec}$  [ $10^{-6} \text{ m/sec}$ ]\*
- kot notranjega trenja:  $\phi = 28,7 - 32^\circ$  [ $30^\circ$ ]\*
- Edometrski modul:  $E_d = 6,8 - 17 \text{ MPa}$  [ $11 \text{ MPa}$ ]\*

##### Plast meljastega grušča [ $Q_{GM}$ ]

- sestava: grušč, melj
- prostorninska teža:  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
- vodopropustnost:  $k = 10^{-6} - 10^{-8} \text{ m/sec}$  [ $10^{-7} \text{ m/sec}$ ]\*
- kot notranjega trenja:  $\phi = 31,4 - 45^\circ$  [ $35^\circ$ ]\*

- Edometriški modul:  $E_d = 8,8 - 41,3$  MPa [21 MPa]\*

#### Meljasta preperina [ $^{\circ}E_2$ ]

- sestava: melj, lapor, pesek
- prostorninska teža:  $\gamma = 20$  kN/m<sup>3</sup>
- vodopropustnost:  $k = 10^{-7} - 10^{-8}$  m/sec [10<sup>-8</sup> m/sec]\*
- nedrenirana strižna trdnost:  $C_u = 25 - 100$  kPa [60 kPa]\*
- Edometriški modul:  $E_d = 12,6 - 25,9$  MPa [17 MPa]\*

#### Hribina [ $^3E_2$ ]

- sestava: trden fliš
- prostorninska teža:  $\gamma = 22$  kN/m<sup>3</sup>
- vodopropustnost:  $k = 10^{-7} - 10^{-12}$  m/sec [10<sup>-9</sup> m/sec]\*
- GSI: 22
- UCS:  $\sigma_{ci} = 3$  MPa
- petrografska konstanta:  $m_i = 7$
- Edometriški modul:  $E_d > 43$  MPa [50 MPa]\*

\* priporočena vrednost za uporabo v geotehničnih izračunih

### T.1.1.4 GEOTEHNIČNE OSNOVE

#### T.1.1.4.1 Geotehnične rešitve za vkope

Glede na to, da gre pri tem projektu za odlagališče izkopnih viškov, vkopi verjetno ne bodo potrebni. Zaradi ohranjanja rodovitne prsti se priporoča strojni odziv vrhnje humusne plasti, ki se jo lahko kasneje uporabi za sanacijo končnega stanja odlagališča. V primeru izvajanja kakšnih začasnih vkopov v brežine grape, je potrebno le te izvesti v naklonu največ 2:3. Za varovanje vkopov pa predvidoma ne bo potrebno izvesti nikakršnih dodatnih varovalnih ukrepov.

##### T.1.1.4.1.1 Kategorizacija izkopov

Po Posebnih tehničnih pogojih za zemeljska dela in temeljenje (Dopolnila splošnih in tehničnih pogojev, 2001, IV. knjiga) se morebitna izkopna dela, ki bodo potrebna na tem projektu štejejo večinoma v 3. kategorijo (vezljiva in nevezljiva zrnata zemljina), delno pa v 4. kategorijo (mehka kamnina). V 4. kategorijo bodo sodila predvsem morebitna izkopna dela (stopničenje, urejanje brežin) na pobočjih grape.

##### T.1.1.4.2 Geotehnični pogoji izvedbe odlagališča

Območje odlagališča je dolina z blago nagnjenim dnom, ki ima naklon med 1 in 3° in se spušča proti severozahodu. V osrednjem delu doline je nekoliko strmejša stopnja v naklonu 19°, ki je posledica obratovanja kamnoloma in nasipanja terena. Pobočja doline so strma z nakloni ca 23° in celo 43° v južnem kraku doline. Debelina deluvija in preperine skupaj se giba med 0,7 in 3,4 metri, na to pa je odložena še različna debelina nasutja. Nasutja je več v vzhodnem delu



območja, kjer je dolina zasuta z gradbenimi odpadki in smetmi, na zahodu pa je prvotni teren nadvišan le za največ 0,5 metra. Nasutja v vzhodnem delu je ca 1,8 metra. Predvidena višina odlagališča ne presega 8 metrov.

Zaradi blagega naklona doline se lahko čelna brežina izdelava v naklonu 1:2. kamnita peta in vmesne berme niso potrebne. Pred nasipanjem naj se odstrani plast humusa, ki se ga lahko uporabi pri končni sanaciji površin odlagališča. Debelina humusa se giblje v rangu 10 cm.

Nasipanje naj poteka v plasteh s sprotnim utrjevanjem. Po potrebi se lahko nasipni material še dodatno zgosti (za doseganje višjega strižnega kota  $\phi$ ). Delovne površine platojev naj bodo izvedene v ustreznem nagibu, ki bo zagotavljal dobro in kontrolirano odvajanje meteorne vode. Za zagotovitev boljše stabilnosti odlagališča predlagamo, da se izkopani material z večjim deležem peščenjaka vgrajuje v sprednji del odlagališča, ter izkopni material z večjim deležem laporovca v osrednji in zadnji del odlagališča. Material z večjim deležem peščenjaka je priporočljivo vgrajevati v vse čelne brežine (tudi v brežine morebitnih berm).

Nasip mora biti ustrezno dreniran. Za dreniranje samega telesa odlagališča je potrebno predvideti drenaže v dnu odlagališča. Lahko se izvedejo drenažna rebra (npr. v vzorcu ribje kosti), ki se vodijo v centralno drenažno cev. Kot alternativo pa se lahko uporabijo tudi drenažne blazine. Zaledne vode morajo biti kontrolirano speljane iz območja odlagališča. Potrebno je preprečiti, da zaledna voda ne vdira v telo odlagališča. Po površini odlagališča predlagamo, da se izdelava sistem drenažnih jarkov ali kanalet, ki bodo padavinsko vodo po najhitrejši poti odvedli iz telesa odlagališča. Da se zmanjša prepustnost za vodo ter zagotovi pohodnost in dober površinski odtok meteorne vode predlagamo, da se zgornji meter odlagališča še dodatno zgosti.

Za preprečevanje erozije odloženega materiala ter preperevanja je potrebno brežine kakor tudi ostale površine odlagališča čim prej sanirati tako, da se jih prekrije z 10 – 15 centimetrsko plastjo humusa in zasadi trava, dodatni ukrepi za preprečevanje erozije pa so navedeni v naslednjem poglavju.

V nadaljnjih obdelavah naj se predvidijo laboratorijske edometrične preiskave meljaste preperinske plasti tako, da se dobi modul stisljivosti s katerim se preveri velikost posedka nasutega materiala. Zaradi večje globine nastopanja laporne preperine bo za pridobitev vzorca potrebna geomehanska vrtina. Alternativa laboratorijskim preiskavam so lahko in-situ preiskave s statičnim konusnim penetrometrom z beleženjem pornih tlakov (CPTu) ali dilatometrom (DMT) pri čemer pa je lahko zgornja plast nasipa velika ovira pri vtiskanju. Prav tako zna biti problematično sidranje CPT garnitur, ki so v uporabi v Sloveniji, saj so v nasipu tudi večji bloki betona in kamna.

#### T.1.1.4.3 Ukrepi za zaščito pred plazanjem in erozijo

##### Plazenje

Znaki erozije in plitvega lezenja vrhnje deluvialne plasti so vidni v severnem bregu doline, kjer večja deževja povzročajo spiranje in lezenje preperinskega materiala. Nestabilna je tudi brežina južnega kraka doline, kjer se že od daleč vidijo debelejšje plasti peščenjaka. Pod vplivom atmosferskih dejavnikov plasti laporja razpadajo, se krušijo in spodjedajo bolj obstojne plasti peščenjaka, zaradi česar se lahko iz stene nato zrušijo tudi večji bloki peščenjaka. Po končanem nasipanju doline bi bilo smiselno odprte brežine očistiti labilnih blokov in jih zaščititi z sidranimi mrežami. Za preprečitev plazanja samega odlagališča je potrebno ustrezno urediti odvodnjavanje in preprečiti zatekanje zalednih voda v telo odlagališča. Meteorne vode iz odlagališča naj se ne spuščajo prosto po pobočju, ampak jih je potrebno kontrolirano odvesti v nižje lege kjer se jih spelje v obstoječe vodotoke.

##### Erozija

Ukrepi proti eroziji bodo potrebni takoj po končanem odlaganju materiala na odlagališče in jih je priporočljivo izvajati skozi celotno življenjsko dobo odlagališča. Za omejevanje erozije je potrebno urediti kontrolirano odvodnjavanje površin odlagališča, poskrbeti je potrebno za zbiralnike spranega in odplavljenega materiala, ki jih je potrebno redno prazniti in spran material ponovno vnašati na obravnavane površine. Površine odlagališča je po odlaganju materiala in plasti humusa potrebno zaščititi pred udarci dežnih kapljic, zato se predlaga čim prejšnja zatravitev ali zaščita površine z nanosom stelje/slame, ki se jo v tla vdela z mulčenjem.

Pri nadaljnji kmetijski rabi površin naj se orje vzporedno s pobočjem, da se zmanjša direktni odtok meteornih voda in odnašanje materiala preko umetno ustvarjenih žlebičev. Obdelovalne površine naj ne segajo do samega roba odlagališča in posameznih berm, ampak se na robnih delih pusti filtrski pas iz trave ali grmovja. Strmejšje površine su uredi v obliki teras. Pri zmanjšanju erozije v dobi obdelave površin pomaga tudi dosevek (facelija, gorčica, detelja, ogrščica, ...) do konca vegetacijske dobe. Prednost dosevka je poleg zmanjšanja erozije tudi omejevanje razraščanja plevela, z rastlinskimi ostanki pa v tla vnesemo organske snovi.

#### T.1.1.4.4 Geotehnične analize

Za obravnavano lokacijo smo izvedli analizo posedkov na profilu z najdebelejšo plastjo preperine. Ker naš program za analize posedkov ne omogoča modeliranja nasipov v dolini (neraven teren) smo v analizi uporabili model navadnega nasipa na ravninska tla. Analiza kaže, da se bodo tla v delu odlagališča, kjer je največja debelina odloženega materiala, posedla v rangu 12 cm, posedki pa se bodo v večini izvršili že tekom odlaganja materiala, dokončno pa po 3 mesecih.

Izvedli smo tudi analizo stabilnosti brežine odlagališča izvedene pod pogoji navedenimi v prejšnjih poglavjih. Analizirali smo prečni profil SV1\_14 na centralnem delu odlagališča.

V analizi smo za nasuti material uporabili sledeče geomehanske karakteristike, ki ustrezajo nasutemu flišnemu materialu brez intenzivnega strojnega utrjevanja:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$$

$$\phi = 35^\circ$$

$$c = 0.5 \text{ kPa}$$

Analiza stabilnosti kaže, da je odlagališče stabilno v primeru, da je telo odlagališča dobro drenirano. Brežine doline v tem profilu pa so stabilne tako brez kako z nasutim materialom. Izkaže se, da se globalna stabilnost brežine po nasutju še poveča. Grafični prikaz izvedenih analiz z uporabljenimi podatki se nahaja v prilogi P.3.

#### T.1.1.4.5 Geotehnični monitoring

Glede na analize posedkov, so pričakovani posedki odlagališča majhni in se bodo izvršili v zelo kratkem času. Menimo, da zaradi tega spremljanje posedkov odlagališča z geotehničnimi sondami ni potrebno. Smiselno je spremljanje nivojev podzemne vode in lezenje čelnih brežin. Za dolgoročno spremljavo nivojev podzemne vode je najbolj primerna vgradnja avtomatskih merilcev pornih tlakov. Zaradi predvidene kmetijske rabe bodočih površin predlagamo zajemne enote merilcev, ki bi se jih brezžično navezalo na centralno dostopno točko. Zaradi bližine odlagališč Padna in Pišine, bi lahko na tej lokaciji senzorske brezžično vezali na dostopno točko locirano na odlagališču Padna. Morebitno lezenje čelnih brežin, kakor tudi posedkov odlagališča, se lahko spremlja geodetsko (meritve fiksnih kontrolnih točk) ali pa z občasnimi preleti z AUV (brezpilotni letalnik), kjer se zajame celotno območje v 3D in se ga primerja s prvotnim stanjem. S to metodo snemanja sicer ne moremo ločiti posedkov tal pod nasipom od sesedanja samega nasipa, vendar bodo posedki tal v vsakem primeru zanemarljivi. Kvaliteta vgradnje odloženega materiala se kontrolira z meritvami nosilnosti vsake odložene plasti s krožno obremenjeno ploščo.

Predlagane količine:

- 4 merilci pornih tlakov,
- 2 inklinometra z vsaj 2 meritvama na leto ali
- 4 meritve nosilnosti/odloženo plast
- Meritve gostote in vlage z izotopskim merilnikom.

#### T.1.1.4.3 Primernost lokacije

Geologija na umeščenost odlagališča bistveno ne vpliva saj je debelina preperine relativno majhna, območje pa je v nižinskem delu ravno in zaradi tega stabilno. V času našega ogleda je bila struga vodotoka suha, domačini pa pravijo, da znajo ob močnejšem deževju vode iz njega poplavljati. V primeru izbora te lokacije bo potrebno zagotoviti poplavno varnost okoliških kmetijskih in bivalnih parcel. Lokacije je primerna.

#### T.1.1.4.4 Program geološko geotehničnih preiskav za fazi PGD in PZI

Zaradi močno okrnjenega programa geološko geotehničnih preiskav za fazo IDP, bo potrebno za nadaljnje faze projektov (PGD, PZI) le te dopolniti. Ker celotno obravnavano območje pride nasuto, je smiselno preveriti temeljna tla pod bodočim nasipom proti posedanju. Za fazi PGD in PZI predlagamo sledeči program geološko geotehničnih preiskav za lokacijo Sv. Peter:

- 2x vrtina in edometrska preiskava meljaste preperinske plasti ali
- 2x CPTu do podlage ali
- 2x DMT do podlage.

V naslednjih fazah bo potrebno natančno definirati način dreniranja nasipov. Po eni strani moramo z drenažami doseči ustrezno dreniranje zaradi stabilnosti nasipov, po drugi strani pa ne smemo preveč osušiti odlagališče, ker bi s tem poslabšali razmere za kmetovanje.

#### T.1.1.5 UPORABLJENI PREDPISI IN STANDARDI

Obravnavano Geološko-geomehansko poročilo za potrebe projektne dokumentacije za odlagališče izkopnih viškov Sv. Peter je pripravljeno na podlagi ogleda terena in terenskih preiskavah z dinamičnim penetrometrom. Podajanje rezultatov predstavljenih v poročilu sledi načelom naslednjih pravilnikov, standardov in smernic:

- Zakon o graditvi objektov (ZGO-1) z vsemi spremembami in dopolnitvami;
- Pravilnik o projektni in tehnični dokumentaciji; Uradni list RS št. 66/04, 20.5.2004
- Pravilnik o mehanski odpornosti in stabilnosti objektov; Uradni list RS št. 101, 11.11.2005
- SIST EN 1997-1: 2005; Evrokod 7: Geotehnično projektiranje – 1. del, Splošna pravila
- SIST EN 1997-2: 2007; Evrokod 7: Geotehnično projektiranje – 2. del, Preiskovanje in preskušanje tal
- SIST EN ISO 22476-2: 2005; Geotehnično preiskovanje in preskušanje – Dinamični penetracijski preskus
- Klasifikacijski načrt za projektno dokumentacijo; RS, Ministrstvo za promet, Direkcija Republike Slovenije za ceste, dopolnitev, oktober 2003
- Dopolnila splošnih in tehničnih pogojev, 4. knjiga; DDC svetovanje inženiring, 2004

#### T.1.1.6 ZAKLJUČEK

Po naročilu podjetja PNZ d.o.o. iz Ljubljane smo pripravili geološko geomehansko poročilo na podlagi terenskih preiskav, ki so vključevale inženirsko geološko in hidrogeološko kartiranje ter meritve dinamične penetracije tipa DPM.

Na podlagi opravljenih terenskih ogledov in meritev smo izdvojili posamezne geološke člene in jim določili geomehanske karakteristike. Generalno se na tem področju pojavljajo štirje značilni geološki člene, ki jih zastopajo umetni nasip, meljasti grušč, ki je gost in kompakten, plast preperine, ki je večinoma iz laporja in melja ter podlaga iz trdnega fliša (menjavanje plasti peščenjaka in laporovca). Področje je kljub strmim brežinam relativno stabilno in razen

izpadanja blokov na območju opuščenega kamnoloma ne kaže večjih znakov plazenja. Vidni so znaki erozije in površinskega lezenja deluvija.

Predlagamo, da se stik med nasipom in obstoječim terenom stopniči. Brežine stopnic se lahko izvedejo v naklonu 2:3. Pred nasipanjem naj se odstrani plast humusa, ki se ga lahko uporabi pri končni sanaciji površin odlagališča. Nasipanje naj poteka v plasteh s sprotim utrjevanjem. Brežine nasipa so lahko urejene v naklonu največ 1:2 in morajo biti čim prej zatravljene. Nasip mora biti ustrezno dreniran z drenažnimi kanali/cevmi.

Zaledne vode morajo biti speljane iz območja odlagališča. Potrebno je preprečiti, da zaledna voda ne udara v telo odlagališča. Po površini odlagališča predlagamo, da se izdelata sistem drenažnih jarkov, ki bodo padavinsko vodo po najhitrejši poti odvedli iz telesa odlagališča.

PRIPRAVILA:

Blaž Praznik, u.d.i. geol.

Matej Koršič, u.d.i.geol.