

## 3/2 Načrt varovanja gradbene jame

**ZD Bežigrad - prizidek**

<b>Investitor</b>	<b>MESTNA OBČINA LJUBLJANA</b> MESTNI TRG 1, 1000 Ljubljana
<b>Vrsta projekta</b>	Projekt za izvedbo
<b>Št. načrta</b>	311150174_VGJ
<b>Št. projekta</b>	311150174
<b>Odgovorni projektant</b>	Andrej Pogačnik, univ. dipl. inž. grad. (IZS G-0187)
<b>Odg. vodja projekta</b>	Angelo Žigon, univ. dipl. inž. grad. (IZS G-0680)
<b>Stanje načrta</b>	za revizijo
<b>Datum</b>	19. junij 2017
<b>Št. izvoda</b>	1   2   3   4   arhiv

<b>3/2.1</b>	<b>Naslovna stran s ključnimi podatki o načrtu</b>
<b>3/2</b>	<b>Načrt varovanja gradbene jame</b>
<b>Investitor</b>	<b>MESTNA OBČINA LJUBLJANA</b> MESTNI TRG 1, 1000 Ljubljana
<b>Objekt</b>	<b>ZD Bežigrad - prizidek</b>
<b>Vrsta projektne dokumentacije</b>	Projekt za izvedbo
<b>Za gradnjo</b>	odstranitev objekta, novogradnja
<b>Projektant načrta</b>	<b>Elea iC projektiranje in svetovanje d.o.o.</b> Dunajska cesta 21, SI-1000 Ljubljana
<b>Odgovorna oseba</b>	Angelo Žigon, univ. dipl. inž. grad.  <div>Žig in podpis</div>
<b>Odgovorni projektant</b>	Andrej Pogačnik, univ. dipl. inž. grad. (IZS G-0187)  <div>Osebni žig in podpis</div>
<b>Odg. vodja projekta</b>	Angelo Žigon, univ. dipl. inž. grad. (IZS G-0680)  <div>Osebni žig in podpis</div>
<b>Številka načrta</b>	311150174_VGJ
<b>Številka projekta</b>	311150174
<b>Številka izvoda</b>	1   2   3   4   arhiv
<b>Kraj in datum</b>	Ljubljana, 19. junij 2017

**3/2.1.1****Seznam sodelavcev pri izdelavi načrta**

	<b>Vanja Selan, univ. dipl. inž. grad.</b> Elea iC d.o.o., Dunajska cesta 21, 1000 Ljubljana
	<b>Doris Frank, univ. dipl. inž. grad.</b> Elea iC d.o.o., Dunajska cesta 21, 1000 Ljubljana
	<b>Jana Oražem, grad. teh.</b> Elea iC d.o.o., Dunajska cesta 21, 1000 Ljubljana
	<b>Mojca Mlakar, grad. teh.</b> Elea iC d.o.o., Dunajska cesta 21, 1000 Ljubljana
	<b>Marjeta Pečarič, grad. teh.</b> Elea iC d.o.o., Dunajska cesta 21, 1000 Ljubljana

<b>3/2.2</b>	<b>Kazalo vsebine načrta varovanja gradbene jame št. 311150174_VGJ</b>
3/2.1	Naslovna stran s ključnimi podatki o načrtu
3/2.2	Kazalo vsebine načrta varovanja gradbene jame št. 311150174_VGJ
3/2.3	Tehnično poročilo
3/2.4	Risbe

**3/2.3**

**Tehnično poročilo**

# Varovanje gradbene jame objekta ZD Bežigrad

## Tehnično poročilo

<b>Odgovorni projektant</b>	Andrej Pogačnik, univ. dipl. inž. grad. (IZS G-0187)
<b>Projektant</b>	Vanja Selan, univ. dipl. inž. grad.; Doris Frank, univ. dipl. inž. grad.
<b>Številka načrta</b>	311150174_VGJ
<b>Številka projekta</b>	311150174
<b>Vrsta projekta</b>	Projekt za izvedbo
<b>Kraj in datum</b>	Ljubljana, 19. junij 2017
<b>Številka dokumenta</b>	311150174_VGJ_TP
<b>Različica</b>	00



## Kazalo vsebine

<b>1</b>	<b>Projektne osnove.....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Splošno.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Opis varovanja gradbene jame .....</b>	<b>6</b>
3.1	Varovanje gradbene jame .....	6
3.2	Izvedba varovanja ob TK jašku.....	7
3.3	Dotoki vode .....	7
3.4	Izkopni material.....	7
<b>4</b>	<b>Monitoring .....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Natezni preizkusi sider .....</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>Varnostni ukrepi.....</b>	<b>9</b>
<b>7</b>	<b>Sestava tal .....</b>	<b>10</b>
<b>8</b>	<b>Zaključki .....</b>	<b>11</b>



# 1 Projektne osnove

## **PREDHODNA DOKUMENTACIJA:**

- [1] Atelje Hočevar d.o.o., junij 2016: Arhitekturne podloge
- [2] Elea iC d.o.o., oktober 2016: Varovanje gradbene jame, tehnično poročilo; št. načrta 311150174\_VGJ

## **GEOLOŠKO-GEOMEHANSKE OSNOVE:**

- [3] SLP d.o.o., avgust 2015: Geotehnično poročilo o raziskavah tal in pogojih temeljenja

## **STANDARDI:**

- [4] SIST EN 1997-1:2005: Geotehnično projektiranje – 1.del: Splošna pravila
- [5] SIST EN 1997-2:2005: Geotehnično projektiranje – 2.del: Preiskovanje in preskušanje tal
- [6] SIST EN 1997-1:2005/A101:2006: Geotehnično projektiranje – 1.del: Splošna pravila – Nacionalni dodatek
- [7] SIST EN 12716:2002: Izvedba posebnih geotehničnih del – Injektiranje pod visokim pritiskom
- [8] SIST EN 1537:2002: Izvedba posebnih geotehničnih del – Geotehnična sidra
- [9] SIST EN 14490:2007: Izvedba posebnih geotehničnih del – Pasivno sidranje
- [10] SIST EN 1992-1-1:2005: Projektiranje betonskih konstrukcij – 1-1.del: Splošna pravila in pravila za stavbe

## 2 Splošno

Na parceli 1925/1 k.o. Bežigrad stoji obstoječ objekt zdravstvenega doma Bežigrad (v nadaljevanju ZD Bežigrad). Zgrajen je bil leta 1963. Glavna stavba zdravstvenega doma je z daljšo stranico vzporedna s Kržičevo ulico. Na južni strani je prizidek, ki je vzporeden s Peričevo ulico.

Obstoječi prizidek ni primeren za nadzidavo dodatne etaže, zato se ga poruši in nadomesti z novim. Glavna stavba ZD se ohranja.

Nov prizidek bo predvidoma po obodu tlorisnih dimenzij cca 43,6 m x 35,6 m, etažnosti K+P+3, temeljen na AB temeljni plošči.

Teren južno od obstoječega ZD je pretežno raven, glede na celotno območje urejanja pa proti jugu pada. Višinska razlika med vhodnim delom obstoječega ZD in dostavno cesto na J delu parcele je 0,95 m.

Objekti v okolici Zdravstvenega doma:

- S od objekta preko Kržičeve se nahajajo poslovno-stanovanjski objekti,
- J od objekta se nahaja večstanovanjska stolpnica,
- V od objekta preko Peričeve ulice se nahaja Gimnazija Bežigrad,
- Z od objekta se nahaja Kino Bežigrad in poslovno-stanovanjski objekti (stolpnica).

Po naročilu Mestne občine Ljubljana smo izdelali PZI načrt varovanja gradbene jame za izgradnjo prizidka. Varovanje gradbene jame sestavljajo jet grouting slopi premera 60 cm, na vzhodni in zahodni strani izvedeni v obliki koze, na južni strani sidrani s pasivnimi sidri ter na severni strani, pod temelji obstoječega objekta, izvedeni v dveh vrstah. Medsebojno so povezani z AB gredo. Globina izkopa je -4,90 do 5,10 m.



Slika 2-1: Lokacija obravnavanega objekta

### 3 Opis varovanja gradbene jame

Gradnja varovanja gradbene jame bo potekala v treh fazah skladno s potekom rušitve obstoječega objekta in preklopov napeljav. V vsaki od faz se v okviru VGJ smiselno izvede:

1. rušitev predvidene faze obstoječega objekta z odvozom ruševin na trajno deponijo,
2. izvedba sondažnih odkopov, da se preveri dejansko globino temeljev obstoječih konstrukcij, ki se jih ne ruši,
3. priprava delovnih platojev za stroje,
4. izvedba jet grouting slopov za varovanje gradbene jame in prestavitev predvidenih komunalnih vodov v posamezni fazi,
5. izkop do kote za izvedbo AB gred in izvedba AB gred,
6. izkop do dna gradbene jame po dveh predvidenih korakih s sprotno izvedbo brizganega betona, ter na južni strani na vmesnem nivoju izvedba pasivnih sider,
7. izvedba utrjene tamponske blazine, debeline 30 cm in zamenjave tal, če se izkaže za potrebno,
8. izvedba temeljne plošče objekta.

Pred izvedbo temeljne plošče objekta se izvede utrjeno tamponsko blazino debeline 30 cm in na vrhu dokaže deformacijski modul  $E_{v2} > 80$  MPa. Za izdelavo blazine se lahko uporabi čist, ustrezno granuliran izkopni material. V primeru pojava glinenih leč ali sloja močno zaglinjenega oziroma zamelnjenega proda in peska bo potrebna zamenjava tal v celotni debelini leče oziroma sloja. Slabo nosilni sloj se zamenja s tamponskim materialom.

#### 3.1 Varovanje gradbene jame

Zaščita gradbene jame se izvede z jet grouting slopi premera 60 cm, dolžine 6,0 do 8,5 m, v rastru 0,6 m. Za JG slope se uporabi armaturno palico premera  $\phi 28$  mm in kvalitete B500 B.

JG slope se poveže z AB gredami. Povezovalno gredo nad jet grouting slopi dimenzij 60x50 cm, kvalitete betona C30/37 se ojača z vzdolžno armaturo 12 $\phi 16$  in strižno armaturo  $\phi 12/15$  cm. Na ta način se zagotovi toga povezava med jet grouting slopi.

AB gredo na nivoju IBO sider izvedemo iz brizganega cementnega betona. Brizgan beton odebelimo in izvedemo gredo, ki jo ojačamo z armaturno mrežo Q335, ukrivljeno v obliko škatle, ter z dodatnimi vzdolžnimi armaturnimi palicami 4 $\phi 12$  cm. Enako gredo uporabimo za ojačitev temeljev obstoječega ZD Bežigrad ter podprtje TK jaška.

Varovanje gradbene jame se izvede v treh fazah. Izvedba v treh fazah je potrebna zaradi nemotenega delovanja obstoječega zdravstvenega doma. Predvidene 3 faze VGJ so sledeče:

- Faza 1: Jet grouting slopi pod temelji severozahodnega dela obstoječe stavbe ZD, stopnišča za izolacijo in novega elektro jaška ob njem.
- Faza 2: Izvedba Jet grouting slopov na zahodni strani gradbene jame, na južni strani in vzhodni strani do sredine polja med osema B in C, izvedba sider in AB gred.
- Faza 3: Jet grouting slopi pod temelji jugovzhodnega dela obstoječega ZD in na preostalem delu vzhodne strani.

Na severni strani se varovanje gradbene jame izvede z dvema vrstama JG slopov pod temelji glavne stavbe ZD.

Na vzhodni in zahodni strani se izvede jet grouting koze v odklonu 10° od vertikale. Koze so dolžine 8,0 m ter vgrajene v rastru 1,2 m.

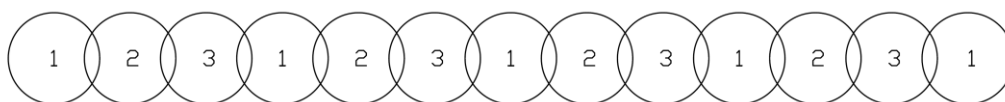
Na južni strani se izvede IBO sidra, dolžine 9 m in nosilnosti 250 kN, v rastru 1,2 m ter v naklonu 25°. Na nivoju sider se JG slope poveže z AB gredo.

JG stene se po izkopu dodatno ojača z brizganim cementnim betonom minimalne debeline 10 cm in eno armaturno mrežo Q283.

Zahteve za izvedbo JG slopov so sledeče:

- tlačna trdnost C12/15,
- premer slopa  $D \geq 60$  cm,
- poraba cementa minimalno 220 kg/m' vrtine za JG,
- v/c faktor injekcijske mase od 0.8 do 0.9,
- tlak injektiranja od 40 do 42 MPa.

K izvedbi JG slopov se pristopi tako, da se izvede vsak tretji slop po konturi gradbene jame. Postopek se ponavlja, dokler niso izvedeni vsi slopi. Sekvenca gradnje je prikazana na spodnji sliki. Na ta način se zmanjša vpliv vgradnje slopov na okoliške objekte in doseže boljša kvaliteta slopov. Alternativa je poljubna sekvenca izvedbe slopov ob pogoju, da med izvedbo dveh sosednjih slopov mine vsaj 3 dni.



Slika 3-1: Sekvenca gradnje jet grouting kolov (1-prva faza, 2-druga, 3-tretja faza)

Varovanje gradbene jame je začasna zaščitna konstrukcija. Trajnost začasne konstrukcije je 2 leti.

### 3.2 Izvedba varovanja ob TK jašku

Ob obstoječem TK jašku na vzhodni strani varovanja izkopa se varovanje gradbene jame izvede z upoštevanjem:

1. Pred izvedbo Jet Grouting (JG) slopov ob TK jašku se izvede razkop ob jašku in preveri točne odmike stroja za izvedbo JG slopov in naklon vrtnega drogova stroja.
2. Poskrbeti je potrebno, da se z izvedbo JG slopov ne poškoduje TK jaška!
3. Tlak injektiranja JG slopa je potrebno 1 m pod jaškom zmanjšati za polovico in še dodatno zmanjševati tlak sproti z dvigovanjem drogova. Približno 30 cm pod jaškom se konča z injektiranjem pod pritiskom.
4. Brizgan beton na mestu tik pod jaškom izvedemo v dveh slojih in ojačamo z armaturno mrežo Q335 ter dodatnimi vzdolžnimi armaturnimi palicami 4Φ12. Na ta način se poveže vse JG slope pod jaškom.

### 3.3 Dotoki vode

Talna voda do raziskane globine 15 m ni bila zaznana. Izkop gradbene jame tako ne sega v nivo podtalne vode, zato ne pričakujemo večjih dotokov v gradbeno jamo.

### 3.4 Izkopni material

Izkopni material je potrebno sproti odvažati na stalno predpisano deponijo.

## 4 Monitoring

Med izvedbo varovanja, izkopa in za čas izgradnje se morajo stalno izvajati geološke, geotehnične in kontrolne meritve. Predvidene so naslednje meritve:

- Geodetske meritve
- Geološka spremljava
- Kontrolne meritve s strani neodvisnih inštitucij

Geološka spremljava se izvaja v okviru stalnega geotehničnega nadzora v skladu z napredovanjem izkopnih del.

Kontrolne meritve se izvajajo skladno z zakonodajo.

Predvidevamo monitoring v naslednjem obsegu:

- Geodetsko opazovanje 22 geodetskih točk za izvedbo 3D meritev. 10 točk se vgradi na zgornjo AB povezovalno gredo varovanja gradbene jame (2 na zahodni stranici, 2 na južni, 2 na vzhodni ter 4 na severni stranici) pred izvedbo izkopa in po predhodnem dogovoru s projektantom. 8 točk se namesti na glavno stavbo ZD, dve na Kino Bežigrad ter dve na stene objekta Gimnazija Bežigrad.

Meritve se izvedejo:

- Ničelna oziroma začetna meritev takoj po vgradnji geodetske točke oz. pred nižanjem izkopa. Na objektih ničelna meritev pred izvedbo jet grouting slopov.
- Po izkopu do polovice in izvedbi pasivnih sider.
- Po izkopu do končne globine.
- Po končani gradnji objekta.
- Najmanj enkrat mesečno za celoten čas varovanja gradbene jame.

V primeru, da pride do neobičajnih premikov, se pogostost meritev ustrezno poveča.

Izvajalec monitoringa mora za vsako izvedeno meritev navesti stanje novogradnje v času izvedene meritve.

Pred pričetkom gradnje je potrebno izvesti komisijski pregled vseh okoliških objektov ter komunalne infrastrukture, s katerim se ugotovi dejansko stanje objektov, ter se izdela kataster poškodb in po potrebi vgradijo plombe in/ali dodatne merske točke. Komisijski pregled mora izvesti pristojna inštitucija. Morebitne poškodbe na objektih je potrebno spremljati med gradnjo.

Spremembo pozicije merskih točk ter pogostost meritev mora potrditi projektant.

## 5 Natezni preizkusi sider

Za preverbo nosilnosti IBO sider, upoštevane v izračunih, je potrebno izvesti tri izvlečne preizkuse sider. Testiranje se izvede na treh testnih sidrih S6, S18 in S32.

Test naj se izvede na tri tedne starih sidrih s stopnjami obremenjevanja 50-100-150-200-100-0 kN.

Vsako stopnjo obremenitve in razbremenitve se opazuje 10 minut, pri sili 200 kN pa se pomike opazuje 30 minut.

Oprema (izvlačilka, manometer in merilna urica za meritve pomikov) morajo biti kalibrirane.

S testom je potrebno dokazati, da je projektna odpornost sidra večja od projektna obremenitev sidra:  $R_{a;d} \geq P_d$ .

Poročilo o preizkusih mora biti izvedeno neposredno po končanih preizkusih. Za vsako sidro morajo biti predloženi naslednji podatki:

- vrsta sidra, oprema za preizkušanje, zapisnik o položaju in vgradnji
- velikost testnih obtežb in izpise o izmerjenih deformacijah oziroma pomikih

- ovrednotenje in interpretacija rezultatov preizkušanj

V primeru zadostne nosilnosti sider se slednja ohranijo in vključijo v konstrukcijo varovanja gradbene jame. V nasprotnem primeru odgovorni projektant predpiše nov raster oziroma dolžino sider.

V primeru, da se sidra med testom poškoduje ali izvleče iz vrtine, jih je potrebno zamenjati z novim po navodilih projektanta ali odgovornega nadzornega inženirja.

Testna sidra so enaka ostalim sidrom objekta.

Preizkusi morajo biti narejeni pred nadaljevanjem izkopa do končne globine gradbene jame. Predlagamo, da se izvede varovanje sprva na južni stranici jame ter vgradijo testna sidra. V obdobju treh tednov, do izvedbe izvlečnih preizkusov, pa nadaljuje z vgradnjo preostalih sider in z deli na ostalih straneh varovanja gradbene jame.

## 6 Varnostni ukrepi

Vsa dela je potrebno opravljati v skladu s projektom in pod stalnim geomehanskim nadzorom.

Stalno mora biti prisoten vodja gradbišča, ki mora imeti ustrezno izobrazbo.

Izvajalec predvidi izdelavo delavnih platojev za delovne stroje.

Gradbeno območje mora biti ustrezno zavarovano in zaščiteno. Meje morajo biti ustrezno zaščitene z ograjami in opozorilnimi tablam.

## 7 Sestava tal

Sestavo tal povzamemo po geotehničnem poročilu [3].

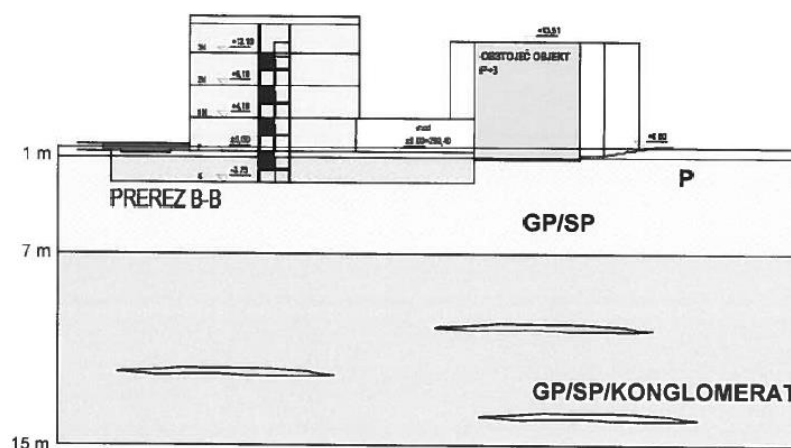
Za potrebe določitve geološko-geotehničnih lastnosti tal so bile izvedene štiri sondažne vrtine globine 10 do 15 m. Pod umetnim nasipom debeline do 1m se nahajajo zelo goste slabo granulirane peščene zemljine do globine 7 m. Od globine 7 m dalje so zelo goste prodno peščene zemljine pretežno malo ali zelo konglomerirane z lokalnimi lečami, kjer prevladujeta pesek in melj.

Talna voda do raziskane globine 15 m ni bila zaznana.

Določena je bila sledeča tipična sestava tal in karakteristike slojev zemljin:

Preglednica 7-1: Razdelitev tal v sloje s pripadajočimi geomehanskimi karakteristikami

Sloj	Globina [m]	Specifična teža $\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Strižni kot $\phi$ [°]	Kohezija $c$ [kPa]	Deformacijski modul $E_v$ [kPa]	Koeficient prepustnosti $k$ [m/s]
1. Nasip, drobljenec, prod, mestoma humus ( <b>NASIP</b> )	0-1	19	30	0	25000	$10^{-5}$
2. Slabo granuliran prod in pesek ( <b>GP/SP</b> ) v zelo gostem stanju	1-7	19	39	0	> 80000	$10^{-4}$
3. Rahlo do močno konglomeriran prod s peskom, lokalno se pojavijo tanke leče z večjo vsebnostjo peska ali melja ( <b>GP/SP/KON</b> )	7-15	19	40	0	> 80000	$10^{-6}$



Slika 7-1:Vzdolžni geološki prerez



## 8 Zaključki

Na lokaciji objekta ZD Bežigrad ob Kržičevi ulici v centru Ljubljane ima investitor namen zrušiti obstoječi prizidek in ga nadomestiti z novogradnjo. Nov prizidek bo zajemal klet, pritličje in tri nadstropja.

Za namen izgradnje kleti objekta je predvidena izvedba varovanja gradbene jame z JG slopi premera  $D = 60$  cm, v rastru 0,60 m, dolžine 6,0 do 8,5 m. Slopi so po celotni konturi gradbene jame povezani z AB gredo. JG slopi so na vzhodni in zahodni strani izvedeni v obliki kože, na južni strani sidrani s pasivnimi sidri ter na severni strani, pod temelji obstoječega objekta, izvedeni v dveh vrstah. JG stene se po izkopu dodatno ojača z brizganim cementnim betonom minimalne debeline 10 cm in eno armaturno mrežo.

Pred izvedbo JG slopov na severni strani pod obstoječim objektom glavne stavbe ZD je potrebno izvesti sondažne odkope ob obstoječih temeljih, da se ugotovi točna globina obstoječih temeljev in temu prilagodi izvedba JG slopov.

Varovanje gradbene jame je začasna zaščitna konstrukcija. Trajnostčasne konstrukcije je 2 leti.

Pred pričetkom gradnje je potrebno izvesti komisijski pregled vseh okoliških objektov ter komunalne infrastrukture, s katerim se ugotovi dejansko stanje objektov, ter se izdela kataster poškodb in vgradijo merske točke. Komisijski pregled mora izvesti pristojna institucija. Morebitne poškodbe na objektih je potrebno spremljati med gradnjo.

Za preverbo nosilnosti IBO sider, upoštevane v izračunih, je potrebno izvesti tri izvlečne preizkuse sider. Testiranje se izvede na treh testnih sidrih S6, S18 in S32. Preizkusi morajo biti narejeni pred nadaljevanjem izkopa do končne globine gradbene jame.

**Za preprečitev nastanka prekomernih pomikov in zasukov sosednjih objektov je potrebno na vseh straneh varovanja gradbene jame vzpostaviti merske profile. Meritve je potrebno izvajati skladno s programom meritev. Prve meritve terena in merskih profilov je potrebno izvesti pred pričetkom gradnje.**

Izkop gradbene jame ne sega pod nivo podtalnice, zato se v gradbeni jami ne pričakuje pojava vode.

Med izvedbo varovanja gradbene jame in po končanem izkopu je potrebno skladno s predpisanim monitoringom spremljati:

- posedke okoliškega terena in objektov,
- pomike varovalne stene gradbene jame,
- hkrati je med izkopavanjem potrebno z doslednim geološko - geotehničnim nadzorom spremljati sestavo tal in ugotavljati skladnost z upoštevanimi razmerami v projektu (debeline, karakteristike zemljin).

**V kolikor se izkaže, da so lastnosti tal bistveno drugačne od uporabljenih, ali da so v kateri od faz prekoračeni pomiki oziroma deformacije konstrukcije ali zalednih objektov, je potrebno takoj obvestiti projektanta. Po potrebi se izračune ponovi z upoštevanjem dejanskih geoloških razmer in podporne ukrepe ustrezno prilagodi.**

Gradbena jama za objekt ZD Bežigrad - prizidek, izvedena po navodilih tega poročila, bo stabilna in bo imela še sprejemljive vplive na okolico.



**3/2.4****Risbe**

G.201	Situacija Merski profili	M1:150
G.206	Zakoličbena situacija	M1:150
G.240	Prečni prerezi	M1:100
G.271	Armaturni načrt gred	M1:25