

**MESTNA OBČINA KOPER**

**PLAZ KRNICA**

**»8/1«**

**NAČRTI IZKOPOV IN  
OSNOVE PODGRADNJE**

**faza PZI  
št. 104-5205**

## 8.1.1 NASLOVNA STRAN S KLJUČNIMI PODATKI O NAČRTU

### **ŠTEVILČNA OZNAKA NAČRTA IN VRSTA NAČRTA:**

8/1 NAČRTI IZKOPOV IN OSNOVE PODGRADNJE

### **INVESTITOR:**

MESTNA OBČINA KOPER  
VERDIJEVA 10  
6000 KOPER

### **OBJEKT:**

PLAZ KRNICA

### **VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE IN NJENA ŠTEVILKA:**

PZI, PROJEKT ZA IZVEDBO, št. 104-5205

### **ZA GRADNJO:**

NOVOGRADNJA

### **PROJEKTANT:**

GI-ZRMK D.O.O., DIMIČEVA 12, 1000 LJUBLJANA  
DR. BLAŽ DOLINŠEK, UNIV.DIPL.INŽ.GRAD.

### **ODGOVORNI PROJEKTANT:**

DUŠANKA BROŽIČ, UNIV.DIPL.INŽ.GRAD., G-0342

### **ODGOVORNI VODJA PROJEKTA:**

DUŠANKA BROŽIČ, UNIV.DIPL.INŽ.GRAD., G-0342

### **ŠTEVILKA NAČRTA, KRAJ IN DATUM IZDELAVE NAČRTA:**

ŠT. 104-5205, LJUBLJANA, DNE 21.11.2014

### 8.1.2 SEZNAM SODELAVCEV PRI IZDELAVI PROJEKTA

**SODELAVCA:**

IRENA VAŠCER, INŽ.GRAD.

ANDREJ ŠABEC, UNIV.DIPL.INŽ.GRAD.

### **8.1.3 KAZALO VSEBINE NAČRTA IZKOPOV IN OSNOVNE PODGRADNJE ŠT. 104-5205**

- 8.1.1 Naslovna stran s ključnimi podatki o načrtu
- 8.1.2 Seznam sodelavcev pri izdelavi projekta
- 8.1.3 Kazalo vsebine načrta izkopov in osnove podgradnje št. 104-5202
- 8.1.4 Tehnično poročilo in projektantski popis del
- 8.1.5 Grafične priloge

## 8.1.4 TEHNIČNO POROČILO IN PROJEKTANTSKI POPIS DEL - VSEBINA

<b>1. TEHNIČNO POROČILO .....</b>	<b>1</b>
1.1. UVOD .....	1
1.2. TERENSKE RAZMERE IN SESTAVA TAL .....	2
1.3. ZASNOVA VAROVALNE KONSTRUKCIJE.....	2
1.4. TEHNOLOGIJA GRADNJE .....	6
1.5. ZAGOTAVLJANJE KVALITETE, MONITORING IN NADZOR.....	7
1.5.1. ZAGOTAVLJANJE KVALITETE .....	7
1.5.2. GEOTEHNIČNI MONITORING IN NADZOR .....	8
1.6. STATIČNI RAČUN .....	9
1.7. ZAKLJUČEK .....	10
<b>2. STATIČNI IZRAČUN - PRILOGE.....</b>	<b>11</b>
2.1. STATIČNI IZRAČUNI PILOTNE STENE 1.....	12
2.2. STATIČNI IZRAČUNI PILOTNE STENE 2.....	13
2.3. STATIČNI IZRAČUNI PILOTNE STENE 3.....	14
2.4. RAČUN PROJEKTNE NOSILNOSTI PILOTA .....	15
<b>3. PROJEKTANTSKI POPIS DEL TER OCENA STROŠKOV IZVEDBE.....</b>	<b>16</b>
3.1. PROJEKTANTSKI POPIS DEL IN PREDIZMERE .....	17
3.2. PROJEKTANTSKA OCENA STROŠKOV IZVEDBE DEL .....	18

## 8.1.4 TEHNIČNO POROČILO IN PROJEKTANTSKI POPIS DEL

### 1. TEHNIČNO POROČILO

#### 1.1. UVOD

---

Po naročilu Mestne občine KOPER, smo pripravili projekt za izvedbo (PZI) pilotnih sten pri »SANACIJI PLAZU KRNICA«.

Lokacija predvidenih varovalnih konstrukcij je razvidna iz priložene situacije. Gre za tri pilotne stene in eno podbetoniranje stanovanjske hiše na območju plazu v vasi Krnica. Gre za obsežen plaz dolžine preko 200 m in širine okoli 100 m, ki zajema kmetijska zemljišča in manjša gospodarska poslopja, ob stranskem odlomnem robu pa ogroža vas Krnico. V vasi so posebej izpostavljene stanovanjske hiše št. 6a, ki je že poškodovana ter št. 10, ki je najbližje spodnjim odlomnim robovom in št. 17, kjer hiša stoji tik nad trenutnim zgornjim odlomnim robom plazu pa je poškodovano tlakovano dvorišče. Celoten plaz bo saniran z ureditvijo kanalizacije in dreniranjem plazin, kar je obdelano v drugem dokumentu.

Za potrebe izdelave načrta sidranih pilotnih sten smo od naročnika pridobili naslednje podloge:

- Geodetski posnetek lokacije z vrisanimi projektiranimi drenažami,
- Inženirsko geološke in hidrogeološke raziskave na plazu Krnica (Geologija d.o.o. Idrija, julij 2013)
- Končno poročilo o inklinacijskih meritvah na plazu Krnica (3.meritev 19.11.2013) (Geologija d.o.o. Idrija, 29.11.2013)
- Hidrogeološko poročilo, dodatek: globoka drenaža (Geologija d.o.o. Idrija, februar 2014)
- Geodetsko opazovanje premikov (GLG projektiranje d.o.o., Koper, maj 2014)
- VI. Poročilo o inklinacijskih meritvah na lokaciji plazu Krnica (Geoinženiring d.o.o., Ljubljana, julij 2014)

Upoštevali smo tudi zasnove varovalnih konstrukcij iz načrta faze IDP in podatke o legi novo načrtovanih globokih drenaž namenjenih globalni sanaciji plazu.

## 1.2. TERENSKE RAZMERE IN SESTAVA TAL

---

Za obravnavano lokacijo je bilo izdelano poročilo »Inženirsko geološke in hidrogeološke raziskave na plazu Krnica« (Geologija d.o.o. Idrija, julij 2013), ki smo ga upoštevali pri pripravi te dokumentacije.

Za potrebe ugotavljanja sestave tal so bile že pred zgoraj navedenim poročilom izvedene nekatere preiskave in pripravljena poročila. Podatke povzema zadnje poročilo, za katero pa so bile izvedene sondažne geomehanske vrtine (10 kom skupne dolžine 68,8 m). Vrtine so opremljene kot inklinometri in piezometri (4 kom) ter kot piezometri (6 kom). V vrtinah so bile izvajane SPT meritve in odvzeti vzorci ter izvedene laboratorijske preiskave. Poleg geomehanskih vrtin so bila izvedena še dinamična sondiranja (6 kom).

V poročilu so navedene karakteristike posameznih slojev zemljin, ki so bile ugotovljene s terenskimi in laboratorijskimi preiskavami, ki so potekale v zelo sušnem obdobju. Karakteristike so bile preverjene tudi s povratno analizo z uporaba programa Paxis. Dobili smo nekoliko drugačne materialne karakteristike zemljine s katerimi smo nadaljevali geostatične izračune za pilotne stene.

## 1.3. ZASNOVA VAROVALNE KONSTRUKCIJE

---

Ob stranskem odlomnem robu plazu so locirane hiše, ki jih ogroža plaz ali pa jih je deloma že poškodoval. Lokacije pilotnih sten so smiselno umeščene v prostor, glede na možnost izvedbe pilotov in sam obseg plazu. Od vznožja plazu navzgor smo predvideli sledeče ukrepe, ki so bili predlagani že v inženirsko geološkem poročilu, tu pa so natančneje locirani in opisani:

- **PILOTNA STENA 1** je predvidena pod objektom Krnica 10 in varuje še objekta Krnica 11 in Krnica 8.

**Piloti:** Varovalna konstrukcija iz uvrtnih AB pilotov bo imela 18 Benotto pilotov  $\Phi 100\text{cm}$ , višine  $h_p=12\text{m}$  na medosni razdalji 1,5m. Piloti bodo iz betona kvalitete C25/30, XC1, XA1, PVII in se jih ustrezno armira z RA B500, armaturnim rebrastim jeklom. Prvi sklop pilotov (1-8) se izvede iz delovnega platoja, ki bo na koti cca. 104,60 m.n.v. ter se jih zabetonira cca. 20cm nad projektno koto vrha pilota. Drugi sklop pilotov (9-18) se izvede iz delovnega platoja, ki bo na koti cca. 103,60 m.n.v. in se jih zabetonira cca. 20cm nad projektno koto vrha pilota. Po odkopu je treba odvečni beton posekati do projektirane kote vrha pilotov. Dolžina pilotov mora biti prilagojena globini zaseka v kompaktno hribinsko osnovo, minimalno 3,5m. Betoniranje pilotov mora biti neprekinjeno, z ustrezno kontrolo kvalitete betona pred in po vgradnji. Izkop 9 pilotov (50% celote oziroma vsak drugi pilot) mora spremljati geotehnik, ki zriše vzdolžni geološki profil vpetja pilotov. Po izvedbi pilotov se na določenem številu le teh, piloti določeni s strani nadzora, izvede test zveznosti (PIT).

**Greda:** Piloti bodo medsebojno povezani z armirano betonsko sidrno gredo širine  $b=1,2\text{m}$ , višine  $h=1,2\text{m}$ , kjer bo prednja stran grede delno poševna, in sicer v naklonu sider. Na celotni dolžini grede ( $L=27\text{m}$ ) bo potrebno izvesti tri dilatacije. Greda bo zgrajena iz betona kvalitete C25/30, XC1, XD3, XF4, PVII in armirana z rebrasto armaturo RA B500. V AB sidrno gredo se med izvedbo vgradijo opažni tulci za izvedbo sider in sicer v rastru  $3,0\text{m}$ . Pri gredi pride do višinskega zamika oz. skoka, in sicer pri dolžini  $L_1=12\text{m}$  (poz. nad piloti 1-8). Vrh grede bo na koti cca  $104,80\text{ m.n.v.}$ , medtem ko je drugi del vrha grede  $L_2=15\text{m}$  (poz. nad piloti 9-18) na koti cca  $103,80\text{ m.n.v.}$  Konstrukcijo grede se gradi v štirih kampadah, ki so med seboj ločene z tremi dilatacijami v gredi. V dilatacijo se vgradi  $2\text{ cm}$  debela trdna penasta plošča. Za zaščito dilatacije se v opaž grede vgradi letvica, utor po razopaženju se zalije z elastično tesnilno maso.

**Sidra:** Kvalitete jeklenih pramen za trajno prednapeto geotehnično sidro znašajo  $f_y/f_u = 1670/1860\text{ MPa}$ . V konstrukciji bo 9 trajnih geotehničnih sider, od tega je predvidenih 8 konstrukcijskih prednapetih ( $4\times 0,6''$ )-pramenskih sider dolžine ( $L_p=15\text{m}$  in  $L_v=8\text{m}$ ) na medosni razdalji  $e=3,0\text{m}$  in sicer pod kotom  $\alpha=30^\circ$  ter eno (1) pet ( $5\times 0,6''$ ) vrvno testno geotehnično sidro dolžine ( $L_p=15\text{m}$  in  $L_v=8\text{m}$ ) na medosni razdalji  $e=3,0\text{m}$  in sicer pod kotom  $\alpha=30^\circ$ . Testno sidro S1-5(T) mora biti opremljeno z dodatnim nateznim pramenom, napenja se na  $P_p=1,67\times 450=752\text{ kN}$ , zaklini pa se na silo zaklinjanja ( $P_0=450\text{kN}$ ) ter ostane kot ostala sidra v konstrukciji. Od preostalih 8 sider je potrebno 1 sidro preveriti s tristopenjskim celovitim preizkusom napenjanja (CPN). Vsa preostala sidra se napenjajo z enostavnim preizkusom napenjanja. Prednapnejo se na  $P_p=1,25 \times 450\text{ kN} = 563\text{ kN}$  in zaklinjeno na  $P_0=450\text{kN}$ . Eno sidro S1-4(M) bo služilo kot mersko geotehnično sidro v konstrukciji.

- **PILOTNA STENA 2** je predvidena nad objektom Krnica 6a, ki je bil zaradi dosedanjih pomikov najhuje poškodovan.

**Piloti:** Varovalna konstrukcija iz uvrtnih AB pilotov bo imela 18 Benotto pilotov  $\Phi 100\text{cm}$ , višine  $h_p=12\text{m}$  na medosni razdalji  $1,5\text{m}$ . Piloti bodo iz betona kvalitete C25/30, XC1, XA1, PVII in se jih ustrezno armira z RA B500, armaturnim rebrastim jeklom. Pilote se zabetonira cca.  $20\text{cm}$  nad projektno koto vrha pilota. Po odkopu je treba odvečni beton posekati do projektirane kote vrha pilotov. Dolžina pilotov mora biti prilagojena globini zaseka v kompaktno hribinsko osnovo, minimalno,  $3,5\text{m}$ . Betoniranje pilotov mora biti neprekinjeno, z ustrezno kontrolo kvalitete betona pred in po vgradnji. Izkop 9 pilotov (50% vseh oz. vsak drugi pilot) mora spremljati geotehnik, ki zriše vzdolžni geološki profil vpetja pilotov. Po izvedbi pilotov se na določenem številu le teh (piloti določeni s strani nadzora) izvede test zveznosti (PIT).

**Greda:** Piloti bodo medsebojno povezani z armirano betonsko sidrno gredo širine  $b=1,2\text{m}$ , višine  $h=1,2\text{m}$ . Prednja stran grede bo delno poševna, in sicer v naklonu sider. Na celotni dolžini grede ( $L=27\text{m}$ ) bo potrebno izvesti tri dilatacije. Konstrukcija grede je v naklonu, a s konstantnim prečnim prerezom. Višinska



kota vrha grade se linearno spreminja. Vrh AB sidrne grede (poz. nad pilotom 1) je predviden na absolutni višinski koti cca. 111,88 m.n.v., medtem ko znaša vrh grede (poz. nad pilotom 18) na absolutni višinski koti 114,92 m.n.v. Greda bo zgrajena iz betona kvalitete C25/30, XC1, XD3, XF4, PVII in armirana z rebrasto armaturo RA B500. V AB sidrno gredo se med izvedbo vgradijo opažni tulci za izvedbo sider in sicer v rastru 3,0m. Konstrukcijo grede se zgradi v štirih kampadah, ki so med seboj ločene z tremi dilatacijo v gredi. V dilatacijo se vgradi 2 cm debela trdna penasta plošča. Za zaščito dilatacije se v opaž grede vgradi letvica, utor po razopaženju se zalije z elastično tesnilno maso.

**Sidra:** Sidra se vgradi le na štirih lokacijah. Zaradi bližine objekta je izvedba sider, kjer niso predvidena zelo težka ali celo nemogoča. Trajna prednapeta geotehnična sidra se izvedejo v enem nivoju vzdolž pilotne stene. Kvalitete jeklenih pramen za trajno prednapeto geotehnično sidro znašajo  $f_y/f_u = 1670/1860$  MPa. V konstrukciji bodo 4 trajna prednapeta geotehnična sidra, od tega je predvidenih troje (3) konstrukcijskih prednapetih (4x0,6")-pramenskih sider dolžine ( $L_p=15m$  in  $L_v=8m$ ) na medosni razdalji  $e=3.0m$  in sicer pod kotom  $\alpha=30^\circ$  ter eno (1) pet (5x0,6") vrvnih testnih geotehničnih sider dolžine ( $L_p=15m$  in  $L_v=8m$ ) na medosni razdalji  $e=3.0m$  in sicer pod kotom  $\alpha=30^\circ$ . Testno sidro S2-2(T) mora biti opremljeno z dodatnim nateznim pramenom, napenja se na  $P_p=1,67 \cdot 450 = 752$  kN, zaklini pa se na silo zaklinjanja ( $P_0=450kN$ ) ter ostane kot ostala sidra v konstrukciji. Točno nosilnost in dolžino sider bo mogoče določiti na osnovi preizkusa testnega sidra. Od preostalih 3 sider je potrebno 1 sidro preveriti s tristopenjskim celovitim preizkusom napenjanja (CPN). Preostala dva sidra se napenjajo z enostavnim preizkusom napenjanja. Prednapnejo se na  $P_p=1,25 \times 450$  kN = 563 kN in zaklinijo na  $P_0=450kN$ . Sidro z oznako S2-1(M) bo služilo kot mersko sidro v konstrukciji.

- **PODBETONIRANJE OBJEKTA** Krnica 6a je potrebno izvesti, saj je zaradi velikosti dosedanjih pomikov stanovanjske hiše in prizidka temeljenje neustrezno.

Temelji ne segajo dovolj globoko pod koto zunanje ureditve, temeljna tla pod objektom pa so se v preteklosti večkrat pomikala, saj so del plazov in ne morejo predstavljati trdne podlage. Predvidena je izvedba podbetoniranja z enakim tipom pilotov, kot se uporabljajo za pilotne stene. Benotto piloti  $\Phi 100cm$  so na medosni razdalji cca. 3,5m. Vseh 9 pilotov bo povezovala armiranobetonska greda, ki mora biti dobro povezana še z obstoječim temeljem. Po dokončanju podbetoniranja bo potrebno izvesti še sanacijo obstoječega objekta, ki ni zajeta v tej projektni dokumentaciji.

Za izvedbo **pilotov** veljajo enake zahteve kot pri pilotni steni. Ob tem gre opozoriti, da je obstoječi objekt - prizidek oblikovan tako, da bi za izvedbo predvidenih pilotov morali porušiti AB nadstrešnico ali »balkon« in verjetno še zidec ob objektu.

Pri izvedbi povezovalne **AB grede** pa je treba zagotoviti varno izvedbo s kratkimi kampadami izkopov ob in pod obstoječimi temelji objekta in prizidka. Posamezno kampado grede za katero se izvede izkop je potrebno še isti dan dokončati. Med obstoječimi temelji in novo gredo je potrebno za zagotovitev boljše povezava vgrajevati sidrca, kot so razvidna iz armaturnega načrta.

- **PILOTNA STENA 3** je predvidena pod objektom Krnica 17, kjer je bilo zaradi dosedanjih premikov poškodovano tlakovano dvorišče. Hiša se nahaja približno 5m od odlomnega roba.

**Piloti:** Varovalna konstrukcija iz uvrtnih AB pilotov bo imela 20 Benotto pilotov  $\Phi 100\text{cm}$ , višine  $h_p=8,5\text{m}$  na medosni razdalji 1,5m. Piloti bodo iz betona kvalitete C25/30, XC1, XA1, PVII in se jih ustrezno armira z RA B500, armaturnim rebrastim jeklom. Pilote se izvede iz delovnega platoja, ki bo na koti cca. 119,00 m.n.v. ter se jih zabetonira cca. 20cm nad projektno koto vrha pilota. Po odkopu je treba odvečni beton posekati do projektirane kote vrha pilotov. Dolžina pilotov mora biti prilagojena globini zaseka v kompaktno hribinsko osnovo, minimalno, 3,5m. Betoniranje pilotov mora biti neprekinjeno, z ustrezno kontrolo kvalitete betona pred in po vgradnji. Izkop 10 pilotov (50% vseh pilotov oziroma vsak drugi pilot) mora spremljati geotehnik, ki zriše vzdolžni geološki profil vpetja pilotov. Po izvedbi pilotov se na določenem številu le teh, piloti določeni s strani nadzora, izvede test zveznosti (PIT).

**Greda:** Piloti bodo medsebojno povezani z armirano betonsko sidrno gredo širine  $b=1,2\text{m}$ , višine  $h=1,2\text{m}$ . Prednja stran grede bo delno poševna, in sicer v naklonu sider. Na celotni dolžini grede ( $L=30\text{m}$ ) bo potrebno izvesti štiri dilatacije. Vrh AB sidrne grede je predviden na absolutni višinski koti 119,20 m.n.v.. Greda bo zgrajena iz betona kvalitete C25/30, XC1, XD3, XF4, PVII in armirana z rebrasto armaturo RA B500. V AB sidrno gredo se med izvedbo vgradijo opažni tulci za izvedbo sider in sicer v rastru 3,0m. Konstrukcija grede se gradi v petih kampadah dolžine po 6m, ki so med seboj ločene z štirimi dilatacijami v gredi. V dilatacijo se vgradi 2 cm debela trdna penasta plošča. Za zaščito dilatacije se v opaž grede vgradi letvica, utor po razopaženju se zalije z elastičnima tesnilnima masama.

**Sidra:** Trajna prednapeta geotehnična sidra se izvedejo v enem nivoju. Kvaliteta jeklenih pramen za trajno prednapeto geotehnično sidro je  $f_y/f_u = 1670/1860$  MPa. V konstrukciji bo 10 trajnih geotehničnih sider, od tega je predvidenih 9 konstrukcijskih prednapetih ( $4 \times 0,6''$ )-pramenskih sider dolžine ( $L_p=14\text{m}$  in  $L_v=7\text{m}$ ) na medosni razdalji  $e=3.0\text{m}$  in sicer pod kotom  $\alpha=30^\circ$  ter eno (1) pet ( $5 \times 0,6''$ ) vrvno testno geotehnično sidro dolžine ( $L_p=14\text{m}$  in  $L_v=7\text{m}$ ) na medosni razdalji  $e=3.0\text{m}$  in sicer pod kotom  $\alpha=30^\circ$ . Testno sidro S3-3(T) mora biti opremljena z dodatnim nateznim pramenom, napenja se na  $P_p=1,67 \cdot 450 = 752$  kN, zaklini pa se na silo zaklinjanja ( $P_0=450\text{kN}$ ) ter ostane kot ostala sidra v konstrukciji. Od preostalih 9 sider je potrebno 1 sidro preveriti s tristopenjskim celovitim preizkusom napenjanja (CPN). Vsa preostala sidra se napenjajo z enostavnim

preizkusom napenjanja. Prednapnejo se na  $P_p = 1,25 \times 450 \text{ kN} = 563 \text{ kN}$  in zaklinijo na  $P_0 = 450 \text{ kN}$ . Sidro S3-4(M) bo služil kot mersko sidro konstrukcije. Dopustno je, da sidra sprva ne bi vgradili, ker račun ne kaže, da so potrebna. V kolikor bi opazovanje pomikov to narekovalo, bi sidra vgradili naknadno. V gredi pa je treba že takoj pripraviti sidrišča.

## 1.4. TEHNOLOGIJA GRADNJE

---

### **Benotto piloti:**

Za potrebe izvedbe varovalne konstrukcije je potrebno, na območju pilotne stene, izvesti stabilni delovni plato. V kolikor bo treba izvajati nasipne platoje večje višine, bo potrebno brežine nasipa izvesti v naklonu 1:1. Plato je treba izvesti do tako višine, da bo omogočena izvedba pilotov s strojem postavljenim vzporedno z osjo pilotne stene. Plato naj se izvede iz gruščnatega materiala v širini 6m (po 3m na vsako stran od osi pilotne stene) oziroma glede na potrebe uporabljenega stroja.

Po izvedbi delovnega platoja je potrebno izvesti geodetsko zakoličbo osi uvrtenih pilotov. Pilote se izvaja z ustreznim specialnim strojem, po tehnologiji izvajalca, ob upoštevanju pogojev varovalne konstrukcije in potrebne dolžine pilotov. Izkop za pilote bodo izvajali v večji meri z grabežem razen v primeru izvedbe izkopa v skali, bo treba uporabiti sekač.

Po končanem izkopu posamezne vrtine za pilot se na mestu pilota vstavi armaturni koš ustrezne dolžine, tako da je zagotovljeno tudi sidranje armature pilota v zgornjo sidrno gredo. Med izvedbo pilotov je v določenih pilotih (razvidno iz načrta) v armaturni koš potrebno vgraditi inklinometrijske cevi za kasnejši monitoring premikov varovalne konstrukcije (meritev horizontalnih premikov). Hkrati je med vgradnjo pilotov potrebno zagotoviti geološko spremljavo, ki bo z redno kontrolo ugotavljala dejanske geološke razmere na območju izvedbe pilotov. V primeru odstopanja geološke sestave tal od predvidene je o tem treba obvestiti projektanta.

Po končanem betoniranju pilotov se zgornjih cca. 20cm betona slabše kvalitete (do dna AB sidrne grede) odseka. Pred izvedbo AB sidrne grede se na določenih pilotih izvede preizkus zveznosti pilota (PIT).

### **Armiranobetonska greda:**

Po končanem pilotiranju se lahko pristopi k izvedbi posameznih segmentov AB sidrne grede. Slednja povezuje pilote med seboj, ko se izvedejo še trajna prednapeta geotehnična sidra pa veže pilote in sidra v enovito konstrukcijo. Ko so glave pilotov očiščene in ustrezno pripravljene, se pripravi opaž grede. Po potrebi se med piloti izvede še podložni beton pred pripravo opaža in polaganjem armature. AB sidrne grede se izvede iz betona kvalitete C 25/30 ter se jo ustrezno armira. V AB sidrni gredi je potrebno na določenih mestih, v ustreznem rastru, že ob pripravi opaža, vgraditi ustrezne tulce za sidrišča za trajna prednapeta geotehnična sidra. Tulci so sestavni del

trajnega prednapetega geotehničnega sidra in jih na gradbišče dostavi dobavitelj sider. Odprtine za sidra, ki so namenjena morebitni kasnejši vgradnji, bo potrebno zapreti z nerjavnimi pokrovi po navodili proizvajalca sider, ter posledično s tem zaščititi konstrukcijo pred zunanjimi vplivi (meteorna voda,...). Na mestih kjer se izvedejo sidra pa se dela dokončajo skladno z predpisi.

#### **Trajna prednapeta geotehnična vrvna sidra:**

Metoda vrtanja mora ustrezati tipu zemljine in jo izbere izvajalec. V zemljinah lahko pride med vrtanjem do zasipavanja, takrat je potrebno izvršiti vrtanje z zaščitnimi cevmi. Slednje cevi se istočasno z injektiranjem izvečejo iz vrtine.

Takoj po opravljenem vrtanju je potrebno sidro vstaviti v vrtino in ga zainjektirati. Vgradnja trajnih prednapetih geotehničnih vrvnih sider se bo izvajala z ustreznega delovnega platoja po končani izgradnji AB sidrne grede. Trajna prednapeta geotehnična vrvna sidra, ki bodo vgrajena v konstrukcijo, morajo imeti pridobljeno Slovensko tehnično soglasje (STS) za trajna prednapeta geotehnična vrvna sidra.

Vgrajevanje in napenjanje sider mora potekati skladno z navodili dobavitelja sider in v skladu s STS ter v skladu s standardi SIA 191 (I.1995) in SIA 267 (I.2003). V času napenjanja sider mora beton sidrne konstrukcije imeti vsaj 67% svoje 28 dnevne trdnosti. Potrebno je tudi dokazati zadostno trdnost vgrajene cementne injekcijske mase s tlačnim preskusom na treh vzorcih. Pri napenjanju preizkusnih sider je obvezen nadzor pooblaščenih oseb investitorja in notranje ter zunanje kontrole. Celoviti preizkusi napenjanja (CNT) morajo biti izvedeni pred enostavnimi preizkusi napenjanja (EPN). Vse meritve je potrebno sproti vnašati v protokol o napenjanju sidra. O rezultatih preizkusa je treba izdelati ustrezno kratko tehnično poročilo in ga posredovati projektantu, nadzoru in investitorju.

Na vsakem vgrajenem in napetem sidru je potrebno preizkusiti elektroizolacijo. Ta se izvede med glavo sidra in konstrukcijo, kakor tudi med prameni in temeljnimi tlemi. Zahteva glede antikorozijske zaščite je izpolnjena, če pokaže dokončno injektirano in napeto sidro električni upor  $R_I \geq 0,1 \text{ M}\Omega$ .

Na vsaki pilotni steni je potrebno po 1 eno sidro opremiti kot mersko sidro – vgraditi mersko celico za kontinuirano merjenje sidrne sile po zaklinjenju sidra.

## **1.5. ZAGOTAVLJANJE KVALITETE, MONITORING IN NADZOR**

---

### **1.5.1. Zagotavljanje kvalitete**

Med izvajanjem del je potrebno upoštevati vse veljavne predpise in standarde, ki se nanašajo na posamezna dela, ki so obravnavana v tem načrtu.

Ustreznost vgrajenega betona je potrebno preverjati, glede na zahteve Projekta betona, z izdelavo in preizkusom betonskih kock, kot to narekujejo predpisi za beton SIST EN 206-1:2003 ter SIST EN 1026:2008.

Pri izvedbi uvrtenih pilotov (Benotto piloti) je potrebno upoštevati predpis SIST EN 1536:2002 ter smiselne dele SIST EN 1997-1:2005. Po izvedbi Benotto pilotov je za

ugotavljanje kakovosti izvedenih del potrebno izvesti test zveznosti pilotov. Teste zveznosti (PIT) se izvede na 25% vseh pilotov.

Pri izvedbi trajnih geotehničnih sider je potrebno upoštevati predpis SIST EN 1537:2002 ter smiselne dele SIST EN 1997-1:2005.

Skladno z Zakonom o gradbenih proizvodih morajo biti vsi vgrajeni konstrukcijski elementi in materiali pri varovalni konstrukciji ustrezno certificirani (armaturno jeklo, beton, geotehnično sidro).

V vseh fazah gradnje je potrebno upoštevati predpise iz varstva in zdravja pri delu.

### **1.5.2. Geotehnični monitoring in nadzor**

Za spremljanje morebitnih pomikov varovalne konstrukcije je potrebno vzpostaviti sistem geotehničnega monitoringa premikov.

Za potrebe izvedbe monitoringa varovalne konstrukcije smo predvideli vgradnjo dveh novih inklinometrskih cevi na vsako pilotno steno za merjenje horizontalnih premikov varovalne konstrukcije (v AB pilotih). Za monitoring premikov varovalne konstrukcije smo poleg obstoječih in novih inklinometrov predvideli tudi vgradnjo geodetskih točk za 3-D spremljanje pomikov vrha konstrukcije ter merilce sidrskih sil v sidrih. Na vsako pilotno steno je potrebno vgraditi reperje. Število geodetskih točk na posamezno pilotno steno, je razvidno iz načrtov. Na objektih, ki se nahajajo ob plazju je potrebno vzdrževati ali na novo vgraditi vsaj po dva reperja, ki omogočajo 3-D meritve pomikov.

Dosedanje meritve premikov ogroženega objekta naj se izvajajo tudi po končani izvedbi pilotne stene. Po izvedbi varovalne konstrukcije in izvedbi ničelnih meritev pomikov je treba izvajati geotehnični monitoring konstrukcije še minimalno naslednji dve (2) leti, osem (8) ciklov meritev. Meritve je potrebno izvajati na tri mesece (4 cikli letno).

Glede na rezultate meritev se v sodelovanju s projektantom lahko po potrebi zgostiti ali opustiti meritve. V kolikor bodo meritve pokazale, da se premiki po izgradnji pilotne stene 3 brez sider še nadaljujejo, oziroma presegajo računsko določene pomike za npr. več kot 5mm, je potrebno pripraviti nov statičen račun z upoštevanjem takratnih razmer v tleh. Pričakovati je, da bo takrat potrebno vgraditi sidra v naprej pripravljena, rezervna sidrišča.

Tudi v primeru takojšnje vgradnje sider je monitoring potreben.

Pri izvedbi varovalne konstrukcije je potrebno zagotoviti geomehanski projektantski nadzor.

## 1.6. STATIČNI RAČUN

---

Statični izračuni sidranih pilotnih sten so bili izvedeni s programom, PLAXIS 2D AE po metodi končnih elementov in s programom Betonexpress. Računi so bili izvedeni za tri različno pozicionirane varovalne konstrukcije, in sicer v prečnem prerezu C-C (pilotna stena 1), prečnem prerezu 1 (pilotna stena 2) ter prečnem prerezu E (pilotna stena 3).

Karakteristične vrednosti materialnih karakteristik slojev zemljin, ki so upoštevane pri geomehanski analizi s programom PLAXIS, so prikazane v izpisih iz programa (priloge9. Materialni model zemljine in temeljnih tal izhaja iz preliminarne geomehanskega poročila. Za numerično analizo smo izbrali Hardening soil materialni model, ki je ustrezen za izračun stabilnostnih analiz. AB uvrstane pilote smo v geomehanski analizi po MKE modelirali z upogibnim linijskim elementom dejanske upogibne togosti  $EI$  in osne togosti  $EA$  za okrogli prerez.

Geometrijo terena, določeno na osnovi pridobljenih kart, je bilo potrebno prilagoditi glede na računski model. V računskih modelih nismo modelirali obstoječih objektov, saj se je izkazalo, da slednji bodisi niso imeli bistvenega vpliva, bodisi so ugodno vplivali na numerične izračune globalne stabilnosti. Izračuni so bili izvedeni za sledeče faze:

- začetno stanje (nizek nivo vode),
- dvig nivoja vode (brez varovalne konstrukcije),
- vgradnja pilotov in ureditev terena,
- vgradnja sider,
- dvig nivoja vode po izgradnji celotne konstrukcije

Iz numeričnih izračunov v prilogah, je razvidno, da je kritično stanje v fazi pri visokem nivoju vode brez varovalne konstrukcije. To se je izkazalo v vseh treh primerih. V tej fazi je faktor varnosti tudi najmanjši in se približa računski vrednosti 1,0 (SLS), kar je tudi razvidno iz deformacije mreže končnih elementov oziroma iz isolinij totalnih pomikov. Slednje predstavljajo možen porušni mehanizem zaledne zemljine, kakor tudi konstrukcije. V statičnih izračunih so prikazani tudi premiki računskega modela, notranje statične količine v pilotni steni, sile v sidrih ter pomiki varovane konstrukcije. V fazi dviga nivoja vode po izgradnji celotne konstrukcije, se je izkazalo, da računsko varnost varovalne konstrukcije ustreza zahtevam standarda  $F > 1.25$  (SIST EN 1997-1:2005).

Geostatično analizo smo izvedli skladno s SIST EN 1997-1:2005 po projektnem pristopu PP2 (»A1« + »M1« + »R2«) in po projektnem pristopu PP3 (»A2« + »M2« + »R3«). Pri dimenzioniranju konstrukcijskih elementov smo, kot merodajni obtežni primer upoštevali korak, v katerem smo dobili najbolj neugodno obremenitev elementov. Te vrednosti učinkov vplivov v konstrukcijskih elementih smo, za potrebe dimenzioniranja elementov (EC7-PP2), povečali za delni varnostni faktor za učinke vplivov  $\gamma_E=1.35$ . Dimenzioniranje konstrukcijskih elementov je bilo izvedeno skladno s SIST EN 1992-1-1:2005 po ustreznih pravilih oziroma z ustreznimi programi.

## 1.7. ZAKLJUČEK

---

Geološke raziskave in monitoring premikanja plaz u so pokazale na globalen plaz dolžine preko 200 m in širine okoli 100 m. Za sanacijo osrednje dela plaz u Krnica, ki zajema predvsem kmetijska zemljišča, je predvideno odvodnjavanje z izvedbo globokih drenaž, kar je obdelano v drugem načrtu. Za dodatno varovanje stanovanjskih objektov ob plaz u oziroma v območju odlomnih robov so predvidene tri (3) pilotne stene in podbetoniranje s piloti ene od stanovanjskih hiš (Krnica 6a). Z geostatičnega vidika je predlagana zasnova varovanja objektov ustrezna in izvedljiva.

Sprva je smiselno izvesti samo odvodnjevanje z globokimi drenažami, ki je načrtovano ločeno od teh varovalnih konstrukcij. Po izvedbi globokih drenaž je potrebno celotno območje plaz u in bližnje okolice opazovati (geodetske meritve pomikov, inklinometri, piezometri, ..) in k nadaljnim ukrepom pristopiti v kolikor samo odvodnjevanje ne bo zagotovilo umiritve plazenja.

Varovalne konstrukcije obravnavane v tem načrtu bodo skupaj z ostalimi predvidenimi ukrepi zagotavljala trajno varnost in stabilnost celotnega pobočja.

PRIPRAVILA:

Andrej ŠABEC, univ.dipl.inž.grad.

Dušanka BROŽIČ, univ.dipl.inž.grad.

## **2. STATIČNI IZRAČUN - PRILOGE**

---



## **2.1. STATIČNI IZRAČUNI PILOTNE STENE 1**

---

## **2.2. STATIČNI IZRAČUNI PILOTNE STENE 2**

---

## **2.3. STATIČNI IZRAČUNI PILOTNE STENE 3**

---

## **2.4. RAČUN PROJEKTNE NOSILNOSTI PILOTA**

---

### **3. PROJEKTANTSKI POPIS DEL TER PREDRAČUN**

---

### **3.1. PROJEKTANTSKI POPIS DEL IN PREDIZMERE**

---

## **3.2. PROJEKTANTSKI PREDRAČUN**

---

**8.1.5 GRAFIČNE PRILOGE****VSEBINA**

ŠT.

1. Pregledna situacija
2. Tloris pilotne stene 1
3. Tloris pilotne stene 2
4. Tloris pilotne stene 3
5. Tloris podbetoniranja temeljev objekta Krnica 6a
6. Prerez P3 (pilotna stena 1)
7. Prerez C (pilotna stena 1)
8. Prerez P1 (pilotna stena 2)
9. Prerez P2 (pilotna stena 2)
10. Prerez E (pilotna stena 3)
11. Prerez D
12. Pogled na pilotno steno 1
13. Pogled na pilotno steno 2
14. Pogled na pilotno steno 3
15. Armaturni načrt AB sidrnih gred
16. Armaturni načrt Benotto pilota  $\Phi 100\text{cm}$
17. Armaturni načrt podbetoniranja pod objektom Krnica 6a