



PROGRAM GEOTEHNIČNIH RAZISKAV ZA OBJEKT:

RO-RO vez v 3. bazenu Luke Koper

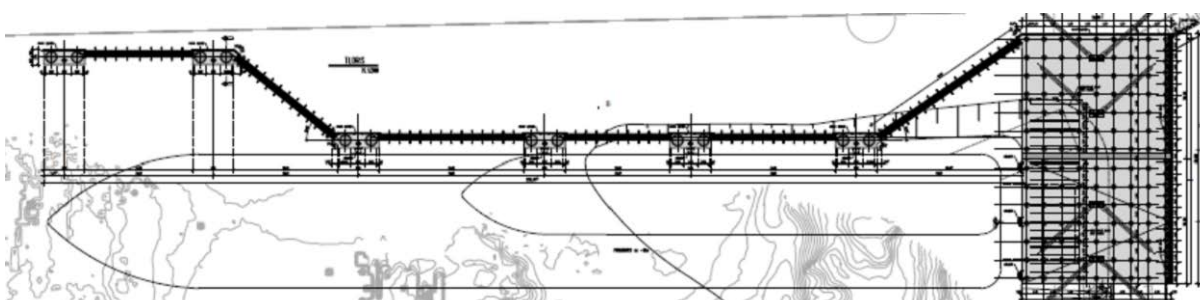
Investitor: Luka Koper, d.d.
Faza: Glavne raziskave

Številka poročila: E-26-15
Datum: 8. 7. 2014

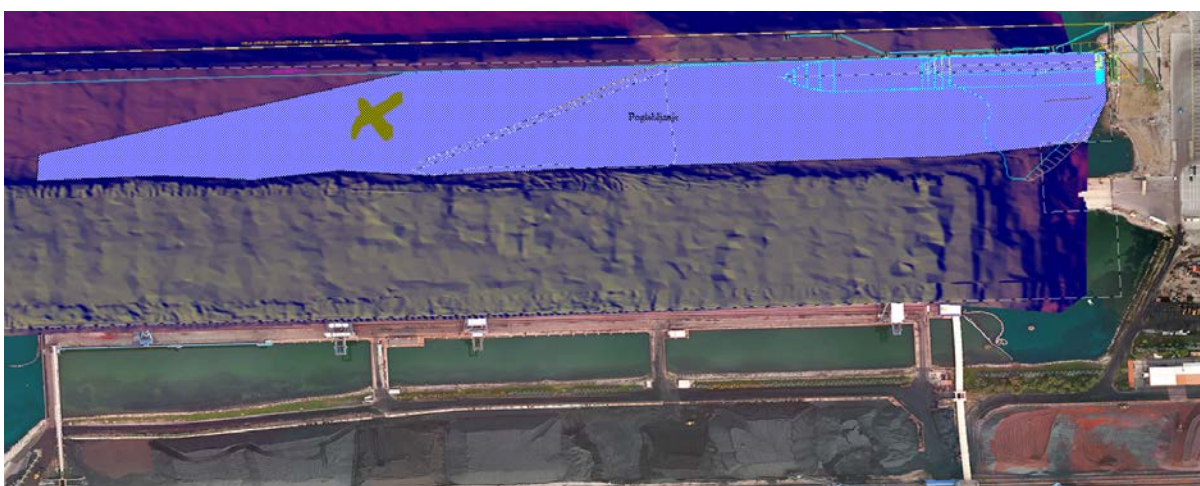
Pripravil: izr. prof. dr. Janko Logar, univ. dipl. inž. grad.
Predstojnik: izr. prof. dr. Janko Logar, univ. dipl. inž. grad.

1.0 UVOD

Luka Koper načrtuje gradnjo novega priveznega mesta za RO-RO ladje v 3. bazenu. Izdelana je idejna zasnova objekta (Resea Group), ki vključuje razkladalno ploščad tlorisnih dimenzij 36*60 m, temeljeno globoko na pilotih premera 80 cm, ter niz šestih odbojnikov, ki so temeljeni na paru pilotov premera 2,5 m, vpetih v flišno podlago (slika 1). Del projekta predstavlja tudi poglobljanje morskega dna za potrebe novega RO-RO veza (slika 2).



Slika 1: Tloris zasnove priveznega mesta za RO-RO ladje v 3. Bazenu



Slika 2: Območje predvidenega poglobljanja za dostop ladij do RO-RO veza v 3. bazenu

Zasnovo objekta smo prejeli od investitorja (Luka Koper). Podatke o obstoječih vrtninah smo črpali iz arhivskih dokumentov.

Po razpoložljivih podatkih o globinah morskega dna na lokaciji objekta, so kote terena in morskega dna med +2,60 m na vzhodu in -13,5 m na zahodu objekta. Na lokaciji bodoče razkladalne ploščadi je trenutno kopno.

Izvedene geotehnične raziskave morajo omogočiti projektantom, da pridobijo podatke za analizo temeljenja in konstrukcije razkladalne ploščadi in odbojnikov. Ključni podatki so:

- meje med posameznimi sloji tal oziroma njihove debeline,
- mehanske lastnosti vseh slojev tal za potrebe projektiranja objekta,
- sestava in lastnosti tal na morskem dnu zaradi izvedbe poglobljanja morskega dna.

Gradnjo razkladalne ploščadi uvrščamo v 2., gradnjo odbojnikov pa v 3. (najzahtevnejšo) geotehnično kategorijo po Evrokodu 7-1. Za 3. geotehnično kategorijo je značilno, da v standardu zapisane zahteve glede raziskav pomenijo le spodnjo mejo v smislu količin in kakovosti izvedbe raziskav.

2.0 DOSEDANJE RAZISKAVE

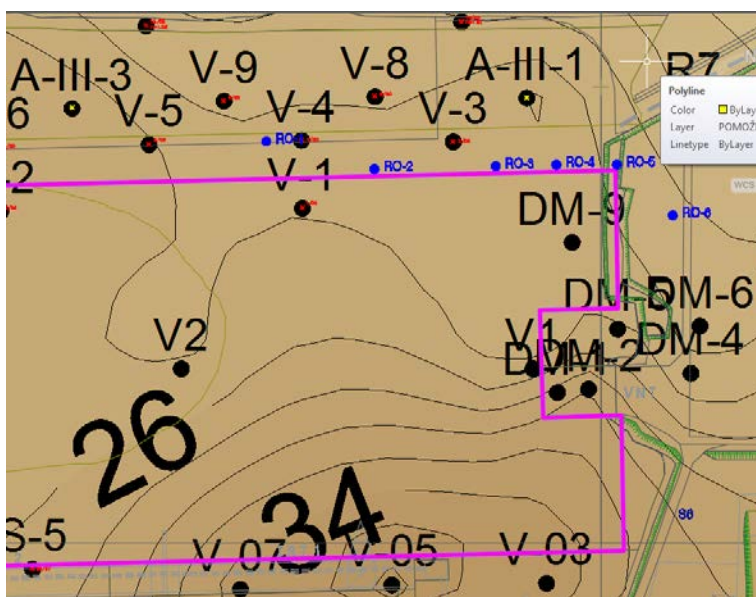
Na območju predvidene gradnje so bile že v preteklosti izvedene raziskave tal. V liniji južne obale predvidenega pomola III je bilo leta 2000 izvedenih več vrtin, od katerih so 3 vrtine (V1, V-3 in V-4) v neposredni bližini načrtovanega objekta.

1. Pomol III – terminal za kontejnerje – geotehnično poročilo, poročilo št. 1154/2000, i-n-i d.o.o., 21.3.2001, (inž. Ocepek, inž. Venturini).

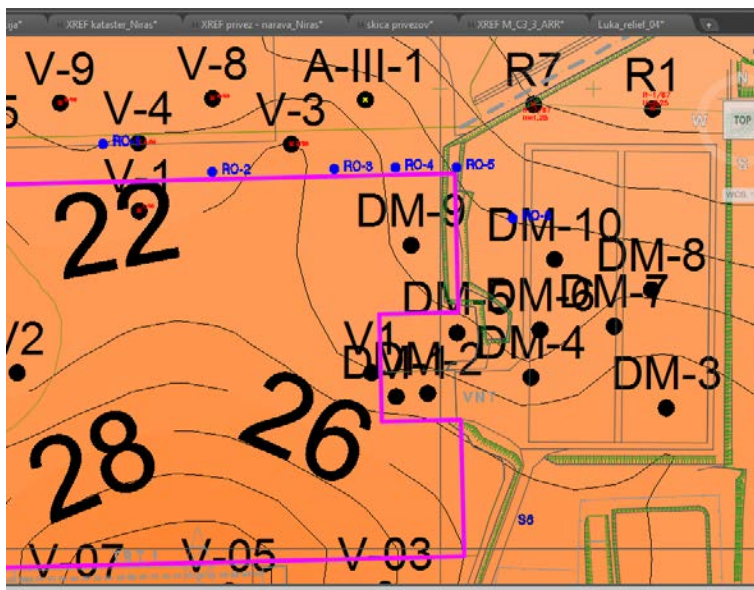
Leta 1992 pa so bila s sondažnim vrtanjem in krilnimi sondami preiskana tla v območju predvidene razkladalne ploščadi (vrtine z oznako DM). Podatke o teh vrtinah in kasneje izvedenih laboratorijskih raziskavah vzorcev najdemo v:

2. Poročilo o geomehanskih sondažnih in »in-situ« preiskavah, na lokaciji za večnamenski terminal v Luki Koper, arh.št.: J-II-30 d/b1-40/2284-15, september 1992, GZL, Inštitut za geologijo, geotehniko in geofiziko (inž. P. Bizilj).
3. Poročilo o laboratorijskih preiskavah vzorcev zemljin vzeti na lokaciji večnamenskega terminala v Luki Koper, poročilo št. 1/45-92 z dne 22.12.1992, IMFM (prof.dr. I. Sovinc).

Na podlagi teh in drugih raziskav v okolici bodočega objekta so na slikah 3 in 4 prikazane kote flišne osnove ter dna mehkega glinenega sloja.



Slika 3: Izohipse absolutnih kot flišne podlage



Slika 4: Izohipse absolutnih kot dna sloja mehkih morskih glin

S slik 3 in 4 vidimo, da se po dosedanjem poznavanju območja načrtovane gradnje lega flišne osnove kakor tudi dna sloja mehke morske glin ne spreminjata veliko.

Citirane že izvedene vrtine kažejo tudi, da na tem mestu ni pričakovati prodno peščenega sloja med flišno osnovo in slojem mehke morske glin.

3.0 CILJ NAČRTOVANIH RAZISKAV

Načrtovane preiskave bodo služile projektiranju temeljenja RO-RO razkladalne ploščadi dimenzij 36*60 m in šestih samostojnih odbojnikov, ki so med seboj povezani z mostovži. Vsi navedeni objekti so temeljeni globoko na pilotih v sloj fliša. Samostojni odbojniki morajo biti primerno vpeti v flišno osnovo, da lahko prevzamejo vodoravne obremenitve. Del projekta je tudi izvedba poglobitve morskega dna v območju priveznega mesta in pod razkladalno ploščadjo. Preiskave morajo torej omogočiti:

- projektiranje izkopa za poglobljanje morskega dna na zahtevano globino (-12 m),
- izbiro načina in dimenzij pilotiranja (tehnologija, premer in globina pilotov),
- projektne izračune obnašanje pilotov in konstrukcije (mehanski parametri tal).

S predvidenimi raziskavami moramo torej ugotoviti:

- sestavo tal vključno s flišno osnovo,
- mehanske lastnosti vseh slojev tal,

tako da bo projektantu omogočeno:

- izbrati tehnologijo globokega temeljenja in izračunati nosilnost in deformacije pilotov,
- dimenzionirati elemente temeljenja samostojnih odbojnikov,
- izbrati tehnologijo poglobljanja morskega dna.

Na terenu so zato predvidena naslednja raziskovalna dela:

- izvedba 6 vrtin (glej točko 4) za ugotavljanje sestave tal in odvzem vzorcev,
- meritve mehanskih lastnosti flišne osnove na terenu s presiometriškimi meritvami.

V laboratoriju je treba ugotoviti:

- klasifikacijo, prostorninsko težo in vlažnost vseh slojev tal,
- specifično težo zrn glineno meljnih zemljin,
- togost zemljin (v edometru),
- drenirano in nedrenirano strižno trdnost zemljin,
- enoosno tlačno trdnost in togost flišne osnove,
- abrazivnost flišnega peščenjaka.

4.0 PROGRAM RAZISKAV

Predlagani program raziskav upošteva dejstvo, da je prostor v preteklosti že bil raziskan z vrtinami, zato niso predvidene vrtine na mestu vsakega odbojnika. Prav tako sta zaradi predhodnih raziskav tal na območju razkladalne ploščadi predvideni le dve vrtini. Ker so natančni podatki o sestavi in lastnostih tal bistveno pomembnejši za projektiranje odbojnikov kot za razkladalno ploščad nadalje predlagamo fazno izvedbo raziskav:

1. V prvi fazi se izvedejo 4 vrtine s plovnega objekta na mestih odbojnikov (RO-1 do RO-4) ter vrtina RO-A na mestu poglobljanja bazena 3.
2. V drugi fazi se izvedeta še dve vrtini in sicer glede na izid preiskav prve faze po dveh možnih scenarijih:
 - a. V kolikor bo ugotovljena sestava tal z vrtinami RO-1 do RO-4 podobna (ni večjih odstopanj med lego in lastnostmi flišne osnove) in skladna s predhodnim poznavanjem tega geološkega prostora, se izvedeta še vrtini RO-5 in RO-6 skladno s programom v točki 4.1.
 - b. V primeru večjih odstopanj v legi in/ali lastnostih flišne podlage v vrtinah RO-1 do RO-4 pa se vrtina RO-5 izvede na območju enega od dveh odbojnikov, kjer s tem programom nismo predvideli vrtine, na območju razkladalne ploščadi pa se izvede le vrtina RO-6. Odločitev o tem sprejme strokovna skupina, ki jo sestavljajo predstavniki izvajalca raziskav, naročnika, geomehanskega eksperta in projektanta objekta (če bo znan).

4.1 Terenske raziskave

Program raziskav za RO-RO vez v tretjem bazenu predvideva izvedbo terenskih del kot jih prikazuje situacija vrtin na prilogi 1 in fazno, kot je bilo opisano zgoraj.

Odbojniki:

Vrtine RO-1 do RO-4 so namenjene projektiranju odbojnikov in se izvajajo s plovnega objekta. Sliko bodo dopolnjevale vrtine V-1, V-3 in V-4 iz leta 2000. Vrtine RO-1 do RO-4 morajo segati globoko v flišno osnovo (12 m), saj bodo po idejni zasnovi odbojniki vpeti 6 m v kompakten fliš. V flišu se v vsaki vrtini izvede niz 7 presiometriških meritev (1 v preperelem flišu in 6 v kompaktnem flišu).

Razkladalna ploščad:

Vrtini RO-5 in RO-6 sta namenjeni projektiranju temeljenja razkladalne ploščadi. Vrtina RO-5 ima še dodatno vlogo pridobivanja podatkov o stanju materialov v morskem dnu za potrebe izbire tehnologije poglobljanja morskega dna. Vrtini segata 3 m v flišno osnovo. Na dnu vrtine se izvede po en presiometrijski test. Za potrebe načrtovanja razkladalne ploščadi so na voljo tudi podatki vrtin DM-9 in DM-10 iz leta 1992. Eno od vrtin (RO-5 ali RO-6) se po potrebi lahko prestavi na mesto odbojnikov skladno z opisom faznosti raziskovalnih del v prejšnji točki. V tem primeru se vrtina izvede globlje (12 m v kompaktno flišno kamnino) in v njej 7 presiometrijskih meritev enako kot je opisano zgoraj.

Poglobljanje bazena 3:

Vrtina RO-A je le 3 m globoka vrtina, namenjena odvzemu vzorca za karakterizacijo zemljine, ki se nahaja neposredno pod morskim dnem in jo bo potrebno odstraniti v postopku poglobljanja bazena 3.

Predvidene dolžine vrtnanja so razvidne iz preglednice 1.

Dovoljena odstopanja:

Lokacije vrtin RO-1 do RO-4 se smejo na terenu brez soglasja naročnika spremeniti do 2 m. Lokaciji vrtin RO-5 in RO-6 pa se lahko stanju na terenu prilagodita v radiju 5 m. Lokacijo vsake izvedene vrtine je treba geodetsko posneti.

Odvzem vzorcev:

Iz vrtin se odvzamejo vzorci za laboratorijske preiskave. Iz jedra vsake vrtine se odvzamejo 4 vzorci morske gline (od tega eden iz zgornjih 2 m) in najmanj 5 vzorcev kompaktnega fliša.

Preglednica 1: Seznam in lokacije predlaganih geotehničnih vrtin z ocenjenimi dolžinami vrtnanja v posameznem sloju¹⁾

Sonda	Koordinate ²⁾		abs. kota ³⁾			dolžina vrtnanja ³⁾		
	y	x	ustja	dna gline	fliša	v glini in U.N.	v preperelem flišu	v flišu
RO-A	401971	47682	-10			3		
RO-1	402279	47764	-13	-20	-23	7	3	12
RO-2	402351	47746	-13	-21	-23	8	2	12
RO-3	402431	47748	-12	-21	-23	9	2	12
RO-4	402471	47749	-5	-20	-23	15	3	12
RO-5	402511	47749	+2,5	-18	-21	21	3	3(12)
RO-6	402547	47715	+2,5	-18	-21	21	3	3
Skupaj						84	16	54

¹⁾ Lokacije vrtin so določene na podlagi idejne zasnove objekta. Izvajalec raziskav je dolžan pred pričetkom del pri naročniku preveriti morebitne spremembe idejne zasnove.

²⁾ Lokacije vrtin RO-1 do RO-4 so predvidene v oseh odbojnikov in lahko od osi odstopajo do 2 m. Lokacija vrtin RO-5 in RO-6 se definira po izvedenih vrtinah RO-1 do RO-5 skladno z opisom v točki 4. V kolikor se program ne bo spreminjal od tu podanega, se lahko na terenu brez soglasja lokacija teh dveh vrtin spremeni do 5 m.

³⁾ Podane so ocenjene vrednosti. Absolutne kote površine in morskega dna so vzete iz zadnjih

Obrazložitev:

- Del terenskih sondažnih del se izvaja s plovnega objekta (vrtine RO-1 do RO-4).
- Vrtine so potrebne za ugotavljanje sestave tal in pogojev podtalnice, za odvzem vzorcev za laboratorijske preiskave in za izvedbo presiometriških meritev.
- Presiometriške meritve (predvidena je uporaba hribinskega presiometra) služijo za oceno togosti in trdnosti flišne osnove in so ključne za projektiranje vpetja odbojnikov v flišno kamnino.

4.2 Laboratorijske raziskave

Konkreten obseg laboratorijskih preiskav se bo prilagodil ugotovljeni sestavi tal in osnovnih klasifikacijskih parametrov slojev tal. V nadaljevanju je predlagan okvirni obseg glede na splošno poznavanje geotehničnih razmer v Luki Koper za potrebe priprave ponudbe.

V laboratoriju predvidevamo:

- Preiskave vlažnosti, leznih mej in prostorninskih tež na povprečno treh vzorcih morskih sedimentov iz vsake vrtine (20 kom).
- Preiskave specifične teže zrnja morskih glin/meljev (3 kom).
- Preiskave stisljivosti in koeficienta konsolidacije (edometrski preizkus) na povprečno enem do dveh vzorcih morskih sedimentov iz vsake vrtine (10 kom).
- Preiskave trdnosti morskih glin/meljev v neposrednem strižnem aparatu in triosnem aparatu na povprečno enem do dveh vzorcih morskih sedimentov iz vsake vrtine (10 kom).
- Preiskave nedrenirane strižne trdnosti vzorcev morskih sedimentov na povprečno štirih vzorcih iz vsake vrtine (26 kom)
- Preiskave enoosne tlačne trdnosti z meritvijo togosti vzorcev kompaktnega fliša iz vseh vrtn – vzorci laporovca in peščenjaka (30 kom). Pri teh preiskavah naj se z lokalnimi meritvami deformacij meri tudi elastični modul vzorcev.
- Preiskave abrazivnosti flišnega peščenjaka (4 kom).

Povzetek količin laboratorijskih preiskav je podan v priloženem popisu del.

Podroben program laboratorijskih preiskav bo določen na podlagi odvzetih vzorcev v okviru zgoraj predvidenega obsega.

Obrazložitev:

- Osnovne preiskave služijo prepoznavanju in klasificiranju zemljin ter računom prvotnih napetosti v tleh.
- Preiskave togosti in trdnosti tal so potrebne za analizo nosilnosti in posedkov temeljev, bočne stabilnosti in podajnosti odbojnikov ter analizo izkopa pri poglobljanju morskega dna.
- Abrazivnost flišnega peščenjaka definira obrabo opreme in orodij za vrtanje pilotov v flišno kamnino.

5.0 ZAHTEVE ZA IZVEDBO RAZISKAV

Za doseganje ustrezne kakovosti terenskih in laboratorijskih raziskovalnih del morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji:

- Vsa terenska raziskovalna dela morajo glede izvedbe in interpretacije upoštevati določila standarda Evrokod 7-2 in standardov za izvedbo posameznih terenskih ali laboratorijskih preskusov. Poročilo o preiskavah tal mora biti izdelano skladno s standardi in mora vsebovati podpisano izjavo o upoštevanju omenjenih standardov.
- Pred pričetkom terenskih raziskovalnih del mora izvajalec o terminskem načrtu del obvestiti investitorja in geotehničnega konzultanta investitorja.
- Terminsko izvedbo vrtalnih del na morju je treba usklajevati z naročnikom.
- Med vrtanjem je stalno prisoten inženir geotehnik, ki popisuje vrtine, skrbi za odvzem in pravilno skladiščenje ter transport vzorcev, za koordinacijo del, za prilagajanje lokacij in časovnega poteka raziskav.
- Jedra vrtin je potrebno fotografirati.
- Lokacije vseh izvedenih sond je potrebno geodetsko posneti (3D).
- V koherentnih slojih se sistematično na vsak meter beleži vrednosti nedrenirane strižne trdnosti, izmerjene z **žepno krilno sondo**, **in** enoosne tlačne trdnosti, izmerjene na jedru z žepnim penetrometrom.
- Vrtanje se izvaja rotacijsko s kontinuirnim jedrovanjem. Tehniko vrtanja je potrebno prilagoditi sestavi tal tako, da so v koherentnih materialih in kamninah odvzeti vzorci kategorije 1 po standardu Evrokod 7-2 (nespremenjena zrnavost, konsistenca, gostota, trdnost, deformabilnost in prepustnost).
- Vsa merilna oprema mora biti veljavno kalibrirana.
- Za laboratorijske preiskave se odvzamejo vzorci premera vsaj 100 mm in dolžine vsaj 250 mm. Praviloma se iz vsake vrtine odvzamejo 4 vzorci morskih sedimentov glin in meljev (od tega eden iz zgornjih 2 m), in najmanj 5 vzorcev iz kompaktnega fliša.
- Vzorci za laboratorijske preiskave se izberejo in ustrezno zaščitijo takoj po odvzemu iz vrtine. Odvzem, označevanje, priprava za transport, transport in hramba vzorcev mora slediti zahtevam standarda Evrokod 7-2.
- O izvedenih terenskih meritvah (presiometer) se vodijo ustrezni terenski zapisniki, ki morajo biti sestavni del arhivskega izvoda poročila.
- Laboratorijske preiskave naj se izvajajo po SIST, CEN ali ISO standardih.
- Rezultati edometrske preiskave morajo biti izvedeni tako, da je mogoče vrednotenje koeficientov obremenitve in razbremenitve (preko 1000 kPa). Merjene morajo biti tudi razbremenilne stopnje.
- Preiskave abrazivnosti se lahko izvajajo po metodi LCPC ali Cerchar. Ta preiskava se izvede le, če se ugotovi, da je delež peščenjaka v flišni kamnini preko 40%.

5.1 Terminska opredelitev izvedbe raziskav

Najprej se v poljubnem vrstnem redu izvedejo vrtine RO-1 do RO-4. Po analizi teh rezultatov sledi dogovor o lokacijah preostalih dveh vrtin in njihova izvedba.

Izvedba vrtin, ki se vrtajo s plovnega objekta, je vezana na predviden ladijski promet. Razpoložljive termine vrtanja je treba dogovoriti s predstavniki Luke Koper.

5.2 Obseg del v ponudbi

V popisu del v prilogi se predvideva izvedba vrtin na lokacijah iz preglednice 1. Če bo lokacija ene vrtnice drugačna, se bodo več oziroma manj dela obračunala po dejansko opravljenih količinah in po enotnih cenah iz ponudbe.

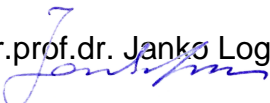
Za vse količine opravljenih raziskav, ki presegajo količine iz priloženega popisa del, je treba predhodno pridobiti pisno soglasje naročnika.

6.0 POROČILO O GEOTEHNIČNIH RAZISKAVAH

Rezultat izvedenih raziskovalnih del je poročilo o raziskavah tal s podrobno opisanimi in dobro dokumentiranimi rezultati izvedenih raziskovalnih del. Poročilo o rezultatih raziskav mora obsegati naslednje sklope:

- Splošni del
 - Seznam sodelavcev
 - Seznam uporabljenih standardov z izjavo o upoštevanju
- Tekstualni del
 - Uvod s splošnim opisom raziskovalnih del
 - Podroben opis izvedbe in vrednotenja posameznih terenskih raziskovalnih del z vsemi posebnostmi in pojasnili morebitnih odstopanj od pričakovanih rezultatov ter z morebitnimi navedbami odstopanj od standardnih postopkov
 - Podroben opis izvedenih laboratorijskih preiskav (standardiziranih postopkov ni potrebno opisovati) s komentarji rezultatov
- Grafične priloge:
 - Situativni prikaz dejansko izvedenih raziskovalnih del
 - Profili vrtin z oznakami vzeti vzorcev in navedbo izmerjenih vrednosti nedrenirane strižne in enoosne tlačne trdnosti
 - Fotografije jeder vrtin
 - Poročilo o rezultatih presiometrijskih meritev
 - Poročilo o rezultatih laboratorijskih preiskav
 - Zbirna preglednica laboratorijskih preiskav
 - Vz dolžni profil preko odbojnikov in razkladalne ploščadi

Poročilo in priloge morajo biti oddane v pisni ter elektronski obliki.

izr. prof. dr. Janko Logar


POPIS DEL

Št.	Opis	Količina	Cena/EM	Vrednost
1.	Organizacija delovišča			
	- pregled terena	1	kom.	
	- organizacija delovišča	1	kom.	
	- transport opreme	1	kom.	
	- najem plovnega objekta		dni	
	- prevozi oseb in vzorcev tal		km	
2.	Sondažno vrtanje 7 vrtin			
	- v umetnem nasipu na površini, glini in melju	75	m	
	- v preperelem flišu	16	m	
	- v kompaktnem flišu	63	m	
	- začasna cevitev vrtine	154	m	
	- nalaganje in razlaganje opreme na plovni objekt	1	kom	
	- premiki med vrtinami na kopnem	2	kom	
	- premiki med vrtinami na morju	5	kom	
3.	Terenske geotehnične meritve			
	- presiometriške meritve	30	kom.	
	- geodetski posnetek lokacij vrtin	6	kom.	
4.	Odvzem vzorcev			
	- Odvzem vzorcev 1. ktg.	54	kom.	
5.	Laboratorijske preiskave vzorcev iz vrtin			
	- meritve vlažnosti, leznih mej	20	kom	
	- meritve prostorninske teže	20	kom	
	- meritve specifične teže zrn	3	kom	
	- preiskave stisljivosti	10	kom	
	- preiskave drenirane strižne trdnosti – neposredni strižni preskus	8	kom	
	- preiskave drenirane strižne trdnosti – triosni (CU) preskus	2	kom	
	- preiskave nedrenirane strižne trdnosti	26	kom	
	- preiskave enoosne tlačne trdnosti in togosti vzorcev fliša	30	kom	
	- preiskave abrazivnosti flišnega peščenjaka	4	kom	

6. Inženirsko delo

- popis vrtin	154 m
- usklajevanje del, udeležba na sestankih	ur
- pregled arhivskih podatkov	ur
- kabinetna obdelava podatkov	ur
- izdelava situacije in geotehničnega profila	ur
- izdelava poročila o raziskavah	ur

7. Drugo

- Nepredvidena dela	5 %
---------------------	-----

Skupaj:

RO-A

RO-1

RO-2

RO-3

RO-4

RO-5

RO-6

TRT 2

TRT 1

VNT

EVROPSKI ENRGETSKI TERMINAL

PRILOGA 1

