

## **STROKOVNE PODLAGE**

1 Geomehansko geološko-hidrološko poročilo, št. 217-14102019, IRMAK d.o.o., Postojna, oktober 2019 (dopolnitev - december 2019)

# GEOMEHANSKO GEOLOŠKO HIDROLOŠKO POROČILO

o predhodnih geomehanskih, hidroloških, geoloških, raziskavah zemljin, načinu in predlogih optimalnega in varnega temeljenja objekta: na parcelah št. 843, 844, 845, 846 vse ko. Gornja Radgona, poročilo za fazo OPN in PGD

**Poročilo: št. 217-14102019**

**Predmet: Geomehansko geološko-hidrološko poročilo**

**Objekt: Poslovno trgovski objekti na parcelah št. 843, 844, 845, 846 vse ko. Gornja Radgona**

**Investitor: GPR Inženiring d.o.o. Leskoškova c. 9e I 1000 Ljubljana**

**Projektant: SPINO II**

**Št. projekta arh.: IDZ**

**Naročnik: GPR Inženiring d.o.o. Leskoškova c. 9e 1000 Ljubljana**

Postojna: 14.10.2019

ENOVITA ŠTEPIRKA DRUŽBE



## KAZALO VSEBINE ELABORATA - POROČILA

### UVOD

### GEOGRAFSKE RAZMERE

### GEOLOŠKE RAZMERE

Tektonske razmere

### HIDROGEOLOŠKE RAZMERE

### SEIZMIKA

### TERENSKE PREISKAVE

Sondažni razkopi

Meritve z dinamično ploščo z lahko padajočo utežjo

Sondiranje z lahkim dinamičnim penetrometrom dpl

Meritve žepnim pentrometrom

Meritve krilno sondo

### LABORATORIJSKE PREISKAVE

Granulometrična preiskava zaglinjenega nasipnega materiala

Aterbergove meje plastičnosti

CBR

Vodopropustnost glinenega sloja

### INŽENIRSKO-GEOLOŠKE IN GEOMEHANSKE RAZMERE

Zaglinjen peščen prod

Rumeno rjava peščena glina

Sivo rjava peščena glina

Humus

### POGOJI TEMELJENJA

Opis objekta

Točkovni temelji

Pasovni temelji

Temeljna plošča

Drugi pogoji izvedbe

### UREDITEV POVOZNIH POVRŠIN

### LITERATURA

## • 1.0 SPLOŠNO

Za naročnika-investitorja GPR Inženjering d.o.o. Leskovškova cesta 9e, 1000 Ljubljana, smo izvedli geomehanski pregled in raziskave terena na območju predvidene gradnje poslovnih objektov TC Gornja Radgona na parcelah 843, 844, 845 in 846 vse ko Gornja Radgonarnici. Geološki ogled terena in geološko geomehanske ter hidrogeološke raziskave smo izvedli od 09.09.2019 do 14.10.2019.

Izhodišče za pričetek del predstavlja pisno elektronsko naročilo z dne 04.09.2019 ki s strani naročnika družbe GPR Inženjering d.o.o. Leskovškova cesta 9e, 1000 Ljubljana. Geotehnično geološko poročilo za pripravo OPN in izvedbe temeljenja se nanaša na gradnjo dveh poslovno-trgovskih objektovna zemljišču parcel 843, 844, 845, (846 se izvede samo klasifikacija geološkega profila raščeni zemljinskih slojev, parcela je v vplivni zoni gradnje, na parceli ni gradbenih posegov ostaja zelenica) vse ko Gornja Radgona. Celotno zemljišče skupne velikosti 11.415 m<sup>2</sup> je locirano med reko Muro in državno ceto ter železniško progo. Lokacija ureditve in gradnje nap arc. Št.843, 844, 845, 846 je locirana na visoki terasi ob reki Muri ki jo od reke Mure ločuje strma terasa. Preiskavami za potrebe geotehničnega poročila o geotehničnem stanju, meritvah in preiskavah zemljin na lokaciji gradnje poslovno-proizvodnih objektov smo začeli 09.09.2019. Strokovni del naročila predstavlja projektna naloga kjer so določene strokovne podlage za izvajanje del. GPR Inženjering d.o.o. Leskovškova cesta 9e, 1000 Ljubljana načrtuje izgradnjo poslovnih objektov TC Gornja Radgona na parc.št 843, 844, 845, 846 vs ko Gornja Radgona. Z deli na terenu smo pričeli četrti september.2019, zaključili pa smo jih štrnaesti oktober 2019. Laboratorijske preiskave smo pričeli izvajati sproti z odvzemom vzorcev, preiskave so izvedene v časovnem terminu od 09.09.2019 do 14.10.2019. V pričujočem geološko-geomehanskem-hidrološkem poročilu podajamo pregled in opis izvedenih del ter rezultate opravljenih preiskav, s tem pa tudi vse, s projektno nalogo zahtevane podlage in parametre, ki jih bo lahko projektant uporabil pri načrtovanju predvidenega objekta.

Namen in obseg preiskav je podan v programu projektne naloge, program preiskav in meritev je izdelan po zahtevah investitorja. Obseg je podan v ponudbi in programu zato na tem mestu le povzemamo.

- Osnovno vodilo naloge, programa in smernic za izvedbo geomehanskih preiskav in meritev zemljin na lokaciji gradnje so bile bazirane-temeljene na spodaj navedenih zahtevah ki smo jih upoštevali pri izdelavi Geomehanskega-geološkega-hidrološkega poročila:
- Konkretna smernice s področja upravljanja z vodami št. 35020-52/2019-2 z dne 16.09.2019. Smernice so podane s strani Ministrstva za okolje in prostor, Direkcija republike Slovenije za vode-Sektor območje Mure, Slovenska cesta 2, 9000 Murska Sobota. Smernice so podane na pripravo OPN za del enote urejanja GR 36, trgovski stavbi IC Mele. Na lokaciji gradnje parcel št. 843, 844, 845, 846 vse ko Gornja Radgona.
- Zagotoviti podatke za načrtovanje temeljenja, zaščite izkopa gradbe jame za poglobljene točkovne temelje (globina>1,0 m pod peto temelja, primerjalno 2,5-3,0 m pod koto 0,0 obstoječega raščenege terena), predlog temeljenja, izvedbe, komunalne infrastrukture ter pogojev zunanjih ureditev za nivo OPN in PGD.

Na osnovi povpraševanja predstavnika investitorja za izdelavo predhodnega geomehanskega geološkega in hidrološkega poročila pristopili smo izdelavi programa predhodnih preiskav zemljin upoštevajoči zahteve Konkretnih smernic s področja upravljanja z vodami številka 35020-52/2019-2 z dne 16.08.2019, še dodatno upoštevajoči zahteve

EC7, SIST EN 1997-1:2007; Geotehnično projektiranje

EC 7, SIST EN 1997-2:2007; Preiskovanje in preizkušanje tal

EC 8, 2001, SIST ENV 1998-5: Projektiranje potresnoodpornih konstrukci

Predviden obseg preiskav po programu ki ga je določil investitor vključeval pet sondažnih izkopov do nosilnih slojev zemljin ca 3,4-4,5 m, izvedbo Ac klasifikacije zemljin v izkopih, meritve nosilnosti z dinamično ploščo, meritve nosilnosti tal CBR v razkopih, geološko-geotehnična spremljava razkopov, preiskave zrnivosti vzorcev zemljin, izvedbo hidravličnih poskusov v razkopih, identifikacija in AC klasifikacija zemljin,



konsistenčne meje po Attebergu, enoosne tlačne trdnosti zemljin, vodopropustnost zemljin. Pred izvedbo terenskih preiskav so se na podlagi boljšega poznavanja geoloških in hidrogeoloških razmer lokacije gradnje, ter na podlagi novih projektantskih podlog pojavile potrebe po modifikaciji programa preiskav. Spremembe programa zahtevana s strani naročnika, so se nanašale na izvedbo pet razkopov do globine nosilnih tal. Raziskave so bile izvedene na osnovi usmeritev projektne naloge (PN) oziroma programa GG raziskav s popisom del, ki ga je predlagal predstavnik investitorja. Raziskave so bile izvedene z namenom določiti geološko-geomehanske predloge - pogoje za izvedbo temeljenja planiranega poslovno trgovskih objektov. Elaborat je razdeljen na dva sklopa. Prvi sklop predstavlja "Geološko geomehansko poročilo o raziskavah in sestavi tal" v katerem so predstavljeni rezultati izvedenih preiskav katerim sledi opis in prikaz geološke sestave tal na območju gradnje predvidenih objektov. Drugi sklop predstavlja hidrološko geološko erozivne preiskave, meritve in ugotovitve na lokaciji gradnje. Na osnovi rezultatov vseh izvedenih raziskav so nato določeni tipični geološki sloji oziroma karakteristične inženirsko geološke (IG) enote, ki se pojavljajo na območju izgradnje. Za vsako IG enoto je določen generalni razpon vrednosti geomehanskih parametrov (v okviru teh razponov so nato v sklopu določene karakteristike slojev na posameznem objektu). Na koncu tega sklopa je podana še uporabnost izkopnega materiala in seizmičnost terena. V zaključku so navedene bistvene ugotovitve raziskav, podan je predlog raziskav za fazo OPN in PGD.

### • 1.1 Cilj preiskav

Z naročenimi in načrtovanimi raziskavmi smo zagotovili projektantom osnovne preliminarne podatke za načrtovanje temeljenja, načrt varovanja gradbenih jam, predstavitev morebitnih kanalizacijskih ali drugih vodov na lokaciji gradnje, izvedba komunalnih ter zunanjih ureditev za nivo OPN in PGD

S predvidenimi preiskavami je bilo potrebno ugotoviti geološko sestavo in hidrogeološke razmere na obravnavanem območju. Potrebno je bilo izdelati podroben opis posameznih slojev tal s pripadajočimi fizikalnimi lastnostmi, njihovimi deformacijskimi in trdnostnimi karakteristikami. Potrebno je bilo določiti globino nivoja podzemne vode, smer toka podzemne vode, hidravlične karakteristike zgornjega dela vodonosnika (koef. hidravlične prepustnosti ( $k$ ), poroznost ( $n$ ), oceniti efektivno poroznost, gradient toka podzemne vode, sezonsko nihanje (maksimalna in minimalna kota ter razpon nihanja) podzemne vode. Cilj preiskav je prav tako določiti osnovne informativne ponikovalne sposobnosti terena in informativno določiti okvirje in zmožnost ponikanja meteornih voda iz strešnih in asfaltno-betonskih površin bodočih objektov preko ponikovalnic. Pri dimenzioniranju ponikovalnic, predvsem njihovo globino je potrebo upoštevati trenutno veljavno zakonodajo. S predvidenimi preiskavami je potrebno bilo določiti tudi geotehnične, hidrogeološke in hidravlične pogoje za vozne površine planirane za težke prometne obremenitve.

V laboratoriju je potrebno ugotoviti:

Klasifikacijo, prostorninsko težo in vlažnost vseh slojev,  
Zrnavost prodno glinenih, glineno peščenih, peščenih slojev,  
Gostoto in specifično-prostorinsko težo  
Togost zemljin (v edometru),  
Prepustnost glineno meljnih zemljin  
Drenirano strižno trdnost zemljin.

Potrebo je opozoriti na morebitne nepravilnosti, kot so npr. pojavi drugačnih materialov itd. Podati je potrebno predlog za morebitne dodatne terenske in laboratorijske preiskave z utemeljitvijo ter zahteve za opazovanje oz. kontrolo med gradnjo. Na osnovah zgoraj navedenih preko potrebnih predhodnih geotehničnih, geoloških hidroloških preiskav zemljin za izvedbo varnega temeljenja objekta planirali in predlagali smo program predhodnih preiskav ki je baziran na zahtevah standardov pred standardov in priporočil:

EC 7, SIST EN 1997-1:2007; Geotehnično projektiranje

EC 7, SIST EN 1997-2:2007; Preiskovanje in preizkušanje tal

EC 8, 2001, SIST ENV 1998-5: Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij

SIST EN ISO 22476-3:2005; Izvedba SPT preiskav

SIST EN ISO 22476-4:2013 (Geotehnično preiskovanje in preskušanje -Preskušanje na terenu - 4. del:

Preizkus z Ménardovim presiometrom)-ni

SIST ISO 22475-1; Popis in shranjevanje jedra-ni  
 USCS ter SIST EN ISO 14688-2:2004; SIST EN ISO 14688-2:2018 Klasifikacija zemljin  
 SIST-TS CEN ISO/TS 17892-1:2004; Določitev naravne vlažnosti  
 SIST-TS CEN ISO/TS 17892-2:2004; Določitev prostorninske mase  
 SIST-TS CEN ISO/TS 17892-3:2004; Določitev specifične mase  
 SIST-TS CEN ISO/TS 17892-4:2004; Določitev zrnivosti s sejanjem  
 SIST-TS CEN ISO/TS 17892-5:2004; Določitev stisljivosti v edometru  
 SIST-TS CEN ISO/TS 17892-10:2004; Določitev strižne trdnosti zemljin v direktnem strižnem aparatu  
 SIST-TS CEN ISO/TS 17892-11:2004; Določitev vodoprepustnosti  
 SIST-TS CEN ISO/TS 17892-12:2004; Določitev Atterbergovih mej plastičnosti in indeksa konsistence  
 SIST- EN 13286-7; Proctorjev preizkus  
 ASTM D2487-06; Standard practice for Classification of Soils for engineering Purpose (Unified Soil Classification system)

- **2.0 PROGRAM PLANIRANIH PREISKAV**

- **2.1 Terenske preiskave**

Potrjen program s strani investitorja - predvideva naslednja terenska dela:  
 Izkop pet sondažnih izkopov do nosilnih slojev (minimalna globina izkopa 1-1,5 m pod koto temeljev), lokacije izkopov in globine izkopov bodo podane-določene v dogovoru z projektantom idejni zasnov kot in številom in vrstom preiskav. Dejansko lokacijo vsakega izkopa bilo bi potrebno geodetsko posneti.  
 Meritve nosilnosti tal CBR v razkopih, potrebna je tudi geološka spremljava in popis razkopov  
 Odvzamejo se vzorci za preiskave v geomehanskem laboratoriju (3 vzorce iz vsakega izkopa oz. vzorec iz vsake posamezne značilne plasti). Izvedejo se meritve glinenih slojev z žepnim pentrometrom in krilno sondo. Izvedejo se meritve nosilnosti in podajnosti temeljnih tal na koti temeljenja z dinamično ploščo po zahtevah TSC 06.720.

- **2.3 Laboratorijske preiskave**

Konkreten obseg laboratorijskih preiskav se bo prilagodil ugotovljeni sestavi tal. V nadaljevanju je predlagan okvirni obseg preiskav glede na splošno poznavanje geotehničnih razmer obravnavane lokacije gradnje za potrebe izdelave geomehanskega, geološkega in hidrološkega poročila.

Od laboratorijskih preiskav so predvidene:

Klasifikacija in opis materialov

Granulometrične preiskave

Naravna vlažnost

Določitev konsistenčnih meja zemljin po Atterbregu – lezne meje

Prostorninska teža materialov iz izkopa

Strižna trdnost zemljin v direktnem strižnem aparatu

Preiskave stisljivosti in koeficienta konsolidacije - edometerski preizkus

Vodoprepustnost v edometru ali triosni celici

Preiskave zrnavostne sestave zemljin – kombinirane preiskave

- **2.4 Zahteve za izvedbo preiskav**

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

Vsa terenska in laboratorijska raziskovalna dela se morajo izvajati in interpretirati v skladu z

določili standarda Evrokod 7: Geotehnično projektiranje (1. del: Splošna pravila, 2. del:

Projektiranje s pomočjo preskušanja v laboratoriju, 3. del: Projektiranje s pomočjo preskušanja

na terenu) in standardov za izvedbo posameznih terenskih in laboratorijskih preiskav.

Laboratorijske preiskave se izvajajo po EC, SIST, CEN ali ISO standardih.

Hidrogeološke preiskave se izvajajo skladno s standardom SIST EN ISO 22282-1:2012

Geotehnično preiskovanje in preskušanje – hidrogeološke preiskave – 1. del: Splošna pravila.

Ugotavljanje vodoprepustnosti v vrčinah (izkopih) se izvaja po standardu SIST EN ISO 22282-2:2012

Geotehnično preiskovanje in preskušanje – hidrogeološke preiskave – 2. del: Ugotavljanje vodoprepustnosti v vrtni (izkopu) z uporabo odprtih sistemov.

Črpalni poskusi se izvajajo po standardu SIST EN ISO 22282-4:2012 Geotehnično preiskovanje in preskušanje – hidrogeološke preiskave – 4. del: Črpalni preskus.

Merjenja podzemne vode se izvajajo skladno s standardom SIST EN 22475-1:2007 Geotehnično preiskovanje in preskušanje – metode vzorčenja in merjenje podzemne vode

Poročilo o preiskavah tal mora biti izdelano skladno s standardi in mora vsebovati podpisano izjavo o upoštevanju le teh.

Med terenskimi preiskavami mora biti stalno prisoten inženir geotehnik/geolog/hidrogeolog, ki popisuje vrtime, skrbi za odvzem, pravilno skladiščenje in transport vzorcev v geomehanski laboratorij. Poleg tega skrbi za koordinacijo del, prilagajanje lokacij in časovnega poteka raziskav ter za obveščanje naročnika o napredovanju del.

Za laboratorijske preiskave se odvzamejo vzorci premera vsaj 100 mm in dolžine vsaj 250 mm.

Odvzem, označevanje, priprava za transport, transport in hramba vzorcev mora ustrezati zahtevam standarda Evrokod 7-2.

Jedra vrtn in sondažne razkope je potrebno fotografirati.

## • 2.5 Poročilo o geološko-geomehanskih in hidrogeoloških raziskavah

Rezultat izvedenih preiskav je geološko-geomehansko in hidrogeološko poročilo s podrobno opisanimi in dobro dokumentiranimi rezultati izvedenih raziskovalnih del. Poročilo mora obsegati naslednje sklope:

Splošni del

Tekstualni del

Grafični del

V skladu s EC7 - SIST EN 1997-1:2005 mora vsebovati naslednje vsebine:

Opis lokacije in njene okolice.

Opis pogojev tal.

Opis načrtovane konstrukcije, vključno z vplivi.

Projektne vrednosti lastnosti zemljin, kamnin, vključno s pojasnili, kjer je to potrebno (podatke o vseh profilih, vse preiskave, vse rezultate preiskav).

Navedbo uporabljenih standardov in predpisov.

Komentar o primernosti lokacije za predlagano konstrukcijo.

Geotehnične projektne izračune in risbe (min. 3 referenčni profili preko objektov v smeri sever – jug in min. 8 profilov preko objektov v smeri od zahoda - severozahoda proti vzhodu - jugovzhodu).

Priporočila za projektiranje temeljenja.

Zapis postavk, ki jih je potrebno preverjati med gradnjo (predlog monitoringa).

Za potrebe projektiranja konstrukcije naj poročilo vsebuje vsaj:

Opis pogojev tal s klasifikacijo za potresne analize.

Karakteristične in projektne vrednosti zemljin in kamnin s pojasnili.

Globino nivoja podzemne vode in njena sezonska nihanja.

Uporabljene standarde in predpise (glede uporabe laboratorijskih in terenskih preiskav za določitev geotehničnih parametrov se je potrebno sklicevati na EN 1997-2).

Ponikovalne teste se obdelata skladno s standardom SIST EN ISO 22282-2:2012 - najmanj z enačbo Hvorsleva za nestacionarno stanje, stacionarno pa z enačbo Le-franca oz. Nasberga.

Črpalne ponikovalne poskuse se obdelata skladno s standardi SIST EN ISO 22282-4:2012.

Nestacionarni modelni izračuni morajo upoštevati tako znižanje gladine podzemne vode zaradi izgube zaradi sušnih period, kot tudi dvig gladine podzemne vode v času daljših večjih padavin.

Geotehnične izračune in priporočila za projektiranje zaščite gradbene jame .  
 Geotehnične izračune in priporočila za projektiranje temeljenja (projektne nosilnosti tal oz.  
 dopustne obremenitve in posedke) in komentar o primernosti lokacije glede na konstrukcijo.

Dopustne nagibe novih brežin (vkopi, nasipi).

Pogoje za izvedbo voziščnih konstrukcij (povezovalnih poti in parkirnih površin).

Pogoje za izvedbo komunalnih vodov.

Pogoje za izvedbo drenaž okrog objektov.

Predlog za morebitne dodatne terenske in laboratorijske preiskave z utemeljitvijo.

Zahteve za opazovanje oz. kontrolo med gradnjo .

Zahteve za geomehanski in hidrogeološki nadzor v fazi izvedbe, v primeru poseganja 1 m  
 nad max. nivo podzemne vode je potrebno predvideti spremljavo (monitoring) količinskega  
 stanja podzemne vode.

Po zahtevi investitorja izdelan je modificiran program minimalnih predhodnih osnovnih preiskav zemljin na  
 lokaciji planirane gradnje poslovno-proizvodnega objekta. Modifikacijo programa predhodnih geotehničnih  
 preiskav investitor je temeljil na teh osnovah da je ta lokacija kot in bližnje lokacije tako že geološko raziskane  
 da ni potrebno izdelati predhodnih geoloških preiskav kot je bilo poprej predlagano s strani izdelovalca  
 programa predhodnih geoloških preiskav.

Naročilo investitorja se nanaša na izvedbo pet razkopov do nosilnih slojev tal (min 1 m pod koto pete temelja),  
 geološko-geotehnično spremljavo razkopov ter izvedbo osnovnih laboratorijskih preiskav geomehanskih  
 lastnosti zemljin iz izkopov. V spodnji preglednici na predlog in zahtevo investitorja so navedene podrobne  
 analize in meritve osnovnega programa preiskav ki je potrjen s strani investitorja.

**Preglednica 1: Modifikacije programa preiskav**

Vrsta preiskave	Enota	Predvideno po tehnični specifikaciji	Izvedeno po modificiranem programu
		Količina	Količina
Zakoličba lokacij sondiranja	test	5	5
Zakoličba lokacij strojnih razkopov za meritve nosilnosti tal CBR	test	5	5
Poglobitev izkopov	test	Po potrebi	Po potrebi
Neto aktivacija vrtnin	test	-	-
Geološko-geotehnična spremljava razkopov, popis razkopov in izris profilov razkopov	test	5	5
Meritve dinamične penetracije DPL	test	-	-
identifikacija in AC klasifikacija zemljin	test	12	6
določitev aterbergovih mej plastičnosti	test	3	3
določitev enosne tlačne trdnosti	test	5	0
drenirana strižna preiskava	test	5	0
določitev zrnivosti kombinirana preiskava	test	5	1
določitev optimalne vlage in gostote - proctor	test	5	1
določitev finih delcev	test	5	1
ugotavljanje gostote in naravne vlage	test	5	3

## • 2.6 Projektni podatki

Projekt arhitekture: Idejna zasnova

V fazi izvedbe geoloških, geomehanskih, hidroloških raziskav temeljnih tal, nam je naročnik posredoval idejno  
 zasnovo s prikazom tlorisa planiranih objektov, idejni arhitekturni načrt v merilu 1:500 za planirano gradnjo  
 novih objektov.

V nadaljevanju izvedbe geotehničnih hidroloških preiskav na lokaciji izgradnje planiranih objektov nam je  
 naročnik posredoval idejno projektno-geodetsko dokumentacijo z vsem sicer še dokončno ne dorečeno  
 tehničnimi in tehnološkimi predlogi izgradnje.

Dodatno nam je posredovana geodetska situacija planiranega objekta s zunanjim končnim mejami in kotami

terena. Predvideva se izgradnja dva poslovno-trgovska objekta. Objekti niso dokončno konstrukcijsko dorečeni, po idejni zasnovi temeljenje objekta bo izvedeno na armirno betonskimi, klasičnimi konstrukcijami, točkovnimi temelji povezani med seboj z pasovnimi temelji, talna armirno betonska plošča, konstrukcijsko izvedeni temelji v poprej navedenih variantah nadgrajeni z armirno betonsko konstrukcijo vmesno klasično pozidavo. Celotna obravnavana lokacija leži na relativno ravnem konfiguracijsko rahlo razgibanem terenu v rahlem nagibu proti jugozahodu. Objekt "A" Trgovski center Eurospin, zasnovan kot objekt iz masivne ab konstrukcije gabarita nizkopretličen, tlorska ca 42,00 m dolžine, 18,00 m širine, 9,00 m višine, v funkciji poslovno trgovski objekt; objekt "B" Trgovine, zasnovan kot objekt iz ab masivne konstrukcije tlorskih dimenzij dolžine ca 64,0 m, širine 15,00 m in višine 9,00 m, v funkciji trgovine. Objekt bo temeljen na točkovnih temelji ki bodo med seboj povezani pasovnimi temelji ali temeljnimi nosilci (temeljne nosilce predlagamo da preprečimo neenakomerno posedanje konstrukcijskih sklopov).

Podatki o konstrukcijskih končnih zasnovah kako temeljev tako in objekta niso dokončno določeni.

## • 2.7 Opis lokacije

Planirani poslovno trgovski objekti se nahajajo na območju parc. številka 843, 844, 845, 846 (ni gradbenih posegov v parceli 846, ostane zelenica v vplivni zoni zunanje ureditve objekta) parcele vse ko Gornja Radgona. Na vzhodni strani je lokacija gradnje omejena dovozno cesto in stanovanjskimi objekti, na severni strani z poraščenim gozdom in brežino (parc.846), na zahodni strani in južni strani je omejena z Ljutomersko cesto in železnico. Lokacija parcel kot in izgradnje objekta je na ravnem terenu med koto min 216,440 do kote max 216,800. Objekt se bo temeljil na koti ca 216,50 mnn (obstoječe kota na lokaciji gradnje). Trenutno se na delu območja parcel 843, 844, 845 nahaja zasejana koruza in zelenica na parceli 846 pa travnate površine, grmičevje in gozd

Namen elaborata je podati osnovno minimalno geološko (litološko) zgradbo tal ter osnovne geomehanske in hidrogeološke značilnosti materialov na katerih bo objekt temeljen. Poleg tega je v elaboratu obdelana problematika meteornih voda, ter njihov vpliv na odtočne razmere v strugah vodotokov in njihov vpliv na dolvodne razmere. Teren je pretežno raven, (ca 0,05 do 0,1% max. nagiba vzhod-zahod) lokacija gradnje se nahaja na koti med 216,500 do 216,800 m. Trenutno se na delu območja nahaja kuruzni pridelek, ostali del območja je zatravnjen in en del na parc.846 gozd in grmičevje. . Na spodnji sliki je podana pregledna-zatečena situacija obravnavane lokacije.



Slika 1: Lokacija gradnje

## • 2.8 Hidrogeološke značilnosti prostora / opisno komentar

Širše obravnavano zazidalno območje leži na visoki terasi ob reki Muri. Teren je približno 10 – 12 m nad nivojem terena v dolinskem območju aluvialnih naplavin reke Mure. Talne vode se lahko na območju gradnje pojavljajo le kot precejne pobočne (slojne) vode, ki se z višjih delov pobočij precejajo večinoma v smeri padca terena proti dolinskemu območju reke Mure ali Ljutomerske ceste. V plitvih sondažnih izkopih, pa tudi s sondažnimi jaški globine do 3,5-4,0 m, talne vode seveda niso bile registrirane. Glede da je lokacija gradnje terasa 10-12 m nad vodotokom reke Mure je pričakovati je podtalne vode v globljih plasteh peščenih in



prodno peščenih materialov v globinah po oceni večjih od 10,0 m. V plitvejših slojih prepustnih zemljin pa je potrebno računati na občasne pojave precejnih vod – posebno v mokrih letnih obdobjih. Za zajem in kontrolirano odvajanje takih vod ob globljih vkopanih objektih je potrebno ob temeljih oziroma v dnu širokih vkopov po obodu gradbenih jam vgraditi primerne cevne drenaže po možnosti z gravitacijskimi izpusti na primernem mestu. Ponikanje meteornih vod na obravnavanem območju ob objekti zaradi relativno debelih vrhnjih slojev slabše prepustnih materialov (pa tudi precej heterogene sestave globljih prodno peščenih zemljin) ni priporočljivo. Odvajanje meteornih vod s strehe in okolice objekta je na objektu mora biti korektno urejeno z meteorno kanalizacijo ki bo speljana v centralni meteorni kanalizacijski sistem ali meteorno kanalizacijo ki bo speljana v ponikovalne komore (ponikovalni sistem mora biti izveden po zahtevah in navodili veljavne zakonodaje za vode).

Iz geološkega opisa vidimo, da je lokacija gradnje planirana na lokaciji Pomurja ki pripada Panonskem bazenu katerega zapolnjujejo sedimenti halocenske in pleistocenske starosti-kvartar. Pomursko območje tvorijo sedimenti ki pripadajo kvartarju. Najstarejši kvartni sedimenti so konglomerati ki pripadajo mlajšemu konglomeratnemu zasipu. Mlajše plasti tvorijo halocenske naplavine rečnih tokov, katere tvorijo plasti: plasti peščene gline, plasti gline, in plasti peščene gline, plasti zaglinjenega proda, plasti slabo ali obro granuliranega proda. Obravnavano območje do ca 5-7 m tvorijo halocenske plasti, katere zastopate melj, glina in peščena glina. Pomurje globalno, po svoji zgradbi udorina, ki je zapolnjena glino, peščeno glino, meljem, poroznim konglomeratom in delno s prodom. Podlago udorine sestavljajo neprepustne terciarne glinaste plasti. V konglomeratu in prodru so akumulirane velike količine podtalne vode. Seveda so zapolnjene z vodo le tiste porozne plasti, ki leže pod gladino podtalne vode.

Po javno dostopnih podatkih ARSO atlasa okolja obravnavana lokacija leži znotraj območja z vodovarstvenim režimom. Po istih podatkih lokacija leži izven območja dosega 500 letnih voda (Q500), ki segajo praktično samo do kote 208,00 m.n.v. Površinskih vodotokov na obravnavanih parcelah ni.

S sondažnimi raziskavami smo ugotovili prisotnost vode obliki navlaženosti glinenih materialov v globini ca 2,5 -2,7 m J1. Podzemna voda je vezana na bolj grobozrnate sedimente znotraj plasti aluvialnih sedimentov in na kontakt aluvialnih sedimentov in flišne podlage. Na obravnavanem območju nastopajo zemljine, ki jih v hidrogeološkem smislu okarakteriziramo kot:

Aluvialni sedimenti (OH-OL, CL-CH, MH-ML, SC- SM-SP-SW) s tipično medzrnsko poroznostjo. Sedimenti predstavljajo vodno bariero. Koeficient vodoprepustnosti teh materialov je  $1 \times 10^{-5}$  do  $5 \times 10^{-9}$  m/s. Podlaga, realativno kompaktna s tipično razpoklinsko poroznostjo in glineno peščene prodno glineno peščene zemljine. Koeficient vodoprepustnosti teh materialov je  $5 \times 10^{-5}$  do  $5 \times 10^{-9}$  m/s.

$Q_{del-CL}$  - podskupina predstavlja deluvialni nanos s prevladujočim udeležbo-procentom vsebnostjo gline, drobnega peska in melja. V tej plasti nastopa medzrnska poroznost. Te plasti toku podzemnih vod tvorijo barijeru, plast glede na propustnost klasificiramo v slabo prepustno plast ( $1 \times 10^{-7}$  m/s >  $k > 1 \times 10^{-9}$  m/s). Lokalno izvedemo klasifikacijo kot zelo slabo prepustnost ( $k < 1 \times 10^{-9}$  m/s). Po kvalifikaciji vodonosnikov te plasti uvrstimo med revne vodonosnike, lokalno med nepropustne plasti. Izdatnost okvalificiramo v kategorijo nizke izdatnosti (<0,5 l/s).

$Q_{del-GC}$  podskupina predstavlja deluvialni nanos s prevladavajočo vsebnostjo z glino in meljem. Deluvialni nanos klasificiran v to podskupino je lokalnega pomena, lociran ob vznožji strmejših pobočij erozijskih grap. Pri the plasti je evidentna medzrnska poroznost. Te plasti so omejen vodonosnik, propustnost the plasti kvalificiramo kot srednjo propustnost plasti ( $1 \times 10^{-5}$  m/s >  $k > 1 \times 10^{-7}$  m/s). Po oceni in kvalifikaciji vodonosnikov te plasti uvrščamo med revne vodonosnike, njihovo izdatnost uvrščamo med nizko izdatne plasti (0,5-2,0 l/s). Strojni izkop sond je bil izveden dne 04.09 in 09.09.2019. V času izkopa sond v njih nismo registrirali dotoke podzemnih vod. Pretokov podzemnih vod v nobenem sondnem jašku nismo zasledili. Ta podatek o nivoju pravcu in jačini podtalnice je samo informativen. Podatke o moči in višini podzemne vode-podtalnice bi lahko pridobili samo preko vrtin-vrtanja, opremljenih s piezometričnimi cevmi in na daljši monitoring.

## • 2.9 Sestava temeljnih tal

Raščena – naravna temeljna tla na obravnavanem zazidalnem območju pod vrhnjimi plastmi travne ruše in humusno meljastih do glinastih zemljin debeline večinoma 20 – 40 cm tvorijo plasti peščeno meljastih do

peščeno glinastih zemljin večinoma težko gnetne trdne do poltrdne konsistence. Globlje, v globinah večjih cca. 1,0 do 1,5 m so tla vse bolj peščeno meljne do peščene sestave. Taka sestava tal je v vseh sondažnih izkopih in tudi v vseh sondažnih jaških za trgovske objekte, ki so bili izkopani do globine 3,5 -4,0 m. Izkopi so izvedeni neposredno na ob pravcu temeljnih nosilnih ab konstrukcij.

V globinah večjih do 5-7 m pod nivojem terena je pričakovati tudi sloje prodne peščenih zemljin z različnimi deleži meljastih pa tudi glinastih primesi (izsledki preiskav arhivskih podatkov). Plasti nevezanih materialov so večinoma – praviloma vsaj srednje goste do goste sestave.

Po klasifikaciji A. Casagrande-a lahko raščene (naravne) sloje zemljin na obravnavanem območju (J2, J3) uvrščamo med peščene (ML) in tudi peščeno meljne (CL) gline, slabše granularane (SP) in tudi zameljene (SM) peske. V globinah praviloma večjih od okoli 4,0 – 5,0 m so odložene slabo granularane (GP), ponekod zameljene (GM) pa tudi zaglinjene (GC) prodno peščene zemljine slabše zrnatosti.

Na lokaciji (J1, J4, J5) pod vrhnjim slojem humusa gradijo tla koherentne zemljine (MI, ML) glinasti do peščeni melji globlje s prodniki srednje do težko gnetnega stanja. V globljih plasteh med meljastimi in peščenimi zemljinami pojavljajo slabo granularane prodno peščene meljne do prodno peščene glinaste (GM/GC) zemljine srednje do gostega sestava, drobni peski gostega sestava, kateri prihajajo v peščenjak in globlje v peščeni lapor.

#### • 2.10 Mehanske - fizikalne karakteristike tal/splošno

Na osnovi terenske klasifikacije zemljin v sondažnih izkopih (izmerjenih enoosnih tlačnih trdnosti z žepnim penetrometrom -  $RP = 250 - 300 \text{ kPa}$ ) sodimo, da je v analizah nosilnosti tal in zemeljskih pritiskov na vkopane temelje oziroma podporne ab konstrukcije mogoče upoštevati naslednje, po naši presoji varno ocenjene fizikalne lastnosti poprečnega - karakterističnega sloja peščeno meljastih do peščeno glinastih zemljin - v globinah med 0,6 – 3,5 m pod nivojem obstoječega terena:

Rumeno sivo peščeno glinasti sloj srednje gnetne do poltrde konsistence

prostorninska teža  $\gamma = 18,0 - 19,0 \text{ kN/m}^3$

kohezija  $c' = 2 - 8 \text{ kN/m}^2$  in strižni kot  $\varphi' = 22 - 24^\circ$  ali

kohezija  $c' = 60 - 80 \text{ kN/m}^2$  in strižni kot  $\varphi' = 0^\circ$

modul stisljivosti  $Me = 5 - 15 \text{ MN/m}^2$

modul podajnosti - reakcije tal  $cv = 5 - 15 \text{ MN/m}^3$

koeficient vodoprepustnosti  $k = 1 \times 10^{-7}$  do  $1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$

Prehodne lokalne glinaste zemljine (CI, CL) ki se pojavlja v obliki lokalnih leč v prvi površinski coni na lokacijah gradnje samega objekta ali na možni lokaciji povoznih površin ali pratečih objektov, v coni razrušavanja do globine 2.00 m pod obstoječo koto zatečenih tal

strižni odpor izražen s strižnim kotom  $\varphi = 30^\circ$  pri nični koheziji  $c = 0$

nedrenirana strižna trdnost  $\tau = 30$  do  $50 \text{ kPa}$

prostorsko težo ocenjujemo v vrednosti  $\gamma = 20$  do  $21 \text{ kN/m}^3$

modul stisljivosti  $mv =$  od 6 do 16  $\text{MPa}$

modul podajnosti reakcije  $cv = 5$  do 10  $\text{MN/m}^3$

količnik vodoprepustnosti  $1 \times 10^{-7} \text{ m/s} > k > 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$

naravna vlaga 18,9 %

Peščene gline visoko in srednje trdne in poltrdne gline (CH,)

strižni odpor izražen s strižnim kotom  $\varphi = 19.4$  do  $29.7^\circ$  pri nični koheziji  $c = 4,3$  do  $28.9 \text{ kPa}$

nedrenirana strižna trdnost  $\tau = 50$  do  $150 \text{ kPa}$  v plasti višje trdnosti  $\tau = 105$  do  $250 \text{ kPa}$

prostorska teža ocenjena od 18 do 20  $\text{kN/m}^3$

modul stisljivosti za srednje in težkognetne konsistence od 5 do 15  $\text{MPa}$

enoosna tlačna trdnost  $qu = 428 \text{ kPa}$

direktni strig 5,7  $\text{kPa}$

količnik vodoprepustnosti  $e=09$  cm/sec do  $k = 8,6 \cdot 10^{-10}$  cm/sec  
naravna vlaga 17,3 %

Peščeno meljne zemljine (SC, SU, SP, SM: zasledene lokalno kot rezultat erozije, ocenjene kot zemljine srednje goste  
strižni odpor izražen strižnim kotom  $\varphi = 30$  do  $38^\circ$  pri nični koheziji  $c=0$   
Prostorinska teža ocenjena v vrednosti  $\gamma = 20$  do  $21$  kN/m<sup>3</sup>  
Modul stisljivosti  $M_v = 10$  do  $30$  MPa

Peščeni do glinasti melji težko gnetne do poltrdne konsistence  
strižne karakteristike  $c = 5-9$  kN/m<sup>2</sup>  
prostorinska teža  $\gamma = 19$  kN/m<sup>3</sup>  
modul stisljivosti  $M_e = 8.000 - 10.000$  kN/m<sup>2</sup>  
strižni kot  $\varphi' = 26^\circ$

Peščene zemljine gostega sestava  
strižne karakteristike  $c = 0$  kN/m<sup>2</sup>  
prostorinska teža  $\gamma = 19,5$  kN/m<sup>3</sup>  
modul stisljivosti  $M_e = 1,0.000 - 15.000$  kN/m<sup>2</sup>  
strižni kot  $\varphi' = 32^\circ$

Prodno peščene glinaste zemljine GM gostega sestava  
strižne karakteristike  $c = 0$  kN/m<sup>2</sup>  
prostorinska teža  $\gamma = 19,5$  kN/m<sup>3</sup>  
modul stisljivosti  $M_e = 24.000 - 32.000$  kN/m<sup>2</sup>  
strižni kot  $\varphi' = 36^\circ$   
koeficient vodoprepustnosti  $k = 2,4 \cdot 10^{-2}$  m/s

Za globlje sloje gostejših peščenih in prodno peščenih zemljin bi bilo mogoče upoštevati tudi ugodnejše strižne karakteristike. Zaradi spreminjajoče se – heterogene sestave tal pa je to mogoče narediti le na osnovi ustreznih predhodnih podrobnejših (lokalnih) terenskih preiskav sestave in gostote zemljin..

## • 2.11 Seizmični podatki

Širše obravnavano območje Gornje Radgone sodi po Karti potresne nevarnosti Slovenije za povratno dobo 475 let v širše področje kjer se upošteva računska vrednost potresnega pospeška temeljnih tal  $a_{gr} = 0,100 \times g$ . Temeljna tla lahko glede na pričakovano sestavo uvrstimo v tip tal "E" (po preglednici 3.1 SIST EN 1998-1:2006) – Profil tal, kjer površinska aluvialna plast z debelino med okrog 5 in 20 metri in vrednostmi  $v_s$ , ki ustrezajo tipoma C ali D leži na bolj togem materialu ( $v_s > 800$  m/s). Slovenija je država s srednjo potresno nevarnostjo. Čeprav potresi pri nas ne dosegajo prav velikih vrednosti magnitude, so lahko njihovi učinki dokaj hudi zaradi razmeroma plitvih žarišč. Pas večje potresne nevarnosti poteka po osrednjem delu Slovenije od severozahoda proti jugovzhodu države. Z oddaljevanjem od tega pasu proti severovzhodu in jugozahodu se potresna nevarnost vidno zmanjšuje. Izstopajo tri območja z največjo potresno nevarnostjo: Območje zahodne Slovenije. Tu so se tla v preteklosti najmočnejše tresla. Leta 1511 je na tem območju nastal doslej največji potres z žariščem na slovenskih tleh, potres leta 1998 v zgornjem Posočju pa je bil eden od dveh največjih potresov v 20. stoletju z žariščem na ozemlju Slovenije. Sicer pa so velike vrednosti projektnega pospeška tal na tem območju predvsem posledica velikih in pogostih potresov v bližnji Furlaniji, kjer so bili zadnji veliki potresi leta 1976. Območje Ljubljane in okolice. Šibkejši potresi so tu razmeroma pogosti, pa tudi nekoliko močnejši potresi niso redkost. Največji znani potres na tem območju je bil veliki ljubljanski potres leta 1895. K večji potresni nevarnosti na tem območju (posebej na njegovem zahodnem delu) prispeva tudi potres na Idrijskem leta 1511. Območje Brežic. K dokaj veliki vrednosti projektnega



pospeška tal prispevajo tu številni razmeroma šibki in redki močnejši potresi. Najmočnejši znani potres je bil tu leta 1917, ki je bil eden od dveh največjih potresov v 20. stoletju z žariščem na ozemlju Slovenije. K potresni nevarnosti tega območja prispevajo tudi potresi na hrvaški strani meje in močnejši potresi severno od Zagreba.

Projektni pospešek tal design ground acceleration je po EC8 enak vršnemu (ali največjemu) pospešku tal, angl. peak ground acceleration (PGA). To je največja absolutna vrednost zapisa pospeška na prostem površju. Zapis pospeška je korigiran tako, da so izločeni šum in napake instrument. Projektni pospešek tal je določen za povratno dobo 475 let, ki ustreza verjetnosti 90 %, da vrednosti na karti ne bodo presežene v 50 letih (kar je predvidena življenjska doba navadnih objektov). Povratna doba je povprečen čas med prekoračitvami vrednosti projektnega pospeška tal na dani lokaciji.

Vrednosti projektnega pospeška tal na karti veljajo za tla vrste A (trdna tla). Po EC8 je vrsta tal A skala ali druga geološka formacija, v kateri je hitrost strižnega valovanja vsaj 800 m/s in na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala. Za druge vrste tal je treba projektni pospešek tal pomnožiti z ustreznim koeficientom tal  $S$ , angl. soil coefficient. Vrednosti koeficienta  $S$  za različne vrste tal so določene v EC8. Ozemlje Slovenije je razdeljeno na območja, v katerih se potresna nevarnost v skladu z EC8 ne spreminja. Vrednosti projektnega pospeška tal so zato razvrščene v razrede, zgornja vrednost vsakega razreda pa je pripisana ustreznemu območju. Območja enake potresne nevarnosti so na karti označena z isto barvo. Kraje na mejah območij je treba uvrstiti v območja z večjo vrednostjo projektnega pospeška tal.

Po podatkih karte potresne nevarnosti Slovenije iz leta 2011, leži trasa načrtovanega objekta v območju s projektnim pospeškom tal  $a = 0,200 \text{ g}$ . (vir: <http://www.arso.gov.si/podrocja/potresi/podatki/>).

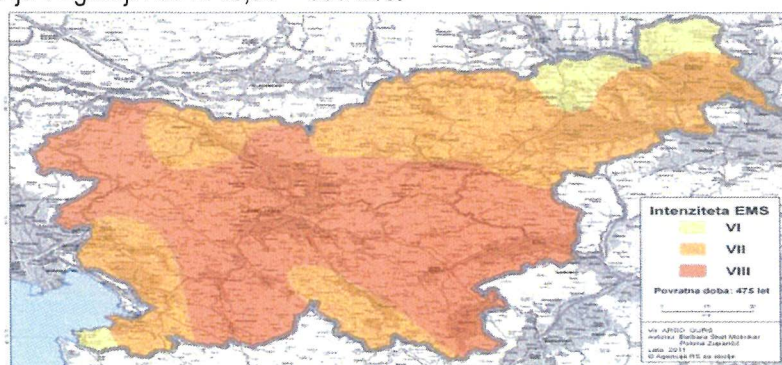
Skladno s določili Evrokod 8 uvrščamo tla na območju projektiranega objekta v tip tal A: Skala ali druga geološka formacija na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala  $>800 \text{ V}_{s,30}(\text{m/s})$

Profil tal ki je površinska aluvialna plast debeline med 5 in 20 m z vrednostmi  $V_s$ , ki ustrezajo tipom C ali D, leži na bolj togemu materialu za  $V_s > 800 \text{ V}_{s,30} = 180-360$ . Vrednost projektnega pospeška tal velja za tla tipa A (skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala). Za druge, slabše vrste tal se upoštevata korekcijska faktorja  $S_s$  (stratigrafski amplifikacijski faktor) in  $S_T$  (topografski amplifikacijski faktor), s katerim korigiramo projektni pospešek. Za tla tipa E je stratigrafski amplifikacijski faktor ( $S_s$ ), pri predvidenem projektnem pospešku tal  $a_g = 0,20$ ,  $S_s = 1,6$ . Zaradi neposredne naklona pobočja v zaledju  $\alpha > 15^\circ$ , je topografski amplifikacijski faktor  $S_T = 1,2$ . Maksimalni pospešek tal  $a_{\max}$  izračunamo:  $a_{\max} = S_s \times S_T \times a_g$ . Glede na kartu potresne nevarnosti Slovenije projektni pospešek tal za tip tal A, obravnavana lokacija gradnje sodi na območje s projektnim pospeškom tal  $0,100 \text{ g}$ , za povratno dob 475 let. Iz podatkov predhodno izvedenih raziskav s podobno sestavo tal sledi, da znaša hitrost strižnih valov  $V_s$  (m/s) od ca 140 m/s do 320 m/s. Raziskana tla uvršča v tip C kjer znaša faktor tal 1,5. V ta namen seizmično obtežbo popravljamo skladno s priporočili EC8. Popravki so upoštevani v vseh stabilnostnih analizah ki znašajo

Koeficient horizontalnega pospeška =  $0,5 \times a_g = 0,575$

Koeficient vertikalnega pospeška =  $0,25 \times a_g = 0,2875$

Temeljna tla po svoji sestavi ustrezajo tipu tal E (po preglednici 3.1 SIST EN 1998-1:2006 z vrednostmi hitrosti strižnega valovanja v zgornjih 30 m  $v_{s,30} > 800 \text{ m/s}$ ).



## • 2.12 Ocena erozijske ogroženosti in plazljivosti območja gradnje

Pod pojmom erozija predstavljamo celi spekter parametrov, procesov mehanskega in kemičnega odnašanja zemeljske površine. Erozijski kot kompleksni pojav je odvisen tako od naravnih pojavov, kot tudi od antropogenih elementov. Geološka sestava tal je zelo pomemben parameter pri definiranju in obravnavanju erozije, normalno uzvsporedno obravnavo reliefa, pedološke sestave tal, vegetacije, vpliva človeka. Pri parametru geološke sestave tal moramo upoštevati zmožnost tal za propustnost vode. Če so tla nepropustna, prihaja do površinskih tokov vode, ki odnašajo, erodirajo tla. V kompleksu geologije v segmentu erozije, kako je pokazatelj erodivnosti, litološka sestava tal, tako je važen parameter tektonska zgradba in potek geoloških plasti obravnavane lokacije. Erodivnost je bolj učinkovita v vzdolžnem profilu geoloških plasti kot v prečni smeri geoloških plasti. Erozijski tal lahko klasificiramo kot en od glavnih dejavnikov, vzrokov v preoblikovanju zemeljske površine. Erozijski je posledica mnogostrokih dejavnikov, delovanja tekoče vode, meteoritnih padavin, vpliv snega in vetra, temperaturnih nihanj, posegov, težnosti. Vzrok nastanka erozije, erozijskih pojavov lahko klasificiramo kot pojave kemičnega, biološkega, in fizikalnega prepravevanja, vetrno, ledeniško, snežno, vodno, plazno, podorno erozijo in erozijski, ki je en od najbolj agresivnih posegov in ostvarjanje idealnih pogojev za erodiranje tal, človeški posegi v naravno okolje v segmentu rudarstva, kmetijstva, gradbeništva in industrije na sploh. Na ugotovitev, da je erozijski kompleks negativnih parametrov za ublažitev ali preprečitev erozivnega delovanja na tla določene lokacije moramo kompleksno, strokovno, eksperimentalno analizirati vsaki parameter v kompleksu erozivnih pojavov. V projektni nalogi so opisani osnovni procesi erozije tal. Glavni erozijski parametri v Sloveniji so pedologija, relief, vpliv človeka in voda, ki je zastopana v dveh pojavnih oblikah: padavine in površinski odtok. Erozijski poteka v treh fazah: sproščanje, transport in odlaganje. Glavni dejavniki erozije so: vegetacija, padavine, pobočje in zemljina. Sproščanje materialov lahko preprečimo z zaščito površine tal, za kar je najprimernejši vegetacijski pokrov. Pokrov tla zaščiti pred udarcem kapelj in upočasni odtok, da ni eroziven. Dovzetnost zemljin za sproščanje in transport imenujemo erodibilnost. Določajo jo tekstura in struktura, stabilnost agregatov, vsebnost organskih snovi, hrapavost, skorja na površini in propustnost tal. Na erozijski vpliva pobočje s svojo obliko, dolžino in naklonom. Širše zazidalno območje Trgovskih objektov leži na položnem terenu visoke terase nad reko Muro, s poprečnim nagibom sever-jug okoli od 0,05 do 0,1°. Zaradi terasastega urejanja (parc.846) okolice in poraščenosti terena z gozdom, grmičevjem in travo proti reki Muri prehodne brežine sicer bolj strme, vendar to ne vpliva na globalno stabilnost terena na območju gradnje. Po idejni zasnovi in lokaciji planiranih objektov na parceli 846 ni gradbenih posegov. Zaradi morebitnega neurejenega odvodnjavanja ali zamašenih odtokov bi sicer lahko prišlo do morebitnih lokalnih zdrsov zemljin na strmih brežinah v območjih večjih prelivanja meteoritnih vod, vendar nobenih takih primerov nismo zaznali ob ogledu lokacije gradnje. Ob ohranitvi ustreznega zajemanja in odvajanja meteoritnih vod se stabilnostne in erozijske razmere na območju gradnje ne morejo poslabšati. Glede na opisane geološke in hidrogeološke značilnosti lokacije lahko ugotovimo, da obravnavana lokacija ne ustreza pojmu »erozijsko območje«, iz 87. člena zakona o vodah: Lokacija ni erozijsko žarišče, saj leži na ravnini. Na parceli ni vodotokov, ali razkritih površin, ki bi jih lahko izpirale meteorne vode. Lokacija ni pod vplivom hudournih voda. Meteorne vode iz obravnavanih parcel in sosednjih parcel gravitirajo v dva umetna kanala, prvega severozahodno od lokacije, ki poteka vzporedno s cesto in drugega jugozahodno od lokacije, ki poteka sredi polja. Obravnavane parcele gradijo delno deluvialne gline in delno aluvialni sedimenti. Teren prekriva po odstranitvi zgornjega plasti se pojavi preperina, debeline približno 0,25 m do 0,50 m. Zaradi tega gline in peski niso podvrženi preperitju. V zvezi s pojavom zalednih voda menimo, da v danih okoliščinah ni možnosti pojava po naravni poti. Podobno ugotavljamo, da obravnavani prostor ne ustreza pojmu »plazljivo območje« iz 88. člena zakona o vodah: Lokacija leži na ravnini z 0,05 - 0,1% nagiba, tako da ni obsežnejših območij, kjer bi se kopičile deluvialne gline in grušči. Značilno za geotehnično-geološko sestavo zemljin na lokaciji gradnje objektov je, da zemeljski plazovi najpogosteje nastanejo pri naklonu 9°, večina zemeljskih plazov v Pomurju nastane pri naklonu med 6° in 12°, tretjina pri naklonu od 2° do 6°, pri naklonih med 12° in 21° pa nastane 16 % plazov. Nad naklonom 21° nastane le dober odstotek plazov. Približno polovica Pomurja ima relativno plazovno stopnjo med 40 in 50, torej na tem ozemlju zemeljski plazovi in usadi geomorfnim procesom prispevajo med 40 % in 50 %, obenem pa ima velika večina Pomurja relativno plazovno stopnjo nižjo od 40 %, kar pomeni, da zemeljski plazovi tu le izjemoma oziroma redko prispevajo k preoblikovanju površine več kot

ostali erozijsko-denudacijski procesi. Odtekanje površinskih meteornih voda bo meteornom kanalizacijo zagotovljeno. Na osnovi razpoložljive projektne dokumentacije nadalje ugotavljamo, da gradnja objekta in manipulativnih površin v okolici ne predstavlja bistvene spremembe v okolju: Z geomehanskega stališča se obremenitev temeljnih tal ne bo bistveno spremenila objekt bo temeljen na točkovnih temeljih povezanih z pasovnimi temelji ali temeljnimi nosilci.

## • 4.0 GEOMEHANSKE GEOLOŠKE HIDROLOŠKE PREISKAVE

### • 4.1 Terenske preiskave

Terenske preiskave so bile izvedene v obdobju 04.09 do 09.09.2019. V okviru terenskih preiskav so bila opravljena naslednja dela: inženirsko-geološki pregled terena, sondažni izkopi in odvzem vzorcev, geološka spremljava razkopov ter odvzem vzorcev za laboratorijske preiskave, meritve z ročnim penetrometrom, meritve krilno sondo, meritve dinamično ploščo, hidrogeološke preiskave (opazovanje pretokov podtalnih vod v razkopih sondnih jaškov), meritve nosilnosti tal, CBR v razkopih. Lokacije preiskav so bile usklajene in odobrene s strani naročnika, v tem poglavju podajamo tehnični opis izvedenih preiskav z rezultati, ki niso interpretirani.

Pregled geoloških kart

Pregled baze podatkov iz bližnjih lokacij

Pridobili in analizirali geodetske posnetke

Sistematično izvršili geološko geomehansko inženjersko kartiranje, pregled terena lokacije.

Ugotavljali morfološke značilnosti, hidrogeološke značilnosti, izdanke hribin, obstoječe vkope, obstoječe nasipe, hribinske stabilnosti, nestabilnosti.

Analizirali ter izvršili preverbo potresne vgroženosti terena.

Raziskovano območje je bilo pregledano, podlago pa je predstavljala geodetski posnetek, ki smo ga dobili od projektanta. Vzporedno s potekom izvedbe strojnih razkopov se je izvajala tudi inženirskogeološka spremljava slojev zemljin. Sondni jaški so bili sproti popisani, izvedene so bile meritve z ročnim penetrometrom in krilno sondo, napravljena fotodokumentacija in odvzeti vzorci za laboratorijske preiskave.

Razkopi so bili geološko-geotehnično popisani in fotografirani, izvedene so bile meritve z ročnim penetrometrom, meritve nosilnosti tal CBR in EVd, odvzeti so bili tudi vzorci za laboratorijske preiskave. Na osnovi popisa razkopov so bili izdelani geološko-geotehnični popisi s fotografijami, ki so podani v nadaljevanju tega poročila. Izvršili odvzem vzorcev temeljnih tal za laboratorijske preiskave zemljin, namenoma ugotavljanja geomehanskih lastnosti posameznih IG enot iz izkopov.

Terenske raziskave geomehansko-geološko-hidrološko geofizičnih pojavov, katere so opsegale na področju meritev in ugotavljanja stanja nosilnosti in propustnosti tal. Cilj, prednosti terenskih raziskav so raziskave na inkantnem materialu, raziskave pri dejanskem napetostnem stanju. Pri terenskih raziskavah je zajem večje in bolj povprečne količine zemljine, raziskave so takojšnje vrednotenje je bolj enostavno, rezultati usmerjajo nadaljnje raziskave in postopke geomehanike, geologije, hidrologije.

▣ odvzem vzorcev

▣ žepni pentrometer

▣ žepna krilna sonda

▣ dinamična plošča

### • 4.2 Glavne preiskave

Glavne preiskave po programu ki ga je določil investitor so izvajane s ciljem bolj natančnega določanja minimalnih osnovnih temeljnih parametrov geomehanskih, geoloških, hidroloških, geotehnično fizikalnih lastnosti in sestave posameznih slojev tal zaradi čim bolj ekonomičnega s podudarkom tehnično varnega, tehnično zanesljivega, tehnično stabilnega načrtovanja temeljenja predvidenega planiranega objekta.

V ta namen smo planirali preliminarne raziskave zaradi ugotavljanja stopnje predhodne raziskanosti terena, zasnove velikosti in funkcije objekta, predvidenih in planiranih obremenitev tal, vrste in strukture tal, obsega raziskav, prilagoditve istih sprotim spoznanjem, upoštevajući veljavne nacionalne in evropske tehnične

štandarde ter lastne timske strokovne presoje, utemeljene na osnovi dolgoletnih iskustvenih normativov kot in vplivov specifičnih geomehansko-geološko-hidroloških zakonitosti na varnem temeljenju podobnih objektov na podobnih tal.

Za izdelavo programa glavnih raziskav upoštevali smo naslednje tehnične parametre katiri so slonili na kontinuiranosti, zahteve glede opsega raziskav po EC:7, EC:8 za geotehnično kategorijo 1,2,3, ki predvidevajo pored sondažnih vrtanj, izkopov, razkopov, dodatne laboratorijske preiskave zemljin ter penetracijske in geofizikalne meritve zemljin iz izkopov (sond).

Pri izdelavi programa fokusirali smo podudarek na raziskavah temeljnih tal v segmentu geomehansko-geološko-hidroloških vplivov pod temeljih objekta zaradi natančnega izračuna dimenzioniranja temeljev in zunanje ureditve: parkirnih prostorov, dovoznih cest, infrastrukture, ter njihovih morebitnih in planiranih posedkov, tako definicije morebitnih problemov v zvezi z podtalnico.

Podtalnica-deževnica – viseča podtalnica, površinski dotoki in pretoki meteornih padavin je en od važnih parametrov pri tehnični izdelavi varnih postopkov temeljenja inženjerskih objektov. V ta namen smo planirali osnovne morebitne poprej raziskave vpliva podtalnice-deževnice, njene erozivne dejavnosti, ter vpliva iste na stabilnostne parametre objekta po EC:7, EC:8. Planirali smo opazovanje nivojev podtalnice v sondnih izkopi na določen časovni interval, spreminjanja nivoja podtalnice, eventualna poplavnost področja v času ekstremnih udorov meteornih padavin.

Ugotavljali (sicer vizuelno) morebitne arteške pritiske podtalnice, vodonosnike in njihanja istih povezanost in vpliv porasta vodostaja bližnjih hudournikov na lokacijo gradnje in stem na sam objekt.

Glavne preiskave smo razdelili v dva kompleksa

- Terenske preiskave geomehansko-geološko-hidrološko geofizičnih pojavov, katire so opsegale na področju meritev in ugotavljanja stanja nosilnosti in propustnosti tal. Cilj, prednosti terenskih raziskav so raziskave na inkantnem materialu, raziskave pri dejanskem napetostnem stanju. Pri terenskih raziskavah je zajem večje in bolj povprečne količine zemljine, raziskave so takojšnje vrednotenje je bolj enostavno, rezultati usmerjajo nadaljnje raziskave in postopke geomehanike, geologije, hidrologije in hidravlike.

▣ odvzem vzorcev

▣ žepni pentrometer

▣ žepna krilna sonda

- Laboratorijske raziskave smo vršili v laboratorijih, ciljem laboratorijskimi raziskavami natančno določiti geomehanske, geofizikalne, geotehnične, geološko geomehanske lastnosti zemljin temeljnih tal. Rezultati laboratorijskih raziskav so temeljni parametri za izračune hidrološko hidravličnih vplivov na objekt kot izvedbe varnega temeljenja planiranega novoizgrajenega objekta. V izogib pomankljivostimi terenskih raziskav kot so temelji interpretacij na empiričnih zvezah, nekaj manjša natančnost na meritvah, rezultati meritev so manj nadzorovani kot v laboratorijih, izključuju se subjektivne napake pri odčitavanju, določanju rezultatov.

▣ identifikacija in AC klasifikacija zemljin

▣ določitev aterbergovih mej plastičnosti

▣ določitev enoosne tlačne trdnosti

▣ drenirana strižna preiskava

▣ določitev zrnivosti kombinirana preiskava

▣ določitev optimalne vlage in gostote - proctor

▣ določitev finih delcev

▣ ugotavljanje gostote in naravne vlage

▣ vodopropustnost

- Dopolnine preiskave po potrebi - po dogovoru z investitorjem

▣ analize nedrenirane strižne trdnosti s konusom Cu- po potrebi

▣ analize enoosne tlačne trdnosti  $q_u$  – po potrebi

▣ analize direktne strižne preiskave – po potrebi

▣ analize, translatorskih strižnih preizkusov – po potrebi

▣ preiskave na časovnem poteku konsolidacije – po potrebi

▣ bubrenje



▣ točkovni trdnostni indeks – po potrebi

### • 4.3 Terenske geološke preiskave-sondažni izkopi

Geološka sestava temeljnih tal na obravnavanem območju je bila ugotovljena na osnovi pet sondažnih izkopov globine do 3,00 -3,50 m (4,0 m), sondažni izkopi so izvedeni do bolj trdne podlage. Izkope smo izvedli na lokaciji gradnje po celotnem tlorisu planiranega objekta ter na planirani dovozni cesti, izkopi so izvedeni do bolj nosilnih slojev.

Mesta izkopov-sondiranja so bila vizuelno pregledana in geomehansko klasificirana po AC klasifikaciji zemljin EN ISO 1468:2018 . Glinastim, meljnim in peščeno meljnim glinastim slojem je bila izmerjena enosna tlačna trdnost in določeno konsistenčno stanje. V vseh slojih so bili odvzeti vzorci, za laboratorijske preiskave, ciljem, ugotavljanje geomehansko-fizikalnih karakteristik materialov. Lokacija razkopov je prikazana na situaciji (priloga). Sestava tal je razvidna iz geološko-geomehanskih profilov razkopov in vzdolžnih geološko geomehanskih prereзов.

V času izvedbe sondažnih izkopov ni bila zasledena podtalnica. Ni bila zasledena stoječa ali tekoča površinska voda. Sondažni razkopi na lokaciji, kjer bo stal objekt smo izdelali 5 sondažnih razkopov. Lokacija razkopov je prikazana na situaciji (priloga). Sestava tal je razvidna iz geološko-geomehanskih profilov razkopov (priloga) in vzdolžnih geološko geomehanskih prereзов (priloga).



Slika 2: Izkop



Slika 3: Izkop

- 4.3.0 Raziskovalni sondni razkopi /terenske informativne meritve
- 4.3.1 Sondni razkop R-1

Raziskovalni sondni razkop R-1 je bil lociran na severozahodni strani bodočega objekta. Od obstoječe kote zatečenega stanja (216,630 mnv) je izveden razkop do globine ca 3,50 m.

- Popis razkopa

Popis sestave zemljin - Sondni razkop R-1 EN ISO 14688:2004/2018, ASTM D 2487		
Globina (m)	Sestava	AC fikacija
0,0 –0,60	Nizko plastičen melj	ML
1,0 – 1,5	Peščeno meljaste zemljine	SM
1,5 – 2,0	Glinasto peščena zemljina	SC
2,0 – 3,5	Peščeno meljnate zemljine	SU <sub>DR</sub>

- Meritve z ročnim penetrometrom

V sdsklopu terenskih del smo izvajali meritve slojev zemljin z žepnim pentrometrom. Meritve so izvajane le na odsekih, ki so bile registrirane sloji zemljin v granulaciji melja in gline. Dobljene povprečne vrednosti (6 izkopov) za izračun nosilnosti temeljnih tal so:



Odsek od globine 0,0 m do 1,00 m, izkazovane vrednosti 0,30 kg/cm<sup>2</sup> do 0,60 kg/cm<sup>2</sup> kar uvršča zemljino med židke do lahko gnetne zemljine

Odsek od globine 1,00 m do 2,00 m, izkazovane vrednosti od 0,50 kg/cm<sup>2</sup> do 1,00 kg/cm<sup>2</sup> kar uvršča zemljino med srednje do težko gnetne zemljine

Odsek od globine 2,00 m do 3,50 m, izkazovane vrednosti od 1,75 kg/m<sup>2</sup> do 2,50 kg/m<sup>2</sup> kar uvršča zemljino med srednje do težko gnetne zemljine, gostega sestava

Iz izkustvenih normativov in izsledkov že izvedenih SPT meritev na bližnjih lokacijah ki gravitirajo po geološki strukturi-zgradbi na približno enake lastnosti zemljin nalokaciji gradnje lahko zapišemo enoosne tlačne trdnosti \* informativne vrednosti za zemljine do globine razkopa ca 4,0 m.

Do globine ca 1,0-2,0 m znaša vrednost SPT 5 udarcev/čevljev, kar uvršča tla med srednje gnetne zemljine z enoosno tlačno trdnostjo ca 50 – 100 kN/m<sup>2</sup>.



Slika 4: Sondni izkop 1

## • 2 Sondni razkop R-2

Raziskovalni sondni razkop R-2 je bil lociran na severi strani bodočega objekta. Od obstoječe kote zatečenega stanja (216,400 mnv) je izveden razkop do globine cca 4,00 m.

### • Popis razkopa

Popis sestave zemljin - Sondni razkop R-2 EN ISO 14688:2004/2018, ASTM D 2487		
Globina (m)	Sestava	AC fikacija
0,0 – 0,30	humus	Pt
1,0 – 1,5	Rjavo siva peščena glina srednje do težko gnetna	CIM
1,5 – 2,0	Sivo-rjava peščena zemljina težko gnetna gostega sestava	CL CIM
2,0 – 4,0	Rumeno rjava peščeno glinena zemljina	SW CL

### • Meritve z ročnim penetrometrom

V sdoklopu terenskih del smo izvajali meritve slojev zemljin z žepnim pentrometrom. Meritve so izvajane le na odsekih, ki so bile registrirane sloji zemljin v granulaciji melja in gline. Dobljene povprečne vrednosti (6 izkopov) za izračun nosilnosti temeljnih tal so:

Odsek od globine 1,0 m do 1,50 m, izkazovane vrednosti 0,30 kg/cm<sup>2</sup> do 0,60 kg/cm<sup>2</sup> kar uvršča zemljino med srednje gnetne zemljine

Odsek od globine 1,50 m do 2,00 m, izkazovane vrednosti od 0,50 kg/cm<sup>2</sup> do 1,50 kg/cm<sup>2</sup> kar uvršča zemljino med srednje do težko gnetne zemljine

Odsek od globine 2,00 m do 4,00 m, izkazovane vrednosti od 1,75 kg/m<sup>2</sup> do 2,75 kg/m<sup>2</sup> kar uvršča zemljino



med težko gnetne zemljine

Iz izkustvenih normativov in izsledkov že izvedenih SPT meritev na bližnjih lokacijah ki gravitirajo po geološki strukturi-zgradbi na podobne ali približno enake lastnosti zemljin na lokaciji gradnje lahko zapišemo enoosne tlačne trdnosti - informativne vrednosti za zemljine do globine razkopa ca 4,0 m.

Na globini ca 1,0-2,0 m znaša vrednost SPT 5 udarcev/čevljev, kar uvršča tla med srednje gnetne zemljine z enoosno tlačno trdnostjo ca 50 – 150 kN/m<sup>2</sup>.

Na globini ca 2,0-4,0 m znaša vrednost SPT 10 udarcev/čevljev, kar uvršča tla med težko gnetne zemljine z enoosno tlačno trdnostjo ca 250 kN/m<sup>2</sup>



Slika 5: Sondni izkop 2

### • Sondni razkop R-3

Raziskovalni sondni razkop R-3 je bil lociran na severozahodni strani bodočega objekta. Od obstoječe kote zatečenega stanja (216,500 mnv) je izveden razkop do globine ca 3,50 m.

### • Popis razkopa

Popis sestave zemljin - Sondni razkop R-3		EN ISO 14688:2004/2018, ASTM D 2487
Globina (m)	Sestava	AC fikacija
0,0 – 0,50	Humus-Rumeno-rjava meljasta glina	Pt CM
0,50 – 1,0	Siva do rumena meljasta glina lahko gnetna	CL
1,0 – 2,5	Siv meljast pesek	SFc
2,5 – 3,50	Siva do rumena peščena meljasta glina težko gnetna	SM SPCL

### • Meritve z ročnim penetrometrom

V sdsklopu terenskih del smo izvajali meritve slojev zemljin z žepnim pentrometrom. Meritve so izvajane le na odsekih, ki so bile registrirane sloji zemljin v granulaciji melja in gline. Dobljene povprečne vrednosti (6 izkopov) za izračun nosilnosti temeljnih tal so:

Odsek od globine 0,0 m do 1,00 m, izkazovane vrednosti 0,10 kg/cm<sup>2</sup> do 0,30 kg/cm<sup>2</sup> kar uvršča zemljino med židke do lahko gnetne zemljine

Odsek od globine 1,00 m do 2,50 m, izkazovane vrednosti od 0,25 kg/cm<sup>2</sup> do 0,50 kg/cm<sup>2</sup> kar uvršča zemljino med lahko do srednje gnetne zemljine

Odsek od globine 2,00 m do 4,00 m, izkazovane vrednosti od 1,25 kg/m<sup>2</sup> do 3,00 kg/m<sup>2</sup> kar uvršča zemljino med srednje do težko gnetne, mestoma trde zemljine

Iz izkustvenih normativov in izsledkov že izvedenih SPT meritev na bližnjih lokacijah ki gravitirajo po geološki



strukturi-zgradbi na podobne ali približno enake lastnosti zemljin nalokaciji gradnje lahko zapišemo enoosne tlačne trdnosti - informativne vrednosti za zemljine do globine razkopa ca 4,0 m.

Do globine ca 1,0-2,5 m znaša vrednost SPT ca 6 udarcev/čevljev, kar uvršča tla med lahko do srednje gnetne zemljine z enoosno tlačno trdnostjo ca 50 – 100 kN/m<sup>2</sup>.

Na globini ca 2,5-4,0 m znaša vrednost SPT 10-20 udarcev/čevljev, kar uvršča tla med težko gnetne zemljine z enoosno tlačno trdnostjo ca 150 – 300 kN/m<sup>2</sup>



Slika 6: Sondni izkop 3

#### • Sondni razkop R-4

Raziskovalni sondni razkop R-1 je bil lociran na severozahodni strani bodočega objekta. Od obstoječe kote zatečenega stanja (216,580 mnv) je izveden razkop do globine ca 4,00 m.

#### • Popis razkopa

Popis sestave zemljin - Sondni razkop R-4		EN ISO 14688:2004/2018, ASTM D 2487
Globina (m)	Sestava	AC fikacija
0,0 – 0,80	Nasip grušč	GR/GC/MG
0,80 – 1,0	Siva nizko plastična glina	CL/CI/CH
1,0 – 2,0	Rjava meljna glina težko gnetna	CL/ CM
2,2 – 4,0	Siva peščena glina težko gnetna	CL/SW

#### • Meritve z ročnim penetrometrom

V sdcklopu terenskih del smo izvajali meritve slojev zemljin z žepnim pentrometrom. Meritve so izvajane le na odsekih, ki so bile registrirane sloji zemljin v granulaciji peska, melja in gline. Dobljene povprečne vrednosti (6 izkopov) za izračun nosilnosti temeljnih tal so:

Odsek od globine 0,80 m do 1,00 m, izkazovane vrednosti od 0,40 kg/cm<sup>2</sup> do 0,80 kg/cm<sup>2</sup> kar uvršča zemljino med srednje gnetne zemljine

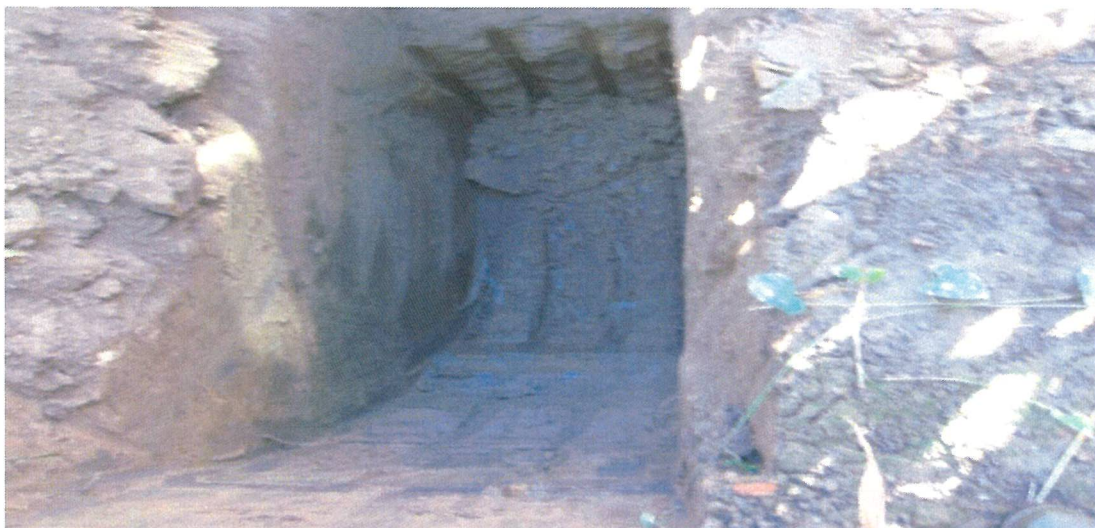
Odsek od globine 1,00 m do 4,00 m, izkazovane vrednosti od 1,75 kg/m<sup>2</sup> do 2,50 kg/m<sup>2</sup> kar uvršča zemljino med srednje do težko gnetne zemljine

Iz izkustvenih normativov in izsledkov že izvedenih SPT meritev na bližnjih lokacijah ki gravitirajo po geološki strukturi-zgradbi na podobne ali približno enake lastnosti zemljin nalokaciji gradnje lahko zapišemo enoosne tlačne trdnosti - informativne vrednosti za zemljine do globine razkopa ca 4,0 m.



Do globine ca 1,0-2,0 m znaša vrednost SPT 5 udarcev/čevljev, kar uvršča tla med srednje gnetne zemljine z enoosno tlačno trdnostjo ca 100 – 200 kNm<sup>2</sup>

Na globini ca 2,0-4,0 m znaša vrednost SPT 10-20 udarcev/čevljev, kar uvršča tla med težko gnetne zemljine z enoosno tlačno trdnostjo ca 250 – 350 kN/m<sup>2</sup>



Slika 8: Sondni izkop 4

#### • Sondni razkop R-5

Raziskovalni sondni razkop R-1 je bil lociran na severozahodni strani bodočega objekta. Od obstoječe kote zatečenega stanja (216,730 mnv) je izveden razkop do globine ca 4,00 m.

#### • Popis razkopa

Popis sestave zemljin - Sondni razkop R-5			EN ISO 14688:2004/2018, ASTM D 2487
Globina (m)	Sestava	AC fikacija	
0,0 – 0,90	Humus- Peščen-Glinen melj	Pt/SW/CL/ML	
0,90 – 1,2	Rjava do sivo rjava nizko plastična	ML	
1,2 – 2,3	Rjava siva peščena meljna glina težko gnetna	ML/SW/SM	
2,3– 4,10	Sivo rjava peščena glina težko gnetna	SW/ML	

#### • Meritve z ročnim penetrometrom

V sdcklopu terenskih del smo izvajali meritve slojev zemljin z žepnim pentrometrom. Meritve so izvajane le na odsekih, ki so bile registrirane sloji zemljin v granulaciji melja in gline. Dobljene povprečne vrednosti (6 izkopov) za izračun nosilnosti temeljnih tal so:

Odsek od globine 0,0 m do 0,90 m, izkazovane vrednosti 0,00 kg/cm<sup>2</sup> do 0,30 kg/cm<sup>2</sup> kar uvršča zemljino med židke do lahko gnetne zemljine

Odsek od globine 0,90 m do 1,20 m, izkazovane vrednosti od 0,50 kg/cm<sup>2</sup> do 1,00 kg/cm<sup>2</sup> kar uvršča zemljino med srednje do težko gnetne zemljine

Odsek od globine 1,70 m do 4,10 m, izkazovane vrednosti od 1,75 kg/m<sup>2</sup> do 2,50 kg/m<sup>2</sup> kar uvršča zemljino med srednje do težko gnetne zemljine

Iz izkustvenih normativov in izsledkov že izvedenih SPT meritev na bližnjih lokacijah ki gravitirajo po geološki strukturi-zgradbi na podobne ali približno enake lastnosti zemljin nalokaciji gradnje lahko zapišemo enoosne tlačne trdnosti - informativne vrednosti za zemljine do globine razkopa ca 4,0 m.

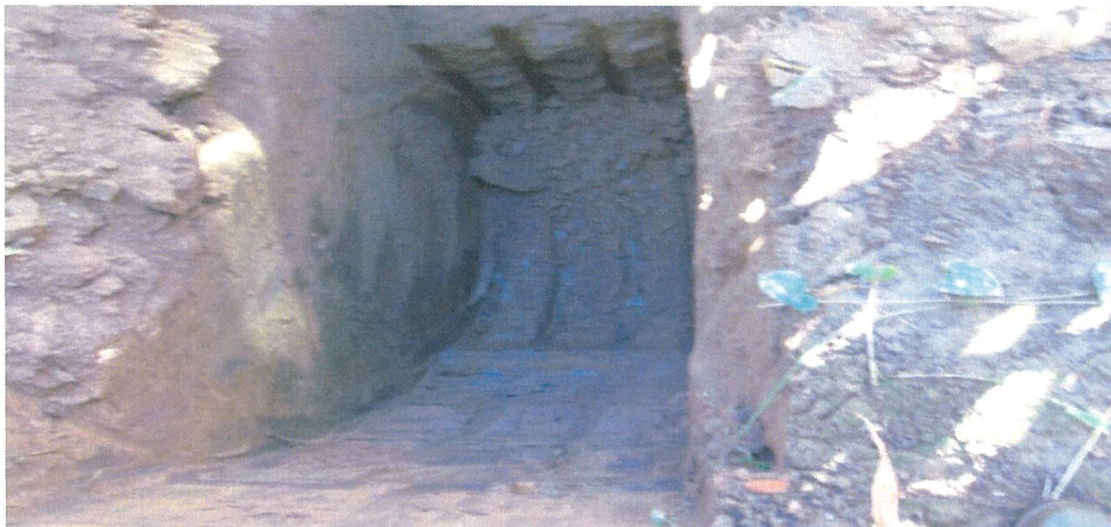
Do globine ca 1,0-2,0 m znaša vrednost SPT 5 udarcev/čevljev, kar uvršča tla med srednje gnetne zemljine z enoosno tlačno trdnostjo ca 50 – 100 kN

Na globini ca 2,0-4,0 m znaša vrednost SPT 10-20 udarcev/čevljev, kar uvršča tla med težko gnetne zemljine z enoosno tlačno trdnostjo ca 200 – 300 kN/m<sup>2</sup>

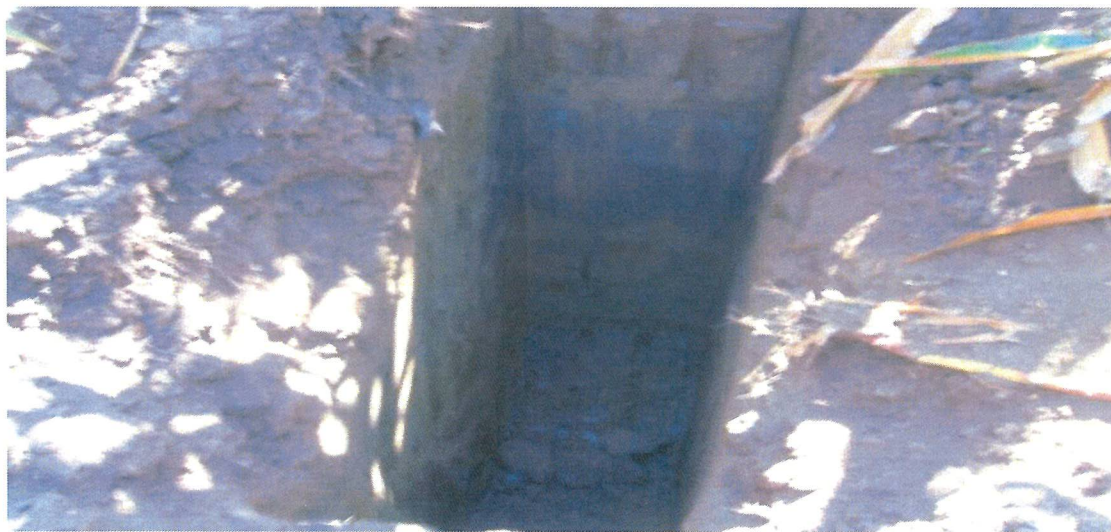




Slika 11: Sondni izkop 5



Slika 12: Sondni izkop 5/A



Slika 13: Sondni izkop 5/B

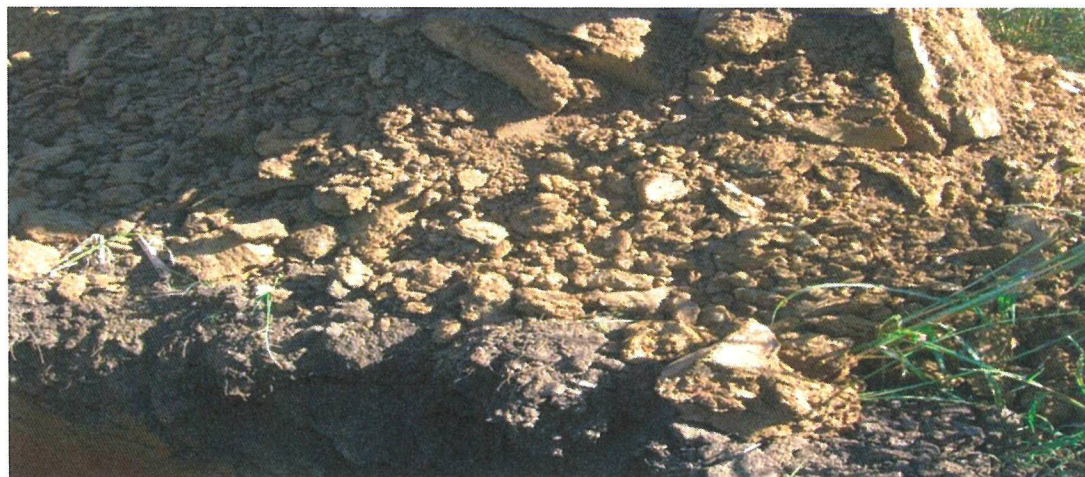




Slika 14: Sondni izkop 3/A



Slika 15: Sondni izkop 4/A



Slika 16: Sondni izkop J4

#### • 4.4 Meritve z dinamično ploščo z lahko padajočo utežjo

Meritve z dinamično ploščo z lahko padajočo utežjo V razkopu 1,2,3,4,5 smo v sloju rumeno-jave sive gline na globini do 1,50 - 2,40 m izvedli meritve z dinamično ploščo z lahko padajočo utežjo oznake Light Drop Weight Tester ZFG-02, loading plate diameter 300 mm (ZORN, ZFG 02). Z meritvami smo dobili dinamični deformacijski modul  $E_{vd}$  rumenkasto rdečo rjave meljaste gline, ki se nahaja direktno pod slojem humusa. Iz izmerjenega  $E_{vd}$  smo ovrednotili modul stisljivosti  $M_E$  in CBR.

Obravnavana lokacija je na ravninskem terenu, ki je stabilen, brez znakov plazjenja in erozije. Globina zmrzovanja je 90 cm, kar naj se upošteva pri dimenzioniranju temeljev. Sestavo tal in geomehanske karakteristike smo določili na podlagi geomehanskih raziskav oz. 5-ih geomehanskih sondažnih razkopov (R1 do R5), meritev z dinamično ploščo, krilno sondo in penetrometrom. Nekatere podatke smo ocenili izkustveno ob terenskem ogledu. Sestavo tal smo razdelili v 4 sloje, kot je prikazano v geološko geomehanskih prerezihi na prilogi. Opisi slojev in njihove geomehanske karakteristike so podane spodaj.

Meritve dinamično ploščo z lahko padajočo utežjo oznake Light Drop Weight Tester ZFG-02, loading plate diameter 300 mm								
Št.	Datum	Opis merilnega mesta	Posedki $s_1$	s/v	$E_{vd}$	$E_{v2}$	$M_E$	CBR
			mm	mm/s	MN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>	MN/m <sup>2</sup>
1	04.10.2018	Razkop 1: CL, CH, SM – globina 2,90 m	2,829	5,463	8,0	16,20	4,40	3,5
2		Razkop 2 SM, CL, CH – globina 1,90 m	3,188	6,148	7,10	14,40	4,20	3,6
3		Razkop 3 CL meljasta – globina 3,20 m	0,713	4,159	31,20	65,90	>25	>13
4		Razkop 4 SC, SM – globina 2,70 m	0,832	4,432	23,80	51,40		
5		Razkop 5 ML, SC – 2,30 m	2,103	4,823	15,30	32,40		
6		Razkop 5/A SC SM CH – globina 1,70	2,956	5,651	9,30	19,71		

#### • 4.5 Meritve nosilnosti tal CBR v razkopih

V sondažnih jaških smo na globini 0,8 – 2,7 m izvedli meritve CBR za ugotavljanja smernic za izvedbo ugotavljanja stanja zemljin. Kalifornijski indeks nosilnosti ali CBR (California Bearing Ratio) je značilna vrednost deformabilnosti materiala pri posedanju pritisnega bata, določena na osnovi obremenitve, ki povzroči vnaprej določen posedek. CBR v % je razmerje med obremenitvijo za normirano vtisnjenje bata v preiskovani material ter med obremenitvijo za normirano vtisnjenje bata v standardni material. S hidravličnim pritisnim batom z naležno površino 20 cm<sup>2</sup> se z enakomerno hitrostjo obremeni merjeno podlago, v določenih časovnih intervalih se meri pritisk in posede bata. Merodajna je manjša od vrednosti CBR pri vtisnjenju bata 2,54 mm oziroma 5,08 mm. Sondiranje smo opravili skladno s tehničnimi specifikacijami za javne ceste TSC 06.720:2003. Po programu del je bilo predvidenih sicer 5 meritev nosilnosti v razkopih, vendar je izveseno sedem meritev

Preglednica: Rezultati meritev CBR v razkopih				
OZNAKA RAZKOPIA	Globina (m)	AC klasif.	CBR <sub>2,54</sub> (%)	CBR <sub>5,08</sub> (%)
CBR-R1	1,0	CL trdne k.	9,10	8,60
CBR-R2	1,5	MH trdne k.	14,71	10,70
CBR- R3	0,8	SM	13,00	9,40
CBR- R4	1,8	MCS trdne k.	16,14	15,43
CBR- R1	2,2	MH z peskom	16,38	15,30
CBR-R3	0,9	CL-CH poltrdne	16,24	13,81
CBR-R5	2,7	CL-CH trdne k.	17,29	16,00

Minimalna izmerjena vrednost glin znaša CBR = 8,60 %, priporočamo, da se na to vrednost dimenzionira voziščna konstrukcija dostopnih cest in parkirišč.

#### • 4.6 Meritve z ročnim penetrometrom in krilno sondo

Meritve z ročnim penetrometrom so namenjene hitri oceni enoosne tlačne trdnosti koherentnih zemljin na terenu ali v laboratoriju. Na terenu smo izvajali meritve v strojnih razkopih. Rezultati meritev so podani spodnji pregledni tabeli. Kažejo, da so gline večinoma v lahko do težko gnetnem do trdnem konsistentnem stanju ( $q_u=27-100$  kPa). Na glinenih delih (CL, ML, SC-SM) sondnih jaškov so se na vsake 0,3-0,5m izvajale meritve

z žepno krilno sondo za določitev nedrenirane strižne trdnosti (cu), v manjši meri tudi meritve z ročnim penetrometrom za oceno enoosne tlačne trdnosti (qu). Rezultati meritev so prikazani na geotehničnih popisih v prilogah tega poročila. Na osnovi geotehničnega popisa jaškov smo sloje v katerih so bile izvedene meritve razdelili na: Gline (pretežno CL) Peščena glina (SC-ML) Zaglinjen melj (ML) Zaglinjen do meljast pesek (SC-SM). V preglednici so prikazane povprečne vrednosti nedrenirane strižne trdnosti (cu) za tipičen sloj zemljine, dobljene z meritvami v posamezni vrtini. Zvezni prikaz rezultatov meritev z žepno krilno sondo v posameznem jašku je predstavljen v prilogi tega poročila, ob vsakem diagramu so izračunane povprečne vrednosti za značilen sloj, ki so prikazane v preglednici.

Rezultati meritev nedrenirane strižne trdnosti (Cu) z žepno krilno sondo													
Sonda Izkop	Globina m	Nedrenirana strižna trdnost Cu (kPa)											
		Glina pretežno CL			Glineno meljni materiali CL ML			Zaglinjeni materiali ML			Zaglinjen do meljni pesek SC SM		
		povprečje	minim.	max.	povprečje	minim.	max.	povprečje	minim.	max.	povprečje	minim.	max.
1	0,90-1,30	20	10	45									
	1,60-1,90	18	6	26									
	1,25-1,40	18	10	33									
	2,10-2,30							28	13	52			
2	1,75-1,90										18	15	20
	3,10-3,30	21	16	27									
	1,25-1,45										11	9	14
	1,70-1,90							11	10	25	15	7	24
	2,50-2,90	11	11	11									
	3,00-3,50	20	8	39							18	12	22
3	0,90-1,30												
	1,50-1,90	15	11	18							24	23	25
	2,40-2,90										21	11	25
4	1,25-1,60										27	10	35
	1,80-2,10	16	8	29									
	2,30-2,50										17	5	36
	2,70-3,00				123	56	190						
	3,30-3,50							24	16	30			
5	0,60-1,00	35	33	37									
	1,10-1,40							22	11	39			
	1,50-1,70	17	12	25									
	1,90-2,30							13	10	18			
	2,50-2,80	18	10	26									
	3,00-3,30	19	16	25									
	3,50-3,70										17	10	11
	3,80-4,10	16	13	19									

Statistična obdelava meritev									
n	17	17	17	7	7	7	19	19	19
Min	11	6	11	11	10	18	9	5	11
Max	35	33	45	28	16	52	33	24	48
POVP	18	12	27	20	12	33	18	11	24
STDEV	5	6	9	6	2	12	6	5	9

#### • Rezultati in ugotovitve

Pri statistični obdelavi podatkov smo ločili območja, kjer prevladuje glineno-peščena sedimentacija od območja, kjer se glineno peščeni sloji pojavljajo pretežno med plastmi gline). Glede na rezultate statistične obdelave bistvenih razlik v vrednosti nedrenirane strižne trdnosti za posamezen sloj med območji ni. V preglednici so prikazane vrednosti nedrenirane strižne trdnosti in konsistentno stanje glede na tipičen sloj zemljine.

#### • 4.7 Meritve podzemne vode

Po končanih izkopih v raziskovalni jaški ni bilo zaslediti pojava vode. Podtalnica do globine izkopov ni bila zasledena.

#### • 4.8 Terenske geološke preiskave-sondažni izkopi /komentar

Geološka sestava temeljnih tal na obravnavanem območju je bila ugotovljena na osnovi sondažnih izkopov globine do max 2,30-3,20 m, sondažni izkopi so izvedeni do bolj trdne podlage. Izkope smo izvedli na lokaciji



gradnje po celotnem tlorisu planiranega objekta.

Mesta izkopov-sondiranja so bila vizuelno pregledana in geomehansko klasificirana po AC klasifikaciji zemljin. Glinastim slojem je bila izmerjena enoosna tlačna trdnost in določeno konsistenčno stanje. V vseh slojih so bili odvzeti vzorci, za laboratorijske preiskave, ciljem, ugotavljanje geomehansko-fizikalnih karakteristik materialov.

V času izvedbe sondažnih izkopov ni bila zasledena podtalnica. V razkopu 1 in 3 smo v sloju rumeno rjave glin na globini 1,6 m izvedli dodatne meritve z dinamično ploščo z lahko padajočo utežjo (ZORN, ZFG 02). Z meritvami smo dobili dinamični deformacijski modul  $E_{vd}$  rumeno rjave meljaste glin, ki se nahaja direktno pod humusom. Iz izmerjenega  $E_{vd}$  smo ovrednotili modul stisljivosti  $M_E$ .

#### • 4.9 Meritve nosilnosti tal CBR v razkopih / komentar

V sondažnih jaških smo na globini 0,8 – 2,7 m izvedli meritve CBR za ugotavljanja smernic za izvedbo ugotavljanja stanja zemljin. Kalifornijski indeks nosilnosti ali CBR (California Bearing Ratio) je značilna vrednost deformabilnosti materiala pri posedanju pritisknega bata, določena na osnovi obremenitve, ki povzroči vnaprej določen posedek. CBR v % je razmerje med obremenitvijo za normirano vtisnjenje bata v preiskovani material ter med obremenitvijo za normirano vtisnjenje bata v standardni material. S hidravličnim pritisknim batom z naležno površino 20 cm<sup>2</sup> se z enakomerno hitrostjo obremeni merjeno podlago, v določenih časovnih intervalih se meri pritisk in posede bata. Merodajna je manjša od vrednosti CBR pri vtisnjenju bata 2,54 mm oziroma 5,08 mm. Sondiranje smo opravili skladno s tehničnimi specifikacijami za javne ceste TSC 06.720:2003. Po programu del je bilo predvidenih sicer 12 meritev nosilnosti v razkopih, vendar vsi razkopi niso dosegli primernih plasti in meritev ni bila mogoča. Minimalna izmerjena vrednost glin znaša CBR = 5,30 %, priporočamo, da se na to vrednost dimenzionira voziščna konstrukcija dostopnih cest in parkirišč.

#### • 4.10 Inženirsko-geološke in geomehanske razmere

Obravnavana lokacija je na ravninskem terenu, ki je stabilen, brez znakov plazenja in erozije. Globina zmrzovanja je ca 90 cm, kar naj se upošteva pri dimenzioniranju temeljev. Sestavo tal in geomehanske karakteristike smo določili na podlagi geomehanskih raziskav oz. 5-ih geomehanskih sondažnih razkopov, meritev z dinamično ploščo in penetrometrom. Nekateri podatke smo ocenili izkustveno ob terenskem ogledu. Sestavo tal smo razdelili v 2 sloje, kot je prikazano v geološko geomehanskih prerezi na prilogi tega poročila. Globalni opisi slojev do ca 4,0 m in njihove geomehanske karakteristike so podane v tem poročilu. Podajamo povprečne osnovne parametre geomehanskih karakteristik zatečenih klasificiranih slojev po EN ISO 14688:2004/2018, ASTM D 2487.

Geomehanske karakteristike za rjavo-rumenkasto sivu meljasto glino so naslednje:

Strižni kot  $\varphi = 28^\circ$

Kohezija  $c = 6 \text{ kPa}$

Prostorninska teža  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

Modul stisljivosti  $M_E = 10 \text{ MN/m}^2$

Rumenkasto rjava meljasta glina leži nad sivo rjavo glino. Rjava siva meljasta glina ima nizek koeficient vodoprepustnosti. Glede na to, da je teren na obravnavnem območju raven, ga ocenjujemo kot stabilnega.

Geomehanske karakteristike za rjavo sivo meljasto glino so naslednje

Strižni kot  $\varphi = 24^\circ$

Kohezija  $c = 10 \text{ kPa}$

Prostorninska teža  $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$

Modul stisljivosti  $M_E = 5 \text{ MN/m}^2$

Ta sorazmerno debel preparirski pokrov smo po konsistenčnem stanju globalno razdelili v dva dela. Zgornji sloj večinoma poteka nekje do globine ca 1,50-2,50 m, po konsistenci srednje do težko gneten. Nižje ležeči sloji melja, glin so po konsistenčnem sestavu poltrdni do zelo trdni. Trdni sloji prihajajo v raziskovalnih sondah-razkopih od globine 3,5 do 4,0 m v zaglinjene peščene prodnate sloje. Ti sloji že predstavljajo osnovno hribinsko podlago. Zameljene peščene prode so registrirani na globini 6-8 metrov v območju vzhodnega dela lokacije gradnje. Prehod zgornjega peščeno-glineno meljnega sloja v osnovno hribinsko

podlago je lahko preko glineno peščenega materiala ki smo ga registrirali v območju razkopov. V splošnem lahko ugotovimo da temeljna tla predstavljajo (plitvo temeljenje objekta) meljne , glinaste in peščeno meljne-glinaste zemljine kateri sloji segajo preko glineno peščene podlage z posameznimi prodniki do trdne konglomeratne podlage peščen prod in konglomerat. To podlago halocenskim naplavinam predstavljajo tvorijo pleistocenski nanosi reke Mure t.j. peščen in zameljen zaglinjen prod in konglomerat. Sloji melja in glinenih slojev do globine ca 1,0-4,0 m pod koto obstoječega raščenega terena so po podatkih-izsledki geotehnični in fizikalnih lastnosti zemljin iz sedaj opravljenih izkopov-sond so ocenjeni z naslednjimi parametri:

Prostorinska teža  $\gamma=18-19 \text{ kN/m}^3$

Kohezijska trdnost  $c=25-30 \text{ kN/m}^2$

Modul stisljivosti  $M_s=3,5-4,5 \text{ MPa}$

Modul reakcije tal  $k_v=8000-10000 \text{ kn/m}^3$

Koeficient vodopropustnosti  $k=10^{-6} \text{ m/sec}$

Strižni odpor izražen s strižnim kotom  $\varphi = 28 \text{ do } 30^\circ$  pri nični koheziji  $c = 0$

Prostorinsko težo za glino ocenjujemo v vrednosti  $\gamma = 18 \text{ do } 20 \text{ kN/m}^3$

Modul stisljivosti  $M_s = 3.50 \text{ do } 6.0 \text{ MPa}$

Kohezijska trdnost  $c = 25 \text{ do } 30 \text{ kN/m}^2$

Modul reakcije tal  $k_v = 8.000 \text{ do } 10.000 \text{ kN/m}^3$

Koeficient vodoprepustnosti  $k = 10^{-6} \text{ m/sec}$

Nižje ležeči meljni sloji pa od globine 1.00 m do 3.30 m

Prostorinska teža  $\gamma = 18 \text{ do } 20 \text{ kN/m}^3$

Kohezijska trdnost  $c = 35 \text{ do } 60 \text{ kN/m}^2$

Modul stisljivosti  $M_s = 12.0 \text{ do } 25.0 \text{ MPa}$

Modul reakcije tal  $k_v = 10.000 \text{ do } 16.000 \text{ kN/m}^3$

Koeficient vodoneprepustnosti  $k = 10^{-6} \text{ m/sec}$

Prehodne lokalne glinaste zemljine (CI, CL) ki se lahko pojavijo v prvi površinski coni na lokacijah gradnje samega objekta ali na možni lokaciji povoznih površin ali pratečih objektov, v coni razrušavanja do globine 5.00 m pod obstoječo koto zatečenih raščenih tal

Strižni odpor izražen s strižnim kotom  $\varphi = 22-28^\circ$  pri nični koheziji  $c = 0$

Nedrenirana strižna trdnost  $\tau = 30 \text{ do } 50 \text{ kPa}$

Prostorinsko težo ocenjujemo v vrednosti  $\gamma = 18 \text{ do } 20 \text{ kN/m}^3$

Modul stisljivosti  $M_v = \text{od } 6 \text{ do } 16 \text{ MPa}$

Modul podajnosti reakcije  $c_v = 5 \text{ do } 10 \text{ MN/m}^3$

Koeficient prepustnosti  $1 \cdot 10^{-8} \text{ do } 1 \cdot 10^{-9} \text{ m/s}$

Visoko in srednje plastične in poltrdne gline pomešane z meljem (CH, CL, CI, MI, ML: zasledeni v izkopih na globini 1.50 m do 4.0 m pod površino obstoječe kote).

Strižni odpor izražen s strižnim kotom  $\varphi = 22.5 \text{ do } 34.7^\circ$  pri nični koheziji  $c=0 \text{ do } 28.9 \text{ kPa}$

Nedrenirana strižna trdnost  $\tau = 50 \text{ do } 100 \text{ kPa}$  v plasti višje trdnosti  $\tau = 105 \text{ do } 200 \text{ kPa}$

Prostorinska teža ocenjena od  $18 \text{ do } 20 \text{ kN/m}^3$

Modul stisljivosti za srednje in težkognetne konsistence od  $5 \text{ do } 15 \text{ MPa}$

Koeficient prepustnosti  $k_v = 1 \cdot 10^{-9} \text{ do } 1 \cdot 10^{-8} \text{ m/s}$

Prodno peščeno glinaste sloje (GP, GC) srednje gostega do gostega sestava

Strižni odpor izražen strižnim kotom  $\varphi = 34 \text{ do } 38^\circ$  pri nični koheziji  $c=0$

Prostorinsko težo za srednje goste do goste sestave ocenjujemo v vrednosti  $\gamma = 21 \text{ do } 22 \text{ kN/m}^3$

Modul stisljivosti  $M_v = 30 \text{ do } 70 \text{ MPa}$

Modul podajnosti reakcije  $c_v = 25 \text{ do } 32 \text{ MN/m}^3$

Koeficient prepustnosti  $k_v = 1 \cdot 10^{-4} \text{ do } 2 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$

Sloji nižje locirani od globine ca 5,5-8,0 m ocenjujemo naslednjimi parametri:

Prostorinska teža  $\gamma=19-21 \text{ kN/m}^3$

Kohezijska trdnost  $c=65-150 \text{ kN/m}^2$

Modul stisljivosti  $M_s = 12,0-25,0$  MPa

Modul reakcije tal  $k_v = 15000-30000$  kn/m<sup>3</sup>

Koeficient vodopropustnosti  $k = 10^{-6}$  m/sec

**VAŽNO:** Globina točkovnih in pasovnih temeljev mora znašati do globine nosilnih slojev ( $D=?$ ) pod koto nosilnih temeljnih elementov-točkovnih temeljev, pasovnih povezovalnih temeljev zunanje ureditve (dovozne ceste za težek razred prometne obremenitve). Na dolčenih lokacijah temeljnih tal lahko pričakujemo lokalno zgornjih slojih meljnih in glinasopeščenih zemljin do globine ca 1-1,5 m nenosilne in defarmabilne sloje zemljin. Za doseganje čim bolj enakomerne zgradbe tal pod osnovnimi nosilnimi temeljnimi elementi, bo potrebno pod temelji izvajati sanacijo in ojačitve morebiti slabo nosilnih in deformabilnih zemeljski slojev. Sanacija temeljnih tal se bo izvajala v obliki poglobljanja izkopov za točkovne in pasovne temelje ter nadomeščanje slabih-deformabilnih slojev zemljin z kamnitim in tamponskim materialom ali betonom C:12/15. Tampon ali kamnita gred pod temelji mora biti uvaljana do  $M_s > 80,0$  MPa, zgoščenost  $> 98\%$ . Debelina kamnite gredi bo različne debeline na zahodni strani in jugovzahodni kot in na severozahodni - pričakujemo globlje poglobitve. Sanacija pod temelji na teh lokacijah in vseh drugih lokacijah ki bo morebiti zasledena močnejša viseča podtalnica naj se izvaja ojačitev temeljnih tal z betonom C:12/15.

V ta namen projektant mora predvideti da se lahko zgodi da lokacija točkovnega temelja bo locirana na lokalno nenosilnimi in deformabilnimi sloji, v tem primeru je potrebno temeljna tla sanirati tako da se nenosilni sloji zemljin nadomestijo z kvalitetnimi kamnitimi materiali ali betonom C12/15 v debelini ki je bo pokazal izračun zahtevane nosilnosti pod temeljnimi elementi. Na osnovi zgornji ugotovitev geotehničnih lastnosti temeljnih tal posebej površinskih slojev meljev in glin. Ti nenosilni deformabilni glineni površinski sloji temeljnih tal so omejeni tako glede dopustne nosilnosti in glede na deformacije, ki jih lahko pričakujemo ob večjem obremenjevanju nesaniranih površinskih slojev meljev in glin. Iz zgoraj ugotovljenega stanja geofizikalnih in mehanskih lastnosti temeljnih tal pod objektom, ugotavljamo da bo planirana skeletna konstrukcija izvedena iz nosilnih ab stebrov ki bo verjetno temeljena na sistemu točkovnih temeljev. Nosilni ab stebri bodo locirani po obodu objekta med seboj vezani z armirnobetonскими gredami-temeljnimi nosilci ali pasovnimi temelji (veliki razpon). Globina točkovnih temeljev mora znašati minimalno  $D > 2,40$  m pod koto zunanje ureditve (cca 216,50 mnnv). Na tej koti se lokalno pojavi zgornji sloj meljno gliuneni zemljin, sloj ne nosilnih-slabo nosilnih in defarmabilnih zemljin. Da bi dosegli čim bolj enakomerno zgradbo temeljnih tal, že takoj moramo ugotoviti da bo potrebno izvajati pod temelji sanacijo-zamenjavo in ojačitev temeljnih tal. Sanacija in ojačitev temeljnih tal se bo izvajala v obliki poglobljanja izkopov kako za točkovne temelje tako in za povezovalne pasovne temelje, odstranjeni nenosilni defarmabilni materiali meljev in glin so bodo nadomestili z kamnitimi materiali ali betonom C:12/15 do planirane kote pete temeljev. Razširjena kamnita posreljica po temelji objekta mora biti uvaljana do modula stisljivosti  $M_s > 80,0$  MPa, zgoščenost  $> 98,0\%$ . Debelina kamnitega ali betonskega sloja pod temelji bo različna in se bo ugotavljala sproti v fazi izvedbe temeljenja objekta (debelino kamnitega sloja določi za vsaki posamezni temelj geotehnična samokontrola, geotehnični in gradbeni nadzor). V nadaljevanju analize dopustne nosilnosti, analize na bazi pridobljenih arhivskih podatkov-izsledkov predhodnih geomehanskih preiskav temeljnih tal in sedaj rezultatov preiskav zemljin iz izvedenih iz zdejsnjih izkopov podajamo osnovne prelimenarne splošne računske smernice dopustne nosilnosti predhodno saniranih in tehnično preverjenih (meritve nosilnosti, podajnosti in zgoščenosti temeljnih tal).

#### • 4.11 Projektna nosilnost tal

Informativne vrednosti projektne nosilnosti tal smo izračunali po kriteriju loma tal pod temeljem po prirejenem obrazcu po Brinch - Hansenu (SIST EN 1997-1:2005–dodatek D): ob upoštevanju strižnih karakteristik raščenih (konsolidiranih) srednje gostih glineno peščenih temeljnih tal :

$$R / A' = c' \times N \times bc \times sc \times ic + q' \times N \times bq \times sq \times iq + 0,5 \times \gamma' \times B' \times N \times \gamma \times by \times sy \times iy$$

ob upoštevanju strižnih karakteristik raščenih (konsolidiranih) srednje gostih glineno peščenih temeljnih tal :

$$c' = 70 \text{ kN/m}^2; \varphi' = 0^\circ; \gamma = 18,5 \text{ kN/m}^3$$

parcialnih varnostnih faktorjev skladno s SIST EN 1997-1:2005 in ob upoštevanju karakterističnih tlorisov le tlačno obremenjenih temeljev na ravni – horizontalnih temeljnih tleh smo za projektno nosilnost temeljnih tal dobili naslednje informativne vrednosti :



Pasovni temelji	D (m)	$\varphi'$	$c'$	PP-2 $\gamma\varphi' = 1,0 \gamma c' = 1,0$		PP-3 $\gamma\varphi' = 1,25 \gamma c' = 1,25$	
(b' x l') (m)				R/A' (kPa)	R <sub>d</sub> (kN)	R/A' (kPa)	R <sub>d</sub> (kN)
0,9 x 15,0	1,0	0	70	382 (273)*	3 689	309 (221)*	2 987
	1,5			391 (279)*	3 778	319 (227)*	3 076
* R/A' / 1,4							

Točkovni temelji	D (m)	$\varphi'$	$c'$	PP-2 $\gamma\varphi' = 1,0 \gamma c' = 1,0$		PP-3 $\gamma\varphi' = 1,25 \gamma c' = 1,25$	
(b' x l') (m)				R/A' (kPa)	R <sub>d</sub> (kN)	R/A' (kPa)	R <sub>d</sub> (kN)
0,9 x 15,0	2,0	0	70	448 (320)*	720	362 (258)*	582
	2,5			457 (326)*	735	371 (265)*	597
* R/A' / 1,4							

D" je efektivna globina temeljenja – globina dna temeljev pod koto najnižjega tlaka v objektu oziroma finalno koto ureditve terena ob objektu. Pri izračunu nosilnosti je vedno merodajna nižja vrednost. V statični analizi temeljnih konstrukcij je potrebno upoštevati dejanske vplive na temeljna tla in dejansko geometrijo–dimenzije temeljev.

- Dopustno informativna nosilnost temeljnih tal pod točkovnimi temelji preliminarno računski smo predstavili:
- Točkovni Temelji

B/L/D=2,50/2,50/150 m (3,00/3,00/1,50), računamo po spodnji enačbi, upoštevajoči kot notranjega trenja meljno glinene zemljine  $\phi=28^\circ$  in prostorsko težo  $\gamma=18,0-19,0$  kN/m<sup>3</sup>.

Po Brinch-Hansenu

$$p_d = 0,5 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma + q \cdot N_q$$

Pri kotu notranjega trenja  $\phi=28^\circ$  sta  $N_\gamma=18,08$  in  $N_q=18,40$

$B=2,50$  m

$$q=9,0 \cdot 1,3=11,70 \text{ kN/m}^2$$

$$p_d = 0,5 \cdot 9,0 \cdot 2,5 \cdot 18,08 + 11,7 \cdot 18,40 = 418,68 \text{ kN/m}^2$$

Pri tem moramo upoštevati izkustveni maksimalni faktor varnosti  $F=2$ , in pri tem lahko uporabimo za dopustno obremenitev tal vrednost  $q_p=418,68:2=209,30$  kN/m<sup>2</sup>

Kjer bo potrebno pod temelji objekta izvesti ojačitev temeljnih tal z tamponskim slojem ali slojem betona C:12/15, se nam zaradi raznosa obtežbe v kamnitem materialu nam se dopustna obremenitev tal poveča na  $p_d=q_p \cdot (B^*B) = q_p \cdot (B+2 \cdot \Delta D \cdot \tan 38^\circ) / B = 382,8$  kN/m<sup>2</sup>

- Po tlorsu temelja 2,50/2,50/2,00(3,00/3,00/2,0) m in pri globini sanacije temeljnih tal pod kotom temeljev  $\Delta D=0,90-1,30$ , je nosilnost saniranih tal  $p_d=382,8$  kN/m<sup>2</sup> - 400,0 kN/m<sup>2</sup>
- Središčna računski dopustna obremenitev tal pod temelji je  $p_d=332,8$  kN/m<sup>2</sup>, robno pa lahko po predpisi povečamo za 20%.

Iz zgoraj izvedeni računskih parametrov nosilnosti temeljnih tal dodatno računski določimo posedke temeljev.

Posedke objekta lahko izračunamo na osnovi podatkov izkopov-sond. V računu posedkov smo upoštevali naslednje podatke:

Točkovni temelji dimenzij B/L: 2,50/2,50 (3,00/3,00)

Globina temeljenja ca 2,00 m glede na koto zunanje ureditve

Obremenitev tal s  $\sigma=200$  kPa

Debelino stisljivega sloja ca  $h=$  ca 1,0-2,0 m

Sanirana ne sanirana tla

Izračun posedkov po programu Plaxis je naslednji:

Temelji na raščenih peščeno-glinenih-meljnih nesaniranih zemljinah ( $M_e=8000$  kPa)  $u=2,2$  cm

Temelj na saniranih temeljnih tleh (0,90-3,0 m, tampon  $M_s>80$  Mpa)  $u=1,0$  cm

Posedki temeljev se bodo razvijali v obdobju 5-10 let. Smatramo del posedkov se bo realiziral v času gradnje objekta (30-50%). Absolutna vrednost posedka temelja je v dovoljenih mejah deformacij plitvo temeljnih skeletnih konstrukcij.

#### • 4.12 Uporabljeni standardi in dokumentacija

Pri izvedbi preiskav in izdelavi poročila smo upoštevali naslednjo dokumentacijo in standarde:

Standardi pred standardi in priporočila:

EC 7, SIST EN 1997-1:2007; Geotehnično projektiranje

EC 7, SIST EN 1997-2:2007; Preiskovanje in preizkušanje tal

EC 8, 2001, SIST ENV 1998-5: Projektiranje potresnoodpornih konstrukcij

SIST EN ISO 22476-3:2005; Izvedba SPT preiskav

SIST EN ISO 22476-4:2013 (Geotehnično preiskovanje in preskušanje -Preskušanje na terenu - 4. del:

Preizkus z Ménardovim presiometrom)-ni

SIST ISO 22475-1; Popis in shranjevanje jedra-ni

JUS U.B1.001/1990 in USCS ter SIST EN ISO 14688-2:2004; Klasifikacija zemljin

SIST-TS CEN ISO/TS 17892-1:2004; Določitev naravne vlažnosti

SIST-TS CEN ISO/TS 17892-2:2004; Določitev prostorninske mase

SIST-TS CEN ISO/TS 17892-3:2004; Določitev specifične mase

SIST-TS CEN ISO/TS 17892-4:2004; Določitev zrnivosti s sejanjem

SIST-TS CEN ISO/TS 17892-5:2004; Določitev stisljivosti v edometru

SIST-TS CEN ISO/TS 17892-10:2004; Določitev strižne trdnosti zemljin v direktnem strižnem aparatu

SIST-TS CEN ISO/TS 17892-11:2004; Določitev vodoprepustnosti

SIST-TS CEN ISO/TS 17892-12:2004; Določitev Atterbergovih mej plastičnosti in indeksa konsistence

SIST- EN 13286-7; Proctorjev preizkus

ASTM D2487-06; Standard practice for Classification of Soils for engineering Purpose (Unified Soil Classification system)

#### • 4.13 Podtalnica

##### • Nivo podcejnice/viseče podtalnice/viseče deževnice:

Podtalnica ni zasledena na lokaciji gradnje, talnica ni zasledena na dovoznih in povoznih površini.

##### • Ponikovalnica / komentar

V primeru izvedbe ponikovalnih polj meteorne kanalizacije, potrebno je izvesti dodatne preiskave zemljin na mikrolokaciji gradnje (določiti koeficijent propustnosti, granulometrično sestavo zemljin, dimenzioniranja ponikovalnih polj-ponikovalnic ter izvesti ponikovalne preskuse ponikovalnih polj-ponikovalnic za odvajanje meteornih padavin z območja strehe, asfaltnih vozni, povoznih površin, površin rezerviranih za parkirne prostore, tlakovanih površin, asfaltiranih površin, površin zelenic. Dimenzioniranje ponikovalnic izvesti podobno kot pri podzemnem ponikanju s pomočjo določanja ponikovalne dejanske sposobnosti. Potrebno je privzeti podatek iz geološkega poročila: koeficient ponikanja od  $k = * \text{ m/sek}$  do  $k = * \text{ m/sek}$  (mikro lokacija ponikovalnih polj) . Klasifikacija koeficienta filtracije-propustnosti ( $k=\text{m/s}$ ) in procena propustnosti je odvisna od geotehnične strukture mikrolokacije ponikovalnega polja. Meteorne in druge odpadne vode s parcele in zunanje ureditve objekta ter priključka ne bodo speljane neposredno v naprave za odvodnjavanje novoizgrajenega objekta. Vode bodo odvajane po Pravilniku o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske vode (UL RS 105/02, 50/04, 109/07).

Pri načrtovanju odvoda odpadnih padavinskih voda z območja predvidenih gradbenih objektov (s strehe in utrjenih površin zunanje ureditve objekta) so upoštevana določila 92. Člena Zakona o vodah (ZV1, UL RS 67/02, 110/02 – ZGO-1, 02/04 – ZZdl-A, 41/04 – ZVO-1 in 57/08) in sicer tako, da bo v čim večji meri zmanjšan hipni odtok padavinskih voda z urbanih površin, zato je potrebno predvideti zadržanje teh voda pred iztekom: predvideti je potrebno zatravitev prostih površin in tlakovana izvedba prometnih površin (tlakovci), ki omogoča ponikanje na širši površini. otekanje vode s površin ne sme biti ovirano, meteorne in druge vode ne smejo pritekati na cesto ali na njej celo zastajati. Izdelati je potrebno situacijo odvodnjavanja parcele s padci in vrisom meteorne kanalizacije kot in ponikovalnih polj preko lovilcev mineralnih olj in maščob. Pri preverbi dimenzioniranja upoštevati: Pravilnik o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske vode (UL RS 105/02, 50/04, 109/07). Standard DWA-A 138E: Planning, Construction and Operation of Facilities for the Percolation

of Precipitation Water (projektiranje, gradnja in obratovanje naprav za ponikanje padavinskih voda), ki daje precej podrobne smernice za to področje.

Pred projektiranjem, gradnjo in obratovanjem ponikovalnih naprav moramo obravnavati zagotoviti zaščito zemljine in površinskih voda. Ukrepi za zaščito so lahko:

zmanjšanje pretokov, ki dotekajo v ponikovalne naprave,

zmanjšanje utrjenih neprepustnih površin,

obdelava in čiščenje površinskega odtoka pred dotokom v ponikovalne naprave,

omejevanje ponikanja onesnažene padavinske vode.

Nesprejemljiv padavinski odtok mora biti speljan v kanalizacijski sistem oziroma ga lahko ponikamo šele po ustrezni obdelavi/čiščenju padavinske vode.

Standard razvršča utrjene površine na 14 kategorij in za vsako definira ustreznost oz. neustreznost posameznih načinov ponikanja. Glavni pogoj za ponikanje je vodoprepustnost. Koeficient infiltracije zemljine se ponavadi giblje med  $1 \cdot 10^{-2}$  in  $1 \cdot 10^{-10}$  m/s. Za ponikanje so primerne zemljine s koeficientom prepustnosti za zasičene zemljine  $k_f$  med  $1 \cdot 10^{-3}$  m/s in  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s. Če je  $k_f$  večji od  $1 \cdot 10^{-3}$  m/s padavinska voda ponika tako hitro v podtalnico, da se ne morejo izvesti. samočistilni kemični in biološki procesi. Če je  $k_f$  manjši od  $1 \cdot 10^{-6}$  m/s so ponikovalne naprave napolnjene dlje časa, sposobnost ponikanja  $QP$  je sorazmerna velikosti koeficienta infiltracije  $k_f$ .

Glede na to kakšna je vsebnost primesi, onesnaženja v padavinski vodi, ki odteka iz utrjenih površin in vpliv na podtalnico, standard razvršča padavinski odtok v tri kategorije:

neškodljiv,

sprejemljiv,

nesprejemljiv.

Neškodljivo padavinsko vodo, ki odteka iz utrjenih površin lahko direktno ponikamo v nezasičeno cono zemljine, brez obdelave oz. čiščenja.

Sprejemljiv padavinski odtok lahko ponikamo ob ustreznem predhodnem čiščenju oziroma obdelavi v ponikovalni napravi. Ob izpolnjenih nekaterih pogojih je lahko to predhodno čiščenje tudi površinsko ponikanje skozi zasajeno zemljino – odvisno od površine zemljine.

Debelina cone za ponikanje (razlika med maksimalno povprečno višino gladine podtalnice in dnom ponikovalnega sistema) mora znašati vsaj 1 m. Zaradi časovno odvisnih procesov kot je biološka razgradnja, se poveča samočistilna sposobnost z večjim retenzijskim časom. Tega dosežemo bodisi z večjo debelino ponikovalne cone bodisi z manjšo prepustnostjo zemljine nad gladino podtalnice. Izjemoma se lahko odvaja neškodljivo padavinsko vodo tudi v ponikovalnice s ponikovalnim območjem tanjšim od 1 m.

Material, ki je del ponikovalne cone lahko izboljšamo, ko gradimo ponikovalnice. Še posebej je to možno pri površinskih ponikovalnicah, katerih površino prekrijemo z min. 10 cm debelo plastjo primernejše zemljine. Če je ponikovalnica grajena na zemljini s slabšimi samočistilnimi sposobnostmi, mora biti debelina dodane zgornje plasti 20 cm.

Hidrogeološke karakteristike

Zemljina nad ponikovalno napravo, ki je ponavadi umetno zasutje, mora imeti manjši koeficient prepustnosti kot zemljina pod njo. Pri ponikovalnih napravah s centraliziranim ponikanjem imamo velike hidravlične obremenitve, zato je vpliv na podtalnico lahko večji. Pri zasnovi ponikovalnih naprav je potrebno upoštevati, da manjša kot je razdalja med gladino podtalnice in dnom ponikovalnice, večji je dvig gladine podtalnice zaradi manjše možnosti lateralnega gibanja vode. Pri manjši vodoprepustnosti zemljine je dvig gladine podtalnice manjši, saj je lateralno gibanje večje. Večja kot je debelina od dna vodonosnika do gladine podtalnice, manjši je vpliv ponikanja na dvig gladine. Zaradi zaščite podtalnice je potrebno pri dimenzioniranju ponikovalnice obravnavati vsa našeta razmerja.

Izračun dotoka na ponikovalnico

Velikost celotnega prispevnega območja  $A_{imp}$ :

$$A_{imp} = \sum (A_{c,i} \cdot \psi_{m,i})$$

$A_{c,i}$  = površina posameznega prispevnega območja

$\psi_{m,i}$  = srednja vrednost koeficienta odtoka posameznega prispevnega območja

Za vrednost  $\psi_{m,i}$  standard DWA-A 138E priporoča, da privzamemo naslednje vrednosti:

Če ne upoštevamo časa zakasnitve odtoka, je skupen dotok na ponikovalnico  $Q_{ln}$  v  $m^3/s$ :

$Q_{ln} = 10^{-7} r_{D,(n)} A_{imp} r_{D,(n)}$  = intenziteta padavin trajanja  $D$  s pogostostjo  $n$  v  $l/(s \cdot ha)$

$A_{imp}$  = površina prispevnega območja v  $m^2$

Standard zahteva, da v primeru površinskega ponikanja (brez skladiščenja vode) za izračun upoštevamo 10 minutno trajanje naliva, če so del prispevnega območja površine z velikimi nakloni pa 15 minutno trajanje.

Izračun stopnje ponikanja

Kot osnova za izračun stopnje ponikanja se privzame Darcy-jevo enačbo:

$$v_f = k_f I_{hy}$$

$v_f$  = stopnja filtracije v zasičeni coni v  $m/s$

$k_f$  = koeficient prepustnosti v zasičeni coni v  $m/s$

$I_{hy}$  = hidravlični gradient v  $m/m$

Koeficient prepustnosti nezasičene zemljine  $k_{f,u}$  je manjši kot v zasičeni zemljini. Za izračun lahko poenostavljeno privzamemo:

$$k_{f,u} = k_f / 2$$

in s tem

$$v_{f,u} = k_{f,u} I_{hy}$$

Hidravlični gradient  $I_{hy}$  za ponikovalnice, katerih brežine imajo enako prepustno sposobnost kot dno ponikovalnice

$$I_{hy} = h_0 + z_{h0} + z_2$$

$h_0$  = razlika med višino dna ponikovalnice in višino gladine podtalnice v  $m$   $z$  = višina zajezone vode v ponikovalnici v  $m^3$ .

Če je stopnja ponikanja skozi brežine zanemarljiva:

$$I_{hy} = h_0 + z_{2h0}$$

Če je višina zajezone vode  $z$  majhna, bo hidravlični radij blizu vrednosti 1. V tem primeru lahko privzamemo vrednost  $I_{hy} = 1$  in izračunamo stopnjo ponikanja  $QP$  v  $m^3$ :  $QP = v_{f,u} AP = k_f / 2 AP$   $AP$  = ponikovalna površina v  $m^2$ . Velikost ponikovalne površine je odvisna od višine zaježitve padavinske vode v ponikovalnici.

Pri površinskih ponikovalnicah lahko kot velikost ponikovalne površine poenostavljeno privzamemo horizontalno projekcijo gladine zajezone vode. Efektivna ponikovalna površina je odvisna od vrste ponikovalnice. Privzamemo lahko povprečno velikost ponikovalne površine – v tem primeru horizontalne projekcije gladine zajezone vode:  $AP_{pov} = (AP_{min} + AP_{max}) / 2$

Izračun zadrževalnega volumna ponikovalnice

Pri izbiri in dimenzioniranju ponikovalnice nas glede na pogoje terena in razpoložljiv prostor zanima potreben zadrževalni volumen ponikovalnice.

Iz kontinuitetne enačbe izhaja enačba za izračun potrebnega zadrževalnega volumna ponikovalnice  $V$  v  $m^3$ :

$$V = (Q_{ln} - QP) D / 60 fs$$

$Q_{ln}$  = konstanten dotok padavinske vode za določeno trajanje naliva  $D$  v  $m^3/s$

$QP$  = količina ponikanja padavinske vode za določeno trajanje naliva  $D$  v  $m^3/s$

$V$  = zadrževalni volumen v  $m^3$

$D$  = izbrano trajanje naliva v  $min$

$fs$  = varnostni faktor (1.1 – 1.2) zaradi izbire poenostavljene metode dimenzioniranja

Standard DWA-A 138E v primerjavi s standardom SIST EN 752-2 za dimenzioniranje infrastrukture za odvodnjo padavinskih voda navaja malo drugačne vrednosti pri izbiri pogostosti nalivov. SIST EN 752-2, ki obravnava vse elemente kanalizacijskega omrežja, navaja priporočene vrednosti glede na značilnosti območja obdelave (ruralno, stanovanjsko, itd.). DWA-A138E, ki se nanaša direktno na dimenzioniranje ponikovalnic in drenažnih sistemov, pa priporoča 5 letno pogostost naliva za dimenzioniranje ponikovalnic z razpršenim zbiranjem vode in enostavne ponikovalnice s centraliziranim zbiranjem vode oziroma 10 letno pogostost trajanja naliva za dimenzioniranje zahtevnejših ponikovalnic s centraliziranim zbiranjem vode in infiltracijske jarke

Hidravlično dimenzioniranje

## Ravninski infiltracijski sistemi

Glede na izbrano trajanje in velikost padavinskega dogodka, hidravlični izračun izvedemo tako, da je rezultat višina  $h_{max}$ :  $h_{max}=D \cdot (R \cdot i - q)n$

pomen oznak

$h_{max}$  = maksimalna višina ponikovalnice (m)

$R$  = razmerje med prispevnim območjem in površino infiltracijskega sistema/ponikovalnice,

$R=AbAD$

$q$  = koeficient infiltracije, deljen z ustreznim varnostnim faktorjem (m/h)

$i$  = intenziteta in trajanje padavin z določeno povratno dobo na obravnavanem območju (m/h)

$D$  = trajanje padavin z določeno povratno dobo na obravnavanem območju (h)

$Ab$  = infiltracijska površina (m<sup>2</sup>)

$AD$  = prispevna površina (m<sup>2</sup>)

$n$  = poroznost zapolnitvenega materiala

Če je

$R \cdot i - q \geq \Rightarrow h_{max}=0$ ,

pomeni, da potencialna infiltracija presega potencialen površinski odtok, zato ponikovalni sistem ni potreben.

Pri delno prepustnih utrjenih površinah, kot je npr. drenažni asfalt je vrednost  $R=1$ , maksimalna višina vode pa

$h_{max}=D \cdot (i - q)n$

Pri delno prepustnih materialih, s katerimi utrjujemo površino, brez dodatnega sloja, ki bi omogočal

skladiščenje vode, je  $R=1$  in  $n=1$  ter tako maksimalna višina vode  $h_{max}$ :  $h_{max}=D \cdot (i - q)$ .

## Tridimenzionalni infiltracijski sistemi

To so ponikovalnice (kvadraste, cilindrične), ki imajo dimenzije stranskih infiltracijskih površin podobno velike kakor površino dna ponikovalnice.

Izračun infiltracijske površine  $Ab$  (m<sup>2</sup>):  $Ab=AD \cdot Dn \cdot h_{max} + q \cdot D$

Višina vode v ponikovalnici  $h_{max}$  (m):

$h_{max}=D \cdot (R \cdot i - q)n$

Glede na znano vrednost  $q$ , izbrano velikost prispevnega območja  $AD$ , izbrano maksimalno višino vode  $h_{max}$ , izbrano trajanje naliva  $D$  in intenziteto naliva z določeno povratno dobo izračunamo potrebno velikost infiltracijske površine  $Ab$ . Če potrebna velikost infiltracijske površine  $Ab$  za nas ni sprejemljiva, povečamo velikost maksimalne višine vode  $h_{max}$  ali zmanjšamo velikost prispevne površine  $AD$ , s katere želimo odvajati vodo v ponikovalnico.

## Vertikalni ponikovalni sistemi

Tretji princip določanja dimenzij ponikovalnega sistema je namenjen ponikovalnicam z možno dokaj veliko globino vode v primerjavi z velikostjo dna ponikovalnice.

Izračun maksimalne višine vode  $h_{max}$  v ponikovalnici:

$h_{max}=a \cdot [e^{(-bD)} - 1]$

kjer je

$a=AbP-i \cdot ADP \cdot q$

$P$  = faktor dna infiltracijskega sistema ali omočeni obod ponikovalnega sistema (m)

$b= P \cdot qn \cdot Ab$

Glede na izbran tip ponikovalnice določimo velikost infiltracijske površine ( $Ab$ ) in izračunamo faktor  $P$  in  $b$ . Potem za različno trajanje padavinskega dogodka izračunamo ali odčitamo iz grafa maksimalno možno višino vode v ponikovalnici  $h_{max}$ .

Dimenzioniranje ponikovalnice in lovilca olj je izvedeno tako da vse meteorne vode z celotne parcele (objekt, zunanje ureditve) so meteorom kanalizacijskim sistemom usmerene-kanalizirane na lovilce olj-maščob(RT-NDD400-2, pretoka 2l/s) in naprej preko ponikovalnih polj na javni kanalizacijski meteorni sustav.

Ponikovalnice so vkopane v spodnje razpokane kamnine, nasipe gruščnato glineno peščene zemljine na globini najmanj 3,5-4,0 m glede na koto površja.

Vse meteorne vode so zajete in nadzorovano speljane v meteorno kanalizacijo. Meteorna kanalizacija okoli objekta (s sistemom peskolovov, linijskih rešet, jaškov, zadrževalnikov ...), je prikazana na risbi temeljev v

načrtu arhitektur. Ponikanje je zagotovljeno na globini gruščnato-glineno peščenih meljnih zemljin, ki se nahajajo neposredno pod plastjo kamnite gredi. Pri dimenzioniranju ponikovalnika (ponikovalnih polj) je se upoštevana vodoprepustnost  $k = 10^{-3}$  do  $10^{-6}$  cm/s (dobra do srednja propustnost). Zadostnost ponikovalne površine se je med izvedbo preverila s testom ponikanja in po potrebi prilagodila glede na dejansko ugotovljeno stanje. Na lokaciji izvedbe ponikovalnic so odvzeti in preiskani vzorci zemljin iz izkopov. Za ugotavljanje zrnavnostne sestave materiala odvzeta so po 3 (tri) vzorca zemljin. Pri preiskavah vzorcev zemljin je določena sestava zrnivosti in na osnovi pridobljenih laboratorijskih analiz zrnivosti je izračunana propustnost zemljine določen-izračunan koeficient propustnosti po Hazenu in USBR. Vodopropustnost materiala na lokaciji ponikovalnice »1« je od  $k = 5 \cdot 10^{-3}$  do  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s, na lokaciji ponikovalnice »2« je od  $k = 1 \cdot 10^{-3}$  do  $4 \cdot 10^{-5}$  m/s. V projektu je predvideno odvajanje in ponikanje meteornih-padavinskih vod s strešnih in zunanjih površin preko ponikovalnic v temeljna tla. Skupna površina pritekajočih meteornih padavin sa strehe objekta, asfaltnih površin, tlakovanih površin in zelenih površin je 6.494 m<sup>2</sup>. Glede na izvedeno in ugotovljeno raziskavo mikrolokacij ponikovalnih polj ugotavljamo da bo ponikanje dotekajočih meteornih vod v ponikovalnice, ponikanje teh vod se bo odvijalo večinoma v horizontalni smeri v plasteh razpokanih apnenčevih kamninah in nasipu kamnitih materialov (ponikovalno polje »2«, kamniti nasip ca 2,5 – 3,0 m. Ponikanje v vertikalni smeri bo manjše, pod koto ponikovalnega polja na globini večji od 3,0 m locirani peščeno glineni sloji ki imajo faktor propusnosti  $k \geq 1 \cdot 10^{-6}$  m/s. Splošna ocena koeficienta propustnosti za te ne koherentne sloje kamnitih nasipov in razpokane apnenice in gruščene materiale ocenjujemo s  $k = 1 \cdot 10^{-3} - 6 \cdot 10^{-4}$  m/s, zelo dobra propustnost. Pridobljeni podatki intiziteta padavi v času 60 minut s povratno dobo 10 let je 80 l/s/h. Preverba izračunov dve ponikovalnic za skupno zbirno površino  $A_{s1} = 6.494$  m<sup>2</sup>.

Zbirni faktor  $\phi = 0,65$ . Iz teh znanih parametrov izračunamo količino dotoka meteorne vode v obe ponikovalnice po formuli  $Q_{s1} = A_{s1} \cdot I_p \cdot \phi = 41,0$  l/s.

Ponikovalna sposobnost ponikovalnic Q je po zahtevah standarda DWA a 138 določena po formuli za pretok  $Q = A \cdot v$ , pri čemer je hitrost ponikanja dotekajočih meteornih vod »v« izražena z formulo  $v = vk/30$ , oznaka »A« je površina ponikanja meteornih vod.

Izkop ponikovalni polj je prilagojen površini z katire so kanalizirani dotoki meteornih vod. Izkopi so za ponikovalno polje »1« 10,50/6,50/3,50 m, ponikovalno polje »2« 8,50/5,50/3,50 m. V ponikovalna polja se vgradijo perforirane cevi premera 150 mm dolžine 1.000 mm :polje »1« 5 x 2 cevi, polje »2« 2 X 3 cevi premera cevi 150 mm, dolžina cevi 1.000 mm. Izkop zunaj cevi je zapolnje z drenažnimi drobljenimi kamnitimi materiali. V ponikovalnem polju zapolnjenem drenažnimi materiali upoštevamo akumulacijski volume vode do 30% volumna zasipa.

Ponikovalna polja 1 in 2 so dimenzionirana tako, da ponikalna sposobnost Q je manjša od planiranega dotoka meteornih padavin-vod v času 60 minut. Volumni ponoikovalnic  $V_p$  je večji od volumna akumulacije  $V_{ak}$ , ki se ostvari zaradi razlike večjega dotoka meteornih vod  $Q_{s1}$  kot je ponikovalna osposobljenost ponikovalnih polj.

#### • 4.14 Pregled opravljenih preiskav

Med sondnimi izkopi je bilo na terenu skladno s planom geomehanskega preiskovanja talnega profila odvzetih 15 vzorcev, za ugotavljanje geomehanskih-fizikalnih lastnosti materialov. Skladno s projektno nalogo in na osnovi pregleda prejetih vzorcev so se geomehanske laboratorijske preiskave izvajale na odvzetih vzorcih. Seznam opravljenih laboratorijskih preiskav na vzrcih iz sondažnih izkopov je podan v spodnji preglednica

Preglednica: Seznam opravljenih laboratorijskih preiskav na vzorcih iz sondažnih izkopov		
Preiskava	Standard	Št. preiskav
Klasifikacija vzorcev	JUS U.B1.001/1990, USCS EN ISO 14688-2:2004/2018	12
Določitev naravne vlažnosti	SIST-TS CEN ISO/TS 17892-1:2004	7
Določitev Atterbergovih mej plastičnosti in indeksa konsistence	SIST-TS CEN ISO/TS 17892-12:2004	5

Določitev prostorninske mase (naravne in suhe)	SIST-TS CEN ISO/TS 17892-2:2004	5
Določitev modula stisljivosti v edometru	SIST-TS CEN ISO/TS 17892-5:2004	5
Določitev koeficienta vodoprepustnosti s spremenljivim hidravličnim padcem	SIST-TS CEN ISO/TS 17892-11:2004	5
Direktna strižna preiskava	SIST-TS CEN ISO/TS 17892-10:2004	5
Določitev zrnavostne sestave	SIST-TS CEN ISO/TS 17892-4:2004 SIST EN 933-1:19	5
Določitev največje suhe gostote pri optimalni vlažnosti po Proctorju	SIST EN 13286-2:2010	5
Direktna strižna preiskava materiala, vgrajenega pri optimalni vlažnosti	SIST-TS CEN ISO/TS 17892-10:2004	5
Določitev vrednosti CBR	TSC 06.100	5

- Klasifikacija zemljin EN ISO 14688-2:2004/2018 ASTM D 2487

<b>GK</b>		<i>drobir in kamenje</i>
<b>GW</b>		<i>Dobro granuliran prod – sprejet na meji konglomerata, sedimenta</i>
<b>GP</b>		<i>Granuliran prod</i>
<b>GU</b>		<i>Enakomeren prod</i>
<b>GC</b>		<i>Prod s peščeno glinastim vezivom</i>
<b>GM</b>		<i>Slabo granuliran prod z večjim odstotkom peska in gline</i>

Nevezljivi materiali

<b>SW</b>		<i>Dobro granuliran pesek</i>
<b>SP</b>		<i>Slabo granuliran pesek</i>
<b>SU</b>		<i>Enakomeren pesek</i>
<b>SC</b>		<i>Pesek z glinastim vezivom</i>
<b>SM</b>		<i>Slabo granuliran pesek s čezmerno količino melja in gline</i>

Vezljivi materiali

<b>ML</b>		<i>Melji majhne plastičnosti</i>
<b>MI</b>		<i>Melji srednje plastičnosti</i>
<b>MH</b>		<i>Melji visoke plastičnosti</i>
<b>CL</b>		<i>Glina meljasta majhne plastičnosti</i>
<b>CI</b>		<i>Glina srednje plastičnosti</i>
<b>CH</b>		<i>Glina visoke plastičnosti</i>
<b>OH</b>		<i>Organska glina visoke plastičnosti</i>
<b>OI</b>		<i>Organska glina visoke plastičnosti</i>
<b>OL</b>		<i>Organski melji in glina majhne plastičnosti</i>
<b>PT</b>		<i>Šota</i>

Hribine

<b>A</b>		<i>Apnenec</i>
<b>D</b>		<i>Dolomit</i>
<b>P</b>		<i>Peščenjak</i>
<b>KN</b>		<i>Konglomerat</i>
<b>B</b>		<i>Breča</i>
<b>L</b>		<i>Lapor</i>
<b>K</b>		<i>Kalcit</i>

Tabela

<b>A//K</b>		<i>Apnenec kompakten</i>
<b>A//P</b>		<i>Apnenec preparel</i>
<b>A//S</b>		<i>Apnenec slojevit-laminiran</i>
<b>A//R</b>		<i>Apnenec razpokan</i>
<b>D//K</b>		<i>Dolomit kompakten</i>
<b>D//P</b>		<i>Dolomit preparel</i>
<b>D//S</b>		<i>Dolomit slojevit-laminiran</i>
<b>D//R</b>		<i>Dolomit razpokan</i>

- Vrednotenje rezultatov po tabeli

Nekoherentna zemljina				
N	Gostotno stanje	Q(o)za prode	My(kPa) Drobn in srednji pesek	My(kPa) Debeli pesek prod in gramoz
<4	Zelo rahlo	<28.40		

Nekoherentna zemljina				
4-10	Rahlo	28.40-30.30	<7.500	<15.000
10-30	Srednje gosto	30.30-36.20	7.500-15.000	15.000-40.000
30-50	Gosto	36.20-40.90	15.000-30.000	40.000-65.000
>50	Zelo gosto	>40.90	>30.000	>65.000

Deformacijki	Modul E (kN/m <sup>2</sup> )
Pesek (SP, SU, SM) Zaglinjen pesek (SC) Prod s peskom (SM, GM) Dobro granuliran prod-GP konglomerat (K)	E= 500* (N+15) E= 320* (N+15) E= 1200*(N+15) E≤ 1200*(N+15)

Koherentna zemljina : Glina, melji		
N	Konsistenčno stanje	qu(kPa)
<2	Židko	<500
2-4	Lahko gnetno	500 - 1000
4-8	Srednje gnetno	1000 - 2000
8-15	Težko gnetno	2000 - 5000
15-30	Poltrdno	5000 - 20000
>30	Trdno	>200000

Hribina	
0-1 cm	Zelo nizka
2-4 cm	Nizka
5-8 cm	Srednja
9-15 cm	Visoka
6-30 cm	Zelo visoka

#### • 4.15 Opis opravljenih laboratorijskih preiskav

IZ pet sondnih izkopov dvzeli smo po karakteristične vzorce zemljin in sicer pusto (CL) in mastno glino (CH) ter peščeno glino (SC-CL), peščeno glineni vzorec prodas zasleden v izkopu na globini ca 4 m.

Na posamzenih vzorcih smo določili naslednje parametre:

naravno vlažnost **w** (SIST-TS CEN ISO/TS 17892-1:2004)

prostorninsko težo **g** (SIST-TS CEN ISO/TS 17892-2:2004)

konsistenčni meji **w<sub>p</sub>** in **w<sub>l</sub>** (SIST-TS CEN ISO/TS 17892-3:2004)

zrnavost **C<sub>u</sub>** in **C<sub>c</sub>** (SIST-TS CEN ISO/TS SIST EN 933-1:1999)

parametra strižne trdnosti **c** in **f** (SIST-TS CEN ISO/TS 17892-10:2004)

modul stisljivosti **M<sub>v</sub>** (SIST-TS CEN ISO/TS 17892-5:2004)

Posamezni rezultati laboratorijskih preiskav so podani zbirnih preglednica vseh opravljenih preiskav.

#### • Preiskave vlažnosti

Vlažnost **w** (%) vzorca določimo s sušenjem pri temperaturi 105°C vse do stanja, ko se masa ne spreminja več. Glinasto meljnim zemljinam (CH, MH, CL, ML, OL) smo izmerili naravno vlago v mejah od **w** = 17,7% do 31,1%. Povprečna vrednost znaša 23,6 %. Peščenim, zameljenim in zaglinjenim drobljencima (GP, GM, GC) smo izmerili vlago le na enem vzorcu. Vrednost naravne vlage znaša **w** = 7,4%. Preiskave prostorninske gostote Gostoto materialov v naravnem in v suhem stanju **ρ**, **ρ<sub>d</sub>** (Mg/m<sup>3</sup>) smo izračunali iz razmerja med maso oz. težo in volumnom, na vzorcih pravilnih oblik, ki so bili prvenstveno pripravljeni za trdnostne preiskave. Naravna gostota se je gibala v mejah od **ρ** = 1,83 Mg/m<sup>3</sup> do **ρ** = 2,10 Mg/m<sup>3</sup>, suha gostota pa od **ρ<sub>d</sub>** = 1,48 Mg/m<sup>3</sup> do **ρ<sub>d</sub>** = 1,77 Mg/m<sup>3</sup>.

#### • Preiskave gostote

Gostotu materialov v naravnem in suhem stanju **ρ**, **ρ<sub>d</sub>** (Mg/m<sup>3</sup>) smo izračunali iz razmerja med maso oziroma težo in volumnom na vzorcih pravilnih oblik ki so bili prvenstveno pripravljeni za trdnostne preiskave. Naravna gostota se je gibala v mejah od **ρ**=1,83 mg/m<sup>3</sup> do **ρ**=2,10 mg/m<sup>3</sup>, suha gostota pa od **ρ<sub>d</sub>**=1,48 Mg/m<sup>3</sup> do **ρ<sub>d</sub>**=1,77 Mg/m<sup>3</sup>.

#### • Preiskave žepni penetrometer: in krilna sonda



- Preiskave Atterbergovih meja plastičnosti

- Edometerske preiskave

Glinasto meljnim vzorcem zemljin smo v edometru merili tudi koeficient vodoprepustnosti s spremenljivim hidravličnim padcem. Meritve upada nivoja vode smo izvajali pri različnih obremenilnih stopnjah. Povprečni izmerjeni koeficienti vodoprepustnosti glinasto meljnih zemljin so reda velikosti  $k_v = 10^{-9}$  cm/sek do  $k_v = 10^{-8}$  cm/sek.

- Preiskave enoosne tlačne trdnosti

- Preiskave zrnivosti

- Preiskave vgradljivosti

Z sondažnih jaškov je bilo odvzetih pet (5) vzorcev priporošinskih slojev visokoplastičnih meljev in glin, ki smo jim izmerili optimalno vlago po standardnem Proctorjevem postopku, vzorcem (CL in MH) trdne konsistence smo nato pri optimalni vlagi, brez preplavitve, izmerili strižne karakteristike. Enemu vzorcu meljaste glin (CL-ML) smo v laboratoriju izmerili nosilnost CBR nepreplavljenega materiala, preiskanega pri naravni vlagi. Naravna vlaga preiskanih glin in meljev se giblje v mejah od  $w = 17,1$  % do

30,7%, torej je material v naravnem stanju 85,5 % do 94,2 % zgoščen. Tudi meja židkosti preiskanih materialov je pod zahtevano mejo, do katere se material lahko vgrajuje v nasipe ki ne bodo dodatno obremenjevani ( $w_L < 65\%$ ), material se lahko vgrajuje samo v nasipe zunaj objekta pod zmrzlinso koto (-0,90 m).

Nevezljivi materiali

Rezultati laboratorijskih preiskav zemljin TSC 06.100												
Zap. št	Datum odvzema	Globina odvzema m	AC klasifikacija	W <sub>mar</sub> %		humoznost	Konsistenčne meje		W <sub>opt</sub>	P <sub>dmax</sub>	CBR 1	CBR2
				JUS UB1001	SIST TS 17892-1.5		SIST EN 1097.5	SIST EN 1744-1 tč.15	WI %	Ip %	%	kg/m <sup>3</sup>
							SIST TS 17892-12		DIN 18127 SIST EN 13286-2		JUS U B1.042 SIST EN 13286-47	
1	06.09.19	J1 - 1.10	CL-ML p.t.k.	26.1		0.005	48.3	20.1	27.1	1555	3.7	
2		J1 - 1.30	CH-MH t.g.k.	40.8		0.004	62.9	32.7	38.1	1306	3.7	
3		J2 - 1.00	CH p.t.k.	33.6		0.004	54.1	20.7	29.0	1487	3.5	
4		J2 - 1.50	CH t.g.k.	42.4		0.000	79.8	47.8	36.0	1600	5.4	
5		J3 - 0.90	MH t.g.k.	38.7		0.000	61.9	29.3	36.4	1352	5.2	
6		J3 - 1.10	CL-ML p.t.k.	26.5		0.004	46.9	20.1	26.2	1570	11.0	
7		J4 - 1.40	CL t.g.k.	24.3		0.001	37.6	13.9	20.0	1640	12.0	
8		J5 - 0.70	MH t.g.k.	24.5		0.000	60.9	29.0	36.1	1359	5.6	
9		J5 - 2.00	CH t.g.k.	42.7		0.000	42.0	47.0	36.0	1512	5.5	

Geomehanske lastnosti glinenih slojev – meritve DM TSC 06.720						
Oznaka	Lokacija	Globina m	Opis zemljune	Evd - MPa	E <sub>v2</sub> –ocena MPa	CBR – ocena %
R1		0,80	Peščena glina CL	10,31	22,00	5,0
R1		1,90	Pusta do peščena glina CL	7,54	18,00	3,5
R2		0,90	Peščena glina CL	4,53	12,00	2,5
R2		1,80	Pusta do peščena glina CL	4,44	12,00	2,5
R2		2,70	Pusta do peščena glina CL	4,43	12,00	2,5

Direktni strižni preskusi glineno peščenih slojev (CH, CL) SIST EN 17892-10				
Opis	Št. preiskav	Kohezija c kPa	Strižni kot φ°	Vlaga
Peščena glina tgn. konsistence CL	1	5,72	14,73	21,60
Peščena glina tgn. konsistence CL	1	6,61	19,09	26,20
Peščena glina tgn. konsistence CL	1	7,20	21,29	27,30
Peščena glina trdne konsistence	1	26,91	13,23	20,30
Mastna glina tgn. In ptd. konsistence	1	1,93	17,64	54,20

Pregled rezultatov direktnih strižnih preiskav glinasto meljnih slojev SIST-TS CEN ISO/TS 17892-10:2004)				
Izkop	Globina (m)	Opis zemljine	Direktni stig	
			Φ(°)	C (kPa)
1	1,4 – 1,6	CL/CH,mastna do pusta glina	21,0	34,9
2	1,3 – 1,5	CL/CH,mastna do pusta glina	22,3	18,9
3	1,3 - 1,6	ML,peščen melj	37,2	5,0
4	1,7 – 2,0	CH,mastna glina	19,1	32,6
5	2,0 – 2,3	CL trdne konsist	11,5	6,3
1	1,0 – 1,3	CL,pusta glina	23,9	13,6
2	1,4 – 1,7	CL trdne konsist	16,3	143,1
3	1,7 – 2,0	CL,pusta glina	24,4	14,3
4	1,5 – 1,8	CL/CH,mastna do pusta glina	22,8	4,9
5	1,9 – 2,3	CL s pos. vl. proda trdne kons	25,9	90,1
5	1,4 – 1,6	CL/CH,mastna do pusta glina	21,0	34,9

Rezultati preiskav glinastomeljnih zemljin SIST-TS CEN ISO/TS 17892-10:2004)							
		Globina	Opis zemljine	Vlaga w	Naravna gostota	Edometerski modul pri naravni	Strižna trdnost T <sub>dir</sub>

Vrtina	Razkop					tlaki E <sub>oed</sub>		
		m		%	Mg/m <sup>3</sup>	MPa	c(kPa)	φ(°)
1	1		CL tgn.kon	25,3	2,02	5347		
2	1		CL-CH trd.kon	22,9	2,00	6766	34,9	21,0
3	2		CL-CH tgn kon	24,5	2,01		18,9	22,3
4	2		ML	18,9	2,03		5,0	37,2
5	3		CL tgn kon	24,2	1,88	4304		
6	3		CH pltrd kon	22,5	2,01		32,6	19,1
7	4		CL tgn kons	23,0	1,96		13,6	23,9
8	4		CL tgn kon	24,2	1,89	5118		
9	5		CL tgn kon	23,2	1,83	2133		
10	5		SM-ML	16,1	1,90		23,7	33,9

Fizikalne karakteristike posameznih slojev zemljin (statistično povprečje)						
Material	Geološka oznaka	Kategorija izkopa	Prostorinska teža Y	Kohezija c	Strižni kot φ	E Modul elastičnosti
	0	ki	kN/m <sup>3</sup>	kPa	°	MPa
Glina CLtg.pt.,trdne konsistence- ň	de <sub>GL</sub>	3	20,0	0 – 5	24 – 27	4 – 8
Glina z gr.zagl. zam. gramoz	de <sub>GR</sub>	3	20,0	0 - 5	27 – 35	10 – 30

#### • 4.16 Določitev geomehanskih parametrov za posamezne inženjersko-geološke enote

Na osnovi pridobljenih parametrov geomehanskih preiskav v laboratoriju in terenskih meritev v spodnjih preglednicah statistično obdelanih laboratorijskih preiskav in terenskih meritev za posamezan parameter so prikazane povprečne vrednosti .

Povprečne vrednosti geomehanskih parametrov posameznih IG enot (tipičnih zemljin) na lokaciji raziskav																	
Laboratorijske preiskave -arhiv											Kosistenč no stanje	Terenske meritve-arhiv					
SI	Vrsta zemlji	USCS	Prosto teža	Ind ko	Strižna trdnost st.kot kohezija		Modul stisljivosti					Krilna sonda		CPT DMT		SPT	
			Y	Ic	φ	c	25	50	100	200		neodr.str. trd.		Modul stisljivosti		Str.ko t	Mod. El.
			kN/m³	-	°	kPa	kPa					Cu	Su	M	M	Φ	Eoed
												kPa		MPa		°	MPa
1	Gline	CL	19,1	0,4	26,9	8,7	410	1340	2150	3610	Lahko gnet.	17-19	24	31-35	32-42	30-36	18-35
2	Melji	ML MH	19,0	0,4	32,1	12,3	620	1720	2580	4140	Lahko gnet.	17-20	39	1,0- 3,5			
3	Peski	SM-SC ML	19,5		36,9	9,9	940	2030	3460	5330	Lahko gnet.	19	39	6,2- 14	5,5- 6,0	28-30	3,9-4,2
5	Prod	GM-GP												37	27	30-36	24-26

V spodnji preglednici je za posamezno IG enoto prikazan razpon vrednosti geomehanskih parametrov in dopustnih naklonov začasnih vkopov brez podpiranja. Za stabilnostne izračune naj se uporabljajo vrednosti kot so določene v geotehničnem poročilu

Razpon geomehanskih parametrov posameznih inženjersko-geoloških enot IG										
Sloj	Opis zemljine	USCS	Kosistenčno stanje	Prostor teža	Strižni kot	Kohezija	Nedrenirana strižna trdnost	Modul stisljivosti	Koeficient propustnosti	Dopustni nakloni začasnih vkopov višine>2,0 m brez podpiranja
				Y	φ	c		M	k	
				kN/m <sup>3</sup>	°	kPa		MPa	m/s	
1	Melj.pus. glina	CL	Lah. gnet.	21	20-24	3-10	17-19	1,5-4	<10 <sup>-8</sup>	1:3
2	Zagl. pešč. melj	ML	Lahk. gnet.	18,5	28-30	3-6	17-20	3-10	10 <sup>-8</sup> – 10 <sup>-7</sup>	1:2
3	Melj. zagl. pesek	SM-SC-ML	Lahk. gnet.	19	30-33	0	20-40	8-15	10 <sup>-7</sup> – 10 <sup>-5</sup>	1:2
4	Glina s prodrom	CL-GC		19	28-33	0		5-20	10 <sup>-5</sup> – 10 <sup>-4</sup>	2:3
5	Zam.. pešč. prod	GM-GP		20,5	33-36	0		25-50	10 <sup>-4</sup> – 10 <sup>-3</sup>	2:3

#### FIZIKALNE KARAKTERISTIKE ZEMLJIN - REZULTATI GEOMEHANSKIH LASTNOSTI GLINENIH ZEMLJIN

Vzorec			Naravnost	Alt	ebe	rgo	vi	kon	sist	Ind eks pla	Ind eks kon	Pro si. tež	Su ha pro	gos tola	Su ha gos	Ro čni	Kril na	Pre s s	Enoosna tlačna trdnost	
--------	--	--	-----------	-----	-----	-----	----	-----	------	-------------	-------------	-------------	-----------	----------	-----------	--------	---------	---------	------------------------	--

# LAKTUMIARUKKWKLAJTM>JKWGB>IGMAK

I Z K O P	Gl./ m	Opis vzorca	U S C S	w	wp	w <sub>c</sub>	lp	lc	γ	γ <sub>d</sub>	ρ	ρ <sub>d</sub>	qu	Cu	cu	Def. ob poruši tvi qu	Enoos tlač trdn	Neposredni strižni preskus		
				%	%	%	%		kN/m³	kN/m³			kPa	kPa	kPa	kPa		c	ω	ω C=0
1	0,3- 1,0	Glina srednje gnetna z drobnim peskom 32%	CL	25.8.	18	34	16	0.51	22.0	19.0	1.98	1.58	210	18	25		95.6	9.1	33.0	35.0
				26.6	18	35	17	0.47	23.0	19.0	1.97	1.56	200	18	25	14.5	95.6	9.1	33.1	35.0
				26.5	18	34	16	0.48	18.1	12.9	1.97	1.57	200	18	25	14.5	95.6	9.1	33.0	35.0
2	2,9- 2,5	Glina poltrdna z drobnim peskom 35%	CL	25.1	22. 8	33.6	10.8	1.26	20.2	16.1	1.99	1.59	200	17	24	15.0	105.0	20.9	31.1	34.7
				24.8	23. 0	34.1	11.3	1.18	20.7	16.8	1.98	1.57	200	17			106.2	20.7	32.0	34.8
				24.9	22. 7	33.4	11.0	1.23	21.0	16.1	1.98	1.57	200	17		15.1	105.4	20.9	31.0	34.6
3	2,5- 3,0	Glina srednje gnetna z drobnim peskom 31%	CL	25.8.	18	34	16	0.51	22.0	19.0	1.98	1.58	210	18	25		95.6	9.1	33.0	35.0
				26.6	18	35	17	0.47	23.0	19.0	1.97	1.56	200	18	25	14.5	95.6	9.1	33.1	35.0
				26.5	18	34	16	0.48	18.1	12.9	1.97	1.57	200	18	25	14.5	95.6	9.1	33.0	34.9
4	3,0- 3,5	Glina poltrdna z drobnim peskom 30%	CL	25.1	22. 8	33.6	10.8	1.26	20.2	16.1	1.99	1.59	200	17	24	15.0	105.0	20.9	31.1	34.7
				24.8	23. 0	34.1	11.3	1.18	20.7	16.8	1.98	1.57	200	17			106.2	20.7	32.0	34.8
				24.9	22. 7	33.4	11.0	1.23	21.0	16.1	1.98	1.57	200	17		15.1	105.4	20.9	31.0	34.6
5	3,6- 4,0	Glina srednje gnetna z drobnim peskom 37%	CL	25.8.	18	34	16	0.51	22.0	19.0	1.98	1.58	210	18	25		95.6	9.1	33.0	35.0
				26.6	18	35	17	0.47	23.0	19.0	1.97	1.56	200	18	25	14.5	95.6	9.1	33.1	35.0
				26.5	18	34	16	0.48	18.1	12.9	1.97	1.57	200	18	25	14.5	95.6			

Rezultati statistične obdelave laboratorijskih meritev geomehanskih parametrov glede na tipične zemljine															
Tip zemljine	USCS	Izkop	Globina	Prost. teža	Kons. meje	Ind. kons.	Konsistenčno stanje	Strižna trdnost		Modul Stisljivosti Eoed					
				y	Wp			W <sub>I</sub>	lc	str. kot	kohezija				
										φ	c	25	50	100	200
			(*)	kPa	kPa										
Visoko plastičan melj	MH			17,6	33,6	62,7	0,72	Sr. gnet.	29,3	9,5	979	1812	2476	3064	
				19,4	29,7	55,2	1,18	trdno	27,6	11,5					
			Povprečje	18,6			1,0		28,5	10,5					
Melj s peskom	ML			19,4					34,2	8,7					
			18,7					34,0	8,6						
Melj			18,7	28,8	42,1	0,6	Sr.gnet.	31,8	8,7						
	CL/ML			18,7	26,6	37,6	0,29	Lah. gnet.	31,6	15,8					
Melj. Gl.			19,1	23,2	34,7	0,22	Lah. gnet.	31,6	29,9						
			18,3	26,9	40,6	0,20	Zel lah. gnet.	31,7	3,8						
Melj	ML			19,2	27,5	38,9	0,56	Sr. gnetno	29,2	19,6					
				18,9	26,4	37,3	0,50	Sr. gnetno	33,2	11,0					
				19,3	25,3	37,7	0,30	Lahk. gnetno	30,0	13,4					
				19,5	24,7	36,7	0,85	Tež. gnetno	32,0	6,4	808	2078	3098	4909	
				19,4	25,9	38,4	0,43	Sred. gnetno	33,6	5,3	440	1361	2061	3368	
n			Statistična obdelava podatkov	11			9		11	11	2	2	2	2	
minimalno				18,3			0,19	Zel. l. gnet.	29,2	3,8	440	1361	2061	624	
ximalno				19,6			0,9	Tež. gnetno	34,2	29,9	808	2078	3098	4909	
povprečje				19,0			0,4	Lah. gnetno	32,1	12,3	624	1719	2579	4138	
St. odklon				0,4			0,2		1,6	7,5					
95% zaup.				18,7			0,2		30,8	6,4					
Gline															
Glina	CL			19,1	23,7	42,8	0,43	Lah. gnetno	28,4	6,2					
				18,8	21,9	38,9	0,30	Lah. gnetno	23,9	11,3					
				19,6	21,7	37,6	0,57	Sr. gnetno	28,5	1,8					
				19,5	19,9	35,4	0,36	Lah. gnetno	28,1	10,4	374	1157	1774	3132	
				18,8	19,7	39,4	0,30	Lah. gnetno	25,9	3,5	432	1454	2414	4029	
				19,0	21,6	41,3	0,40	Lah. gnetno	23,8	14,4	426	1415	2250	3682	
				19,2	23,1	42,3	0,68	Sred. gnetno	26,0	7,9					
				19,5	22,0	41,0	0,55	Sred. gnetno	27,7	11,9					

			19,5	22,3	38,9	0,37	Lahk. gnetno	27,9	10,6				
			17,8	25,2	42,9	0,28	Lahk. gnetno	28,0	12,8				
			18,6	23,7	43,5	0,37	Lahk. gnetno	27,7	4,7				
n			11			11		11	11	3	3	3	3
Minimalno			17,8			0,28	Lahk. Gnetno	23,8	1,8	374	1157	1774	3132
Maximalno			19,6			0,7	Sred. gnetno	28,5	14,4	432	1454	2414	4029
povprečje			19,1			0,4	Lahk. gnetno	26,9	8,7	411	1342	2146	3614
Stand. odklon			0,5			0,1		1,7	4,1	31,9	161,4	332,4	452,3
95% zaupanje			18,6			0,3		25,5	5,4				
Meljast pesek	SM		19,9					39,7	5,1	739	2532	3524	5298
			19,1					39,7	12,2				
			19,2					35,2	12,8	1252	2366	3628	5670
Glinast pesek	SC		19,4					32,7	9,3	901	1991	3037	5057
			19,1					37,2	14,2				
Meljast pesek	SM		18,8					33,5	11,9				
			20,3					38,6	9,3				
Melj s peskom	ML		19,0					36,2	7,6	1769	3815	6071	9186
			20,2					38,6	9,3				
Meljast pesek	SM		19,4					38,3	10,6		1542	3335	5030
Peščen melj	ML		19,2					36,1	6,2	859	1988	3453	4872
Statistična obdelava podatkov													
n			11					11	11	4	6	6	6
Minimalno			18,8					32,7	5,1	739	1542	3037	4872
Maximalno			20,3					39,7	14,2	1252	2532	3815	6071
Povprečje			19,5					36,9	9,9	937,8	2031	3465	5333
Standardni odklon			0,5					2,4	2,8	220,5	367,3	265,6	456,1
95% Stopnja zaupanja			19,1					35,0	7,6				

#### • 4.17 Geološko-inženirska ocena glineno peščene meljne plasti / laboratorijske preiskave komentar

Pri sondiranju, ocenili sondnih jaškov bili so zasledeni sloji zemljin na globini ca 0,90-3,00 m, kvalificirani kot zemljine geološke structure peščenih glin in meljev v poltrdem in trdem konsistenčnem stanju. V ta namen smo odvzeli pet karakterističnih vzorcev za laboratorijske preiskave ciljem ugotavljanja osnovnih geomehanskih lastnosti glinenih slojev. Peščenimi glinami in glinami smo izmerili naravno vlago od  $w = 17\%$  do  $56\%$ . V ta namen smo izvedli in ugotovili nedrenirano strižno trdnost  $T \geq 240$  kPa. Direktni strižni preiskus(en vzorec S1) je izkazal razmeroma nizek strižni kot  $\varphi = 14,7^\circ$ , pri visoki koheziji  $c = 35,50$  kPa. Izmereni modul stisljivosti je visok, za obremenitev od  $\sigma = 50$  kPa do  $\sigma = 300$  kPa, tako so bile izmerene vrednosti modulov med  $M_v = 13$  MPa do  $M_v = 17$  MPa. Izvedena je in edometerska preiskava, rezultat količnika vodopropustnosti je  $k = 1,2 \cdot 10^{-9}$  cm/sec pri najvišji obremenitvi  $\sigma = 300$  kPa.

Glinam lahke in srednje gnetne konsistence (globina od 0,5 m-0,90 m) se za obremenitve od  $\delta = 25,0$  kPa do  $\delta = 40$  kPa izmerene vrednosti modulov stisljivosti, moduli so v mejah od  $M_v = 689$  MPa do  $M_v = 1.668$  MPa, ppri uporabljenih višjih obremenitvah od  $\delta = 160$  kPa do  $\delta = 240$  kPa pa so v mejah  $M_v = 1928$  kPa do  $M_v = 3847$  kPa. Glinam težko gnetnih in poltrdnih konsistenc za obremenitve  $\delta = 25$  kPa do  $40$  kPa se gibljejo v mejah  $M_v = 770$  MPa do  $M_v = 3.318$  MPa, za obremenitve  $\delta = 16$  kPa do  $\delta = 240$  kPa se gibljejo v mejah med  $M_v = 3.295$  MPa do  $M_v = 4.065$  MPa.

V edometru je bil vsem petim vzorcima izmerjen količnik vodonepropustnosti ki je znašal od  $k = 1,4 \cdot 10^{-8}$  cm/sec do  $k = 8,6 \cdot 10^{-10}$  cm/sec.

#### • Gline in melji

Med praktično nepropustne sediment uvrščamo puste in mastne gline kot in melje. Znotraj teh enot pojavljajo leče melja in peska ki so lahko v primerjavi z glino in meljem bolj prepustni. Zaradi narave pojavljanja te plasti nimajo večjega lateralnega obsega in ne predstavljajo virov podzemne vode. Voda v manjši obliki ki se v njih pojavlja nahaja pa ima lahko redukcijski značaj. Gline in melji prekrivajo bolj prepustne sedimente in tako tvorijo krovino zaprtih vodonosnikov. Podatki o nivojih vode neposredno po izvedbi sondnih izkopov na večjih globinah nam iz izkustva nakazujejo da je podzemna voda na območjih kjer prevladujejo melji in gline lahko pod subarteškim mestoma celo pod arteškim tlakom.

#### • Peski

Peščeni sediment so na obravnavanem območju pretežno zaglinjeni, kar občutno vpliva na njihovu

prepustnost. Količina peskov v geoloških profilih se večja v smeri vzhod-zahod. na območju prehoda iz drobnnozrnatih sedimentov v peske domnevamo na osnovi izkušenj da podzemna voda v debelejših in lateralno bolj obsežnih plasteh še vedno v subarteškem tlaku. V smeri vzhod-zahod začnejo peski predstavljati vodonosnike s prosto gladino podzemne vode ki so večinoma pokriti z glineno meljastim pokrovom. Zaradi razgibanosti kontakta med peskom in meljastim pokrovom se lahko lokalno v vodonosniku ostvari subarteški tlak podzemne vode. Poleg peskov lokalno v večjih globinah (5-6 m) pojavljati glinasti in meljasti drobnozrnati prodi.

- Prodi (samo en vzorec J4)

Podobno kot prehod iz glin in meljev v pesek je postopen tudi prehod iz peščenih glinenih in peščenih slojev v sloje prodnatih sedimentov. S prva se prod na večjih globinah (5-10 m) nahaja v debelejših plasteh, ki ležijo na meljastih in glinastih peskih bolj vzhodno pa začne prodnata plast prevladovati v celotnem geološkem profilu nižje od ca 5-10 m (lokalno 3,90 m J4). Prepustnost proda je odvisna od vsebnosti drobnnozrnatih sedimentov (melji in gline). Na skrajnem jugovzhodnem delu lokacije je plasti proda največ tako da je ta del lokacije najbolj propusten in tvori odprt medzrnski vodonosnik.

V tekstualnem delu tega poročila v poglavju opisa geološke strukture zemljin na lokaciji gradnje na osnovi pregleda, terenskih meritev in rezultatov laboratorijskih izsledkov ugotovljamo da temeljna tla na lokaciji gradnje v osnovi gradijo glineno-peščeni sloji. V fazi izvedbe sondiranja terena odvzeli smo vzorce peščenoglinenih slojev za laboratorijske preiskave ter izvedli terenske meritve in ocene glinenih in peščenoglinenih slojev na lokaciji sondnih izkopov. Rezultate meritev in ocen podajamo v preglednicah tega poročila.

#### • 4.18 Posedki, usedki objekta

Posedke plitvih temeljev smo ocenili s pomočjo programa Settle 3D, ki je namenjen oceni vertikalnih posedkov pod temelj, nasipi ali vertikalnim obtežbami. Program je v osnovi tridimenzionalen, vendar pri tem upošteva naslednje poenostavitve. Vse napetosti, porni tlaki in posedki se izračunavajo le v vertikalni smeri. Raztros napetosti po globini zaradi površinske obtežbe se izračuna po Boussinesqovi ali po 2:1 metodi, zato trdnostnih karakteristik materialov ni potrebno podati.

Absolutni usedki kateri se bodo aktivirali pri temeljenju objekta so določeni po metodi srednjega modula stisljivosti in izpeljav Boussinesquovih integralnih enačb, ki definirajo temeljna tla kot elastičen izotropen polprostor. Račun posedka za koherentna tla se obravnava kot linearno deformabilan medij v skladu s Hookeovimi zakonitostmi, za nekoherentna tla pa na osnovi upora prodiranja igle pri izvajanju statičnega ali dinamičnega preiskusa.

Rasporeditev pritiskov v globini opisanega polprostora obremenjenega na površini koncentriranom silom je določena Boussinesqovim izrazom, enačbo, integracijo navedenega izraza po pravokotni obremenjeni površini (Steinbrenner) je pridobil izraz za distribucijo naprezanj ( $\sigma_z = p_w \cdot I_\sigma$ ) po vertikali v bilo katere točki spodaj ali zraven absolutno fleksibilnega pravokotnega temelja obremenjenega enakomerno razporejene dodane obremenitve.

Aproksimacijo površin proizvoljnih oblik in obremenitev, nizom pravokotnih ploh s pripadajočimi enakomerno razporejenimi obremenitvami, možna je uporaba navedene formule in superpozicije vplivov vseh obremenitev pravokotnih ploh, izvršiti izračun posedkov bilo katere točke spodaj ali zraven obremenjenih temeljnih ploh. V kolikor kontaktni naprezki  $p_k$  so aktivni na neki globini  $D$  takrat se dodatno kontaktno naprezanje  $p_w$  (vzrok posedkov  $w$ ) izračunava po formuli  $p_w = p_k - q$  : ( $q = \gamma \cdot D$ )

Posedek tega temelja indentično je posedku karakteristične točke »K«15 absolutno fleksibilnega temelja (Grasshof) kar dovoljuje uporabo v naprej navedenih formul za vse temelje ki jih klasificiramo kot togi.

Pri analizi so upoštevani rezultati terenskih meritev, rezultati laboratorijskih preiskav za deformacijske karakteristike nekoherentnih zemljin, izkoriščene dopustne kontaktne obremenitve temeljnih tal kot dodatne obremenitve, da s tem nismo upoštevali vpliva razbremenitve izkopov na temeljna tla.

Pri temeljenju v nekoherentnih prodnato peščenih zemljinah, prodi in konglomerati je pričakovati posedke, posedek točke : Westergard 0.2389

Westergard 0.1766

Pričakovani posedki se bodo aktivirali v času gradnje med 50% do 70%.

Pri planirani povprečni globini izkopa gradbene jame za točkovne temelje od 2.50 m do 3.0 m, se bodo aktivirale razbremenilne sile, napetosti v velikosti do  $100 \text{ kN/m}^2$  ( $q = \gamma \times D = 22 \times 14 = 308 \text{ kN/m}^2$ ), tako da je pričakovati absolutne posedke  $U_{\text{abs max}} = 15 \text{ mm}$  do  $25 \text{ mm}$ .

Relativni posedki bodo velikosti  $U_{\text{rel max}} = 20 \text{ mm}$ .

V fazi izračunov nosilnosti temeljnih tal na računskem modelu tal so temeljili razen tehničnih izsledkov rezultatov laboratorijskih analiz, terenskih meritev na predpostavkah in omejitvah:

Pri izračunih nosilnosti smo uporabili merodajen najvišji morebitni pričakovani nivo viseče podtalnice na globini 8-10 m pod koto 216.50 m. n. v.

Izračuni nosilnosti so za osnovno obremenitev, je merodajna nosilnost  $P_{\text{kčdop}} = 0.8 \cdot P_{\text{kdop}}$

Informativna teža objekta je ocenjena na ca  $200 \text{ kPa/m}^2$

V izračuni nosilnosti temeljnih tal po kriteriju loma tal so uporabljeni koeficienti varnosti  $F_\phi = 1.8$  in  $F_c = 3.0$ .

Izračuni posedkov so izvedeni za stalno obremenitev in točku »K« poploma togega temeljenja ter za točko »C« popolnoma samostojne fleksibilne talne plošče.

Zaradi vpliva kontaktnega natega  $p_k$  v globini cca  $D=1,50-2,50 \text{ m}$ , pod nivojem obstoječega terena, dodatno kontaktni nateg  $p_w = p_k - q$  (posledično nastaja posedek  $w$ ) je zmanjšan za vrednost  $q = 75\%(\gamma \cdot D)$ .

V geostatičnimi izračuni ni zajeta interakcija stavba-temeljna tla, iz razloga glede na koeficient togosti konstrukcije in trenutno konsolidacijo temeljnih tal, ugotavljamo da je interakcija glede prerasporeditve natega na tla realno zanemarljiva.

Pri analizi posedkov, usedkov so upoštevani podatki rezultati laboratorijskih raziskav, terenskih raziskav za deformacijske karakteristike temeljnih zemljin kot in izračuni dopustne kontaktne obremenitve temeljev.

Pri temeljenju v privzetih zemljinah in iskoriščenih dopustnih obremenitvah na lokaciji temeljenja objekta, lokaciji gradnje, je pričakovati absolutne usedke do  $u < 2,50_{\text{max}} \text{ cm}$ , ki se v večjem procentu realizirajo v času gradnje objekta. Relativnih usedkov ni pričakovati, saj smo mnenja, da je na tlorisnem področju lokacije gradnje, temeljenja objekta sestave materialov na peščeno glineni zemljinah srednje gostote ojačanih z kamnito-tamponsko gredo, podlaga je enakomerna, nosilna, ne deformabilna, stabilna.

Kontaktni tlaki ob dnu temeljev Temelje dimenzioniramo na notranje sile in momente, ki jih povzročata obtežba objekta in kontaktni (reaktivni) tlaki temeljnih tal. Če bi bili temelji gibki, bi bila razporeditev kontaktnih tlakov enaka razporeditvi obtežbe, s katero objekt obremenjuje temelj. Togost (manjša ali večja) temeljev vpliva na razpored kontaktnih tlakov na takšen način, da so po eni strani kontaktni tlaki v ravnovesju z obremenitvijo temelja in po drugi strani, da so upogibki temeljev kompatibilni s posedki temeljnih tal. Kontaktni tlaki so tako odvisni: od stopnje togosti objekta, od stopnje togosti temelja in od deformabilnosti temeljnih tal.

Pri analizi posedkov so upoštevani podatki rezultatov terenskih raziskav za deformacijske karakteristike temeljnih tal in upoštevane podane obremenitve temeljev. Obstaja več postopkov za izračun posedkov temeljnih tal pod obtežbo objekta, najbolj se je uveljavila metoda v EC7, navedeni empirični postopek Burlanda in Burbidgea, ki daje začetni posedek kvadratnega temelja:

$$S_{i(\text{mm})} = (q^t - 2/3 \delta_{v0}) B^{0.7} I_c$$

$$I_c = 1,71/N^{1.4}$$

Za  $N$  je potrebno vstaviti povprečno vrednost vseh izmerenih vrednosti pod koto temeljenje,  $q^t$  je vrednost obtežbe, ki jo temelj prenaša v temeljna tla (kPa),  $\delta_{v0}$  pa efektivni tlak na koti temelja pred gradnjo (kPa). V primeru da temelj ni kvadraten obvezno upoštevati faktor  $s$  katirir se posedek korigira

$$F_s = \left( \frac{1,25L/B}{L/B+0,25} \right)^2$$

Ker se tudi v nekoherentnih zemljinah opaženi časovni vplivi, je potrebno za napoved posedka v daljšem časovnem obdobju ( $t > 3$  leta) uporabiti časovno korekcijo:

$$f_t = 1 + R_3 + R_t \log(t/3)$$

kjer je  $R_3$  faktor, ki pove vpliv za prva 3 leta,  $R_t$  pa kasnejši vpliv za vsako logaritmično dekada časa po preteku treh let. Priporoča se uporaba  $R_3=0,3$  in  $R_t=0,2$  za statično obtežbo. Enačbe zgoraj veljajo za temeljenje do globine  $D \leq 3B$ , za večje globine je potrebna dodatna korekcija. Posedek pravokotnega temelja po času daljšem od treh let se izraža v mm.

- Posedek točkovnega temelja dolžine 3,0 m in širine 3,0 m, ki obremenjuje temeljna tla do  $s \delta = 200$

kN/m<sup>2</sup>, izračunan po metodi EC7-3 znaša cca 20 mm. Posedek po času daljšem od treh let pa bo znašal cca 25 mm.

- Posedek temeljne plošče ki obremenjuje temeljna tla s  $\delta = 200 \text{ kN/m}^2$ , izračunan po metodi EC7-3 znaša cca 17 mm. Posedek po času daljšem od treh let pa bo znašal 23 mm.

#### • 4.19 Modul reakcije tal

Moduli reakcije tal je določen iz relacij  $k_s = \frac{p \cdot M_s}{(1 - v^2)} = \frac{0.52 \cdot 23100}{(1 - 0.3^2) \cdot 1.0}$

in primerjalno

$$C_{mv} = \frac{q_{max}}{U_{absmax}}$$

Za bolj natančan izračun temeljne konstrukcije možno je uporabiti kot referenčan pokazatelj deformabilnega obnašanja temeljnih tal dojeti modul reakcije tal  $k_s$ . Pri računskem modelu v katerem tla zamenjamo sistemom oprug (Winklerov prostor),  $k_s$  je koeficient proporcionalnosti med obremenitvijo  $p_w$  (vzrok pomika) in pomika  $w$  točke na površini Winklerjevega prostora.

Vrednosti  $p_w$  in  $w$  so privzete iz izračuna posedka karakteristične točke K kar pomeni v opisnem delu posedka da je modul reakcije tal  $k_s$  funkcija oblika in velikosti kontaktne ploskve, rasporeditve in intenziteta obremenitve, sestave in lastnosti tal.

$$k_s = \frac{p_w}{w} \quad [\text{MN/m}^3]$$

Dodatno pri izračuni smo za povezanost med reakcijo tal simulirali posedke zaradi vpliva dodatnih obremenitev tal (objekt), izračunali razbremenitev površine Winklerovega prostora izkopom gradbene jame globine do 2.50 m, tako je naprežanje ki je posledica posedka  $p_w = p_k - q$ . Pri izračunu temeljne konstrukcije kot nosilca na elastični podlagi, uporabljen je koeficient proporcionalnosti  $k_{sk}$ , ki je pokazatelj v tem primeru povezanosti med posameznimi obremenitvami konstrukcije  $p_k$  (brez razbremenitve  $q$ ) in njenega pomika  $y$ . Za usklajenost pomika temeljnih tal in konstrukcije objekta ( $w=y$ ) povezanost med  $k_s$  in  $k_{sk}$  v splošnem primeru, pri uporabi razbremenitve,

$$k_{sk} = k_s \cdot \frac{p_k}{p_w} \quad [\text{MN/m}^3]$$

Sloji meljno peščeni do peščeno glinastih slojev do osnovne nosilne podlage peščeno meljne glinaste 2,5 m – 3,5 m po rezultatih laboratorijskih raziskav in rezultatih SPT so ocenjeni z naslednjimi parametri:

prostorska teža	$\gamma = 18.5 - 19.5 \text{ kN/m}^3$
kohezijska trdnost	$c' = 25 - 140 \text{ kN/m}^2$
modul stisljivosti	$M_s = 3.5 - 14.5 \text{ MPa}$
modul reakcije tal	$k_v = 8000 - 10000 \text{ kN/m}^3$
koef. vodopropustnosti	$K = 10^{-5} - 10^{-8} \text{ m/sek}$

Nižje ležeči meljno peščeno glineni sloji 3,0 m – 4,5 m

prostorska teža	$\gamma = 20.0 \text{ kN/m}^3$
kohezijska trdnost	$c = 65 - 150 \text{ kN/m}^2$
modul stisljivosti	$M_s = 12 - 25 \text{ MPa}$
modul reakcije tal	$k_v = 15000 - 30000 \text{ kN/m}^3$
koef. vodopropustnosti	$K = 10^{-6} - 10^{-8} \text{ m/sek}$

#### • 6.0 Dopustna obremenitev temeljnih tal

Informativne vrednosti projektne nosilnosti tal smo izračunali po kriteriju loma tal pod temeljem po prirejenem obrazcu po Brinch - Hansenu (SIST EN 1997-1:2005–dodatek D): ob upoštevanju strižnih karakteristik raščeni (konsolidirani) srednje gostih glineni peščenih temeljnih tal :

prostorska teža  $\gamma = 18,0 - 19,0 \text{ kN/m}^3$

kohezija  $c' = 2 - 8 \text{ kN/m}^2$  in strižni kot  $\varphi' = 22 - 24^\circ$  ali



kohezija  $c' = 60 - 80 \text{ kN/m}_2$  in strižni kot  $\varphi' = 0^\circ$

modul stisljivosti  $M_e = 5 - 15 \text{ MN/m}_2$

modul podajnosti - reakcije tal  $c_v = 5 - 15 \text{ MN/m}_3$

koeficient vodoprepustnosti  $k = 1 \times 10^{-7}$  do  $1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$

$$R/A' = c' \times N \times c \times b \times s \times i_c + q' \times N \times q \times b \times s \times i_q + 0,5 \times \gamma' \times B' \times N \times \gamma \times b \times s \times i_\gamma$$

ob upoštevanju strižnih karakteristik raščenenih (konsolidiranih) srednje gostih glineno peščenih temeljnih tal :

$$c' = 70 \text{ kN/m}_2; \varphi' = 0^\circ; \gamma = 18,5-19,5 \text{ kN/m}_3$$

parcialnih varnostnih faktorjev skladno s SIST EN 1997-1:2005 in ob upoštevanju karakterističnih tloriso le tlačno obremenjenih temeljev na ravni – horizontalnih temeljnih tleh smo za projektno nosilnost temeljnih tal dobili naslednje informativne vrednosti :

Pasovni temelji	D (m)	$\varphi'$	$c'$	PP-2 $\gamma\varphi' = 1,0 \gamma c' = 1,0$		PP-3 $\gamma\varphi' = 1,25 \gamma c' = 1,25$	
(b' x l') (m)				R/A' (kPa)	R <sub>d</sub> (kN)	R/A' (kPa)	R <sub>d</sub> (kN)
0,9 x 15,0	1,0	0	70	382 (273)*	3 689	309 (221)*	2 987
	1,5			391 (279)*	3 778	319 (227)*	3 076

\* R/A' / 1,4

Točkovni temelji	D (m)	$\varphi'$	$c'$	PP-2 $\gamma\varphi' = 1,0 \gamma c' = 1,0$		PP-3 $\gamma\varphi' = 1,25 \gamma c' = 1,25$	
(b' x l') (m)				R/A' (kPa)	R <sub>d</sub> (kN)	R/A' (kPa)	R <sub>d</sub> (kN)
0,9 x 15,0	2,0	0	70	448 (320)*	720	362 (258)*	582
	2,5			457 (326)*	735	371 (265)*	597

\* R/A' / 1,4

D" je efektivna globina temeljenja – globina dna temeljev pod koto najnižjega tlaka v objektu oziroma finalno koto ureditve terena ob objektu. Pri izračunu nosilnosti je vedno merodajna nižja vrednost. V statični analizi temeljnih konstrukcij je potrebno upoštevati dejanske vplive na temeljna tla in dejansko geometrijo–dimenzije temeljev.

- Dopustno informativna nosilnost temeljnih tal pod točkovnimi temelji preliminarno računski smo predstavili:

- Točkovni Temelji

B/L/D=2,50/2,50/150 m (3,00/3,00/1,50), računamo po spodnji enačbi, upoštevajoči kot notranjega trenja meljno glinene zemljine  $\phi=28^\circ$  in prostorinsko težo  $\gamma=18,0-19,5 \text{ kN/m}_3$ .

Po Brinch-Hansenu

$$p_d = 0,5 \times \gamma' \times B \times N_\gamma + q \times N_q$$

Pri kotu notranjega trenja  $\phi=28^\circ$  sta  $N_\gamma=18,08$  in  $N_q=18,40$

$$B=2,50 \text{ m}$$

$$q=9,0 \times 1,3=11,70 \text{ kN/m}_2$$

$$p_d = 0,5 \times 9,0 \times 2,5 \times 18,08 + 11,7 \times 18,40 = 418,68 \text{ kN/m}_2$$

Pri tem moramo upoštevati izkustveni maksimalni faktor varnosti  $F=2$ , in pri tem lahko uporabimo za dopustno obremenitev tal vrednost  $q_p=418,68:2=209,30 \text{ kN/m}_2$

Kjer bo potrebno pod temelji objekta izvesti ojačitev temeljnih tal z tamponskim slojem ali slojem betona C:12/15, se zaradi raznosa obtežbe v kamnitem materialu nam se dopustna obremenitev tal poveča na  $p_d=q_p \cdot (B \cdot B) = q_p \cdot (B+2 \cdot \Delta D \cdot t_g \cdot 38^\circ) / B = 382,8 \text{ kN/m}_2$

- Po tlorsu temelja 2,50/2,50/2,00(3,00/3,00/2,0) m in pri globini sanacije temeljnih tal pod kotom temeljev  $\Delta D=0,90-1,30$ , je nosilnost saniranih tal  $p_d=382,8 \text{ kN/m}_2 - 400,0 \text{ kN/m}_2$
- Središčna računska dopustna obremenitev tal pod temelji je  $p_d=332,8 \text{ kN/m}_2$ , robno pa lahko po predpisi povečamo za 20%.

Iz zgoraj izvedeni računskih parametrov nosilnosti temeljnih tal dodatno računski določimo posedke temeljev.

Posedke objekta lahko izračunamo na osnovi podatkov ki smo jih pridobili iz arhiva podatkov poprejšnjih preiskav vrtn in delni iz zdejšnjih izkopov-sond posebej vrtnice (1 kom na sami lokaciji gradnje leto 2009) ki je segala do trdne podlage. V računu posedkov smo upoštevali naslednje podatke:

Točkovni temelji dimenzij B/L:2,50/2,50 (3,00/3,00)

Globina temeljenja ca 2,00 m glede na koto zunanje ureditve

Obremenitev tal s  $\sigma=200$  kPa

Debelino stisljivega sloja ca  $h=$  ca 1,0-2,0 m

Sanirana ne sanirana tla

Izračun posedkov po programu Plaxis je naslednji:

Temelji na raščenih peščeno-glinenih-meljnih nesaniranih zemljinah ( $Me=8000$  kPa)  $u=2,2$  cm

Temelj na saniranih temeljnih tleh (0,50-0,70 m, tampon  $Ms>80$  Mpa)  $u=1,0$  cm

Posedki temeljev se podo razvijali v obdobju 5-10 let. Smatramo del posedkov se bo realiziral v času gradnje objekta (30-50%). Absolutna vrednost posedka temelja je v dovoljenih mejah deformacij plitvo temeljenih skeletnih konstrukcij.

- Dopustno obremenitev temeljnih tal na globini 1,50 m smo iz vrednotili na podlagi kriterija loma tal pod temeljem po prirejenem obrazcu Brinch-Hansen-a za srednje gnetne poltrdne gline, kar uvršča tla med srednje gnetne poltrdne zemljine z enoosno tlačno trdnostjo ca 70 – 150 kNm<sup>2</sup>:

Računamo po spodnji enačbi:

$$Pa = \frac{\gamma \cdot B \cdot N_y \cdot S_y \cdot i_y + (c_m + q \cdot \tan \phi_m) \cdot N_c \cdot Sc \cdot d_c \cdot i_c}{2} + q$$

Upoštevajoči:

kot notranjega trenja zemljine  $\phi = 22^\circ$  in

prostorinsko težo 18 kN/m<sup>3</sup>.

$$Q = 9,0,1,3 = 11,70 \text{ kN/m}^2$$

$$Pd = 0,5,9,0,2,5,18,08, + 11,7,18,40 = 418,68 \text{ kN/m}^2$$

Upoštevajoči faktor varnosti  $F=2$

$$q_p = 418,68 : 2 = 209,34 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p = 209,34 \text{ kN/m}^2$$

Ker smo predvideli pod temelji izvedbo kamnite gredi v minimalni povprečni debelini 0,90m in sloja betona C:10/15 v debelini 0,20, zaradi raznosa obtežbe v tem primeru poveča dopustna obremenitev tal:

$$Pd = q_p \cdot (B'/B) = q_p \cdot (B + 2 \cdot \Delta D \cdot \tan 38^\circ) / B = 298,6 \text{ kN/m}^2$$

Pri upoštevanju minimalni dimenziji temeljev 300/300 in globini sanacije pod podložnim betonom minimalno 0,70 m nosilnost ojačanih saniranih tal pod temelji je  $pd' = 298,60 \text{ kN/m}^2$

- Dopustno obremenitev temeljnih tal na globini 2,00-3,00 m smo iz vrednotili na podlagi kriterija loma tal pod temeljem po

prirejenem obrazcu Brinch-Hansen-a za težko gnetne gline, kar uvršča tla med težko gnetne zemljine z enoosno tlačno trdnostjo ca 200– 300 kNm<sup>2</sup>:

$$Pa = \frac{\gamma \cdot B \cdot N_y \cdot S_y \cdot i_y + (c_m + q \cdot \tan \phi_m) \cdot N_c \cdot Sc \cdot d_c \cdot i_c}{2} + q$$

Predvidene fizikalne lastnosti temeljnih tal:

$$C = 20 \text{ kN/m}^2$$

$$\phi = 28^\circ$$

$$F\phi = 2,00$$

$$Y = 19 \text{ kN/m}^3$$

Ker smo predvideli pod temelji izvedbo kamnite gredi v minimalni povprečni debelini 0,50-70 m pod koto temelja in sloja betona C:10/15 v debelini 0,20, zaradi raznosa obtežbe v tem primeru poveča dopustna obremenitev tal. Ob upoštevanju fizikalnih lastnosti saniranih temeljnih tal 0,50-0,70 m in beton 12/15 20 cm pod koto pete temelja smo za dopustno obtežbo temeljnih tal izračunali naslednje vrednosti:

- Točkovni temelji  $B = 3,0$ ;  $L = 3,0$ ;  $D = 2,30$  m  
 $Pa = 385 \text{ kN/m}^2$
- Temeljna plošča informativno ocenjeno  $D = 1,0$  m  
 $Pa = 420 \text{ kN/m}^2$

## • 8.0 KONČNI SKLEPI Z PREDLOGOM TEMELJENJA

### • 8.1 Program geotehničnega nadzora, samokontrole in monitoringa pred in med gradnjo

V fazi priprave delovišča, izkopom gradbene jame, zavarovanjem brežin gradbene jame, pred izvedbo temeljenja bo potrebno zagotoviti ustrezen geološko-geotehnični nadzor, kontrolo kvalitete, laboratorijske preiskave gradbenih materialov, terenske meritve nosilnosti, podajnosti in zgoščenosti glinenih in kamnitih materialov. Tako bo potrebno zagotoviti naslednje aktivnosti:

Nadzor priprave dostopnih poti (pregled temeljnih tal in prevzem utrjenih temeljnih tal),

Izvedba geološko-geotehnične spremljave izkopa gradbene jame, nadzor pri izkopi,

Kontrola geodetske spremljave pomikov postavljenih repernih točk objekta samo za čas gradnje objekta

Kontrola postavitve reperjev za opazovanje objekta po izgradnji (geodetsko opazovanje pomikov po izgradnji je v domenu investitorja), kontrola geodetske spremljave objekta samo v času gradnje objekta.

Meritve nosilnosti in zbitosti raščanih tal pod temelji, temeljno ploščo (oziroma uvaljanega apnenčevega materiala na mestih, kjer bo odstranjena glinasto meljna plast) s statično ali dinamično obremenitvijo, deformacijski moduli morajo dosegati (presegati) sledeče vrednosti

Izkop na območju-lokaciji točkovnih temeljev je potrebno izvesti do globine ca 1,0 m od kote dna temeljev, oziroma minimalno do 0,90 m pod koto temelja, v primeru zasledenih globljih lokalnih nenosilnih tal na lokaciji pod točkovnimi temelji izvesti poglobljen izkop do nosilnih slojev ter izkopani nenosilni material nadomestiti kamnitimi materiali ali z betonom C:12/15. Dno izkopa pod temelji in talno ploščo v objektu se prekrije geotekstilom –politlak 400 ali 600 ki se ustrezno utrdi. Na porej pripravljena glineno peščena temeljna tla po zahtevah stroke se izvedejo meritve nosilnosti in podajnosti kot in zgoščenosti in na to se položi geotekstil po zahtevah stroke. Na utrjena glineno peščena tla se vgradi komprimirana kamnita-tamponska blazina. Material se vgraja v več plasteh max. 25 cm, v rasutem stanju. Tamponsko-kamnito ali betonsko (C:12/15) blazino se vgradi tako da se na planumu nasipa pod temelji doseže vrednost dinamičnega modula  $E_{vd} \geq 40$  MPa ( $M_s \geq 80$  MPa). Za izvedbo povoznih površin cest in parkirišč je ravno tako potrebno odstraniti slabo nosilen sloj glineno meljnih slojev in ga nadomestiti z ustrezno utrjenim kamnitim materialom. Glede na dejstvo da lebdeča podtalnica ni predvidljiva potrebno bi bilo analizirati morebitno izvedbo obodnega drenažnega sistema okoli objekta.

Važno: Objekt se temelji na osnovi izsledkov reduciranega-podhranjenega program predhodnih raziskav. Tla na lokaciji gradnje so lokalno nepredvidljiva. Priprava in ojačitve temeljnih tal pod vsakim točkovnim temeljem kot in povezovalnim temeljem (pasovni) je potrebno izvajati posebej glede na morebitne lokalno zasledene zemljine slabših geomehanskih lastnosti temeljnih tal.

Vsa zemeljska dela je potrebno izvajati v suhem in stabilnem vremenu.

Na pripravljeni glineno peščeni podlagi pod kamnito blazino obvezno planirati postavitev geotekstila Politlak 400 ali 600.

Vsa zemeljska dela izvajati uz strogo samokontrolo izvajalca del po zahtevah TSC 06.100, TSC 06. 200, TSC 06.720, TSC 06. 711, TSC 06.520.

Pri izvedbi temeljenja objekta in zunanje ureditve obvezan geomehanski nadzor na samokontroli laboratorijskega ugotavljanja geomehanske kvalitete zatečenih glinenih zemljin, proizvedenih in vgrajenih kamnitih materialov kot proizvodnje in vgrajevanja betonov.

Uz poostrenu kontrolo geotehničnega nadzora ki bo temeljen na stalnih vizuelnih ogledov temeljnih tal, laboratorijskem ugotavljanju geomehanskih lastnosti zemljin pod vsakem posameznem temeljnem elementom, izvedbo meritev nosilnosti in podajnosti in zgoščenosti glineno peščenih tal kot in kamnite gredi, obvezno pod vsakim temeljem, poostren nadzor in kontrola je en od primarnih parametrov kvalitetne in varne izvedbe temeljenja objekta. Vse ugotovitve, preiskave, meritve ki se bodo izvajale v času izgradnje objekta vpisati v gradbeni dnevnik na gradbišču. V času izgradnje objektov obvezno izdajati mesečna fazna poročila za izvedbo samokontrolnih del na ugotavljanju kvalitete kako gradbenih materialov tako in izvedbe.

Uz poostrenu kontrolo geotehničnega nadzora ki bo temeljen na stalnih vizuelnih ogledih temeljnih tal, laboratorijskem ugotavljanju geomehanskih lastnosti zemljin pod vsakem posameznem temeljnem elementom, izvedbo meritev nosilnosti in podajnosti in zgoščenosti glineno peščenih tal kot in kamnite gredi, obvezno pod vsakim temeljem, poostren nadzor in kontrola je en od primarnih parametrov kvalitetne in varne izvedbe temeljenja objekta.

### Geomehanski strokovni nadzor

Geodetsko opazovanje karakterističnih repernih točk ab konstrukcije objekta in sicer na min. šestih reperjih, na vrhu ab temeljev vsake stranice objekta.

Geodetsko opazovanje repernih točk, se mora izvajati v treh medseboj pravokotnih smereh. Predvideva se ničelni odčitek na objektu pred izvajanjem del nato meritve sledijo fazam gradnje oziroma še eni fazi izkopa. Po izvedbi objekta stanje repernih točk se očituje enkrat mesečno prve tri mesece. V primeru premikov večji od 9,0 mm je potrebno takoj predvideti zaščitne ukrepe.

Namen in predmet tehnične specifikacije zaščite objekta je:

Ugotavljanje nulte stanja objekta

Spremljanje deformacij med izvajanjem objekta

Zagotavljanje varnega dela pri izgradnji

Preventivno ukrepanje

Preprečitev morebitnih poškodb infrastrukturnih objektov, ljudi ali delovnih sredstev

Izdelava projektne dokumentacije ki bo služila kot tehnično-strokovna podloga za strokovno in varno izvajanje gradbenih del izgradnje objekta.

Izdelava programa opazovanja

Izvajanje meritev in poročil o meritvah za celoten čas izvajanja monitoring

V fazi priprave delovišča, izkopom gradbene jame, zavarovanjem brežin gradbene jame, pred izvedbo temeljenja bo potrebno zagotoviti ustrezen geološko-geotehnični nadzor in monitoring. Tako bo potrebno zagotoviti naslednje aktivnosti:

Nadzor priprave dostopnih poti (pregled temeljnih tal in prevzem utrjenih temeljnih tal),

Izvedba geološko-geotehnične spremljave izkopa gradbene jame, nadzor pri izkopi,

Kontrola geodetske spremljave pomikov postavljenih repernih točk objekta samo za čas gradnje objekta

Kontrola postavitve reperjev za opazovanje objekta po izgradnji (geodetsko opazovanje pomikov po izgradnji je v domenu investitorja), kontrola geodetske spremljave objekta samo v času gradnje objekta.

Meritev nosilnosti in zbitosti raščeni tal pod temelji, temeljno ploščo (oziroma uvaljanega apnenčevega materiala na mestih, kjer bo odstranjena glinasto meljna plast) s statično ali dinamično obremenitvijo, deformacijski moduli morajo dosegati (presegati) sledeče vrednosti:

$E_{v0} \geq 40 \text{ MPa}$  ali

$E_{v2} \geq 80 \text{ MPa}$ ,  $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,2$ ;

Meritev nosilnosti, podajnosti, zbitosti zasipnega materiala ob objektih, upošteva se zgoraj navedene mejne vrednosti.

Meritev nosilnosti temeljnih tal za dostopne poti, parkirišča, kolesarske poti, upošteva se pogoj:  $\text{CBR} \geq 15 \%$ ,

Detajlen program geološko-geotehničnega monitoringa objekta bo lahko izdelal projektant šele na osnovi končne projektne dokumentacije, izdelane za fazo PGD-PZI.

Kabinetna obdelava podatkov in strokovno mnenje:

Nenad Marin u.d.i.g. (G 2224)

Marjan Kocjan d.i.g. (G-4206)

dr.Ahmet Dodolovič u.d.i.kt.



direktor:

Marjan Kocjan d.i.g.



## **ANEKS K GEOMEHANSKO- GEOLOŠKO HIDROLOŠKEM POROČILU št 217-14102019**

o varnosti in stabilnosti brežine na parc. št 846 in 858/1 vse k.o. Gornja Radgona

**Aneks k poročilu: št. 217-25112019**

**Predmet:** Presoja varnosti in stabilnosti brežine ter vpliv objektov na varnost in stabilnost brežine na parc. št. 846 in 858/1

**Objekt:** Poslovno trgovski objekti na parcelah št. 843, 844, 845 vse ko. Gornja Radgona

**Investitor:** GPR Inženiring d.o.o. Leskoškova c. 9e, 1000 Ljubljana

**Projektant:** SPINO II

**Vrsta projekta arh.:** DSN 25-18

**Naročnik:** GPR Inženiring d.o.o. Leskoškova c. 9e 1000 Ljubljana



## • Splošno

Za naročnika-investitorja GPR Inženjering d.o.o. Leskovškova cesta 9e, 1000 Ljubljana, smo izvedli dodatni geomehanski pregled, kartiranje, kategorizacijo in raziskave terena brežine na parc. št. 846 in 858/1 vse ko Gornja Radgona. Geološki ogled terena in geološko geomehanske ter hidrogeološke raziskave smo izvedli od 26.11.2019 do 04.12.2019. Izhodišče za pričetek del je Geotehnično geološko poročilo za pripravo OPN in izvedbe preiskav, izračunov in ocene vpliva dveh poslovno-trgovskih objektovna zemljišču parcel 843, 844, 845, na strmo brežino nap arc. št.846 in 858/1. Preiskave, meritve, izračuni in ocene varnosti in stabilnosti brežine so izvajane po zahtevah Konkretnih smernicah s področja upravljanja z vodami št. 35020-52/2019-2 z dne 16.08.2019. Smernice so podane s strani Ministrstva za okolje in prostor, Direkcija republike Slovenije za vode-Sektor območje Mure, Slovenska cesta 2, 9000 Murska Sobota. Smernice so podane na pripravo OPN za del enote urejanja GR 36, trgovski stavbi IC Mele. Na lokaciji gradnje parcel št. 843, 844, 845, 846 vse ko Gornja Radgona.

Kot smo že zgoraj navedli da lokacija ureditve in gradnje na parc. št.843, 844, 845, 846 je locirana na relativno ravni visoki terasi ob reki Muri. Lokacijo gradnje od reke Mure ločuje relativno strma terasa. Relativno strmo teraso glede na njeno lego in % nagiba proti reki Muri lahko razdelimo na štiri dele. Prvi del terase na parceli št. 845 in in 846 med kotami 216,66 mnv in koto 216,50 mnv., dolžine 14,51 m, nagiba 0,02% (nagib proti reki Muri, drugi del brežine na parceli 858/1 med kotami 216,50 mnv in 213,85 mnv dolžine 13,67 m, nagiba 19 %, tretji del brežine nap arc. št. 858/1 med kotami 213,85 mnv in 203,60 mnv, dolžine 11,84 m, nagiba 86,5 %, četrti del brežine med kotami 203,60 mnv in 203,00 mnv, dolžine 29,83 m, nagiba 0,01%. Relativno strma terasa dolžine 11,84 m, locirana med kotami 213,85 mnv in 203,60 mnv.poraščena z drevesi in nizkim grmičevjem je locirana na na parc. št.858 in je del terase ki bi bil lahko prizadet z dodatnimi nekoristnimi obremenitvami ali nekontroliranimi invazivnimi gradbenimi posegi v že stabilno strmino. Kot smo že zgoraj v tem tekstu navedli da na parceli št. 846 ki je last GPRO d.o.o se ne bo izvajala gradnja objektov, ne bo nobenih invazivnih gradbenih posegov, parcela v celotnem tlorisu ostane kot poraščeni-zatravnjeni zeleni pas. Aneks k poročilu št. 217-14102019 je izdelan upoštevajoči zahteve Konkretnih smernic s področja upravljanja z vodami številka 35020-52/2019-2 z dne 16.08.2019, še dodatno upoštevajoči zahteve EC7, SIST EN 1997-1:2007-Geotehnično projektiranje, EC 7, SIST EN 1997-2:2007; Preiskovanje in preizkušanje tal, USCS ter SIST EN ISO 14688-2:2004; SIST EN ISO 14688-2:2018 Klasifikacija zemljin, SIST-TS CEN ISO/TS 17892-2:2004; Določitev prostorninske mase, SIST-TS CEN ISO/TS 17892-3:2004; Določitev specifične mase, SIST-TS CEN ISO/TS 17892-4:2004; Določitev zrnivosti s sejanjem, SIST-TS CEN ISO/TS 17892-5:2004; Določitev stisljivosti v edometru, SIST-TS CEN ISO/TS 17892-10:2004; Določitev strižne trdnosti zemljin v direktnem strižnem aparatu, SIST-TS CEN ISO/TS 17892-11:2004; Določitev vodoprepustnosti, SIST-TS CEN ISO/TS 17892-12:2004; Določitev Atterbergovih mej plastičnosti in indeksa konsistence

## • Opis lokacije

Planirani poslovno trgovski objekti se nahajajo na območju parc. številka 843, 844, 845, 846 (ni gradbenih posegov v parcelu 846, ostane zelenica poraščena z drevjem in grmičevjem. Na vzhodni strani je lokacija gradnje omejena dovozno cesto in stanovanjskimi objekti, na severni strani z poraščnim gozdom in brežino (parc.846), na zahodni strani in južni strani je omejena z Ljutomersko cesto in železnico. Lokacija parcel kot in izgradnje objekta je na ravnem terenu med koto 213,500 do kote 216,500. Objekt se bo temeljil na koti 214,00 mnv. Trenutno se na delu območja parcel 843, 844, 845 nahaja zasejana koroza in zelenica na parceli 846 pa travnate površine, grmičevje in gozd.

Kot smo že zgoraj navedli da lokacija ureditve in gradnje na parc. št.843, 844, 845, 846 je locirana na relativno ravni visoki terasi ob reki Muri. Lokacijo gradnje od reke Mure ločuje relativno strma terasa. Relativno strmo teraso glede na njeno lego in % nagiba proti reki Muri lahko razdelimo na štiri dele. Prvi del terase na parceli št. 846 in 858/1 med kotami 216,66 mnv in koto 216,50 mnv, dolžine 14,51 m, nagiba 0,02% (nagib proti reki Muri, drugi del brežine na parceli 858/1 med kotami 216,50 mnv in 213,85 mnv dolžine 13,67 m, nagiba 19 %, tretji del brežine nap arc. št. 858/1 med kotami 213,85 mnv in 203,60 mnv, dolžine 11,84 m, nagiba 86,5 %, četrti del brežine med kotami 203,60 mnv in 203,00 mnv, dolžine 29,83 m, nagiba 0,01%. Relativno strma

terasa dolžine 11,84 m, locirana med kotami 213,85 mnv in 203,60 mnv, poraščena z drevesi in nizkim grmičevjem je locirana na na parc. št.858 in je del terase ki bi bil lahko prizadet z dodatnimi nekoristnimi obremenitvami ali nekontroliranimi invazivnimi gradbenimi posegi v že stabilno strmino. Kot smo že zgoraj v tem tekstu navedli da na parceli št. 846 ki je last GPRO d.o.o se ne bo izvajala gradnja objekta, ne bo nobenih invazivnih gradbenih posegov, parcela v celotnem florisu ostane kot poraščeni-zatravnjeni zeleni pas.

- **Projektni podatki -objekti**

Projekt arhitekture: Idejna zasnova

V fazi izvedbe geoloških, geomehanskih, hidroloških raziskav temeljnih tal, nam je naročnik posredoval idejno zasnovo s prikazom florisu planiranih objektov, idejni arhitekturni načrt v merilu 1:500 za planirano gradnjo novih objektov.

V nadaljevanju izvedbe geotehničnih hidroloških preiskav na lokaciji izgradnje planiranih objektov nam je naročnik posredoval idejno projektno-geodetsko dokumentacijo z vsem sicer še dokončno ne dorečeno tehničnimi in tehnološkimi predlogi izgradnje.

Dodatno nam je posredovana geodetska situacija planiranega objekta s zunanjim končnim mejami in kotami terena. Predvideva se izgradnja dva poslovno-trgovska objekta. Objekti niso dokončno konstrukcijsko dorečeni, po idejni zasnovi temeljenje objekta bo izvedeno na armirno betonskimi, klasičnimi konstrukcijami, točkovnimi temelji povezani med seboj z pasovnimi temelji, talna armirno betonska plošča, konstrukcijsko izvedeni temelji v poprej navedenih variantah nadgrajeni z armirno betonsko konstrukcijo vmesno klasično pozidavo. Celotna obravnavana lokacija leži na relativno ravnem konfiguracijsko rahlo razgibanem terenu v rahlem nagibu proti jugozahodu. Objekt "A" Trgovski center Eurospin, zasnovan kot objekt iz masivne ab konstrukcije gabarita nizkopretličen, floris ca 56,50 m dolžine, 26,50 m širine, nadstrešek 14,00 m dolžine, 5,00 m širine. Teža objekta "A" ca 4,5 t/m<sup>2</sup>. Trgovski objekt; objekt "B" v funkciji rgovine, zasnovan kot objekt v kombinaciji ab masivne konstrukcije temeljnih elementov in talne ab plošče nadgrajen z jekleno konstrukcijo, florisnih dimenzij dolžine ca 55,50 m, širine 19,70 m, objekt v funkciji trgovinske dejavnosti. Teža objekta "B" ca 2,5t/m<sup>2</sup>. Objekti "A" in "B" bodo temeljeni na točkovnih temelji ki bodo med seboj povezani pasovnimi temelji - temeljnimi nosilci. Objekti bodo temeljeni na koti 0,00=214,00 mnv.

- **Stabilnost brežin/komentar**

Kadar površina tal ni ravna, se pojavlja komponenta sile gravitacije, ki želi premakniti maso tal pod njo. Ker pa so zunanje obremenitve v primerjavi z maso tal majhne, je gravitacijska sila tista, ki predstavlja glavni del obremenitev. Če se vzdolž potencialne drsne ploskve pojavijo strižne napetosti, ki so enake strižni trdnosti, lahko pride do strižnega loma tal in s tem do velikih pomikov mase tal nad drsno ploskvijo ali celo do porušitve brežine. Problem nestabilnosti brežin se namreč lahko pojavi na predhodno stabilnih ali pogojno stabilnih pobočjih (plaziščih), kjer se z raznimi gradbenimi posegi poruši njihovo naravno ravnovesje in s tem poveča možnost porušitve. Posledice pa so neugodne zaradi nastale gmotne škode ali celo katastrofalne zaradi morebitne izgube človeških življenj. Zato problem stabilnosti naravnih pobočij lahko močno vpliva na projektiranje in pogoje gradnje. Glavni vzroki za nestabilnost brežin so: preveliki nakloni zemeljskih mas glede na karakteristike materiala, kar pomeni, da material nima dovolj trdnosti, da bi se ohranilo ravnotežje pri dani geometriji preseka, veliki porni pritiski (imajo lahko odločujoč vpliv na stabilnost mase tal), na maso tal so ali bodo delovali neugodni zunanji vplivi kot so velike zunanje obremenitve (npr. prometne), seizmične sile ali obremenitve sosednjih objektov. Obravnavanje stabilnosti brežin je pravzaprav obravnavanje problema nestabilnosti, kar se lahko opiše kot plazenje po eni ali več drsnih ploskvah, kjer se masa tal premika kot celota ali pa kot večje število posameznih delov le-te. Tako definirani problemi se rešujejo z metodo mejnega ravnovesja. Oblike drsenja mase tal pa se lahko razdelijo na 3 osnovne tipe: ravne drsne ploskve, ki se najpogosteje pojavijo, ko se na neki globini nahaja sloj zemljine manjše trdnosti, vzporeden z nagibom ovršine terena ali pa se pojavijo na meji med primarno kamnino in zemeljskim materialom nad njo; mehanizem pomikov ravnih drsnih ploskev je enostavna translacija.

Krožno- cilindrične drsne ploskve so značilne za homogena tla; pomiki mase tal se zgodijo v obliki školjkastega loma, ki ima v vertikalnem preseku približno elipsoidno obliko; znotraj rotirajočega telesa se



formirajo relativno majhne distorzijske deformacije.

Kompleksne drsne ploskve nepravilnih oblik se ponavadi pojavijo v nehomogenih tleh, v homogenih tleh se pojavijo, če pride tam do nenadne, skokovite spremembe nagiba terena; mehanizem pomikov drsnega telesa znatno odstopa od mehanizma enostavne translacije ali čiste rotacije.

Nestabilnost zemeljskih mas se pojavlja v velikem številu različnih oblik. Možnost predvidevanja teh pojavov, hitrost in obseg pomikov ni enostavna in enolična. Zato so številni avtorji podali različne oblike klasifikacij za nestabilnost zemeljskih mas. Praktično nemogoče pa je, da bi se vse klasifikacije poenotile in bi se določila povsem enotna klasifikacija. Poleg oblike porušitev se ločijo tudi različni načini porušitev. Nekatere porušitve se dogajajo izredno hitro v navidez stabilnih brežinah, brez predhodnih znakov, medtem ko se lahko v drugem primeru nestabilnosti odvijajo zelo počasi, v več fazah. Faze nestabilnosti se v splošnem delijo na:

stabilna brežina; pomikov v preteklosti ni bilo, niti jih ni zdaj,  
 potencialno nestabilna brežina; pomiki so se v preteklosti dogajali, vendar jih trenutno ni, lahko pa jih ponovno sprožijo nepremišljeni človekovi posegi,  
 zgodnja faza porušitve; pojavi drsenja, možne so vzdolžne razpoke na površini terena, stanje lahko traja leta in celo stoletja,  
 srednja faza porušitve; postopen pojav razpok in lokalnih porušitev po krožno- cilindrični ploskvi, globina razpok se poveča, hitrost pomikov v deževnem obdobju se poveča (v suhih razmerah se upočasnijo),  
 delna ali popolna porušitev; večja masa tal ali del nestabilne mase se pomakne v nov položaj, popolna porušitev; celotna nestabilna masa se pomakne v nov, končni položaj.

Za brežine pa velja, da se celotna odpornost ustvari znotraj same mase tal z mobilizacijo le določenega dela ali pa celotne razpoložljive strižne trdnosti. Analiza stabilnosti zemeljskih mas se prevede na odnos med razpoložljivo strižno trdnostjo in povprečno strižno napetostjo oziroma mobilizirano strižno trdnostjo, ki je potrebna za ohranjanje ravnotežja. Razmerje teh količin je prvi opisal Bishop (Bishop 1955) in ga poimenoval faktor varnosti. Faktor varnosti FS je v metodah mejnih ravnovesij v mehaniki tal definiran kot konstantna količina vzdolž celotne drsne ploskve, pri čemer je potrebno v naprej določiti možne mehanizme porušitve in drsno telo, omejeno z drsno ploskvijo, za katero se dobi merodajno najmanjšo vrednost faktorja varnosti FS. Metode za izračun faktorja varnosti FS pa so različno natančne. Delijo se na točne in približne. Točne metode zadoščajo vsem pogojem ravnotežja z vpeljavo različnih predpostavk, brez zanemarjanja posameznih komponent zunanjih in notranjih sil, približne metode pa določene komponente in/ali ravnotežne pogoje zanemarijo.

#### • Geotehnična sestava tal brežine

Raščena – naravna temeljna tla na obravnavanem zazidalnem območju Razkop 3 in Razkop 4 pod vrhnjimi plastmi travne ruše in humusno meljastih do glinastih zemljin debeline večinoma 20 – 40 cm tvorijo plasti peščeno meljastih do peščeno glinastih zemljin večinoma težko gnetne trdne do poltrdne konsistence. Globlje, v globlinah večjih cca. 1,0 do 1,5 m so tla vse bolj peščeno meljne do peščene sestave. Taka sestava tal je v vseh sondažnih izkopih in tudi v vseh sondažnih jaških za trgovske objekte, ki so bili izkopani do globine 3,5 - 4,5 m. Izkopi so izvedeni neposredno na ob brežini ki je predmet presoje.

V globlinah večjih 12 m pod nivojem terena je pričakovati tudi sloje prodne peščenih zemljin z različnimi deleži meljastih pa tudi glinastih primesi globlje so sloji laporastih glin in laporja (izsledki preiskav arhivskih podatkov). Plasti nevezanih materialov so večinoma – praviloma vsaj srednje goste do goste sestave. Po klasifikaciji A. Casagrande-a lahko raščene (naravne) sloje zemljin na obravnavanem območju (R3, R4) uvrščamo med peščene (ML) in tudi peščeno meljne (CL) gline, slabše granulirane (SP) in tudi zameljene (SM) peske. V globljih plasteh med meljastimi in peščenimi zemljinami pojavljajo slabo granulirane prodno peščene meljne do prodno peščene glinaste (GM/GC) zemljine srednje do gostega sestava, drobnii peski gostega sestava, kateri prihajajo v peščenjak in globlje v peščeni lapor.

• **Mehanske - fizikalne karakteristike tal brežine**

Na osnovi terenske klasifikacije zemljin v sondažnih izkopih (izmerjenih enoosnih tlačnih trdnosti z žepnim penetrometrom  $RP = 250 - 300 \text{ kPa}$ ) in na osnovi podatkov že omenjenega geotehničnega poročila sodimo, da je v analizah nosilnosti tal in zemeljskih pritiskov na brežino oziroma mogoče upoštevati naslednje, po naši presoji varno ocenjene fizikalne lastnosti poprečnega - karakterističnega sloja peščeno meljastih do peščeno glinastih zemljin - v globinah med  $1,0 - 4,5 \text{ m}$  pod nivojem obstoječega terena kota  $216,00 \text{ mnv}$ :

prostorninska teža  $\gamma = 18,0 - 20,0 \text{ kN/m}^3$

kohezija  $c' = 2 - 8 \text{ kN/m}^2$  in strižni kot  $\phi' = 24 - 28^\circ$  ali

kohezija  $c' = 60 - 80 \text{ kN/m}^2$  in strižni kot  $\phi' = 0^\circ$

modul stisljivosti  $Me = 5 - 15 \text{ MN/m}^2$

modul podajnosti - reakcije tal  $cv = 5 - 15 \text{ MN/m}^3$

koeficient vodoprepustnosti  $k = 1 \times 10^{-7}$  do  $1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$

Sloji nižje locirani od globine ca  $7,5 - 10,0 \text{ m}$  ocenjujemo naslednjimi parametri:

Prostorinska teža  $\gamma = 19 - 21 \text{ kN/m}^3$

Kohezijska trdnost  $c = 65 - 150 \text{ kN/m}^2$

Modul stisljivosti  $Ms = 12,0 - 25,0 \text{ MPa}$

Modul reakcije tal  $kv = 15000 - 30000 \text{ kN/m}^3$

Koeficient vodopropustnosti  $k = 10^{-4} - 10^{-6} \text{ m/sec}$

Za globlje sloje gostejših peščenih in prodno peščenih zemljin bi bilo mogoče upoštevati tudi ugodnejše strižne karakteristike. Zaradi precej spreminjajoče se – heterogene sestave tal pa je to mogoče narediti le na osnovi ustreznih predhodnih podrobnejših (lokalnih) terenskih preiskav sestave in gostote zemljin.

• **Določitev geomehanskih parametrov za posamezne inženjersko-geološke enote**

• **Edometerske preiskave/dodatne preiskave brežina**

V edometre smo vgradili vzorce v intaktnem stanju. Obremenitev smo po stopnjah povečevali in beležili posedke vzorca. Obremenitev smo za stopnjo povečali šele po umiritvi posedanja vzorca. Pričeli smo z obremenitvijo  $50 \text{ kPa}$  in nadaljevali z obremenitvami  $100 \text{ kPa}$ ,  $200 \text{ kPa}$  in  $400 \text{ kPa}$ . Vseh devet preiskanih vzorcev se je nahajalo v trdnem konsistentnem stanju, večinoma so klasificirani kot puste peščene gline (CL) in visoko plastične gline CH. Izmerjeni so bili

edometerski moduli v sledečem razponu:

- pri obremenilni stopnji  $\sigma_v = 50 \text{ kPa}$ :  $E_{oed} = 1390$  do  $6000 \text{ kPa}$ ,
- pri obremenilni stopnji  $\sigma_v = 100 \text{ kPa}$ :  $E_{oed} = 2632$  do  $6900 \text{ kPa}$ ,
- pri obremenilni stopnji  $\sigma_v = 200 \text{ kPa}$ :  $E_{oed} = 4525$  do  $9300 \text{ kPa}$ ,
- pri obremenilni stopnji  $\sigma_v = 400 \text{ kPa}$ :  $E_{oed} = 7230$  do  $10836 \text{ kPa}$ .

Glinasto meljnim vzorcem zemljin smo v edometru merili tudi koeficient vodoprepustnosti s spremenljivim hidravličnim padcem. Meritve upada nivoja vode smo izvajali pri različnih obremenilnih stopnjah. Povprečni izmerjeni koeficienti vodoprepustnosti glinasto meljnih zemljin so reda velikosti  $kv = 10^{-9} \text{ cm/sek}$  do  $kv = 10^{-7} \text{ cm/sek}$ .

Direktni strižni preskusi glineno peščenih glinasto meljnih slojev (CH, CL) SIST EN 17892-10 Brežina dodatno				
Opis	Št. preiskav	Kohezija c kPa	Strižni kot $\phi^\circ$	Vlaga
Glina mastna do pusta glina CL/CH	3	34,9	21,7	21,60
ML Peščen melj	4	17,2	37,2	26,20
Peščena glina trdne. konsistence CL	5	23,20	21,29	27,30
Peščena glina trdne konsistenca	3	26,91	13,23	20,30
CL trdne konsistence	3	16,3	143,1	23,6
CL mastna do pusta glina	2	34,9	23,7	19,6

Izkop	Globina (m)	Opis zemljine SIST EN 17892-10 Brežina dodatno	Direktni stig	
			$\Phi(^\circ)$	C (kPa)
3	1,3 – 1,6	ML,peščen melj	37,2	16,0

Rezultati preiskav alinastomelinih zemljin SIST-TS CEN ISO/TS 17892-10:2004)Rezultati preiskav glinastomeljnih zemljin dodatno Brežina

- **Fizikalne karakteristike glinasto peščenih meljnih plasti / Brežina**

Naravna vlaga: .....  $w = 25,1 \%$

Naravna gostota: ...  $\rho = 1,96 \text{ Mg/m}^3$

Strižna trdnost: .....  $c = 6,5 \text{ kPa}$

$\varphi = 23,4^\circ \dots$ preplavljeno z vodo

Edometerski moduli: ...  $E_{oed} = 4\,955 \text{ kPa}$  (pri  $\sigma_v = 50 - 100 \text{ kPa}$ )

$$E_{oed} = 6\,942 \text{ kPa (pri } \sigma_v = 100 - 200 \text{ kPa)}$$

- Koeficient vodoprepustnosti:  $k = 1.0 \cdot 10^{-7} \text{ do } 10^{-9} \text{ cm/s}$

Rezultati meritev nedrenirane strižne trdnosti (Cu) z žepno krilno sondo													
Sonda Izkop	Globina m	Nedrenirana strižna trdnost Cu (kPa)											
		Glina pretežno CL			Glineno meljni materiali CL ML			Zaglinjeni materiali ML			Zaglinjen do meljni pesek SC SM		
		povprečje	minim.	max.	povprečje	minim.	max.	povprečje	minim.	max.	povprečje	minim.	max.
1	0,90-1,30	20	10	45									
	1,60-1,90	18	6	26									
	1,25-1,40	18	10	33									
	2,10-2,30							28	13	52			
	1,75-1,90										18	15	20

2	3,10-3,30	21	16	27									
	1,25-1,45										11	9	14
	1,70-1,90							11	10	25	15	7	24
	2,50-2,90	11	11	11									
	3,00-3,50	20	8	39							18	12	22
3	0,90-1,30												
	1,50-1,90	15	11	18							24	23	25
	2,40-2,90										21	11	25
4	1,25-1,60										27	10	35
	1,80-2,10	16	8	29									
	2,30-2,50										17	5	36
	2,70-3,00				123	56	190						
	3,30-3,50							24	16	30			
5	0,60-1,00	35	33	37									
	1,10-1,40							22	11	39			
	1,50-1,70	17	12	25									
	1,90-2,30							13	10	18			
	2,50-2,80	18	10	26									
	3,00-3,30	19	16	25									
	3,50-3,70										17	10	11
	3,80-4,10	16	13	19									

Na osnovi pridobljenih parametrov geomehanskih preiskav v laboratoriju in terenskih meritev v spodnjih preglednicah statistično obdelanih laboratorijskih preiskav in terenskih meritev za posamezan parameter so prikazane povprečne vrednosti .

Povprečne vrednosti geomehanskih parametrov (tipičnih zemljin) na lokaciji raziskav																	
Laboratorijske preiskave -arhiv											Kosistenč no stanje	Terenske meritve-arhiv					
SI	Vrsta zemlji	USCS	Prosto teža	Ind ko	Strižna trdnost st.kot kohezija		Modul stisljivosti					Krilna sonda		Modul stisljivosti		Str.ko t	Mod. El.
			Y	Ic	φ	c	25	50	100	200		Cu	Su	M	M	Φ	Eoed
			kN/m³	-	°	kPa	kPa					kPa		MPa		°	MPa
1	Gline	CL	19,1	0,4	26,9	8,7	410	1340	2150	3610	Lahko gnet.	17-19	24	31-35	32-42	30-36	18-35
2	Melji	ML MH	19,0	0,4	32,1	12,3	620	1720	2580	4140	Lahko gnet.	17-20	39	1,0- 3,5			
3	Peski	SM-SC ML	19,5		36,9	9,9	940	2030	3460	5330	Lahko gnet.	19	39	6,2- 14	5,5- 6,0	28-30	3,9-4,2

- Numerične analize
  - Povratna stabilnostna analiza

Pri informativnem izračunu stabilnosti brežine smo upoštevali geotehnične lastnosti materialov, geometriju terena, obremenitve in prisotnost vode. Za potrebe kontrole vhodnih podatkov smo naredili informativno povratno stabilnostno analizo obstoječega stanja. Informativna analiza je bila narejena v programu SLIDE po metodi mejnih ravnovesij, ob uporabi Janbujeve korigirane metode za poligonalne drsine in v programu PLAXIS 2D po metodi končnih elementov. Za povratno analizo obstoječega stanja je bil izbran prerez A-A', kjer se najbolj približa brežini na severo-vzhodni strani obravnavanega območja. Za brežino, ki je v celoti grajena iz peščene gline (IG 1) smo ob uporabi karakteristik ( $\gamma=19 \text{ kN/m}^3$ ,  $\phi=24,4^\circ$ ,  $c=6,5 \text{ kN/m}^2$ ) dobili koeficient stabilnosti  $F_s=1,50-1,75$ . Rezultat ustreza stanju na terenu, kjer ni vidnih znakov nestabilnosti obstoječe brežine.

Važno: Povratna stabilnostna analiza brežine med kotami 216,50 mnv in 213,85 mnv ter 213,85 mnv in 203,60 mnv je izdelana na obstoječe in pričakovano stanje. Izvede se razbremenitev brežine na parc. št. 845 in delno na parc. 846, od kote 216,66 mnv do kote 214,00 mnv. V parceli 846 ni dovoljeno večjih invazivnih gradbenih posegov, ni dovoljeno dodatno obremenjevanje brežine nad koto 214,00, dovoljeno je samo estetska izravnava terena. Niso dovoljeni invazivni gradbeni posegi, ni dovoljeno odlaganje gradbenih materialov ali kakšnih težkih bremen v času izgradnje objektov na brežini parc.št. 846 in 858/1 med kotami od 216,50 do 213,85 do 203,60 m.n.v.



## • SKLEPI

Sklepi ki sledijo spodaj v tem tekstualnem delu Aneksa k poročilu št. 217-14102019 so zadostili in natančno sledili zahtevam; Konkretna smernice s področja upravljanja z vodami št. 35020-52/2019-2 z dne 16.09.2019. Smernice so podane s strani Ministrstva za okolje in prostor, Direkcija republike Slovenije za vode-Sektor območje Mure, Slovenska cesta 2, 9000 Murska Sobota. Smernice so podane na pripravo OPN za del enote urejanja GR 36, trgovski stavbi IC Mele. Na lokaciji gradnje parcel št. 843, 844, 845, 846 vse ko Gornja Radgona

### • Brežina

Kot smo že zgoraj navedli da lokacija ureditve in gradnje na parc. št.843, 844, 845, 846 je locirana na relativno ravni visoki terasi ob reki Muri. Lokacijo gradnje od reke Mure ločuje relativno strma terasa. Relativno strmo teraso glede na njeno lego in % nagiba proti reki Muri lahko razdelimo na štiri dele. Prvi del terase na parceli št. 846 in 858/1 med kotami 216,66 mnnv in koto 216,50 mnnv, dolžine 14,51 m, nagiba 0,02% (nagib proti reki Muri, drugi del brežine na parceli 858/1 med kotami 216,50 mnnv in 213,85 mnnv dolžine 13,67 m, nagiba 19 %, tretji del brežine na parc. št. 858/1 med kotami 213,85 mnnv in 203,60 mnnv, dolžine 11,84 m, nagiba 86,5 %, četrti del brežine med kotami 203,60 mnnv in 203,00 mnnv, dolžine 29,83 m, nagiba 0,01%. Relativno strma terasa dolžine 11,84 m, locirana med kotami 213,85 mnnv in 203,60 mnnv, poraščena z drevesi in nizkim grmičevjem je locirana na na parc. št.858 in je del terase ki bi bil lahko prizadet z dodatnimi nekoristnimi obremenitvami ali nekontroliranimi invazivnimi gradbenimi posegi v že stabilno strmino. Kot smo že zgoraj v tem tekstu navedli da na parceli št. 846 ki je last GPRO d.o.o se ne bo izvajala gradnja objekta, ne bo nobenih invazivnih gradbenih posegov, parcela v celotnem tlorisu ostane kot poraščeni-zatravnjeni zeleni pas.

### • Gradbeni posegi v parcelo št. 846

Gradbenih invazivnih posegov ne bo na parceli 846 k.o. Radgona

### • Voda

Na področje brežine (parc. št. 846 in parc.št.858/1 ni bilo zaslediti pojava površinskih vod-izvirov. Na parc. št. 858/1 na ravninskem dnu parcele približno na koti 203,00 mnnv. j(razdalja od objekta "B" ca 68,0 m) je opaziti manjši izvir, kjer je rezultat več dnevnih padavin ali nekega manjšega vodonosnika.

### • Plazovitost

Pri natančnem vizuelnem ogledu brežine locirane na severovzhodni strani lokacije gradnje ugotavljamo: v glavnem celotna brežina je poraščena z travo nizkim grmičevjem in drevesi. Na brežini v celotnem vzdolžnem in prečnem profilu ni bilo vizuelno opaziti neke značilne plazovite pojave kot so usadki, gube, narivi, premiki, usadi, razpoke.

### • Erozija

Zaradi zaraščenosti brežini ni bilo opaziti tipične pojave ki bi bili značilni kot pojavi večjih razsežnosti površinske, bočne ali globinske erozijske. Ni bilo opaziti erodiranja zemljin, ni bilo opaziti procesov sproščanja, premeščanja in odlaganja materialov. Ni bilo opaziti izrazitega pojava erozijskega procesa žlebične in medžlebične erozije. Sicer bilo je opaziti na manj zatravnjenem delu brežine plitve erozijske kanale ki so normalen pojav na brežinah takšne geološke strukture in procenta nagiba brežine (kota 213,85-kota 203,60 mnnv-86,50%). Nekih posebnih ukrepov za preprečitev erozije na tej lokaciji ne priporočamo.

### • Vodopropustnost in ponikovalnica

Zardi geološke sestave-strukture glineno-meljnih-peščenih zemljin do globine ca 7-10 m, koeficient vodopropustnost teh glineno-peščenih zemljin je od  $10^{-6}$  do  $10^{-9}$ . Geološka sestava tal ni primerna za ponikovalnice. Meteorne vode sa streh objektov, vozni in povozni površin je potrebno kanalizirati ločeno v javno meteorno kanalizacijo po zahtevah projektne dokumentacije in zahtev veljavne zakonodaje RS o vodah. Pri načrtovanju odvoda odpadnih padavinskih voda z območja predvidenih gradbenih objekta (s strehe in

utrjenih površin zunanje ureditve objekta) so morajo upošteviti določila 92. Člena Zakona o vodah (ZV1, UL RS 67/02, 110/02 – ZGO-1, 02/04 – ZZdrl-A, 41/04 – ZVO-1 in 57/08) in sicer tako, da bo v čim večji meri zmanjšan hipni odtok padavinskih voda z urbanih površin, zato je predvideno zadržanje teh voda pred iztekom. Vode bodo odvajane po Pravilniku o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske vode (UL RS 105/02, 50/04, 109/07

- Vpliv objekta »B« na brežino

Vpliv objekta »B« na stabilnost in varnost brežine. Ugotavljamo da objekt »B« ki bo imel funkcijo trgovskih prostorov v nobenem primeru ne more poslabšati stanja stabilnosti in varnosti brežine med kotami 216,50 mnv in koto 203,60 mnv.

Objekt bo temeljen pod koto 214,00, peta točkovnih temeljev bo slonela na koti ca 212,00. Po celotnem tlorisu gradbene parcele bo izveden izkop zemljine od kote 216,60 mnv. do kote 214,00 mnv. Izkop v plivni zoni brežine bo razbremenjen za globino izkopa ca 2,50 m. Z izkopom in odstranitvijo zemljin ca  $2,50 \text{ m}^3/\text{m}^2$  je teža glineno peščenega materiala v naravnem stanju ca  $5 \text{ t}/\text{m}^2$ . Izkopom in odvozom materila z lokacije gradnje je rezultat razbremenitve in relaksacije brežine. Teža objekta »B« v ab izvedbi temeljev in talne plošče ter izvedbe-nadgradnje objekta z jekleno konstrukcijo ocenijemo na ca  $2,7 \text{ t}/\text{m}^2$ . Objekt »B« v vplivni zoni brežine je lociran 14,51 m od kote 216,50 mnv., in 28,18 m od kote 213,85 (kote in razdalje razvidne iz grafike preseka A/A ki je priloga k tem poročilu). Iz računskih izračunov, posebej iz izskustvene inženjerske prakse geotehnične stroke smo zanesljivo prepričani da objekt »B« na tej oddaljenosti od kritičnega dela brežine med kotami 213,85 mnv in 203,60 mnv (28,18m) ne bo v nobenem primeru negativno vplival na varnost in stabilnost tega dela brežine.

Kabinetna obdelava podatkov in strokovno mnenje:

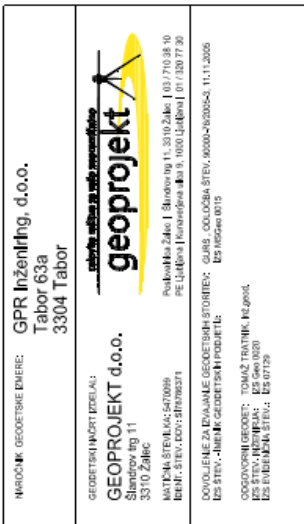
Nenad Marin u.d.i.g. (G 2224)

Marjan Kocjan d.i.g. (G-4206)

dr.Ahmet Dodolovič u.d.i.k.t.

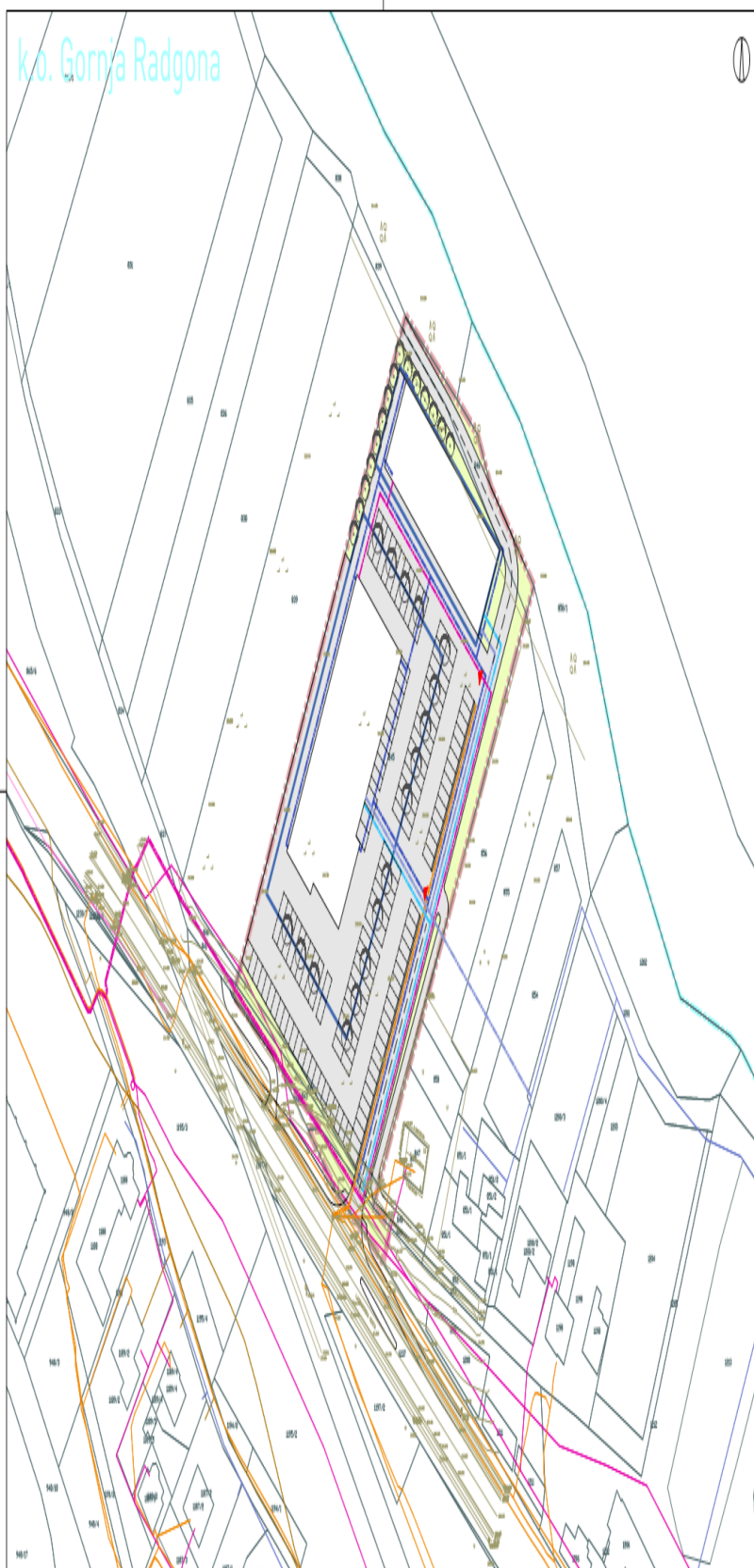
direktor:

Marjan Kocjan d.i.g



Slika 1 Gornja Radgona - Geodetski načrt

k.o. Gornja Radgona



# LEGENDA

- katastrski načrt
- meja katastrske občine
- geodetski načrt
- meja območja občinskega podrobnega prostorskega načrta
- površina za razvoj stavb
- gradbena meja
- utrjena površina
- ♦ dovoz, dostop
- zelena površina
- ☉ drevesna vegetacija

## OBSTOJEČE

- cevovod za pitno vodo
- cevovod za komunalno odpadno vodo
- cevovod za padavinsko odpadno vodo
- elektroenergetski vod
- elektroenergetski nizkonapetostni kablovod
- javna razsvetljava
- plinovod
- komunikacijski vod

## PREDVIDENO

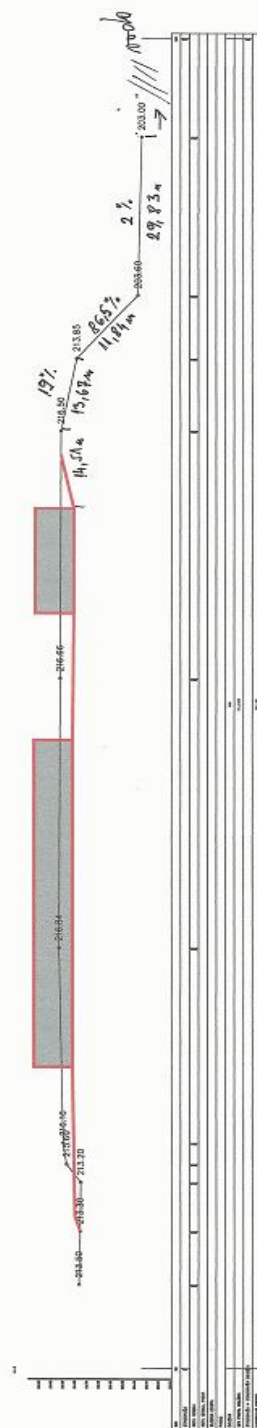
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 
- 



ZEU svetlo na svetlobo in izobraževanje  
Ljubljana, 10. 10. 2019, 10. 10. 2019, 10. 10. 2019  
T: +386 1 254 1712, F: +386 1 254 1710, E: info@zeu.si, www.zeu.si

Projektant: GPR inženiring d.o.o. Leskovaška cesta 9e, 1000 Ljubljana		Odgovorni projektirni inženir: Leon Cigut, univ. dipl. inž. arh. ZAPS 1661 A	
Pripravitelj: Občina Gornja Radgona Partizanska cesta 13, 9250 Gornja Radgona		Sodelavec: Alenka Šumak, univ. dipl. inž. kraj. arh.	
Nadatek: Občinski podrobni prostorski načrt za del enote urejanja prostora GR 36		Gradbeni načrt: Prikaz ureditve glede poteka omrežij in priklopujevanja objektov na gospodarsko javno infrastrukturo ter grajeno javno dobro	
Številka: OPPN-2/19	Datum: oktober 2019	Merilo: 1 : 1000	Datum gradbenega načrta: marcel 2018
			Številka lista: 6





Gornja Radgona prerezA/A



## Gornja Radgona situacija sondni izkopi

IRMAK d.o.o.  
gradbeni inženiring  
tehnologija  
raziskave  
Tržaška 39  
6230 Postojna  
Slovenija  
T: +386 5 726 41 98  
F: +386 5 726 41 98  
C: +386 51 393 942  
E: irmak@studioproteus.si  
I: www.irmak.si

## ANEKS K GEOMEHANSKO- GEOLOŠKO HIDROLOŠKEM POROČILU št 217-14102019

o varnosti in stabilnosti brežine na parc. št 846 in 858/1 vse k.o. Gornja Radgona

Aneks k poročilu: št. 217-25112019

**Predmet:** Presoja varnosti in stabilnosti brežine ter vpliv objektov na varnost in stabilnost brežine naparc. št. 846 in 858/1

**Objekt:** Poslovno trgovski objekti na parcelah št. 843, 844, 845 vse ko. Gornja Radgona

**Investitor:** GPR Inženiring d.o.o. Leskoškova c. 9e, 1000 Ljubljana

**Projektant:** SPINO II

**Vrsta projekta arh.:** DSN 25-18

**Naročnik:** GPR Inženiring d.o.o. Leskoškova c. 9e 1000 Ljubljana

Postojna: 04.12.2019



utrjenih površin zunanje ureditve objekta) so morajo upoštevati določila 92. Člena Zakona o vodah (ZV1, UL RS 67/02, 110/02 – ZGO-1, 02/04 – ZZdr1-A, 41/04 – ZVO-1 in 57/08) in sicer tako, da bo v čim večji meri zmanjšan hipni odtok padavinskih voda z urbanih površin, zato je predvideno zadržanje teh voda pred iztekom. Vode bodo odvajane po Pravilniku o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske vode (UL RS 105/02, 50/04, 109/07

- Vpliv objekta »B« na brežino

Vpliv objekta »B« na stabilnost in varnost brežine. Ugotavljamo da objekt »B« ki bo imel funkcijo trgovskih prostorov v nobenem primeru ne more poslabšati stanja stabilnosti in varnosti brežine med kotami 216,50 mnv in koto 203,60 mnv.

Objekt bo temeljen pod koto 214,00, peta točkovnih temeljev bo slonela na koti ca 212,00. Po celotnem tlorisu gradbene parcele bo izveden izkop zemljine od kote 216,60 mnv. do kote 214,00 mnv. Izkop v plivni zoni brežine bo razbremenjen za globino izkopa ca 2,50 m. Z izkopom in odstranitvijo zemljin ca 2,50m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> je teža glineno peščenega materiala v naravnem stanju ca 5t/m<sup>2</sup>. Izkopom in odvozom materiala z lokacije gradnje je rezultat razbremenitve in relaksacije brežine. Teža objekta »B« v ab izvedbi temeljev in talne plošče ter izvedbe-nadgradnje objekta z jekleno konstrukcijo ocenjemo na ca 2,7 t/m<sup>2</sup>. Objekt »B« v vplivni zoni brežine je lociran 14,51 m od kote 216,50 mnv., in 28,18 m od kote 213,85 (kote in razdalje razvidne iz grafike preseka A/A ki je priloga k tem poročilu). Iz računskih izračunov, posebej iz izskustvene inženjerske prakse geotehnične stroke smo zanesljivo prepričani da objekt »B« na tej oddaljenosti od kritičnega dela brežine med kotami 213,85 mnv in 203,60 mnv (28,18m) ne bo v nobenem primeru negativno vplival na varnost in stabilnost tega dela brežine.

Kabinetna obdelava podatkov in strokovno mnenje:

Nenad Marin u.d.i.g. (G 2224)

Marjan Kocjan d.i.g. (G-4206)

dr.Ahmet Dodolović u.d.i.k.t.



direktor:

Marjan Kocjan d.i.g.