

Atletski center Ljubljana – Ureditev javne infrastrukture

Tehnično poročilo

Pooblaščen inženir	Helena Stojanovski dipl. inž. grad. (IZS G-4230)
Avtor	Darja Sever, gradb. teh.
Številka načrta	200126-I-KOL
Številka projekta	200126-I
Vrsta projekta	PZI
Kraj in datum	Ljubljana, julij 2023
Različica	00

Kontrolni list

Številka načrta	200126-I-KOL	
Naročnik	Mestna občina Ljubljana Mestni trg 1, 1000 Ljubljana	
Investitor	Mestna občina Ljubljana Mestni trg 1, 1000 Ljubljana	
Projektant	ELEA iC projektiranje in svetovanje d.o.o. Dunajska cesta 21, SI-1000 Ljubljana, Slovenija T +386 (1) 474 10 00, F +386 (1) 474 10 01 info@elea.si, www.elea.si	
Avtor	Darja Sever, gradb. teh.	
	Žig in podpis	
Pooblaščen inženir	Helena Stojanovski dipl. inž. grad. (IZS G-4230)	
	Žig in podpis	

Datum	Različica	Avtor	Pregledal	Odobril

Kazalo vsebine

1.	KOLEKTOR KOMUNALNIH NAPELJAV	4
1.1	Splošno	4
1.2	Izhodišča - skladnost.....	4
1.3	Obstoječe stanje	4
1.4	Opis situacijske umestitve kolektorja komunalnih napeljav	4
1.5	Konstrukcija kolektorja komunalnih napeljav	5
1.6	Opis izvedbe ter varovanja gradbene jame za gradnjo kolektorja komunalnih napeljav	5
2.	STATIČNO STABILNOSTNA ANALIZA VAROVANJA GRADBENE JAME	6
2.1.	MATERIALNE KARAKTERISTIKE	6
2.2.	POTEK IZRAČUNA PO FAZAH GRADNJE	7
2.3.	MSU	7
2.3.1.	Varovanje gradbene jame z JG slopi.....	8
2.3.2.	Varovanje gradbene jame z AB piloti	9
2.4.	MSN	10
2.4.1.	AB piloti	10
2.4.2.	AB povezovalna greda nad AB piloti.....	12
2.4.3.	Jet grouting slopi	14
2.4.4.	AB povezovalna greda nad JG slopi	16
2.5.	GLOBALNA STABILNOST	17
2.5.1.	Stabilnost gradbene jame z AB pilotno steno.....	17
2.5.2.	Stabilnost gradbene jame z JG slopi	17

1. KOLEKTOR KOMUNALNIH NAPELJAV

1.1 Splošno

Predmet tega načrta so gradbeno in obrtniška dela za izgradnjo kolektorja komunalnih napeljav, ki se naveže na predvideni novi podhod pod železniško progo Ljubljana – Jesenice, ki je predmet projekta Atletski center Ljubljana, Podhod, št. projekta 203018, Elea iC d.o.o.. Kolektor poteka na zahodnem delu območju gradnje objekta ACL, in sicer od križišča Magistrove in Verovškove ulice do novega Podhoda med Milčinskega in Goriško ulico. V novem kolektorju bodo potekali nov vodovod, vročevod, elektro in telekomunikacijsko omrežje.

1.2 Izhodišča - skladnost

Pri izdelavi načrta je bila upoštevana naslednja tehnična dokumentacija, ki se nanaša na obravnavano območje:

- PZI projekt Ureditev Atletskega centra Ljubljana, št. proj.: 40/2017,
- Geodetski posnetek št. GEK-188/2018, ki ga je izdelalo podjetje GEKOM d.o.o.
- Kataster obstoječe kanalizacije in vodovoda JP VO-KA Snaga,
- Kataster obstoječe komunalne infrastrukture pristojnih mnenjedajalcev,
- PRAVILNIK o podrobnejši vsebini dokumentacije in obrazcih, povezanih z graditvijo objektov (Ur. list RS, št. 36/18 in 51/18 – popr.).
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (Ur. list RS, št. 64/12, 64/2014 in 98/2015).
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest (Ur. list RS, št. 47/2005),
- Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Ur. list RS, št. 98/2015).
- Odlok o občinskem prostorskem načrtu Mestne občine Ljubljana – izvedbeni del (Ur. list RS, 78/10 in dopolnitve).
- Strokovne podlage za varovanje vodnih virov, Hidrogeološka karta, Geološki zavod Ljubljana, 1997.
- Uredbe o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ljubljanskega polja (Ur. list RS, št. 43/2015, 48/2015).

1.3 Obstoječe stanje

Na obravnavanem območju potekajo komunalni vodi in sicer: kanalizacija, vodovod, elektro omrežje, telekomunikacijsko omrežje, plin in vročevod. Zaradi gradnje kolektorja se nekateri vodi prestavijo v kolektor, drugi pa se od kolektorja odmaknejo.

1.4 Opis situacijske umestitve kolektorja komunalnih napeljav

Trasa predvidenega kolektorja komunalnih napeljav se začne v križišču Verovškove in Magistrove ulice. Nadaljuje se v smeri juga, vzdolž objektov Miličinskega ulice in po cca. 200 m, ob objektu z naslovom Miličinskega ulica 6, se kolektor lomi za 90°. Po cca. 30 m se ponovno lomi za 90° in nadaljuje v smeri juga cca. 87 m do predvidenega podhoda čez železniško progo Ljubljana Jesenice.

Celotna trasa kolektorja komunalnih naprav je dolžine cca. 318 m.

1.5 Konstrukcija kolektorja komunalnih napeljav

Predvideni komunalni kolektor je armirano-betonska konstrukcija škatlastega prereza v osnovi dimenzij 2,20 - 3,20 x 2,40 – 3,40m (poglobitev na mestu lire pod prenosnim plinovodom).

Zaradi obstoječih in razvod novih komunalnih vodov, njihov vstop in izstop ter kompenzacijo, je konstrukcija kolektorja temu prilagojena in sicer s potrebnimi razširitvami, nadvišanji in poglobitvami. Odprtine za prehod komunalnih vodov morajo biti vodotesno zatesnjene.

Kolektor ima predvidene montažne jaške z odprtino dimenzij 4,10 x širina kolektorja (svetle mere) za vgradnjo in kasnejšo obnovo ali dograditev komunalnih napeljav. Predvideni so montažni jaški oznake od MJ1 do MJ5.

Na kolektorju je predvidenih pet vstopnih jaškov in sicer z oznako od VJ1 do VJ5.

V kolektorju so predvidene konzole s policami za potrebe položitve komunalnih napeljav.

Kolektor bo višinsko prilagojen obstoječi komunalni infrastrukturi, križanja so vidna na risbi vzdolžnega profila kolektorja. Za prečkanje kolektorja s prenosnim plinovodom, je predvideno obešanje voda na jeklene nosilce.

Za potrebe izpustov vročevoda, vodovoda in odvodnje kolektorja, sta predvideni dve ponikovalnici P1 in P2.

Zaradi priključitve nove TP ACL v SN omrežje je predvidena kineta od kolektorja do SN prostora transformatorske postaje v novem objektu ACL.

Potek komunalnih vodov je razviden iz zbirne karte komunalnih vodov, risba G.304.

1.6 Opis izvedbe ter varovanja gradbene jame za gradnjo kolektorja komunalnih napeljav

Pred pričetkom izkopa gradbene jame je potrebno zakoličiti komunalne vode, ki jo izvrši lastnik oz. upravljavec posameznega komunalnega voda, ali pooblaščen institucija.. Nato narediti sondni izkop za točno določitev pozicije obstoječih vodov (ročni izkop). V območju križanj je potrebna povečana pazljivost pri izvajanju del, pri kritičnih točkah je potrebna prisotnost nadzornega organa lastnika oz. upravljavca voda, ki se ga križa. Pri gradnji je potrebno dosledno upoštevati pogoje soglasij upravnega organa in lastnikov posameznih komunalnih vodov. Ker se na nekaterih območjih nahaja obstoječa komunalna infrastruktura, ki mora obratovati jo je potrebno varovati pred poškodbami, kar je predmet načrta posameznega komunalnega voda.

Ker situacijsko kolektor poteka v urbanem območju in ob obstoječem prenosnem plinovodu, ki se ohranja, je za gradnjo kolektorja predvideno varovanje s konzolno AB pilotno steno in z Jet Grouting slopi.

2. STATIČNO STABILNOSTNA ANALIZA VAROVANJA GRADBENE JAME

Izvedena je bila 2D analiza po metodi končnih elementov (MKE) s programskim orodjem ZACE ZSoil v20.06.

Predvideno je varovanje gradbene jame:

1. S konzolno AB pilotno steno
2. Z Jet Grouting slopi

Za izgradnjo kolektorja je potrebno izdelati varovanje gradbene jame, s katerim se varuje obstoječo infrastrukturo v tleh, v največji meri plinovod. Celotna dolžina varovanja gradbene jame znaša cca 370 m.

AB Piloti so premera 30 cm v rastru 0,5 m, povezovalna greda je dimenzij 35/40 cm. Globina pilotov skupaj z AB povezovalno gredo znaša ali 6 ali 7 m, v celoti je varovanje z AB piloti dolžine 200 m.

JG slopi so premera 60 cm v rastru 0,5 m. JG slopi so na vrhu povezani s povezovalno AB gredo 60/50 cm. Dolžina JG slopov skupaj s povezovalno AB gredo je ali 6 m ali 7 m ali 8 m. V celoti je varovanje z JG slopi dolžine cca 170 m.

2.1. MATERIALNE KARAKTERISTIKE

Sestavo tal, oceno geotehničnih lastnosti ter hidrogeološke razmere povzamemo po Geološko geomehanskem poročilu. V spodnji preglednici so prikazane geotehnične karakteristike tal, upoštevne v numeričnih analizah. Opozarjamo, da se lahko tekom izvedbe pilotov pojavijo leče konglomerata.

Tabela 1: Karakteristični parametri upoštevane sloja tal v analiza.

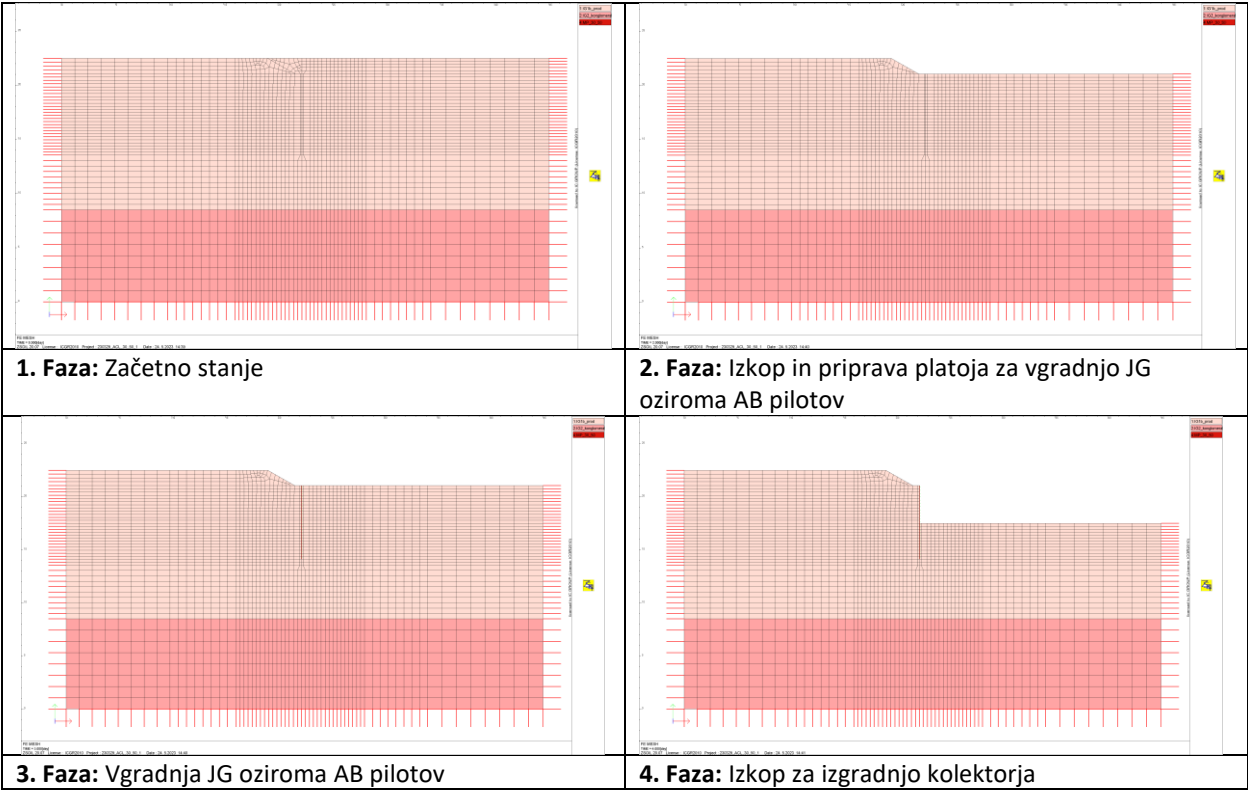
Sloj	E_{ur}^{ref}	E_{50}^{ref}	m	ν_{ur}	γ	φ	ψ	c	k_0	št. sloja
	kN/m ²	kN/m ²			kN/m ³	°	°	kN/m ²		
IG1b_prod	81000	27000	0,5	0,2	21	33	3	1	0,46	1

Za modeliranje konstrukcij so bile upoštevane spodnje karakteristike.

Tabela 2: Materiali za JG slope in AB pilote.

ELEMENT	E (MPa)	γ (kN/m ³)	Raster(m)	geometrija	vrsta elem.	št. elem.
AB piloti	30000	24	0,5	D=0,3 m	beam	4
JG slopi	30000	24	0,5	D=0,3 m	beam	4

2.2. POTEK IZRAČUNA PO FAZAH GRADNJE



2.3. MSU

Za preveritev deformacij so bile uporabljene karakteristične vrednosti strižnih parametrov za zemljine.

Posedke terena in pomike konstrukcij varovanja gradbene jame bo potrebno med izkopom spremljati, predvsem zaradi možnosti poškodb na obstoječih komunalnih vodih in na obstoječih objektih. Če se izkaže, da so, glede na faze izkopa, posedki večji od izračunanih, je potrebno obvestiti projektanta.

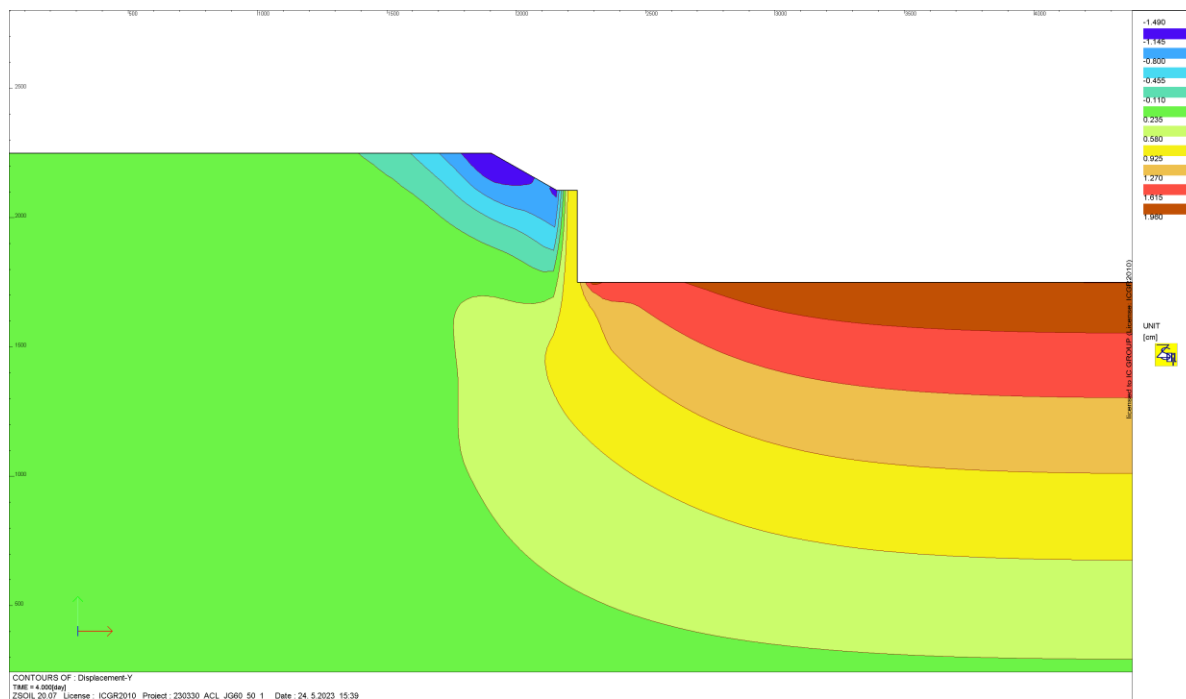
Izračunani posedki terena in pomiki varovanja gradbene jame z JG slopi/AB piloti so podani v spodnji tabeli.

Tabela 3: Horizontalni pomiki JG slopov in posedki površja.

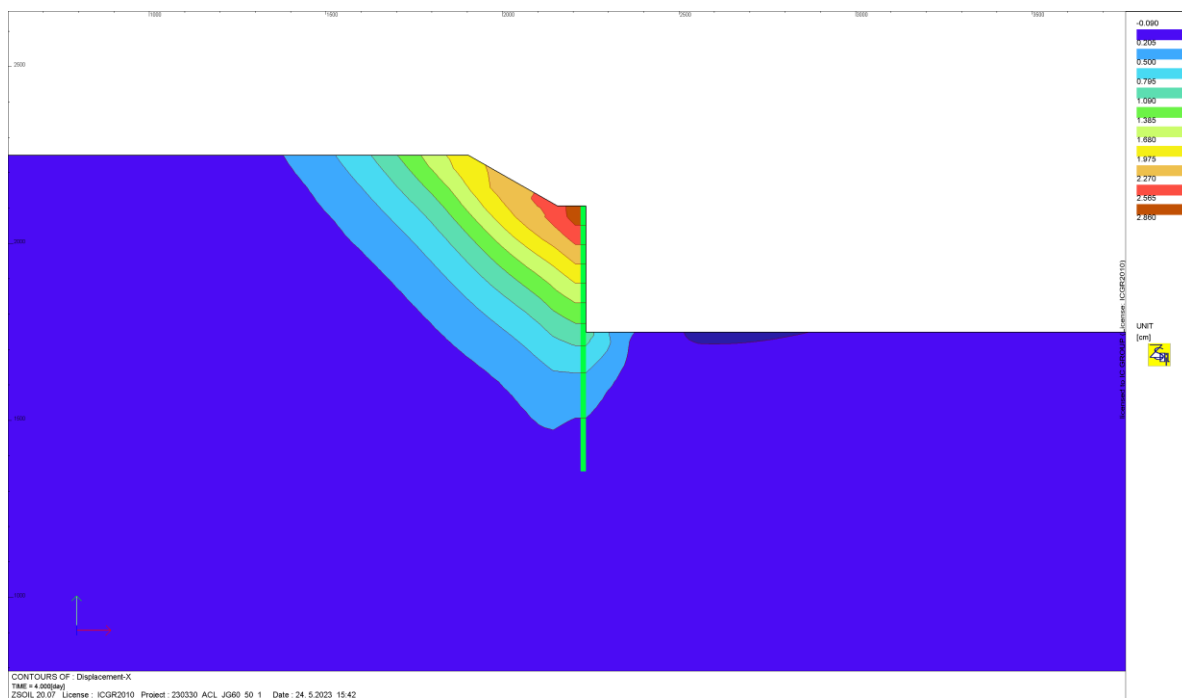
Konstrukcija	Horizonatalni pomik	Posedek površja
	[cm]	[cm]
JG slopi	2,9	1,5
AB piloti	4,6	2,1

2.3.1. Varovanje gradbene jame z JG slopi

Največji izračunan horizontalni pomik JG slopov za varovanje gradbene jame znaša 2,9 cm na vrhu slopov. JG slopi so pri tem vpeti v raščena tla 3,5 m, celotna njihova dolžina pa znaša 7,0 m. Največji vertikalni posedek na površju znaša 1,5 cm, ki nastopi v končni fazi odkopa.



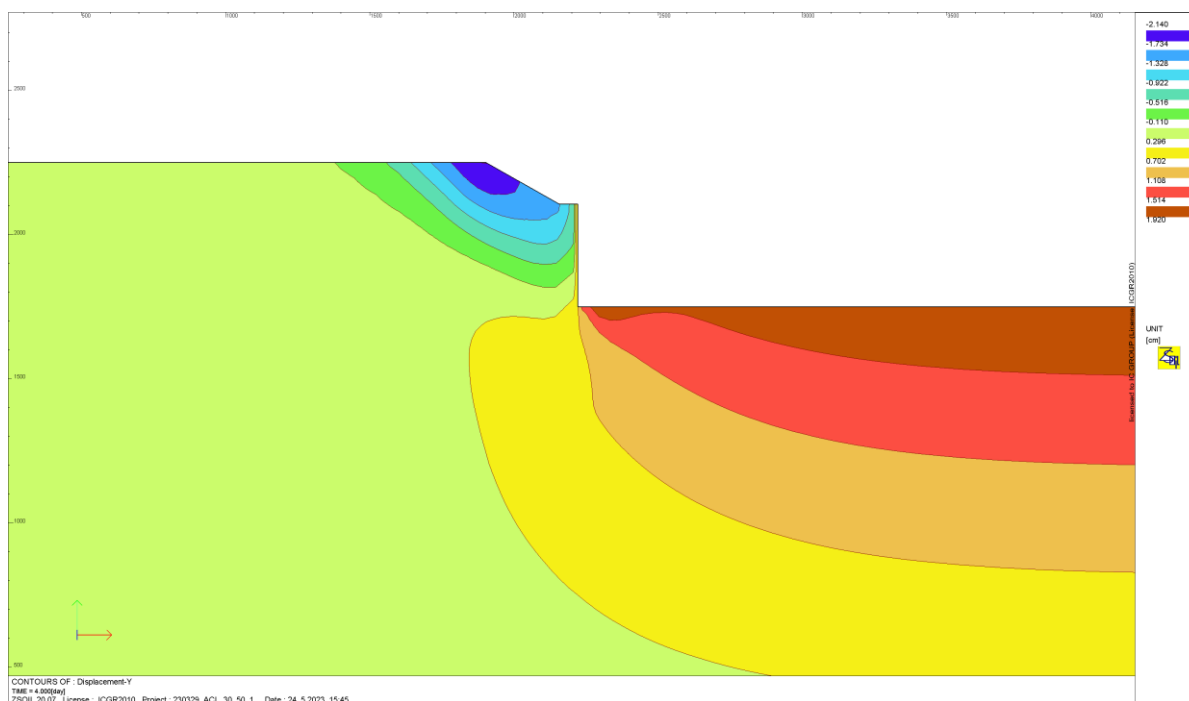
Slika 1: Vertikalni posedki površja za JG slopi po končanih izkopnih delih.



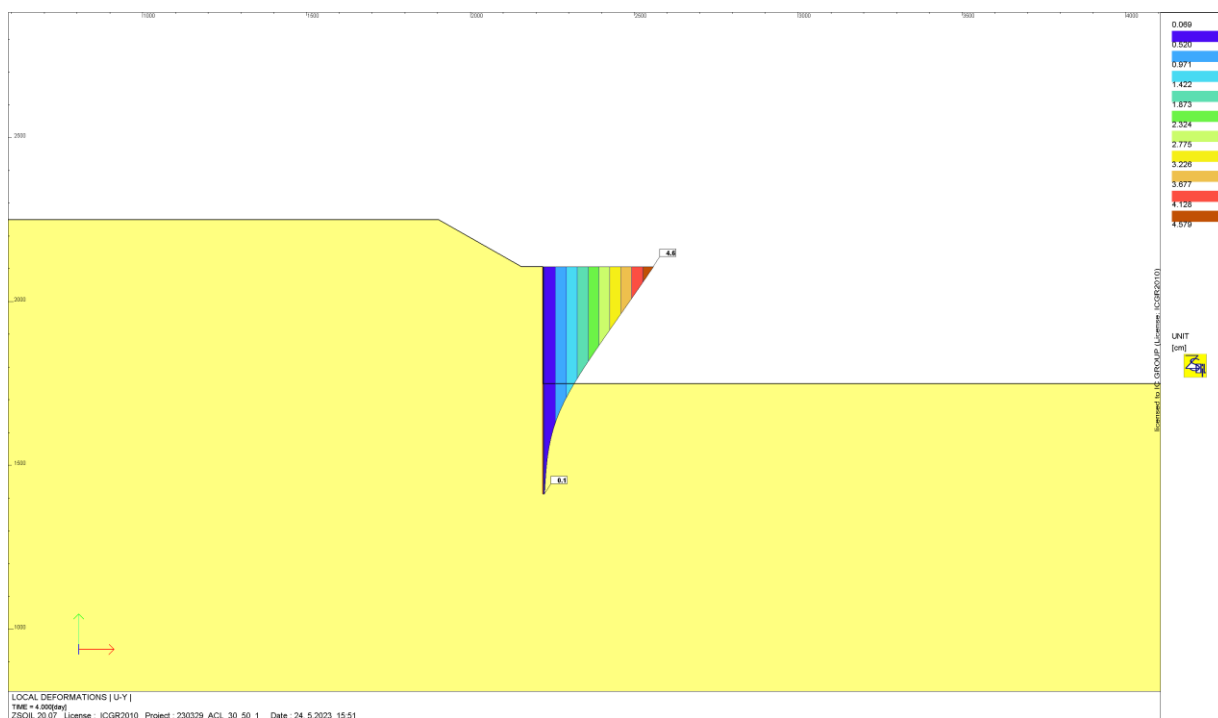
Slika 2: Horizontalni pomiki JG slopa po končanih izkopnih delih.

2.3.2. Varovanje gradbene jame z AB piloti

Največji izračunan horizontalni pomik JG slopov za varovanje gradbene jame znaša 3,0 cm na dnu slopov in 2,0 cm na vrhu slopov. JG slopi so pri tem vpeti v raščena tla 4,0 m, celotna njihova dolžina pa znaša 8,0 m. Največji vertikalni pomik pod cestiščem znaša 2,5 cm, ki nastopi v končni fazi odkopa.



Slika 3: Vertikalni posedki površja za AB piloti po končanih izkopnih delih.



Slika 4: Horizontalni pomiki AB pilota po končanih izkopnih delih.

2.4. MSN

Mejno stanje nosilnosti opornih ukrepov preverimo skladno s projektnim pristopom PP1, zato imamo dve kombinaciji:

Kombinacija 1: $\gamma_G = 1,35$, $\gamma_Q = 1,5$, $\gamma_\varphi = \gamma_c = 1,0$

Kombinacija 2: $\gamma_G = 1,0$, $\gamma_Q = 1,3$, $\gamma_\varphi = \gamma_c = 1,25$

Po prvi kombinaciji se dobljene vrednosti notranjih sil množi z 1.35.

Pri drugi kombinaciji izvedemo redukcijo strižnih parametrov s faktorjem 1.25. Koristno obtežbo pa množimo z 1,30.

Preverili smo vse korake izgradnje pri vseh računskih primerih. Dimenzioniranje izvedemo za najneugodnejše rezultate za določen podporni element.

2.4.1. AB piloti

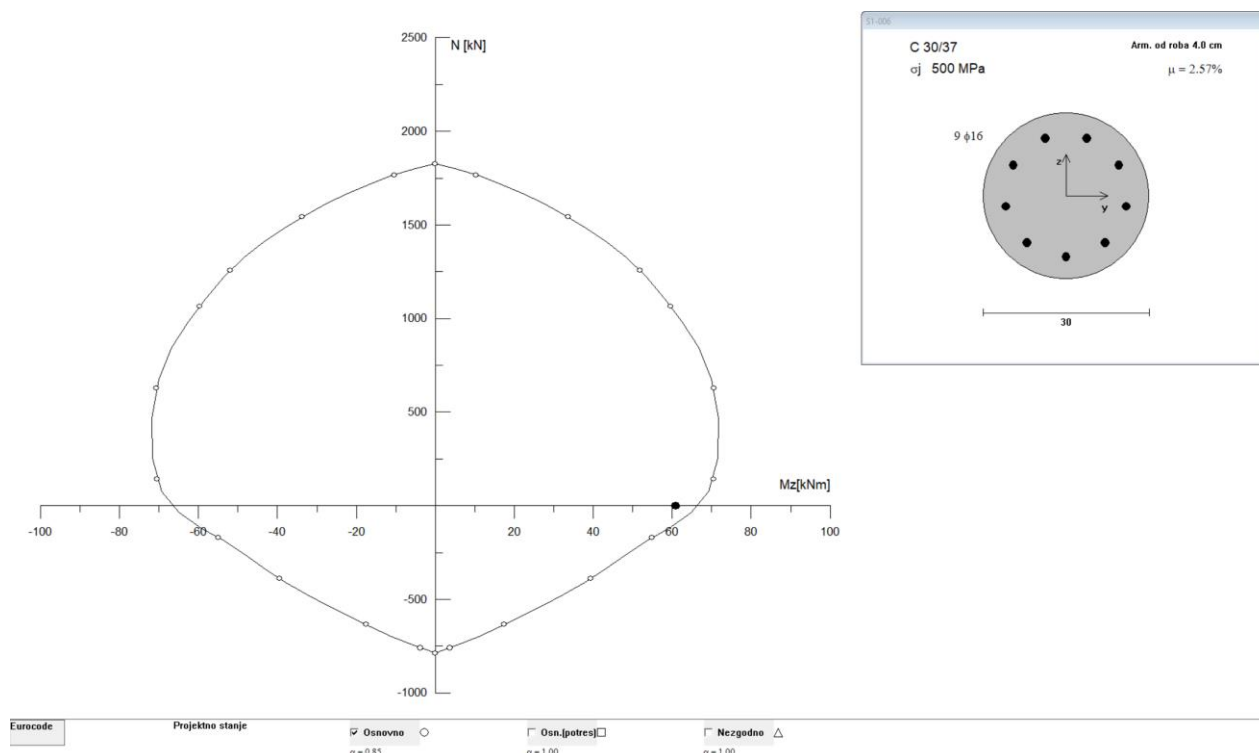
Spodnja preglednica podaja obremenitve posameznega AB pilota.

Tabela 4: Maksimalne sile v AB pilotih, za vse računske modele

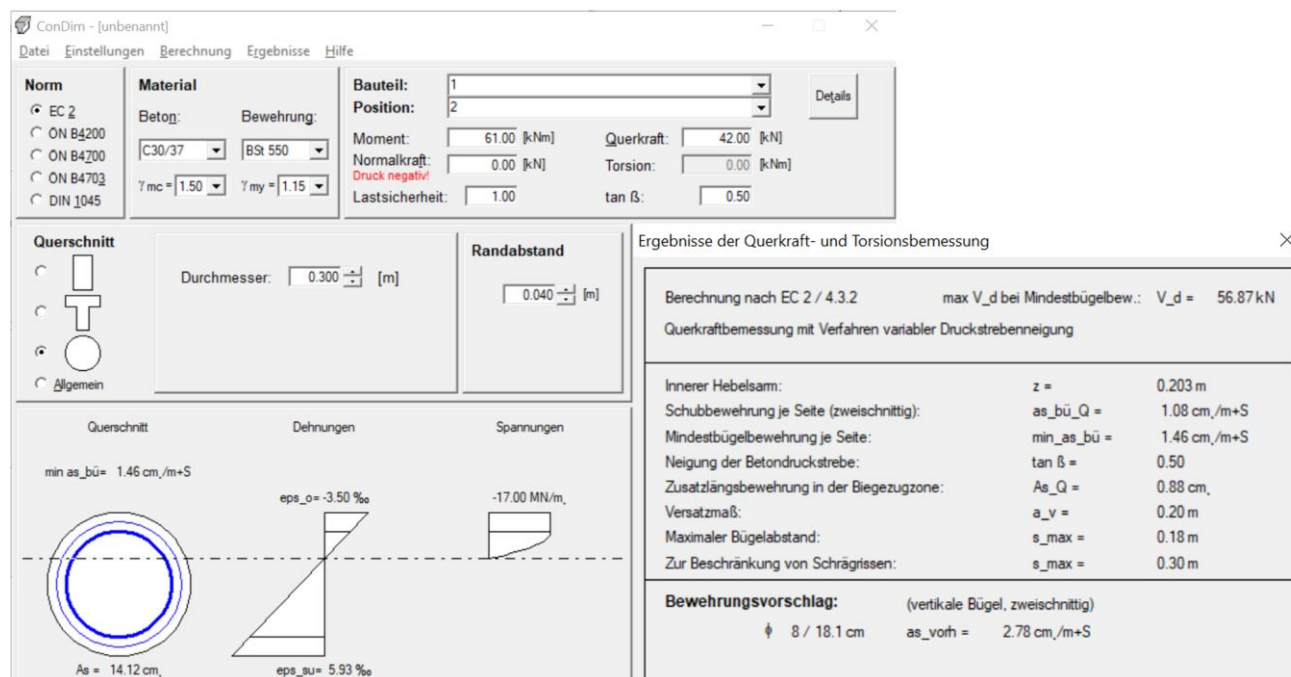
	$M^{(+)}$	$M^{(-)}$	Q	faktor	$M_{sd}^{(+)}$	$M_{sd}^{(-)}$	Q_{sd}
	kNm	kNm	kN		kNm	kNm	kN
L=7 m, karakteristične vrednosti za zemljine	/	40	24	1.35	/	54	32
L=7 m, phi-c redukcija 1,25 karakterističnih vrednosti	/	61	42	1.00	/	61	42

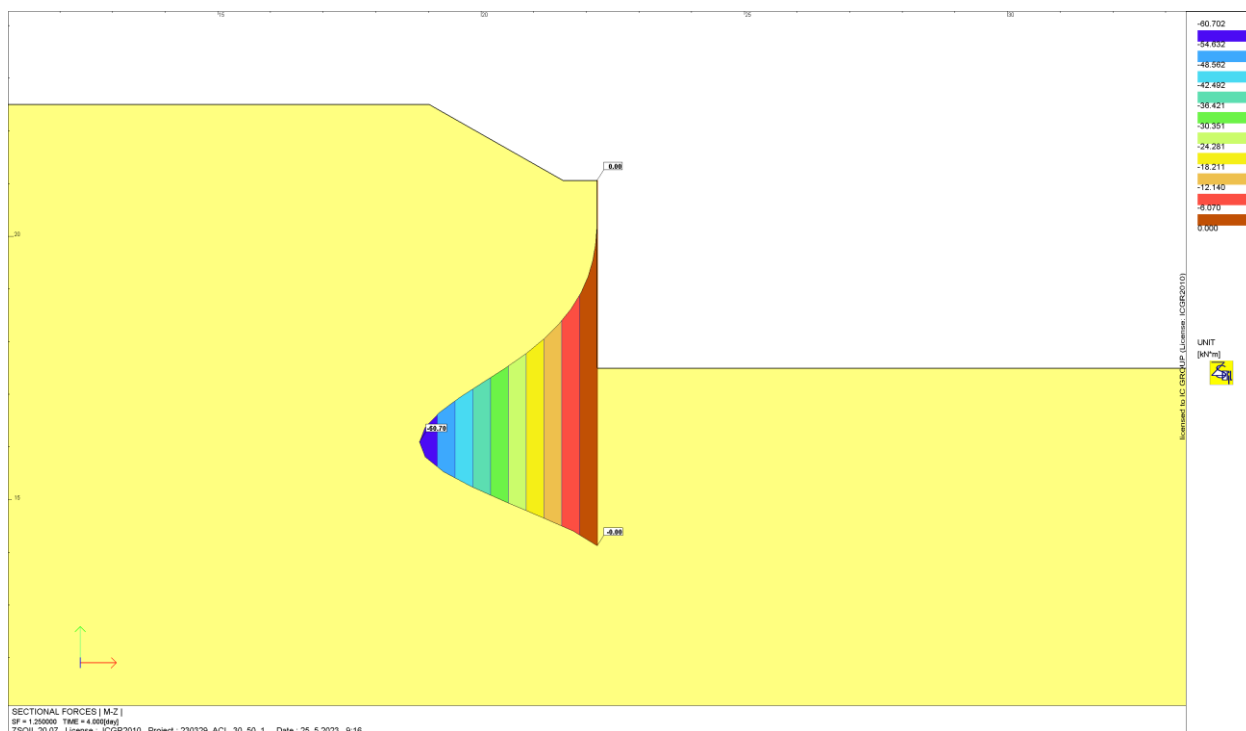
Rezultati notranjih statičnih količin na spodnjih slikah so prikazani za tekoči meter. Glede na to, da imamo raster AB pilotov na 0,5 m, smo količine za AB pilote na novo preračunali. AB pilote in gredo smo preverili in dimenzionirali s pomočjo programa Dias. Upoštevali smo maksimalno vrednost momenta v pilotih. Pripadajoče osne tlačne sile smo zanemarili.

Dimenzioniranje armature za AB pilot je na slika v nadaljevanju. Tlačna trnost betona je C30/37. Določimo vzdolžno armaturo 9 palic $\phi 16$ mm, strižno armaturo pa spiralo $\phi 8/18,1$ cm.

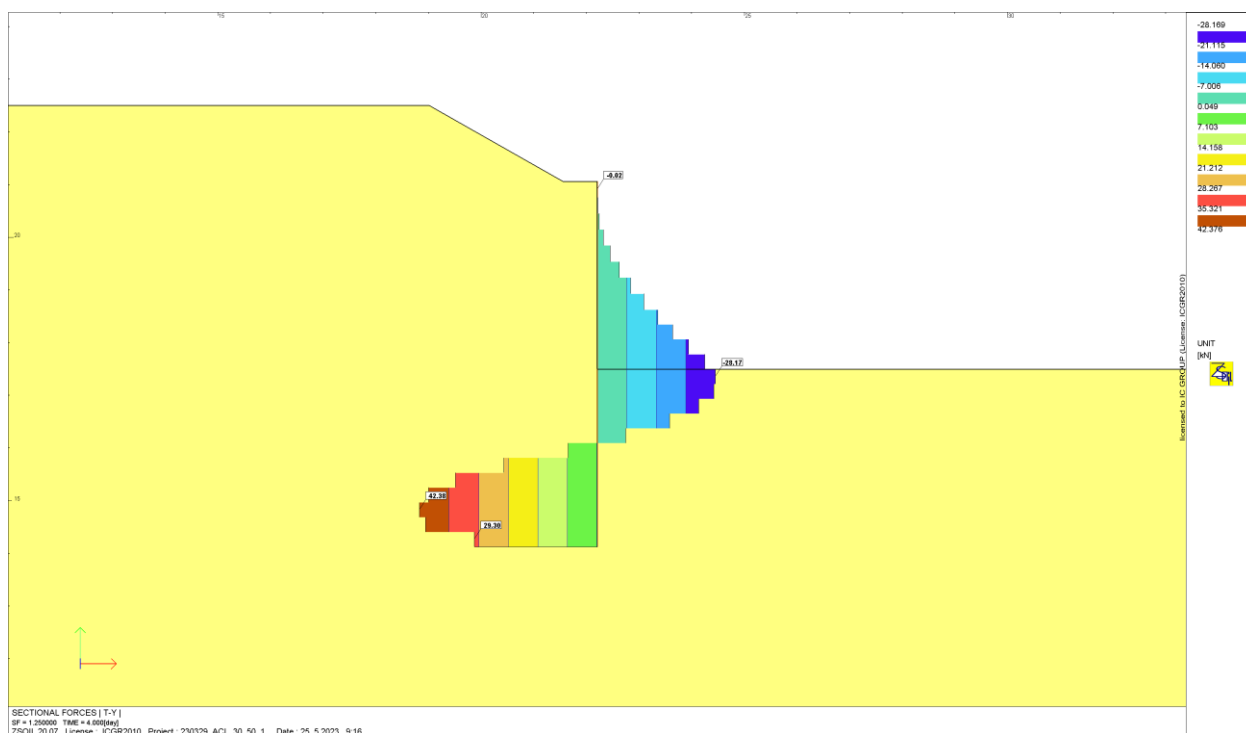


Slika 5: Dimenzioniranje AB pilota





Slika 6: Momenti v AB pilotih po končani gradnji, ϕ -c redukcija 1,25 karakterističnih vrednosti.

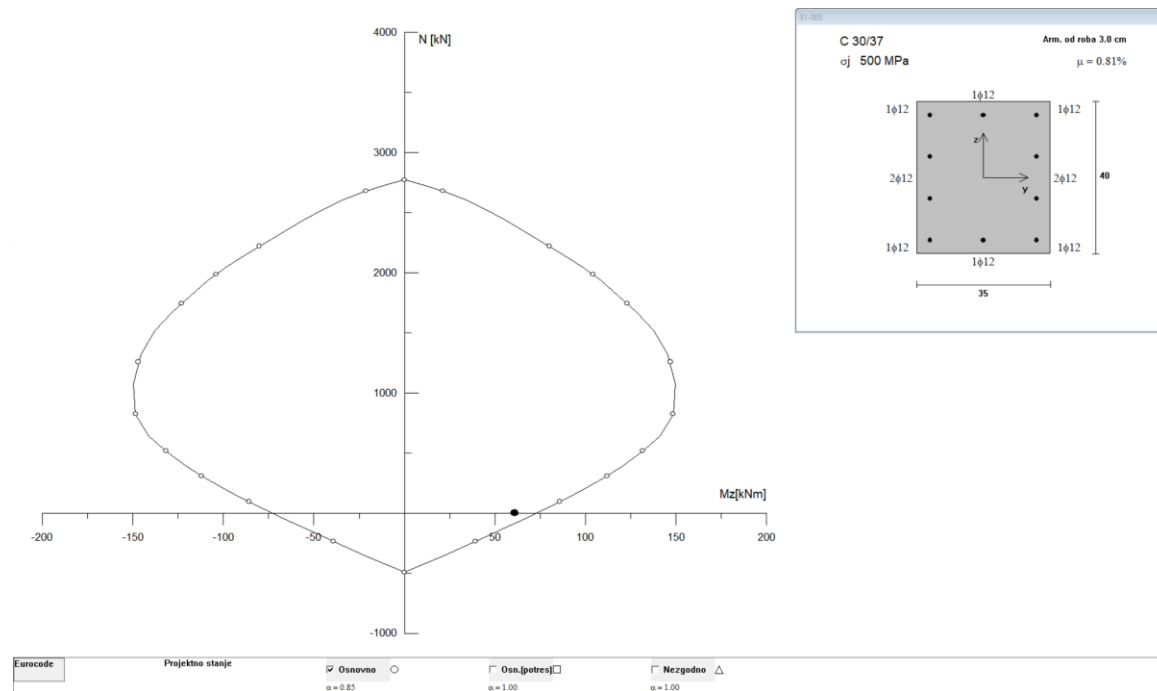


Slika 7: Prečne sile v AB pilotih po končani gradnji, ϕ -c redukcija 1,25 karakterističnih vrednosti.

2.4.2. AB povezovalna greda nad AB piloti

Povezovalno gredo nad AB piloti dimenzij 35x40 cm, kvalitete betona C30/37 ojačamo z vzdolžno armaturo 10 ϕ 12 in strižno armaturo ϕ 8/25,0 cm. Upoštevamo največji upogibni moment, ki ga dobimo v AB pilotih, ki znaša 61 kNm. Na ta način tudi zagotovimo togo povezavo med piloti.

Dimenzioniranje prikazujeta sliki spodaj.



Slika 8: Dimenzioniranje grede nad AB piloti.

ConDim - [unbenannt]

Datei Einstellungen Berechnung Ergebnisse Hilfe

Norm	Material	Bauteil:	Position:	Details	
<input checked="" type="radio"/> EC 2 <input type="radio"/> ON B4200 <input type="radio"/> ON B4200 <input type="radio"/> ON B4703 <input type="radio"/> DIN 1045	Beton: C30/37 Bewehrung: BSt 550 $\gamma_{mc} = 1.50$ $\gamma_{my} = 1.15$	1	2	Moment: 61.00 [kNm]	Querkraft: 42.00 [kN]
				Normalkraft: 0.00 [kN]	Torsion: 0.00 [kNm]
				Lastsicherheit: 1.00	$\tan \beta$: 0.50

Querschnitt	Breite:	Höhe:	Randabstände	Ergebnisse der Querkraft- und Torsionsbemessung																
<input checked="" type="radio"/> T <input type="radio"/> I <input type="radio"/> Kreis <input type="radio"/> Allgemein	0.350 [m]	0.400 [m]	oben: 0.030 [m] unten: 0.030 [m]	Berechnung nach EC 2 / 4.3.2 max V_d bei Mindestbügelbew.: $V_d = 122.63$ kN Querkraftbemessung mit Verfahren variabler Druckstrebenneigung																
Querschnitt $\min as_{b\ddot{u}} = 1.92$ cm/m+S $As = 7.24$ cm	Dehnungen $\epsilon_{s,o} = -2.87$ ‰ $\epsilon_{s,u} = 20.00$ ‰	Spannungen -17.00 MN/m	<table border="1"> <tr> <td>Innerer Hebelsarm:</td> <td>$z = 0.333$ m</td> </tr> <tr> <td>Schubbewehrung je Seite (zweischnittig):</td> <td>$as_{b\ddot{u},Q} = 0.66$ cm/m+S</td> </tr> <tr> <td>Mindestbügelbewehrung je Seite:</td> <td>$\min as_{b\ddot{u}} = 1.92$ cm/m+S</td> </tr> <tr> <td>Neigung der Betondruckstrebe:</td> <td>$\tan \beta = 0.50$</td> </tr> <tr> <td>Zusatzlängsbewehrung in der Biegezugzone:</td> <td>$As_Q = 0.88$ cm</td> </tr> <tr> <td>Versatzmaß:</td> <td>$a_v = 0.33$ m</td> </tr> <tr> <td>Maximaler Bügelabstand:</td> <td>$s_{max} = 0.30$ m</td> </tr> <tr> <td>Zur Beschränkung von Schrägrissen:</td> <td>$s_{max} = 0.30$ m</td> </tr> </table>		Innerer Hebelsarm:	$z = 0.333$ m	Schubbewehrung je Seite (zweischnittig):	$as_{b\ddot{u},Q} = 0.66$ cm/m+S	Mindestbügelbewehrung je Seite:	$\min as_{b\ddot{u}} = 1.92$ cm/m+S	Neigung der Betondruckstrebe:	$\tan \beta = 0.50$	Zusatzlängsbewehrung in der Biegezugzone:	$As_Q = 0.88$ cm	Versatzmaß:	$a_v = 0.33$ m	Maximaler Bügelabstand:	$s_{max} = 0.30$ m	Zur Beschränkung von Schrägrissen:	$s_{max} = 0.30$ m
Innerer Hebelsarm:	$z = 0.333$ m																			
Schubbewehrung je Seite (zweischnittig):	$as_{b\ddot{u},Q} = 0.66$ cm/m+S																			
Mindestbügelbewehrung je Seite:	$\min as_{b\ddot{u}} = 1.92$ cm/m+S																			
Neigung der Betondruckstrebe:	$\tan \beta = 0.50$																			
Zusatzlängsbewehrung in der Biegezugzone:	$As_Q = 0.88$ cm																			
Versatzmaß:	$a_v = 0.33$ m																			
Maximaler Bügelabstand:	$s_{max} = 0.30$ m																			
Zur Beschränkung von Schrägrissen:	$s_{max} = 0.30$ m																			
Bewehrungsvorschlag: (vertikale Bügel, zweischnittig) ϕ 8 / 25.0 cm $as_{vorh} = 2.01$ cm/m+S																				

2.4.3. Jet grouting slopi

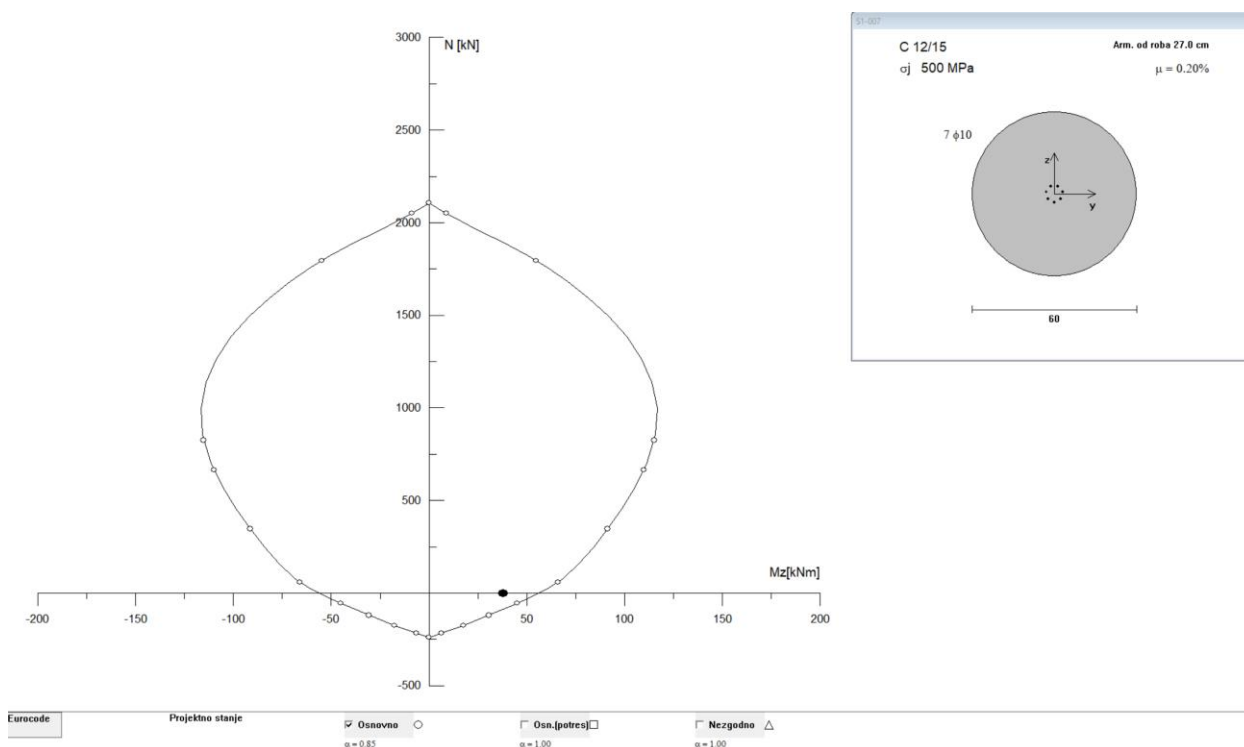
Spodnja preglednica podaja obremenitve posameznega JG slopa.

Tabela 5: Maksimalne sile v jet grouting slopih, za vse računske modele

	$M^{(+)}$	$M^{(-)}$	Q	faktor	$M_{sd}^{(+)}$	$M_{sd}^{(-)}$	Q_{sd}
	kNm	kNm	kN		kNm	kNm	kN
L=7 m, karakteristične vrednosti za zemljine	/	26	21	1.35	/	35	28
L=7 m, phi-c redukcija 1,25 karakterističnih vrednosti	/	38	27	1.00	/	38	27

Rezultati notranjih statičnih količin na spodnjih slikah so prikazani za tekoči meter. Glede na to, da imamo raster JG slopov na 0,5 m, smo količine za JG slop na novo preračunali. JG slope in gredo smo preverili in dimenzionirali s pomočjo programa Dias. Upoštevali smo maksimalno vrednost momenta v slopih. Pripadajoče osne tlačne sile smo zanemarili.

Za prevzem momentne obremenitve po programu Dias zadošča izbrana armaturna palica B500 B premera $\phi 28$ mm s prečnim prerezom $A_s = 6,2 \text{ cm}^2$. V izračunih nosilnosti prečnih prerezov, zaradi omejitev v programu Dias, uporabimo 7 palic $\phi 10$ mm z manjšim prerezom $5,5 \text{ cm}^2$. In smo s tem na varni strani. Izračun je prikazan na spodnji sliki.



Slika 9: Dimenzioniranje JG slopov

Dimenzioniranje na strig izvedemo s poenostavitvijo ter upoštevamo, da celotno strižno silo prevzame ena jeklena palica B500 B $\phi 28$ mm:

$Q_{sd} = 28 \text{ kN}$...maksimalna strižna sila na en JG slop

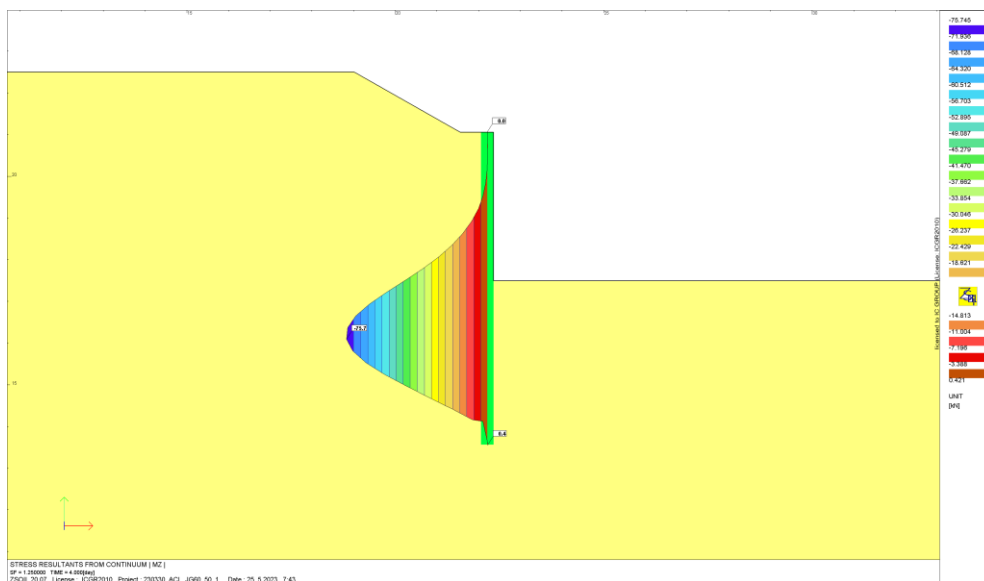
$A = \pi * (\varnothing/2)^2 = 6,2 \text{ cm}^2$... prečni prerez jeklene palice

$f_y = 50 \text{ kN/cm}^2$... napetost tečenja jekla

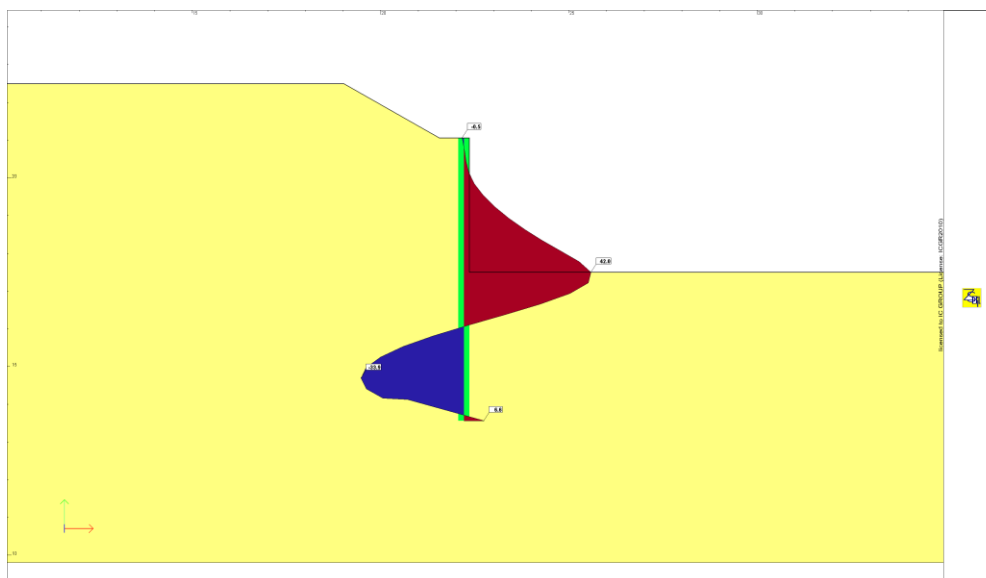
$\gamma_{m0} = 1,0$... delni faktor

$$\frac{Q_{sd}}{A} = 4,5 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} \leq \frac{f_y}{\gamma_{m0} * \sqrt{3}} = 28,9 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}$$

Obremenitev je manjša od odpornosti prereza armaturne palice.



Slika 10: Momenti v JG slopih po končani gradnji, phi-c redukcija 1,25 karakterističnih vrednosti.

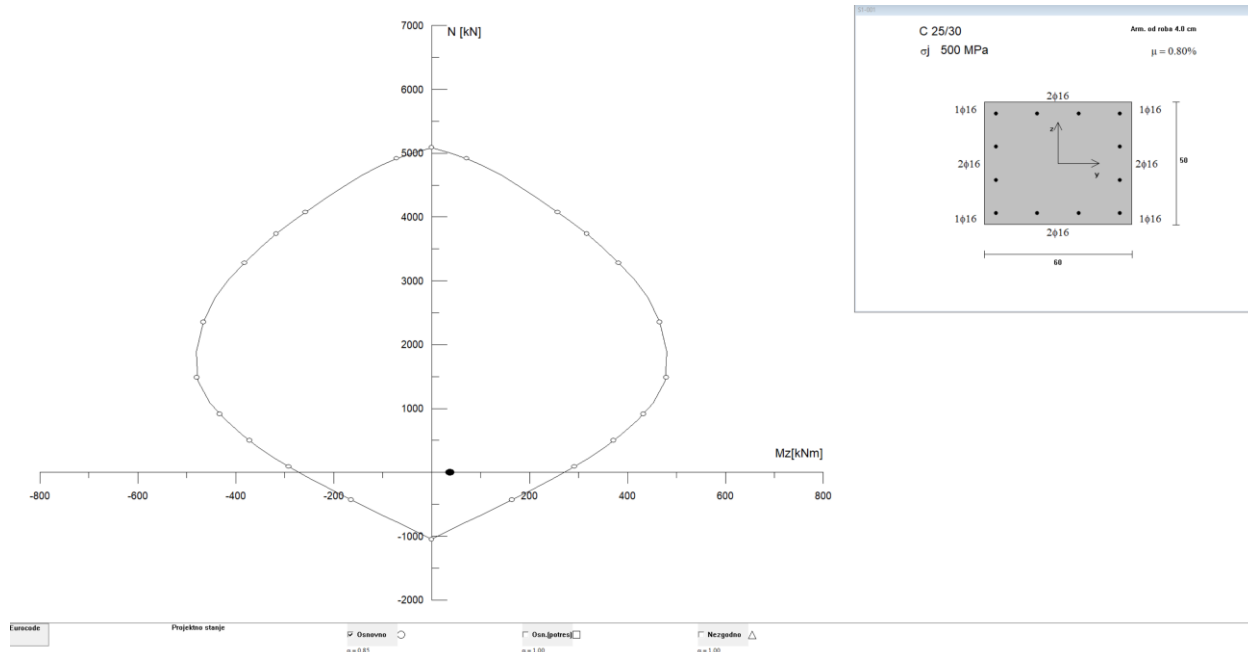


Slika 11: Prečne sile v JG slopih po končani gradnji, karakteristične vrednosti za zemljine (kombinacija 1).

2.4.4. AB povezovalna greda nad JG slopi

Povezovalno gredo nad jet grouting slopi dimenzij 60x50 cm, kvalitete betona C25/30 ojačamo z vzdolžno armaturo 12 ϕ 16 in strižno armaturo ϕ 12/15 cm. Upoštevamo največji upogibni moment, ki ga dobimo v JG slopih, ki znaša 38 kNm. Na ta način tudi zagotovimo togo povezavo med jet grouting slopi.

Dimenzioniranje prikazujeta sliki spodaj.



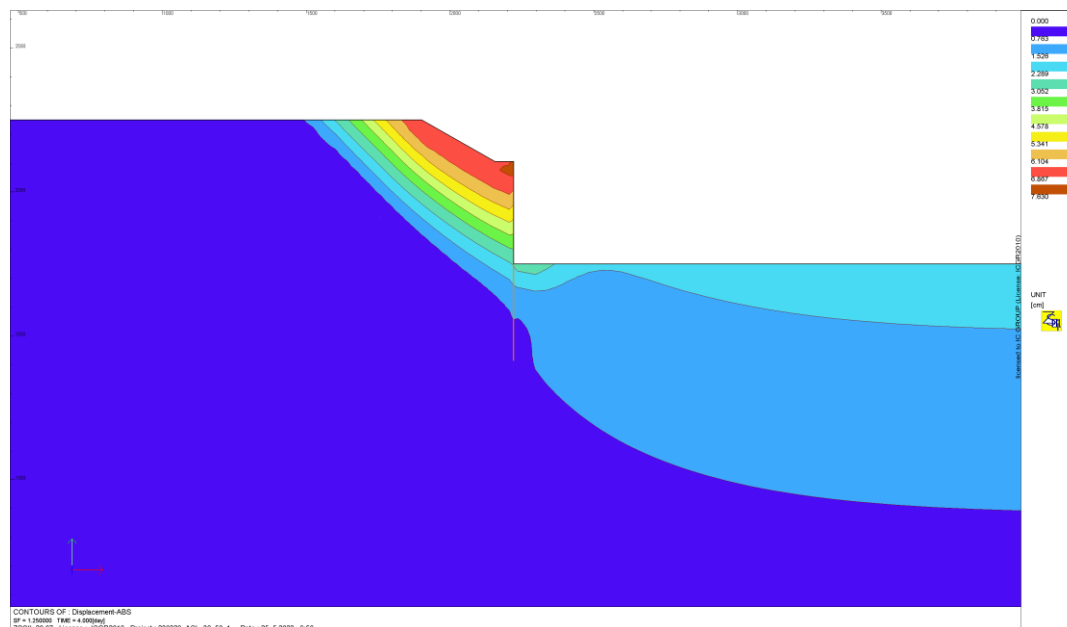
Slika 12: Dimenzioniranje AB grede nad JG slopi

2.5. GLOBALNA STABILNOST

Globalna stabilnost je preverjena s programom Z_Soil.

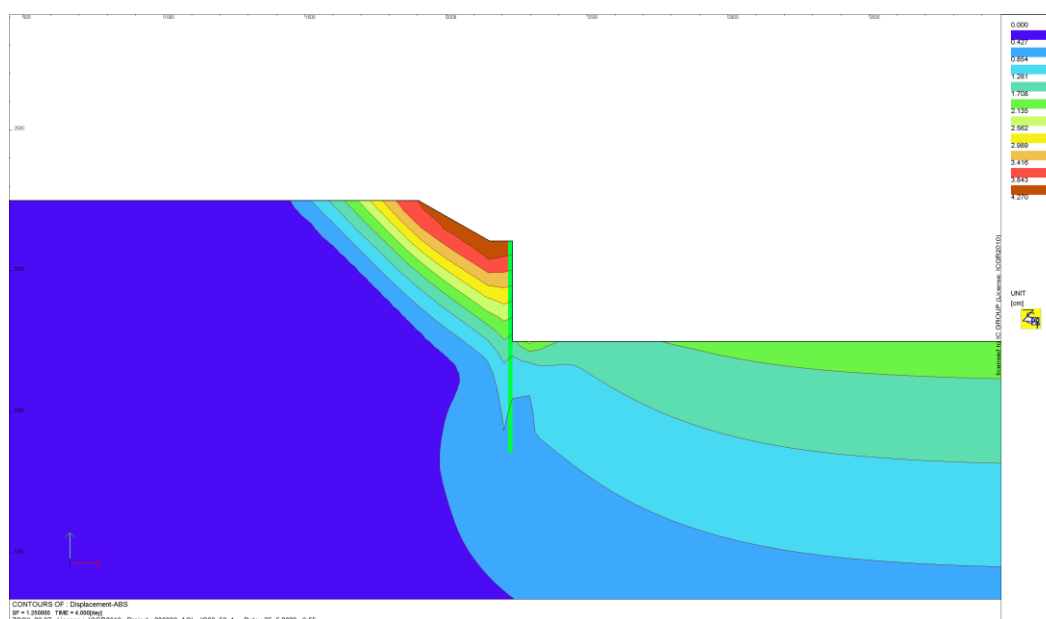
Vse opcije varovanja gradbene jame dosegajo varnostni faktor $FS = 1,25$.

2.5.1. Stabilnost gradbene jame z AB pilotno steno



Slika 13: Porušitev varovanja z AB piloti, po končanih izkopnih delih, redukcijski faktor 1,25.

2.5.2. Stabilnost gradbene jame z JG slopi



Slika 2-14: Porušitev varovanja z JG slopi, v fazi najglobljšega odkopa, redukcijski faktor 1,25.