Analiza slijeganja i nosivost temeljnog tla lukobrana ribarske luke u Draču (Durres) u Albaniji

Bartulović, Ivan

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:763637

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Repository / Repozitorij:

FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

ZAVRŠNI RAD

Ivan Bartulović

Split, 2015.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Ivan Bartulović

Analiza slijeganja i nosivost temeljnog tla lukobrana ribarske luke u Draču (Durres) u Albaniji

Završni rad

Split, 2015.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Split, Matice hrvatske 15

STUDIJ:	**PREDDIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**
KANDIDAT:	BARTULOVIĆ IVAN
BROJ INDEKSA:	4345
KATEDRA:	**Katedra za geotehniku**
PREDMET:	Mehanika tla i temeljenje

ZADATAK ZA ZAVRŠNI RAD

Tema: Lukobran ribarske luke u Draču (Durrës) u Albaniji - analize slijeganja i nosivosti temeljnog tla

Opis zadatka: Kandidatu su stavljeni na raspolaganje rezultati geotehničkih istražnih radova provedenih na predmetnoj lokaciji – situacija s ucrtanim položajima istražnih bušotina, geotehnički profili, sondažni profili i rezultati laboratorijskih isptivanja. Zadan je poprečni presjek novog lukobrana predviđen projektom. Potrebno je odrediti slijeganje krune nasipa u sredini poprečnog presjeka i slijeganje u rubnoj točki (nožici) nasipa, u zadanim karakterističnim presjecima (sredina i vrh lukobrana). Proračun slijeganja izvršiti klasično (analizom dodatnih naprezanja metodom Steinbrenner-a) i pomoću računalnog programa SETTLE3D u sklopu programskog paketa ROCSCIENCE. U istim karakterističnim presjecima (sredina i vrh lukobrana) osim slijeganja treba odrediti i nosivost temeljnog tla odnosno provjeriti granično stanje nosivosti prema Eurokodu 7 (HRN EN 1997-1:2012/NA:2012). Proračun za granično stanje nosivosti provesti za drenirane i nedrenirane uvjete.

U Splitu, 2. travnja 2015. godine

Voditelj Završnog rada:

doc.dr.sc. Nataša Štambuk Cvitanović

Analiza slijeganja i nosivost temeljnog tla ribarske luke u Draču (Durres) u Albaniji

Sažetak:

Prikazana je analiza slijeganja i nosivosti planiranog lukobrana ribarske luke u Draču, Albanija. Analiza slijeganja lukobrana izvršena je u četiri karakteristične točke klasično i pomoću računalnog programa SETTLE3D. Uvjeti temeljnog tla na lokaciji planirane ribarske luke definirani su geotehničkim elaboratom. Analizom je utvrđeno da je slijeganje približno jednoliko i očekivano za ovakvu građevinu i geotehničke uvjete. Proračunska nosivost temeljnog tla također zadovoljava za drenirane i nedrenirane uvjete.

Ključne riječi:

Slijeganje, lukobran, SETTLE3D, nasip

Analysis of fishing port breakwater settlement and bearing resistance in Durres, Albania

Abstract:

The thesis shows the analysis of settlementa and bearing resistance for the planed breakwater of fishing port in Durres, Albania. Analysis of settlement was made for the four characteristic points in the classic way and with the computer program SETTLE3D. Foundation soil conditions at the location of the planned fishing port are definied with the geotehnical studies. The analyses has shown that the settlement is approximatly uniform and expected for such a structure and geotehnical conditions. The desing bearing resistance also satisfies, both for drained and undrained conditions.

Keywords:

Settlement, breakwater, SETTLE3D, embankment

SADRŽAJ

1. UVOD.....3

1.1. Opis zadatka.....3

1.2. Osvrt na geotehničke istražne radove.....3

2. PRORAČUN SLIJEGANJA NASUTOG LUKOBRANA (klasično).....4

2.1. Položaj karakterističnih presjeka.....4

2.2. Analiza težine.....5

2.3. Dodatna naprezanja po Steinbrenner-u.....6

2.3.1. Uvod.....7

2.3.2 Proračun dodatnih naprezanja.....8

2.4. Analiza slijeganja.....22

2.4.1. Proračun geostatičkih naprezanja.....22

2.4.2. Proračun slijeganja od vlastite težine.....26

2.4.3. Proračun slijeganja uslijed izgradnje novog lukobrana.....27

3. PRORAČUN SLIJEGANJA POMOĆU PROGRAMA SETTLE3D (ROCSCIENCE)

3.1. Uvod u program SETTLE3D.....30

3.2. Rezultati slijeganja dobiveni pomoću programa SETTLE3D.....31

4. NOSIVOST PREMA EC7

4.1. Analiza parametara tla....40

4.1.1. Prosječna svojstva tla do dubine bušenja....40

4.1.2. Svojstva tla kod dubine plohe sloma (GS 10)....41

4.2. Analiza nosivosti temeljnog tla prema Eurokodu 7....42

4.2.1. 1. Način (slojevi geotehničkih sredina 7, 8, 9 i 10 uzeti u obzir)....42

4.2.2. 2. Način (svojstva tla kod dubine plohe sloma (GS 10))....48

5. ZAKLJUČAK....53

5.1.Rezultati provedene analize slijeganja lukobrana (klasično izvedene)....54

5.2. Rezultati provedene analize slijeganja lukobrana (settle3d)....54

5.3. Rezultati analize nosivosti temeljnog tla prema Eurokodu 7....55

6. LITERATURA....56

7. PRILOZI....57

7.1. Prilog 1 - Situacija s položajem istražnih bušotina MJ 1:1250....58

7.2. Prilog 2 - Karakteristični poprečni presjek MJ 1:250....59

7.3. Prilog 3 - Geotehnički profil 1 MJ 1:100/MJ 1:200....60

7.4. Prilog 4 - Geotehnički profil 2 MJ 1:100/MJ 1:200....61

7.5. Prilog 5 - Sondažni profili....62

7.6. Prilog 6 - Rezultati geotehničkih laboratorijskih ispitivanja.....63

7.7. Prilog 7 - Geotehnički modeli MJ 1:120.....64

7.8.Prilog 8 - Analiza parametara tla.....65

1. UVOD

1.1. Opis zadatka

Potrebno je izraditi analizu slijeganja planiranog nasutog lukobrana u luci Drač, jugozapadno od grada Drača u Albaniji. Prema priloženoj situaciji (prilog 1) izvršeni su istražni radovi na lokaciji budućeg objekta te u skladu s njima treba izračunati slijeganje i nosivost prema Eurokodu 7 za drenirane i nedrenirane uvjete u sredini i na rubu lukobrana. Analiza se vrši klasično (analizom dodatnih naprezanja metodom Steinbrenner-a) i pomoću programa SETTLE 3D u sklopu programskog paketa ROCSCIENCE.

1.2. Osvrt na geotehničke istražne radove

Za potrebe rješenja projektne dokumentacije luke Drač provedeni su geotehnički istražni radovi. Radovi su izvedeni s ciljem utvrđivanja geološko-geotehničku značajki terena, utvrđivanja nosivosti i deformacijskih svojstava tla te određivanja podzemne vode.

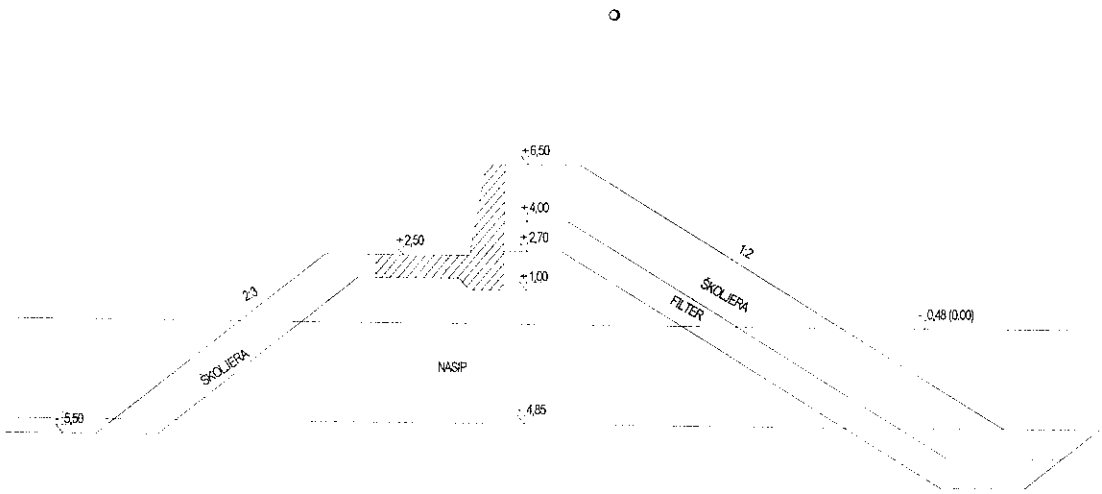
Podaci i rezultati istraživanja detaljno su prikazani u geotehničkom elaboratu izrađenom od strane laboratorija za geotehnička istraživanja Altea&Geostudio 2000 -Albanija (Tirana, lipanj 2013.) za tvrtku Strabag Hrvatska.

Terenski istražni radovi sastojali su se od geološke prospekcije terena, istražnog bušenja na ukupno 6 lokacija i in-situ ispitivanja tla dinamičkim penetrometrom (SPT)Podaci ispitivanja su prikazani u u prilogu (prilozi5 i 6).

2. PRORAČUN SLIJEGANJA NASUTOG LUKOBRANA (klasično)

2.1. Položaj karakterističnih presjeka

Provjera slijeganja primarnog lukobrana duljine cca. 450 m provjerava se u dva presjeka tj. u četiri karakteristične točke. Prvi presjek se nalazi u sredini lukobrana na mjestu bušotina BH-1 i BH-7 (prilog 3). Drugi presjek se nalazi na kraju lukobrana na mjestu bušotina BH-2 i BH-5 (prilog 4).



Slika 1.Karakteristični poprečni presjek

2.2. Analiza težine

Nasuti lukobran dužine cca 450 m i visine h=11,35 m uronjen je u more, a visina iznad razine mora iznosihz`=6,98 m (prilog 2).Nasip je prikazan aproksimativno (slika 2) radi lakšeg izračuna te je podijeljen u petpolja zbog oblika poprečnog presjekapresjeka i preciznijeg izračuna dodatnih naprezanja.

Jedinična težina nasipa tj. šljunka i kamena iznosi γ_n=21kN/ m^3, a uronjena težina$\gamma`_n$=21-9,81=11,19 kN/m^3.

Težina nasipa za dva poprečna presjeka te za svako polje posebno:

P_1=1,28 m^2 , $P`_1$=22,88 m^2 W1=(1,28*450*21)+(22,88*450*11,19)=127308,2 (kN)

P_2=35,26 m^2 , $P`_2$=37,2 m^2 W2=(35,26*450*21)+(37,2*450*11,19)=520527,6 (kN)

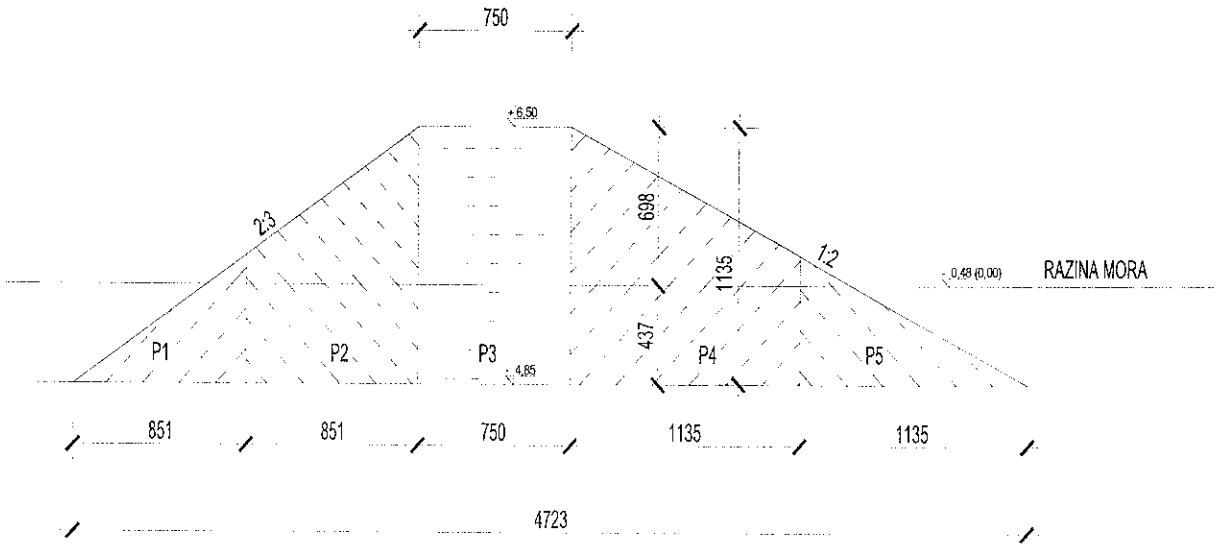
P_3=52,35 m^2 , $P`_3$=32,78 m^2 W3=(52,35*450*21)+(32,78*450*11,19)=659771,2 (kN)

P_4=47,02 m^2 , $P`_4$=49,6 m^2 W4=(47,02*450*21)+(59,6*450*11,19)=694099,88(kN)

P_5=1,7 m^2 , P5=30,5 m^2 W5=(1,7*450*21)+(30,5*450*11,19)=169647,8 (kN)

Gdje je: P- površina suhog dijela presjeka

P`-površina uronjenog dijela presjeka



Slika 2. Prikaz karakterističnog presjeka (aproksimacija)

2.3. Dodatna naprezanja po Steinbrenner-u

2.3.1. Uvod

Dodatna naprezanja u tlu nastaju uglavnom zbog opterećenja ograničene površine tla nekom građevinom. Kako je tlo heterogeno, uslojeno i anizotropno nužno je uvesti pretpostavke da bi se pojave nastale uslijed dodatnih opterećenja mogle izračunati. Pretpostavke su sljedeće:

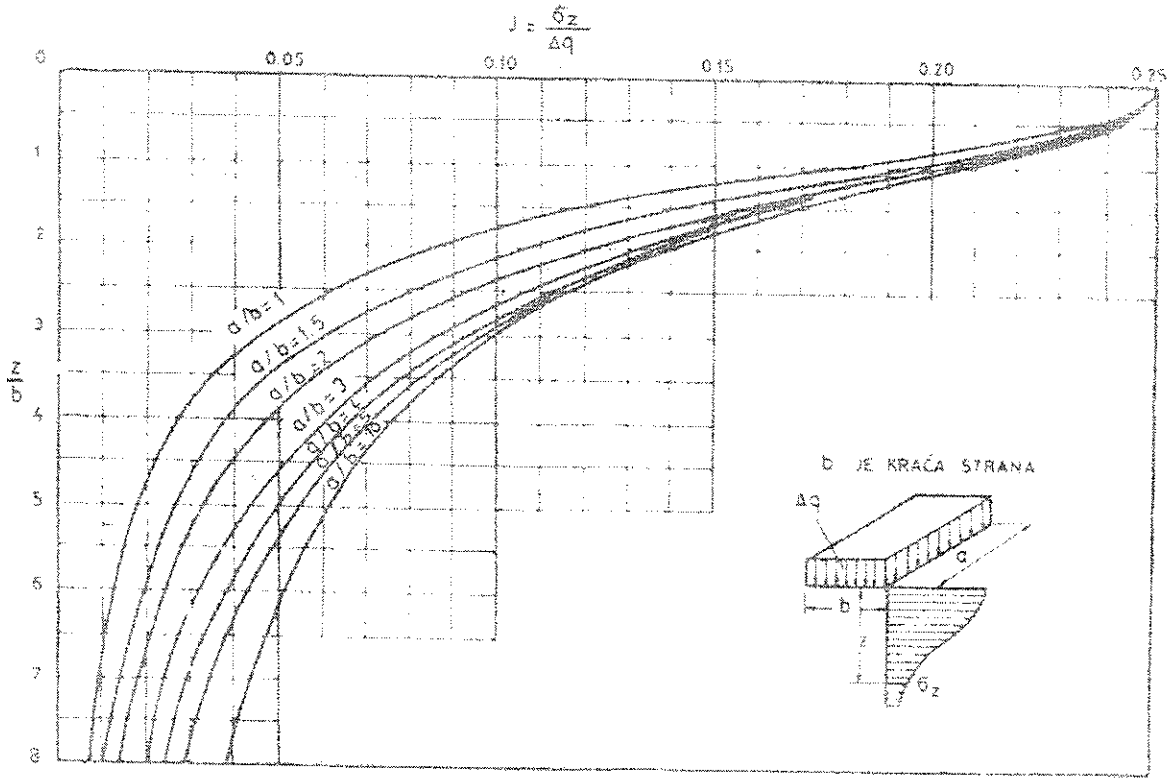
- tlo je neizmjeran poluprostor

- elastična sredina

- linearno deformabilno

- homogeno i izotropno.

Steinbrener je dao dijagrame za dodatna naprezanja ispod jednog kuta pravokutne površine opteerećene jednolikim opterećenjem p_o (literatura web.).



Slika 3. Steinbrenner-ov dijagram za proračun uspravnih dodatnih naprezanja

Dodatna naprezanja po Steinbrenneru-u računaju se prema izrazu:

$\Delta\sigma = Ns * p_0$

Gdje je: $\Delta\sigma$ - dodatno naprezanje na dubini z` ispod stope temelja

Ns - utjecajni faktor

p_0 - dodirno naprezanje

KoeficjentNs očitavamo iz dijagrama kao funkcija veličina:

Ns=f(a/b , z`/b)

Gdje je: a - duža stranica

b - kraća stranica elementa

z` - promatrana dubina ispod stope temelja

Proračun po Steinbrenner-u dat je za kutne točke pravokutne tlocrtne površine temelja, a ukoliko računamo dodatna naprezanja za točke koje nisu u kutu temelja potrebno je površinu temelja podjeliti na manje fiktivne temeljne površine. Stoga je svaka promatrana točka u kutu određene površine te je izvršeno sumiranje utjecaja ostalih fiktvnih površina na tu točku.

Dodirno naprezanje uslijed kojeg se ostvaruje slijeganje:

$p_0 = P/A$

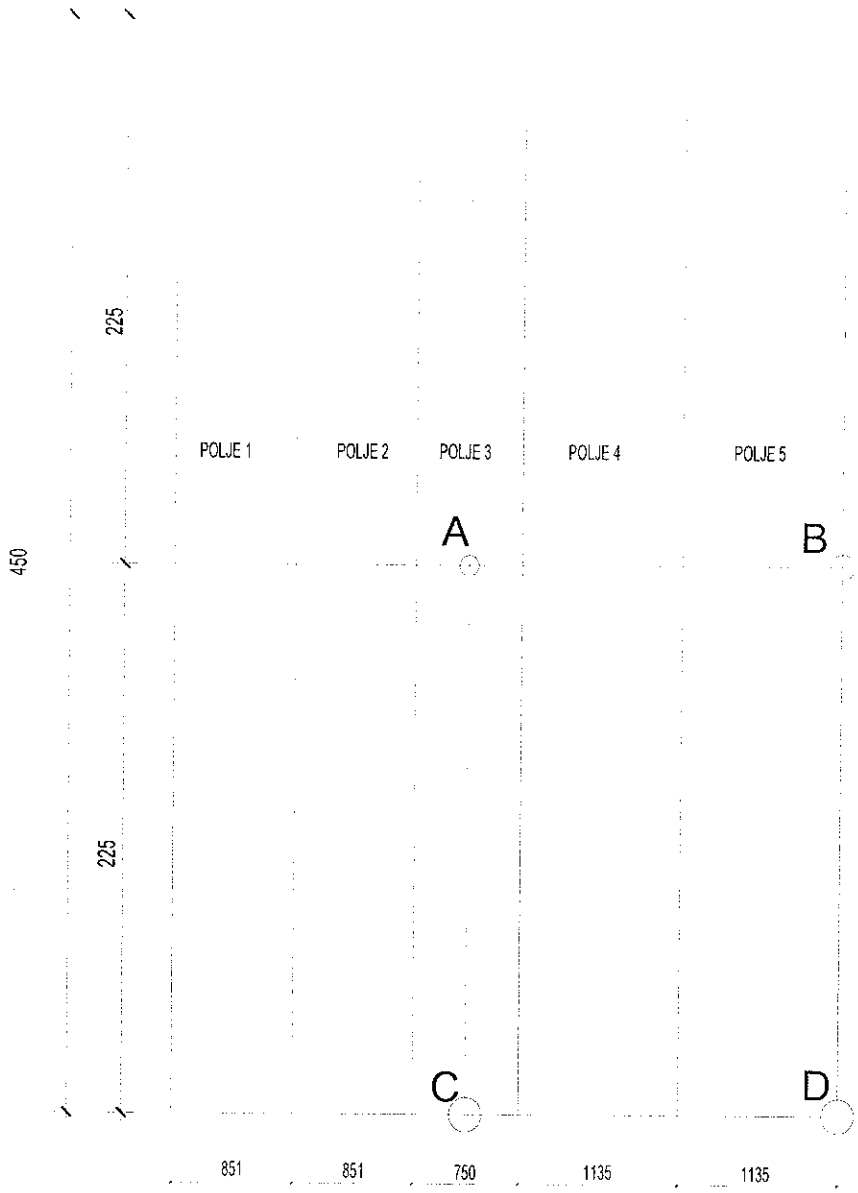
Gdje je: P_0 - dio dodirnog naprezanja uslijed kojeg se ostvaruje slijeganje

A - površina tlocrta nasipa

P - težina nasipa

2.3.2. Proračun dodatnih naprezanja

Podijela temeljne plohe na polja:



Slika 4.Skica tlocrta lukobrana s točkama A, B, C i D u kojima treba izračunati slijeganje

Izračunata dodirna naprezanja za svako pojedino polje:

p_1=P/A=127308,2/(8,51*450)=33,24 (kPa)

p_2=P/A=520527,6/(8,51*450)=135,93 (kPa)

p_3=P/A=659771,2/(7,5*450)=195,49 (kPa)

p_4=P/A=694099,8/(11,35*450)=135,9 (kPa)

p_5=P/A=169647,8/(11,35*450)=33,22 (kPa)

TOČKA A

POLJE 3; p_3=195,49 kPa N b=3,75 m a=225 m a/b>10 (uzet je dijagram a/b=10)

Tablica 1. Izračun dodatnih naprezanja u točki A uslijed opterećenja polja 3

z	z`	z`/b	N	Ns=4*N	Δσ Ns p3
0	0	0	0,25	1	195,49
1,18	1,18	0,31	0,246	0,984	192,36
2,36	2,36	0,63	0,235	0,94	183,76
3,46	3,46	0,92	0,212	0,848	165,77
4,56	4,56	1,22	0,192	0,768	150,13
5,46	5,46	1,46	0,172	0,688	134,50
6,36	6,36	1,70	0,152	0,608	118,86
9,46	9,46	2,52	0,116	0,464	90,71
12,56	12,56	3,35	0,092	0,368	71,94
15,66	15,66	4,18	0,073	0,292	57,08
19,16	19,16	5,11	0,059	0,236	46,14
22,66	22,66	6,04	0,051	0,204	39,88
26,16	26,16	6,98	0,045	0,18	35,19
27,26	27,26	7,27	0,043	0,172	33,62
28,36	28,36	7,56	0,041	0,164	32,06

POLJE 4; p_4=135,9 kPa N1 b=15,1 m a=225 m a/b>10 N2 b=3,75 m a=225 m a/b>10

Tablica 2. Izračun dodatnih naprezanja u točki A uslijed opterećenja polja 4

z	z`	z`/b	N1	z`/b	N2	Ns=2(N1-N2)	$\Delta\sigma$ Ns*p_4
0	0	0	0,25	0	0,25	0	0
1,18	1,18	0,08	0,25	0,31	0,245	0,01	1,36
2,36	2,36	0,16	0,249	0,63	0,238	0,022	2,99
3,46	3,46	0,23	0,247	0,92	0,215	0,064	8,70
4,56	4,56	0,30	0,245	1,22	0,2	0,09	12,23
5,46	5,46	0,36	0,244	1,46	0,175	0,138	18,75
6,36	6,36	0,42	0,243	1,70	0,152	0,182	24,73
9,46	9,46	0,63	0,24	2,52	0,115	0,25	33,97
12,56	12,56	0,83	0,213	3,35	0,092	0,242	32,89
15,66	15,66	1,04	0,203	4,18	0,072	0,262	35,61
19,16	19,16	1,27	0,182	5,11	0,058	0,248	33,70
22,66	22,66	1,50	0,171	6,04	0,051	0,24	32,62
26,16	26,16	1,73	0,15	6,98	0,045	0,21	28,54
27,26	27,26	1,81	0,145	7,27	0,043	0,204	27,72
28,36	28,36	1,88	0,143	7,56	0,041	0,204	27,72

POLJE 5; p_5=33,22 kPa N1 b=26,45 m a=225 m a/b>8,5 N2b=15,1 m a=225 m a/b>10

Tablica 3. Izračun dodatnih naprezanja u točki A uslijed opterećenja polja 5

z	z`	z`/b	N1	z`/b	N2	Ns=2(N1-N2)	$\Delta\sigma$ Ns*p_5
0	0	0	0,25	0	0,25	0,00	0,00
1,18	1,18	0,04	0,25	0,08	0,25	0,00	0,00
2,36	2,36	0,09	0,25	0,16	0,25	0,00	0,00
3,46	3,46	0,13	0,247	0,23	0,247	0,00	0,00
4,56	4,56	0,17	0,246	0,30	0,246	0,00	0,00
5,46	5,46	0,21	0,245	0,36	0,245	0,00	0,00
6,36	6,36	0,24	0,244	0,42	0,244	0,00	0,00
9,46	9,46	0,36	0,243	0,63	0,243	0,00	0,00
12,56	12,56	0,47	0,241	0,83	0,228	0,026	0,86
15,66	15,66	0,59	0,24	1,04	0,205	0,07	2,33
19,16	19,16	0,72	0,225	1,27	0,191	0,068	2,26
22,66	22,66	0,86	0,214	1,50	0,17	0,088	2,92
26,16	26,16	0,99	0,21	1,73	0,156	0,108	3,59
27,26	27,26	1,03	0,209	1,81	0,146	0,126	4,19
28,36	28,36	1,07	0,208	1,88	0,142	0,132	4,38

POLJE 2; p_2=135,92kPa N1 b=12,26 m a=225 m a/b>10 N2 b=3,75 m a=225 m a/b>10

Tablica 4. Izračun dodatnih naprezanja u točki A uslijed opterećenja polja 2

z	z`	z`/b	N1	z`/b	N2	Ns=2(N1-N2)	$\Delta\sigma$ = Ns * p_2
0	0	0	0,25	0	0,25	0,00	0,00
1,18	1,18	0,10	0,249	0,31	0,248	0,002	0,27
2,36	2,36	0,19	0,248	0,63	0,238	0,02	2,72
3,46	3,46	0,28	0,247	0,92	0,215	0,064	8,70
4,56	4,56	0,37	0,245	1,22	0,198	0,094	12,78
5,46	5,46	0,45	0,244	1,46	0,174	0,14	19,03
6,36	6,36	0,52	0,242	1,70	0,159	0,166	22,56
9,46	9,46	0,77	0,232	2,52	0,113	0,238	32,35
12,56	12,56	1,02	0,205	3,35	0,092	0,226	30,72
15,66	15,66	1,28	0,191	4,18	0,074	0,234	31,81
19,16	19,16	1,56	0,155	5,11	0,059	0,192	26,10
22,66	22,66	1,85	0,151	6,04	0,052	0,198	26,91
26,16	26,16	2,13	0,138	6,98	0,044	0,188	25,55
27,26	27,26	2,22	0,131	7,27	0,043	0,176	23,92
28,36	28,36	2,31	0,124	7,56	0,041	0,166	22,56

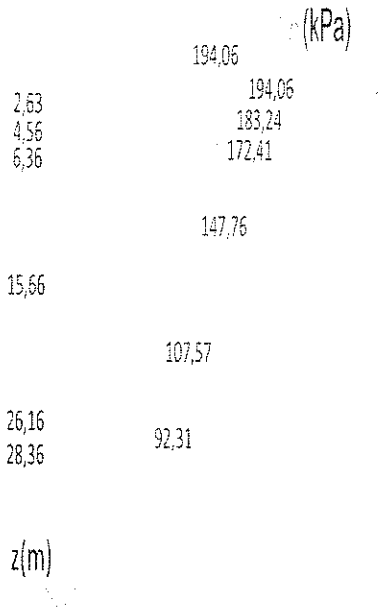
POLJE 1; p_1=33,24 kPa N1 b=20,77 m a=225 m a/b>10 N2b=12,26 m a=225 m a/b>10

Tablica 5. Izračun dodatnih naprezanja u točki A uslijed opterećenja polja 1

z	z`	z`/b	N1	z`/b	N2	Ns=2(N1-N2)	$\Delta\sigma$ = Ns * p_1
0	0	0	0,25	0	0,25	0,00	0,00
1,18	1,18	0,06	0,249	0,10	0,248	0,002	0,07
2,36	2,36	0,11	0,248	0,19	0,247	0,002	0,07
3,46	3,46	0,17	0,247	0,28	0,246	0,002	0,07
4,56	4,56	0,22	0,246	0,37	0,244	0,004	0,13
5,46	5,46	0,26	0,245	0,45	0,243	0,004	0,13
6,36	6,36	0,31	0,244	0,52	0,241	0,006	0,20
9,46	9,46	0,46	0,243	0,77	0,231	0,024	0,80
12,56	12,56	0,60	0,24	1,02	0,205	0,07	2,33
15,66	15,66	0,75	0,241	1,28	0,175	0,132	4,39
19,16	19,16	0,92	0,213	1,56	0,164	0,098	3,26
22,66	22,66	1,09	0,2	1,85	0,147	0,106	3,52
26,16	26,16	1,26	0,19	2,13	0,134	0,112	3,72
27,26	27,26	1,31	0,174	2,22	0,131	0,086	2,86
28,36	28,36	1,37	0,172	2,31	0,125	0,094	3,12

Tablica 6. Suma svih utjecajnih dodatnih naprezanja po poljima za točku A

dubina z(m)	$\Delta\sigma$ (kPa)
0	195,49
1,18	**194,06**
2,36	189,53
3,46	**183,24**
4,56	175,28
5,46	**172,41**
6,36	166,35
9,46	157,83
12,56	138,74
15,66	131,21
19,16	111,45
22,66	105,86
26,16	96,59
27,26	**92,31**
28,36	89,86



Slika 5. Dijagram raspodjele dodatnih naprezanja za točku A

TOČKA B

POLJE 5; p_5=33,22 kPa N1 b=11,35 m a=225 m a/b>10 (uzet je dijagram a/b=10)

Tablica 7. Izračun dodatnih naprezanja u točki B uslijed opterećenja polja 5

z	z`	z`/b	N	Ns=2*N	$\Delta\sigma = Ns * p_5$
0	**0**	0	0,25	0,5	16,61
0,93	**0,93**	0,08	0,249	0,498	16,54
3,23	3,23	0,28	0,247	0,494	16,41
5,53	**5,53**	0,49	0,244	0,488	16,21
6,43	6,43	0,57	0,243	0,486	16,14
7,33	**7,33**	0,65	0,24	0,48	15,94
9,28	9,28	0,82	0,221	0,442	14,68
11,23	11,23	0,99	0,211	0,422	14,02
13,3	**13,3**	1,17	0,199	0,398	13,22
15,6	15,6	1,37	0,174	0,348	11,56
17,9	**17,9**	1,58	0,163	0,326	10,83
21,3	21,3	1,88	0,146	0,292	9,70
24,7	24,7	2,18	0,136	0,272	9,03
28,2	**28,2**	2,48	0,119	0,238	7,91
29,35	29,35	2,59	0,114	0,228	7,57
30,5	**30,5**	2,69	0,11	0,22	7,31

POLJE 4; p_4=135,9 kPa N1 b=22,7 m a=225 m a/b>10 N2 b=11,35 m a=225 m a/b>10

Tablica 8. Izračun dodatnih naprezanja u točki B uslijed opterećenja polja 4

z	z`	z`/b	N1	z`/b	N2	Ns=2(N1-N2)	$\Delta\sigma = Ns * p_4$
0	**0**	0	0,25	0	0,25	0,00	0,00
0,93	**0,93**	0,04	0,25	0,08	0,249	0,002	0,27
3,23	3,23	0,14	0,249	0,28	0,247	0,004	0,54
5,53	**5,53**	0,24	0,248	0,49	0,244	0,008	1,09
6,43	6,43	0,28	0,247	0,57	0,243	0,008	1,09
7,33	**7,33**	0,32	0,246	0,65	0,24	0,012	1,63
9,28	9,28	0,41	0,245	0,82	0,221	0,048	6,52
11,23	11,23	0,49	0,244	0,99	0,211	0,066	8,97
13,3	**13,3**	0,59	0,243	1,17	0,199	0,088	11,96
15,6	15,6	0,69	0,238	1,37	0,174	0,128	17,39
17,9	**17,9**	0,79	0,222	1,58	0,163	0,118	16,04
21,3	21,3	0,94	0,215	1,88	0,146	0,138	18,75
24,7	24,7	1,09	0,205	2,18	0,136	0,138	18,75
28,2	**28,2**	1,24	0,189	2,48	0,119	0,14	19,03
29,35	29,35	1,29	0,188	2,59	0,114	0,148	20,11
30,5	**30,5**	1,34	0,179	2,69	0,11	0,138	18,75

POLJE 3; p_3=195,49 kPa N1 b=30,2 m a=225 m a/b=7,45 N2 b=22,7 m a=225 m a/b>10

Tablica 9. Izračun dodatnih naprezanja u točki B uslijed opterećenja polja 3

z	z`	z`/b	N1	z`/b	N2	Ns=2(N1-N2)	$\Delta\sigma$ Ns* p_3
0	0	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00
0,93	**0,93**	0,03	0,25	0,04	0,25	0,00	0,00
3,23	3,23	0,11	0,249	0,14	0,249	0,00	0,00
5,53	**5,53**	0,18	0,249	0,24	0,248	0,002	0,27
6,43	6,43	0,21	0,249	0,28	0,247	0,004	0,54
7,33	**7,33**	0,24	0,248	0,32	0,246	0,004	0,54
9,28	9,28	0,31	0,247	0,41	0,245	0,004	0,54
11,23	11,23	0,37	0,246	0,49	0,244	0,004	0,54
13,3	**13,3**	0,44	0,245	0,59	0,243	0,004	0,54
15,6	15,6	0,52	0,244	0,69	0,238	0,012	1,63
17,9	**17,9**	0,59	0,243	0,79	0,222	0,042	5,71
21,3	21,3	0,71	0,231	0,94	0,215	0,032	4,35
24,7	24,7	0,82	0,228	1,09	0,205	0,046	6,25
28,2	**28,2**	0,93	0,217	1,24	0,189	0,056	7,61
29,35	29,35	0,97	0,215	1,29	0,188	0,054	7,34
30,5	**30,5**	1,01	0,205	1,34	0,179	0,052	7,07

POLJE 2; p_2=135,93kPa N1 b=38,71 m a=225 m a/b=5,8 N2 b=30,2 m a=225 m a/b=7,45

Tablica 10. Izračun dodatnih naprezanja u točki B uslijed opterećenja polja 2

z	z`	z`/b	N1	z`/b	N2	Ns=2(N1-N2)	$\Delta\sigma$ Ns* p_2
0	**0**	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00
0,93	**0,93**	0,02	0,25	0,03	0,25	0,00	0,00
3,23	3,23	0,08	0,249	0,11	0,249	0,00	0,00
5,53	**5,53**	0,14	0,249	0,18	0,249	0,00	0,00
6,43	6,43	0,17	0,249	0,21	0,249	0,00	0,00
7,33	**7,33**	0,19	0,249	0,24	0,248	0,002	0,27
9,28	9,28	0,24	0,248	0,31	0,247	0,002	0,27
11,23	11,23	0,29	0,247	0,37	0,246	0,002	0,27
13,3	**13,3**	0,34	0,246	0,44	0,245	0,002	0,27
15,6	15,6	0,40	0,245	0,52	0,244	0,002	0,27
17,9	**17,9**	0,46	0,244	0,59	0,243	0,002	0,27
21,3	21,3	0,55	0,241	0,71	0,231	0,02	2,72
24,7	24,7	0,64	0,235	0,82	0,228	0,014	1,90
28,2	**28,2**	0,73	0,228	0,93	0,217	0,022	2,99
29,35	29,35	0,76	0,225	0,97	0,215	0,02	2,72
30,5	**30,5**	0,79	0,221	1,01	0,205	0,032	4,35

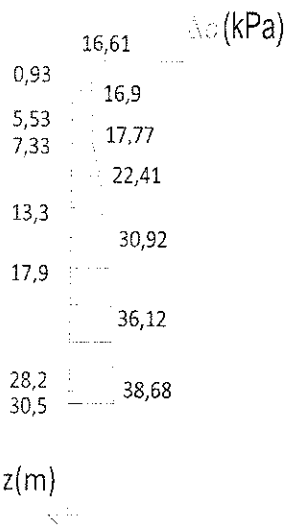
POLJE 1; p_1=33,22kPa N1 b=47,22 m a=225 m a/b=4,76N2b=38,71 m a=225 m a/b=5,8

Tablica 11. Izračun dodatnih naprezanja u točki B uslijed opterećenja polja 1

z	z`	z`/b	N1	z`/b	N2	Ns=2(N1-N2)	$\Delta\sigma$ $\Delta s^{*}p_1$
0	**0**	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00
0,93	**0,93**	0,02	0,25	0,02	0,25	0,00	0,00
3,23	3,23	0,07	0,25	0,08	0,249	0,002	0,07
5,53	**5,53**	0,12	0,25	0,14	0,249	0,002	0,07
6,43	6,43	0,14	0,249	0,17	0,249	0,00	0,00
7,33	**7,33**	0,16	0,249	0,19	0,249	0,00	0,00
9,28	9,28	0,20	0,249	0,24	0,248	0,002	0,07
11,23	11,23	0,24	0,248	0,29	0,247	0,002	0,07
13,3	**13,3**	0,28	0,247	0,34	0,246	0,002	0,07
15,6	15,6	0,33	0,246	0,40	0,245	0,002	0,07
17,9	**17,9**	0,38	0,245	0,46	0,244	0,002	0,07
21,3	21,3	0,45	0,243	0,55	0,241	0,004	0,13
24,7	24,7	0,52	0,242	0,64	0,235	0,014	0,47
28,2	**28,2**	0,60	0,239	0,73	0,228	0,022	0,73
29,35	29,35	0,62	0,239	0,76	0,225	0,028	0,93
30,5	**30,5**	0,65	0,238	0,79	0,221	0,034	1,13

Tablica 12. Suma svih utjecajnih dodatnih naprezanja po poljima za točku B

dubina z(m)	$\Delta\sigma$ (kPa)
0	16,61
0,93	16,81
3,23	17,02
5,53	17,63
6,43	**17,77**
7,33	18,39
9,28	22,09
11,23	23,87
13,3	26,06
15,6	**30,92**
17,9	32,91
21,3	35,65
24,7	36,41
28,2	38,26
29,35	**38,68**
30,5	38,61



Slika 6. Dijagram raspodjele dodatnih naprezanja za točku B

TOČKA C

POLJE 3; p_3=195,49 kPa N1 b=3,75 m a=450 m a/b>10 (uzet je dijagram a/b=10)

Tablica 13. Izračun dodatnih naprezanja u točki C uslijed opterećenja polja 3

z	z`	z`/b	N	Ns=2*N	$\Delta\sigma$ Ns * p_3
0	**0**	0	0,25	0.5	97,75
1,74	1,74	0,46	0,242	0,484	94,62
3,48	**3,48**	0,93	0,215	0,43	84,06
3,98	3,98	1,06	0,205	0,41	80,15
4,48	**4,48**	1,19	0,194	0,388	75,85
6,73	6,73	1,79	0,151	0,302	59,04
8,98	**8,98**	2,39	0,122	0,244	47,70
9,48	**9,48**	2,53	0,116	0,232	45,35
13,03	13,03	3,47	0,078	0,156	30,50
16,58	**16,58**	4,42	0,069	0,138	26,98
17,28	**17,28**	4,61	0,066	0,132	25,80
19,98	19,98	5,33	0,058	0,116	22,68
22,68	22,68	6,05	0,051	0,102	19,94
25,38	**25,38**	6,77	0,047	0,094	18,38
28,33	28,33	7,55	0,041	0,082	16,03
31,28	**31,28**	8,34	0,039	0,078	15,25

POLJE 4; p_4=135,9 kPa N1 b=15,1 m a=450 m a/b>10 N2 b=3,75 m a=450 m a/b>10

Tablica 14. Izračun dodatnih naprezanja u točki C uslijed opterećenja polja 4

z	z`	z`/b	N1	z`/b	N2	Ns=(N1-N2)	$\Delta\sigma$ = Ns * p_4
0	**0**	0	0,25	0	0,25	0,00	0,00
1,74	1,74	0,12	0,249	0,46	0,242	0,007	0,95
3,48	**3,48**	0,23	0,248	0,93	0,215	0,033	4,48
4,86	4,86	0,32	0,247	1,30	0,191	0,056	7,61
6,23	6,23	0,41	0,245	1,66	0,16	0,085	11,55
7,58	7,58	0,50	0,242	2,02	0,151	0,091	12,37
8,98	**8,98**	0,59	0,239	2,39	0,122	0,117	15,90
9,48	**9,48**	0,63	0,236	2,53	0,116	0,12	16,31
13,03	13,03	0,86	0,221	3,47	0,089	0,132	17,94
16,58	**16,58**	1,10	0,201	4,42	0,069	0,132	17,94
17,28	**17,28**	1,14	0,198	4,61	0,066	0,132	17,94
19,98	19,98	1,32	0,186	5,33	0,058	0,128	17,39
22,68	22,68	1,50	0,17	6,05	0,051	0,119	16,17
25,38	**25,38**	1,68	0,155	6,77	0,047	0,108	14,68
28,33	28,33	1,88	0,149	7,55	0,041	0,108	14,68
31,28	**31,28**	2,07	0,138	8,34	0,039	0,099	13,45

POLJE 5;p_5=33,22 kPa N1 b=36,45 m a=450 m a/b>10 N2 b=15,1 m a=450 ma/b>10

Tablica 15. Izračun dodatnih naprezanja u točki C uslijed opterećenja polja 5

z	z`	z`/b	N1	z`/b	N2	Ns=2(N1-N2)	$\Delta\sigma$ Ns*p_5
0	**0**	0	0,25	0	0,25	0,00	0,00
1,74	1,74	0,07	0,25	0,12	0,249	0,001	0,03
3,48	**3,48**	0,13	0,249	0,23	0,248	0,001	0,03
3,98	3,98	0,15	0,249	0,26	0,247	0,002	0,07
4,48	**4,48**	0,17	0,248	0,30	0,245	0,003	0,10
6,73	6,73	0,25	0,247	0,45	0,242	0,005	0,17
8,98	**8,98**	0,34	0,246	0,59	0,239	0,007	0,23
9,48	**9,48**	0,36	0,246	0,63	0,236	0,01	0,33
13,03	13,03	0,49	0,244	0,86	0,221	0,023	0,76
16,58	**16,58**	0,63	0,238	1,10	0,201	0,037	1,23
17,28	**17,28**	0,65	0,236	1,14	0,198	0,038	1,26
19,98	19,98	0,76	0,228	1,32	0,186	0,042	1,40
22,68	22,68	0,86	0,218	1,50	0,17	0,048	1,59
25,38	**25,38**	0,96	0,212	1,68	0,155	0,057	1,89
28,33	28,33	1,07	0,202	1,88	0,149	0,053	1,76
31,28	**31,28**	1,18	0,193	2,07	0,138	0,055	1,83

POLJE 2; p_2=135,93 kPa N1 b=12,26 m a=450 m a/b>10 N2 b=3,75 m a=450 m a/b>10

Tablica 16. Izračun dodatnih naprezanja u točki C uslijed opterećenja polja 2

z	z`	z`/b	N1	z`/b	N2	Ns=2(N1-N2)	$\Delta\sigma$ Ns*p_2
0	**0**	0	0,25	0	0,25	0,00	0,00
1,74	1,74	0,14	0,249	0,46	0,242	0,007	0,95
3,48	**3,48**	0,28	0,248	0,93	0,215	0,033	4,49
3,98	3,98	0,32	0,246	1,06	0,205	0,041	5,57
4,48	**4,48**	0,37	0,235	1,19	0,194	0,041	5,57
6,73	6,73	0,55	0,241	1,79	0,151	0,09	12,23
8,98	**8,98**	0,73	0,232	2,39	0,122	0,11	14,95
9,48	**9,48**	0,77	0,231	2,53	0,116	0,115	15,63
13,03	13,03	1,06	0,203	3,47	0,088	0,115	15,63
16,58	**16,58**	1,35	0,186	4,42	0,069	0,117	15,90
17,28	**17,28**	1,41	0,18	4,61	0,066	0,114	15,50
19,98	19,98	1,63	0,162	5,33	0,058	0,104	14,14
22,68	22,68	1,85	0,149	6,05	0,051	0,098	13,32
25,38	**25,38**	2,07	0,138	6,77	0,047	0,091	12,37
28,33	28,33	2,31	0,123	7,55	0,041	0,082	11,15
31,28	**31,28**	2,55	0,116	8,34	0,039	0,077	10,47

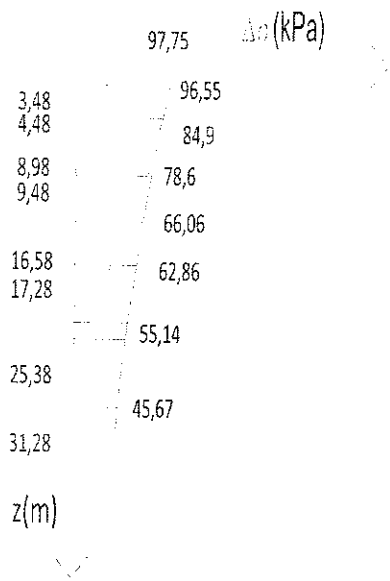
POLJE 1; p_1=33,24 kPa N1 b=26,45m a=450 m a/b>10 N2 b=12,26 m a=450 m a/b>10

Tablica 17. Izračun dodatnih naprezanja u točki C uslijed opterećenja polja 1

z	z`	z`/b	N1	z`/b	N2	Ns=2(N1-N2)	$\Delta\sigma$ Ns*p_1
0	**0**	0	0,25	0	0,25	0,00	0,00
1,74	1,74	0,08	0,249	0,14	0,249	0,00	0,00
3,48	**3,48**	0,17	0,248	0,28	0,248	0,00	0,00
3,98	3,98	0,19	0,247	0,32	0,246	0,001	0,03
4,48	**4,48**	0,22	0,247	0,37	0,235	0,012	0,40
6,73	6,73	0,32	0,246	0,55	0,241	0,005	0,17
8,98	**8,98**	0,43	0,244	0,73	0,232	0,012	0,40
9,48	**9,48**	0,46	0,243	0,77	0,231	0,012	0,40
13,03	13,03	0,63	0,24	1,06	0,203	0,037	1,23
16,58	**16,58**	0,80	0,23	1,35	0,186	0,044	1,46
17,28	**17,28**	0,83	0,228	1,41	0,18	0,048	1,60
19,98	19,98	0,96	0,212	1,63	0,162	0,05	1,66
22,68	22,68	1,09	0,202	1,85	0,149	0,053	1,76
25,38	**25,38**	1,22	0,195	2,07	0,138	0,057	1,89
28,33	28,33	1,36	0,185	2,31	0,123	0,062	2,06
31,28	**31,28**	1,51	0,171	2,55	0,116	0,055	1,83

Tablica 18. Suma svih utjecajnih dodatnih naprezanja po poljima za točku C

dubina z(m)	$\Delta\sigma$ (kPa)
0	97,75
1,74	**96,55**
3,48	93,06
3,98	93,43
4,48	93,47
6,73	83,97
8,98	79,18
9,48	78,02
13,03	**66,06**
16,58	63,51
17,28	62,10
19,98	57,27
22,68	52,79
25,38	49,21
28,33	**45,67**
31,28	42,82



Slika 7. Dijagram raspodjele dodatnih naprezanja za točku C

TOČKA D

POLJE 5; q_5=33,22 kPa N1 b=11,35 m a=450 m a/b>10 (uzet je dijagram a/b=10)

Tablica 19. Izračun dodatnih naprezanja u točki D uslijed opterećenja polja 5

z	z`	z`/b	N	Ns=N	$\Delta\sigma$ Ns*q_5
0	**0**	0	0,25	0,25	8,30
1,82	1,82	0,16	0,249	0,249	8,27
3,63	**3,63**	0,32	0,247	0,247	8,20
4,98	4,98	0,44	0,244	0,244	8,10
6,33	**6,33**	0,56	0,238	0,238	7,91
7,63	7,63	0,67	0,235	0,235	7,81
8,93	**8,93**	0,79	0,228	0,228	7,57
12,03	12,03	1,06	0,205	0,205	6,81
15,13	15,13	1,33	0,174	0,174	5,78
18,23	**18,23**	1,61	0,164	0,164	5,45
19,13	**19,13**	1,69	0,162	0,162	5,38
21,83	21,83	1,92	0,147	0,147	4,88
24,53	24,53	2,16	0,136	0,136	4,52
27,23	**27,23**	2,40	0,12	0,12	3,99
30,18	30,18	2,66	0,113	0,113	3,75
33,13	**33,13**	2,92	0,101	0,101	3,35

POLJE 4; p_4=135,9 kPa N1 b=22,7 m a=450 m a/b>10 N2 b=11,35 m a=450 a/b>10

Tablica 20. Izračun dodatnih naprezanja u točki D uslijed opterećenja polja 4

z	z`	z`/b	N1	z`/b	N2	Ns=(N1-N2)	$\Delta\sigma$ Ns*p_4
0	**0**	0	0,25	0	0,25	0,00	0,00
1,82	1,82	0,08	0,249	0,16	0,249	0,00	0,00
3,63	**3,63**	0,16	0,248	0,32	0,247	0,001	0,14
4,98	4,98	0,22	0,248	0,44	0,244	0,004	0,54
6,33	**6,33**	0,28	0,247	0,56	0,238	0,009	1,22
7,63	7,63	0,34	0,246	0,67	0,235	0,011	1,49
8,93	**8,93**	0,39	0,245	0,79	0,228	0,017	2,31
12,03	12,03	0,53	0,241	1,06	0,205	0,036	4,89
15,13	15,13	0,67	0,236	1,33	0,174	0,062	8,43
18,23	**18,23**	0,80	0,221	1,61	0,164	0,057	7,75
19,13	**19,13**	0,84	0,218	1,69	0,162	0,056	7,61
21,83	21,83	0,96	0,211	1,92	0,147	0,064	8,70
24,53	24,53	1,08	0,202	2,16	0,136	0,066	8,97
27,23	**27,23**	1,20	0,195	2,40	0,12	0,075	10,19
30,18	30,18	1,33	0,174	2,66	0,113	0,061	8,29
33,13	**33,13**	1,46	0,169	2,92	0,101	0,068	9,24

POLJE 3; p_3=195,49 kPa N1 b=22,7 m a=450 m a/b>10 N2 b=11,35 m a=450 m a/b>10

Tablica 21. Izračun dodatnih naprezanja u točki D uslijed opterećenja polja 3

z	z`	z`/b	N1	z`/b	N2	Ns=(N1-N2)	$\Delta\sigma$ Ns*p_3
0	**0**	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00
1,82	1,82	0,06	0,25	0,08	0,249	0,001	0,14
3,63	**3,63**	0,12	0,249	0,16	0,248	0,001	0,14
4,98	4,98	0,16	0,249	0,22	0,248	0,001	0,14
6,33	**6,33**	0,21	0,248	0,28	0,247	0,001	0,14
7,63	7,63	0,25	0,246	0,34	0,245	0,001	0,14
8,93	**8,93**	0,30	0,245	0,39	0,244	0,001	0,14
12,03	12,03	0,40	0,244	0,53	0,241	0,003	0,41
15,13	15,13	0,50	0,242	0,67	0,236	0,006	0,82
18,23	**18,23**	0,60	0,238	0,80	0,221	0,017	2,31
19,13	**19,13**	0,63	0,235	0,84	0,218	0,017	2,31
21,83	21,83	0,72	0,231	0,96	0,211	0,02	2,72
24,53	24,53	0,81	0,22	1,08	0,202	0,018	2,45
27,23	**27,23**	0,90	0,216	1,20	0,195	0,021	2,85
30,18	30,18	1,00	0,206	1,33	0,174	0,032	4,35
33,13	**33,13**	1,10	0,206	1,46	0,169	0,037	5,03

POLJE 2; p_2=135,93 kPa N1 b=38,71 m a=450 m a/b>10 N2 b=30,2 m a=450 m a/b>10

Tablica 22. Izračun dodatnih naprezanja u točki D uslijed opterećenja polja 2

z	z`	z`/b	N1	z`/b	N2	Ns=(N1-N2)	$\Delta\sigma$ Ns*p_2
0	**0**	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00
1,82	1,82	0,05	0,25	0,06	0,25	0,00	0,00
3,63	**3,63**	0,09	0,249	0,12	0,249	0,00	0,00
4,98	4,98	0,13	0,249	0,16	0,249	0,00	0,00
6,33	**6,33**	0,16	0,248	0,21	0,248	0,00	0,00
7,63	7,63	0,20	0,248	0,25	0,246	0,002	0,27
8,93	**8,93**	0,23	0,248	0,30	0,245	0,003	0,41
12,03	12,03	0,31	0,246	0,40	0,244	0,002	0,27
15,13	15,13	0,39	0,245	0,50	0,242	0,003	0,41
18,23	**18,23**	0,47	0,244	0,60	0,238	0,006	0,82
19,13	**19,13**	0,49	0,244	0,63	0,235	0,009	1,22
21,83	21,83	0,56	0,241	0,72	0,231	0,01	1,36
24,53	24,53	0,63	0,237	0,81	0,22	0,017	2,31
27,23	**27,23**	0,70	0,225	0,90	0,216	0,009	1,22
30,18	30,18	0,78	0,222	1,00	0,206	0,016	2,17
33,13	**33,13**	0,86	0,219	1,10	0,206	0,013	1,77

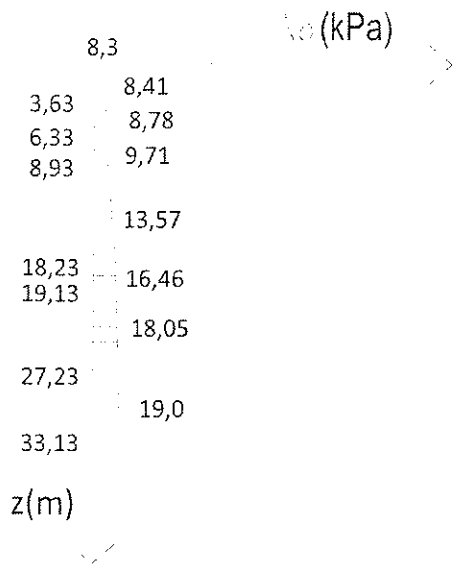
POLJE 1; p_1=33,24 kPa N1 b=47,22 m a=450 m a/b>10 N2 b=38,71 m a=450 m a/b>10

Tablica 23. Izračun dodatnih naprezanja u točki D uslijed opterećenja polja 1

z	z`	z`/b	N1	z`/b	N2	Ns=(N1-N2)	$\Delta\sigma$ Ns* p_1
0	**0**	0,00	0,25	0,00	0,25	0,00	0,00
1,82	1,82	0,04	0,25	0,05	0,25	0,00	0,00
3,63	**3,63**	0,08	0,249	0,09	0,249	0,00	0,00
4,98	4,98	0,11	0,249	0,13	0,249	0,00	0,00
6,33	**6,33**	0,13	0,249	0,16	0,249	0,00	0,00
7,63	7,63	0,16	0,249	0,20	0,249	0,00	0,00
8,93	**8,93**	0,19	0,248	0,23	0,248	0,00	0,00
12,03	12,03	0,25	0,247	0,31	0,246	0,001	0,03
15,13	15,13	0,32	0,246	0,39	0,245	0,001	0,03
18,23	**18,23**	0,39	0,245	0,47	0,244	0,001	0,03
19,13	**19,13**	0,41	0,245	0,49	0,244	0,001	0,03
21,83	21,83	0,46	0,243	0,56	0,241	0,002	0,07
24,53	24,53	0,52	0,241	0,63	0,237	0,004	0,13
27,23	**27,23**	0,58	0,239	0,70	0,225	0,014	0,47
30,18	30,18	0,64	0,235	0,78	0,222	0,013	0,43
33,13	**33,13**	0,70	0,231	0,86	0,219	0,012	0,40

Tablica 24. Suma svih utjecajnih dodatnih naprezanja po poljima za točku D.

dubina z(m)	$\Delta\sigma$ (kPa)
0	8,30
1,82	**8,41**
3,63	8,48
4,98	**8,78**
6,33	9,26
7,63	**9,71**
8,93	10,29
12,03	12,41
15,13	15,46
18,23	16,35
19,13	16,56
21,83	17,72
24,53	18,38
27,23	18,72
30,18	**19,00**
33,13	19,79



Slika 8. Dijagram raspodjele dodatnih naprezanja za točku D

2.4. Analiza slijeganja

2.4.1. Proračun geostatičkih naprezanja

Proračun efektivnih naprezanja provodi se na sljedeći način:

$\sigma`_z = \gamma`_n * \Delta z_n$

Gdje je: $\gamma`$ - zapreminska težina tla (uronjena)

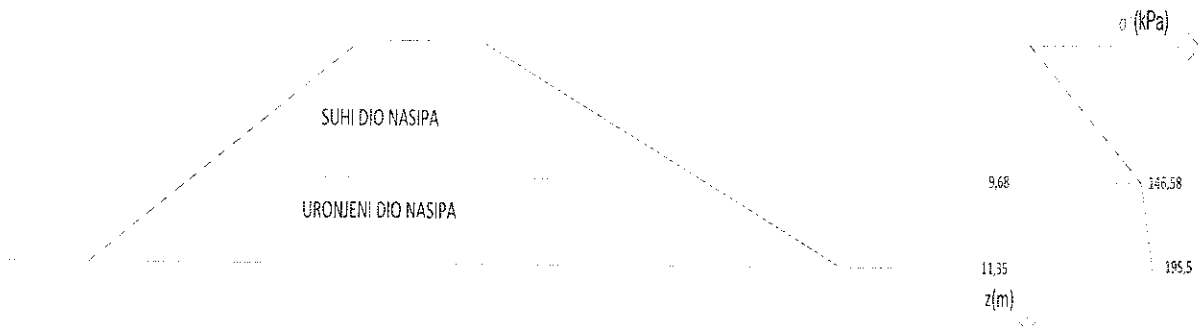
$\sigma`$ - vertikalno naprezanje

z - dubina tla ispod površine

TOČKA A

Tablica 25. Vertikalna efektivna naprezanja u presjeku nasipa ($\sigma`$)

NAZIV SLOJA	DUBINA z(m)	DEBLJINA SLOJA ΔZ(m)	EFEKTIVNA JEDINIČNA TEŽINA γ/ $\gamma`$(kN/m^3)	$\sigma`$ (kPa)	$\sigma`$sr (kPa)
nasip- iznad mora	6,98	6,98	21	146,58	73,29
nasip- ispod mora	11,35	4,37	11,19	195,5	171,0



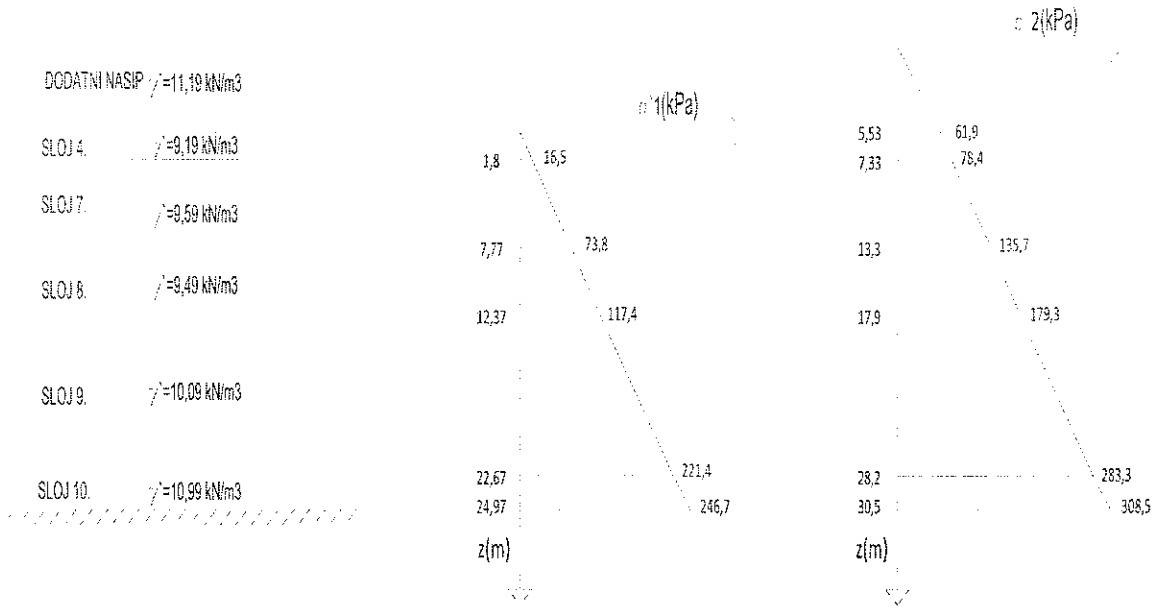
Slika 9. Dijagram raspodjele efektivnih naprezanja u točki A

TOČKA B

Sloj mulja debljine 4,6 m zamjenjujemo dodatnim nasipom jer nije pogodan za podlogu lukobrana.

Tablica 26. Vertikalna efektivna naprezanja prije ($\sigma`_1$) i nakon izgradnje dodatnog nasipa ($\sigma`_2$)

NAZIV SLOJA	DUBINA z(m)	DEBLJINA SLOJA ΔZ(m)	URONJENA JEDINIČNA TEŽINA $\gamma`$(kN/m^3)	$\sigma`1$ (kPa)	$\sigma`2$ (kPa)	$\sigma`2,sr-\sigma`1,sr$ (kPa)
dodatni nasip	5,53	5,53	11,19	-	61,9	30,9
sloj 4.	7,33	1,8	9,19	16,5	78,4	61,9
sloj 7.	13,3	5,97	9,59	73,8	135,7	61,9
sloj 8.	17,9	4,6	9,49	117,4	179,3	61,9
sloj 9.	28,2	10,3	10,09	221,4	283,3	61,9
sloj 10.	30,5	2,3	10,99	246,7	308,5	61,9

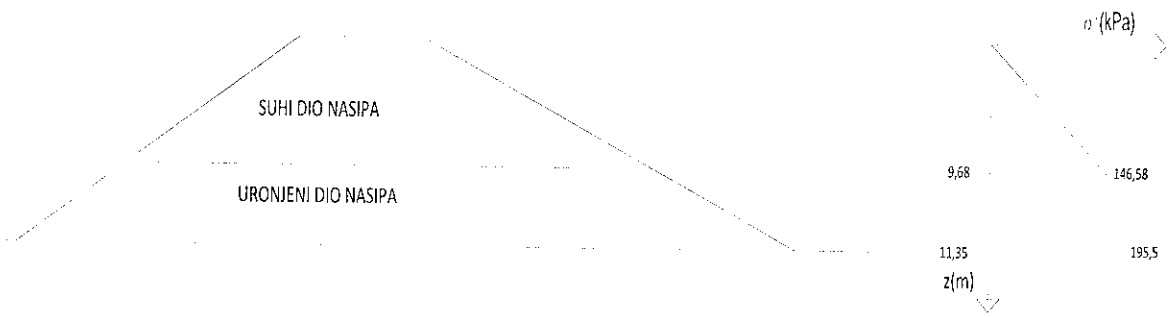


Slika 10. Dijagram raspodjele efektivnih naprezanja u točki B

TOČKA C

Tablica 27. Vertikalna efektivna naprezanja u presjeku nasipa (σ`)

NAZIV SLOJA	DUBINA z(m)	DEBLJINA SLOJA ΔZ(m)	EFEKTIVNA JEDINIČNA TEŽINA γ/ γ`(kN/m^3)	σ` (kPa)	σ`sr (kPa)
nasip- iznad mora	6,98	6,98	21	146,58	73,29
nasip- ispod mora	11,35	4,37	11,19	195,5	171,0



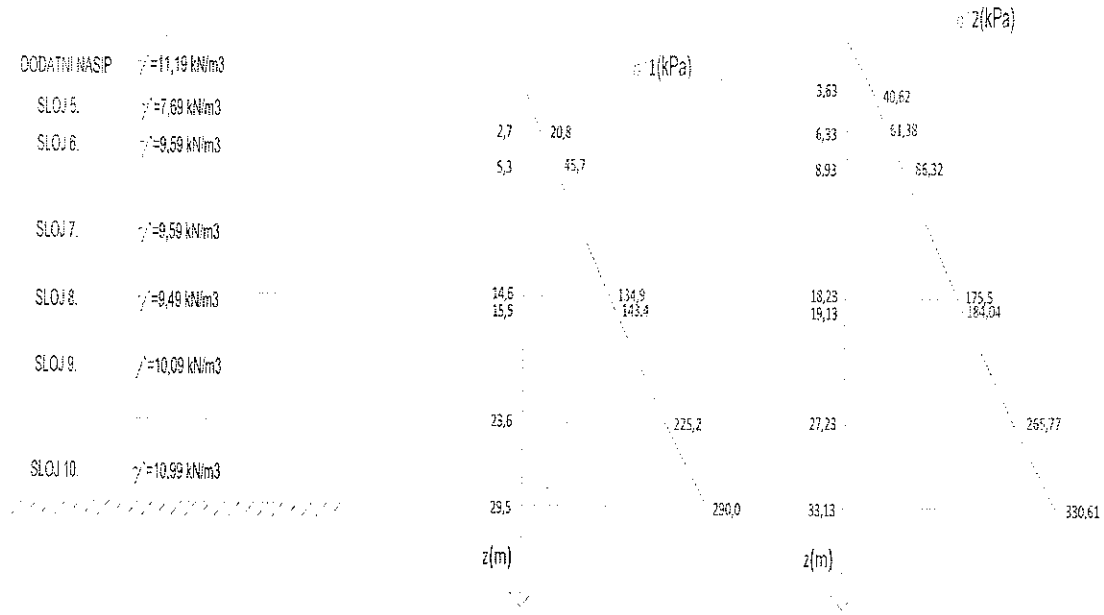
Slika 11.Dijagram raspodjele efektivnih naprezanja u točki C

TOČKA D

Kameno-šljunčanu podlogu tj. dodatni nasip debljine 3,63 m postavljamo kao podlogu za lukobran.

Tablica 28. Vertikalna efektivna naprezanja prije ($\sigma`_1$) i nakon izgradnje dodatnog nasipa ($\sigma`_2$).

NAZIV SLOJA	DUBINA z(m)	DEBLJINA SLOJA ΔZ(m)	URONJENA JEDINIČNA TEŽINA $\gamma`$(kN/m^3)	$\sigma`1$ (kPa)	$\sigma`2$ (kPa)	$\sigma`2,sr-\sigma`1,sr$ (kPa)
dodatni nasip	3,63	3,63	11,19	-	40,62	20,3
sloj 5.	6,33	2,7	7,69	20,8	61,38	40,6
sloj 6.	8,93	2,6	9,59	45,7	86,32	40,6
sloj 7.	18,23	9,3	9,59	134,9	175,50	40,6
sloj 8.	19,13	0,9	9,49	143,4	184,04	40,6
sloj 9.	27,23	8,1	10,09	225,2	265,77	40,6
sloj 10.	33,13	5,9	10,99	290,0	330,61	40,6



Slika 12. Dijagram raspodjele efektivnih naprezanja u točki D

2.4.2. Proračun slijeganja od vlastite težine

Proračun slijeganja pojedinih slojeva se provodi pomoću modula stišljivosti (prilog 7) :

$\Delta s=(\Delta\sigma`/Mk)*\Delta z$

Gdje je: Δs - slijeganje pojedinog sloja

$\Delta\sigma`$- srednja vrijednost efektivnih naprezanja

Mk - modul stišljivosti

Δz - debljina sloja

TOČKA A

Tablica 29. Slijeganje samog nasipa/lukobrana

NAZIV SLOJA	DEBLJINA SLOJA Δ z(m)	Mk (MPa)	$\Delta\sigma`$ (kPa)	Δ s (cm)
nasip- iznad razine mora	6,98	25	73,29	2,05
nasip- ispod razine mora	4,37	25	171,0	2,99

Σs=5,04 cm

TOČKA B

Tablica 30. Slijeganje pojedinih slojeva uslijed vlastite težine dodatnog nasipa

NAZIV SLOJA	DEBLJINA SLOJA Δ z(m)	Mk (MPa)	$\Delta\sigma`$ (kPa)	Δ s (cm)
dodatni nasip	5,53	25	30,9	0,68
sloj 4.	1,8	8,92	61,9	1,25
sloj 7.	5,97	6,42	61,9	5,75
sloj 8.	4,6	15,84	61,9	1,80
sloj 9.	10,3	16,96	61,9	3,76
sloj 10.	2,3	45,67	61,9	0,31

Σs=13,55 cm

TOČKA C

Tablica 31. Slijeganje samog nasipa/lukobrana

NAZIV SLOJA	DEBLJINA SLOJA Δ z(m)	Mk (MPa)	$\Delta\sigma`$ (kPa)	Δ s (cm)
nasip- iznad razine mora	6,98	25	73,29	2,05
nasip- ispod razine mora	4,37	25	171,0	2,99

Σs=5,04 cm

TOČKA D

Tablica 32. Slijeganje pojedinih slojeva uslijed vlastite težine dodatnog nasipa

NAZIV SLOJA	DEBLJINA SLOJA Δ z(m)	Mk (MPa)	$\Delta\sigma`$ (kPa)	Δ s (cm)
dodatni nasip	3,63	25	20,31	0,29
sloj 5.	2,7	4,24	40,62	2,59
sloj 6.	2,6	9,13	40,62	1,16
sloj 7.	9,3	6,42	40,62	5,88
sloj 8.	0,9	15,84	40,62	0,23
sloj 9.	8,1	16,96	40,62	1,94
sloj 10.	5,9	45,67	40,62	0,52

Σs=12,09cm

2.4.3. Proračun slijeganja uslijed izgradnje novog lukobrana

Proračun slijeganja pojedinih slojeva se provodi pomoću modula stišljivosti:

$\Delta s=(\Delta\sigma`/Mk)*\Delta z$

Gdje je: Δs - slijeganje pojedinog sloja

$\Delta\sigma`$- srednja vrijednost efektivnih naprezanja

Mk - modul stišljivosti

Δz - debljina sloja

TOČKA A

Tablica 33. Slijeganje pojedinih slojeva uslijed dodatnih naprezanja u točki A

NAZIV SLOJA	DEBLJINA SLOJA Δ z(m)	Mk (MPa)	$\Delta\sigma$` (kPa)	Δ s (cm)
sloj 2.	2,36	20	194,06	2,29
sloj 4.	2,2	8,92	183,24	4,52
sloj 7.	1,8	6,42	172,41	4,83
sloj 8.	9,3	15,84	147,76	8,68
sloj 9.	10,5	16,96	107,579	6,66
Sloj 10.	2,2	45,67	92,31	0,44

$\sum$s=27,42cm

TOČKA B

Tablica 34. Slijeganje pojedinih slojeva uslijed dodatnih naprezanja u točki B

NAZIV SLOJA	DEBLJINA SLOJA Δ z(m)	Mk (MPa)	$\Delta\sigma$` (kPa)	Δ s (cm)
dodatni nasip	5,53	25	16,90	0,37
sloj 4.	1,8	8,92	17,77	0,36
sloj 7.	5,97	6,42	22,41	2,08
sloj 8.	4,6	15,84	30,92	0,90
sloj 9.	10,3	16,96	36,12	2,19
Sloj 10.	2,3	45,67	38,68	0,19

$\sum$s=6,1cm

TOČKA C

Tablica 35. Slijeganje pojedinih slojeva uslijed dodatnih naprezanja u točki C

NAZIV SLOJA	DEBLJINA SLOJA Δ z(m)	Mk (MPa)	$\Delta\sigma$` (kPa)	Δ s (cm)
sloj 2.	3,48	20	96,55	1,68
sloj 5.	5,5	4,24	84,9	11,01
sloj 6.	0,5	9,13	78,6	0,43
sloj 7.	7,1	6,42	66,06	7,31
sloj 8.	0,7	15,84	62,86	0,28
sloj 9.	8,1	16,96	55,14	2,63
Sloj 10.	5,9	45,67	45,14	0,58

$\sum$s=23,92cm

TOČKA D

Tablica 36. Slijeganje pojedinih slojeva u točki D

NAZIV SLOJA	DEBLJINA SLOJA Δ z(m)	Mk (MPa)	$\Delta\sigma$` (kPa)	Δ s (cm)
dodatni nasip	3,63	25	8,41	0,12
sloj 5.	2,7	4,24	8,78	0,56
sloj 6.	2,6	9,13	9,71	0,28
sloj 7.	9,3	6,42	13,57	1,97
sloj 8.	0,9	15,84	16,46	0,09
sloj 9.	8,1	16,96	18,05	0,86
Sloj 10.	5,9	45,67	19,00	0,25

Σs=3,88cm

3. PRORAČUN SLIJEGANJA POMOĆU PROGRAMA *SETTLE3D (ROCSCIENCE)*

3.1. Uvod u program SETTLE3D

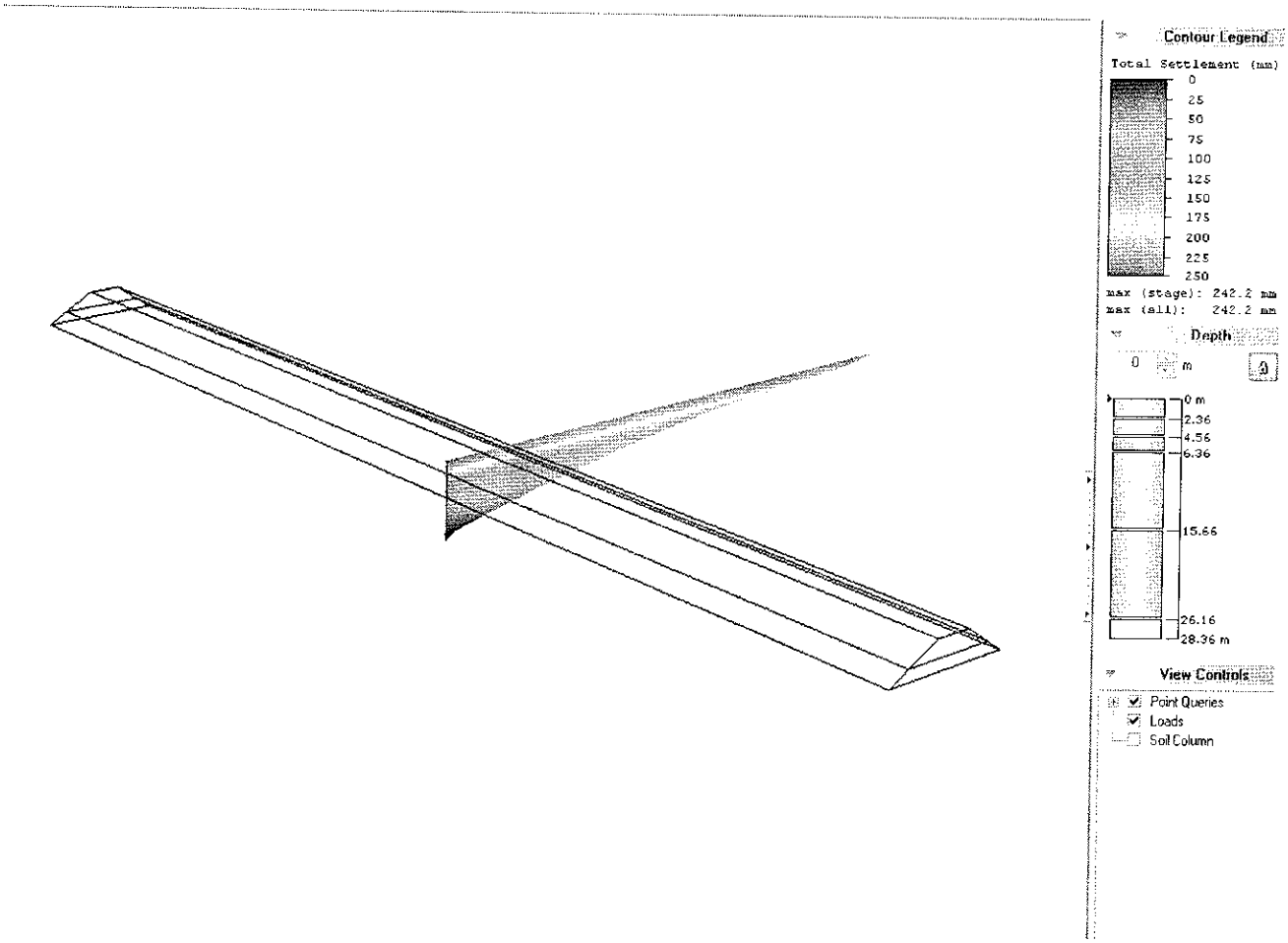
Računalni program Settle3d je trodimenzionalni program za analizu vertikalne konsolidacije i slijeganje ispod temelja, nasipa i površinskih opterećenja. Program kombinira jednostavnost jednodimenzionalne analize i sofisticiranije trodimenzionalne programe. Dakle moguće je brzo i efikasno kreirati profile slojeva terena i različita opterećenja te na temelju zadanih čimbenika dobiti rezultate u 3 dimenzije. Modeliranje može biti izvedeno vremenski tj. ovisno o konsolidaciji uključujući primarnu i sekundarnu konslidaciju u određenim vremenskim intervalima. Uz računanje slijeganja može se modelirati i razina vode u tlu.

3.2. Rezultati slijeganja dobiveni pomoću programa SETTLE3D

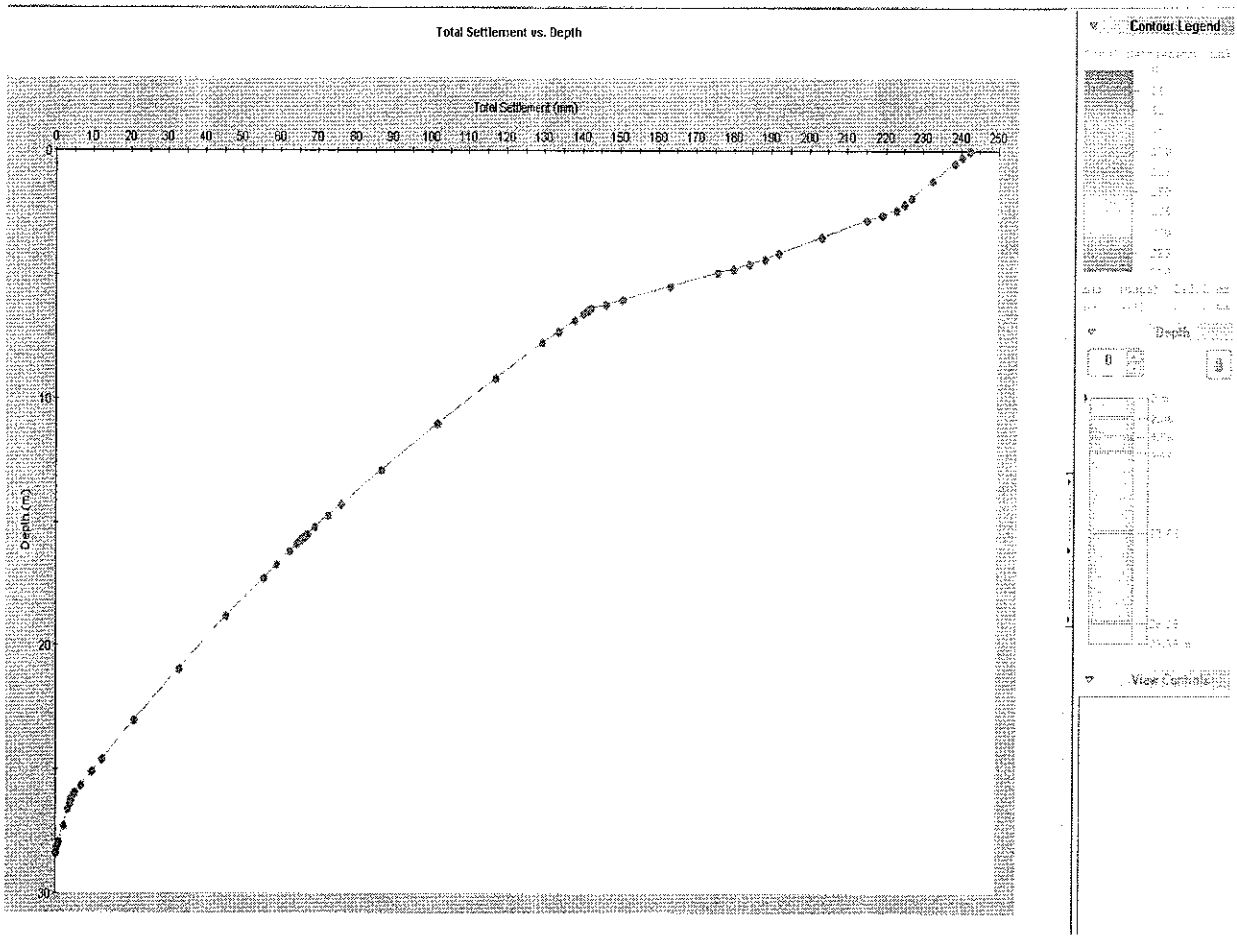
U programu SETTLE3D napravljen je model zadanog nasipa te su kreirani slojevi tla sa zadanim dimenzijama i modulima stišljivosti za svaku zadanu točku A, B, C i D kao i u klasičnoj metodi računanja. Iz tog modela je zatim automatski izračunato slijeganje i prikazano u 3d modelu te su uz to priloženi dijagrami ovisnosti dubine i slijeganja.

TOČKA A

Rezultat slijeganja u točki A iznosi 24, 2 cm.



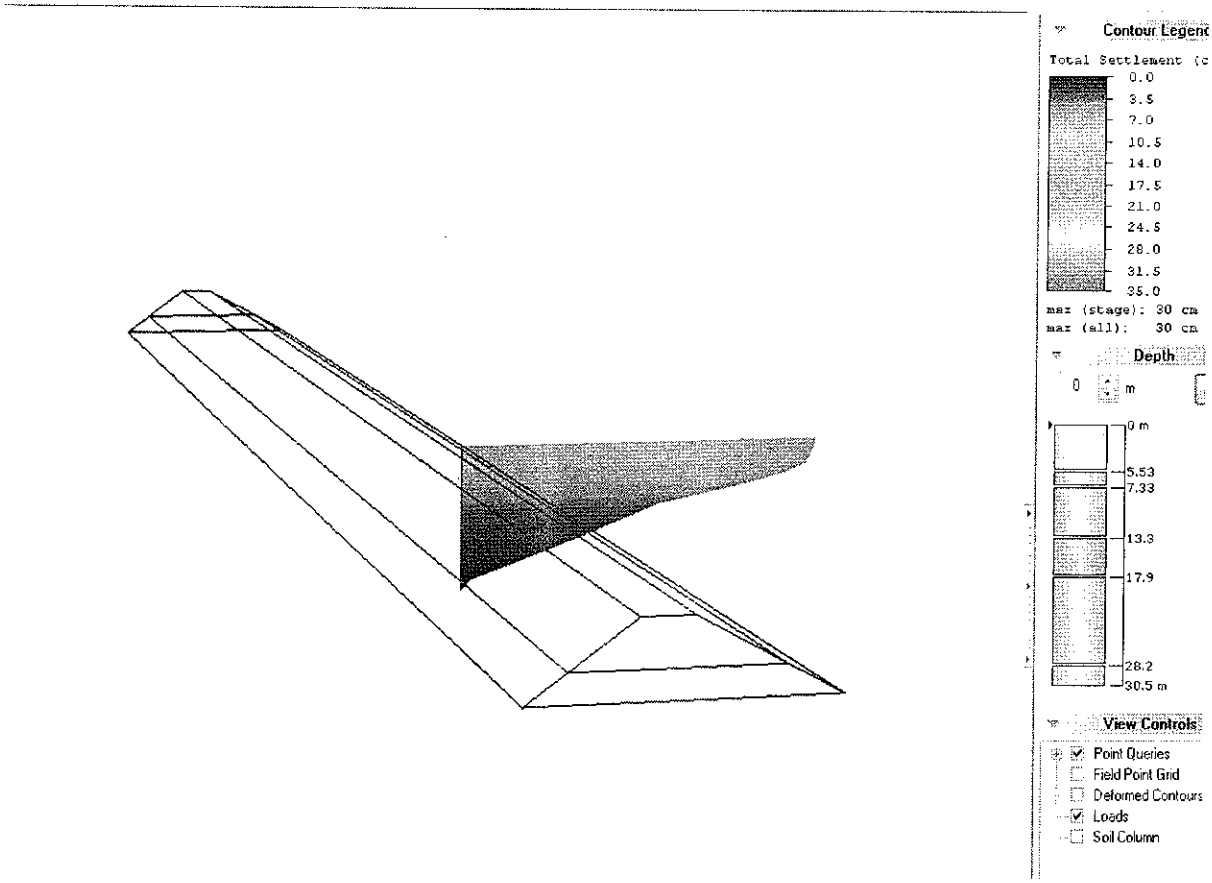
Slika 13. Rezultat slijeganja uslijed dodatnih naprezanja u točki A



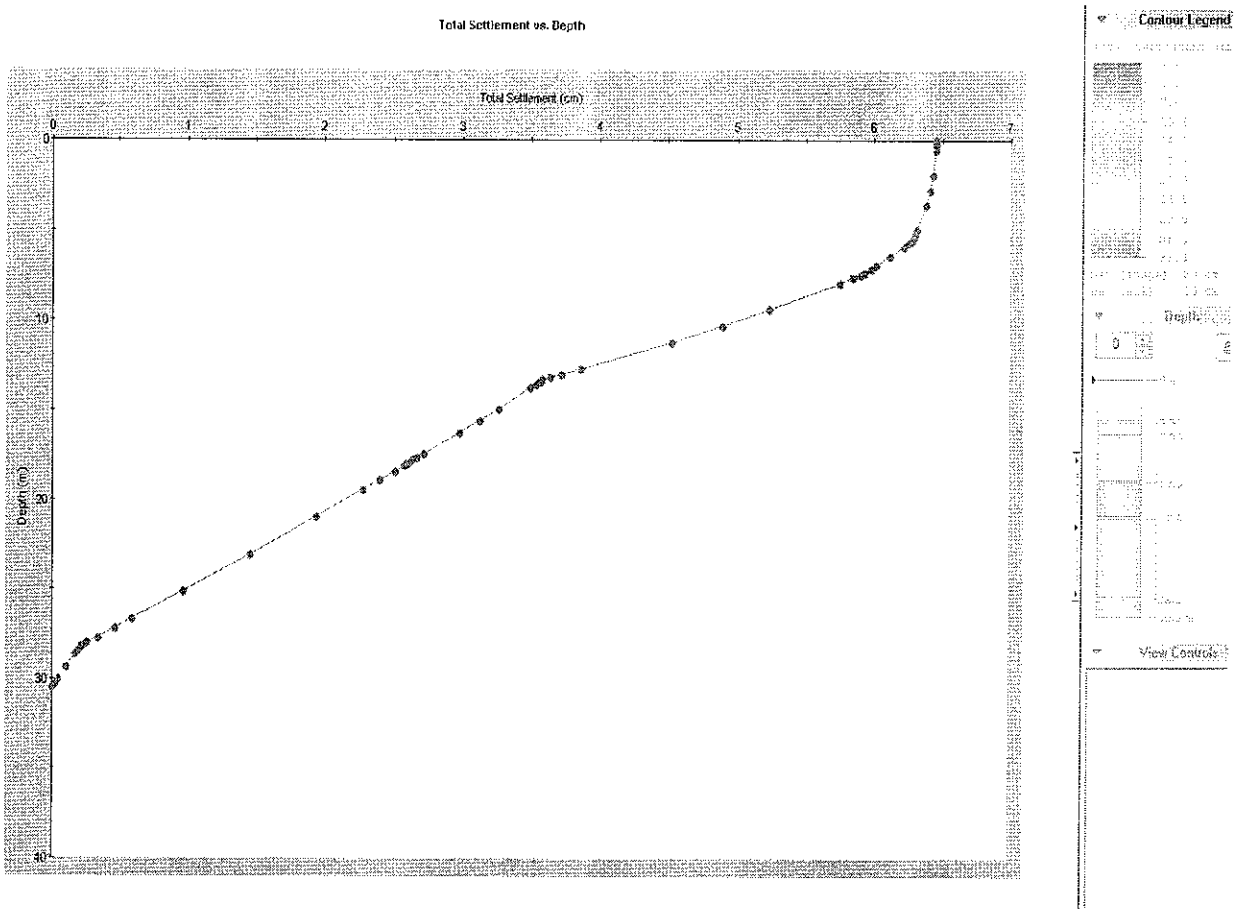
Slika 14. Dijagram ovisnosti dubine i slijeganja u točki A

TOČKA B

Slijeganje u točki B iznosi 6,4 cm.



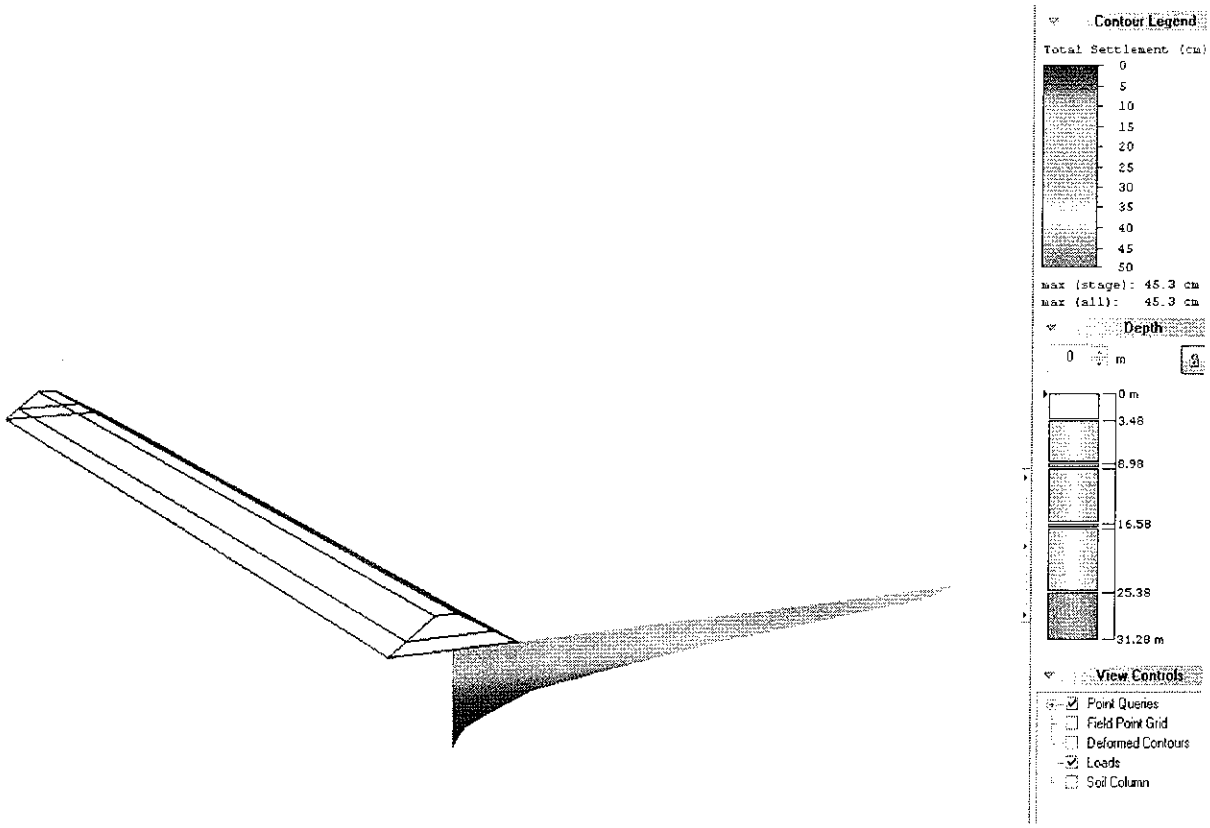
Slika 15. Rezultat slijeganja uslijed dodatnih naprezanja u točki B



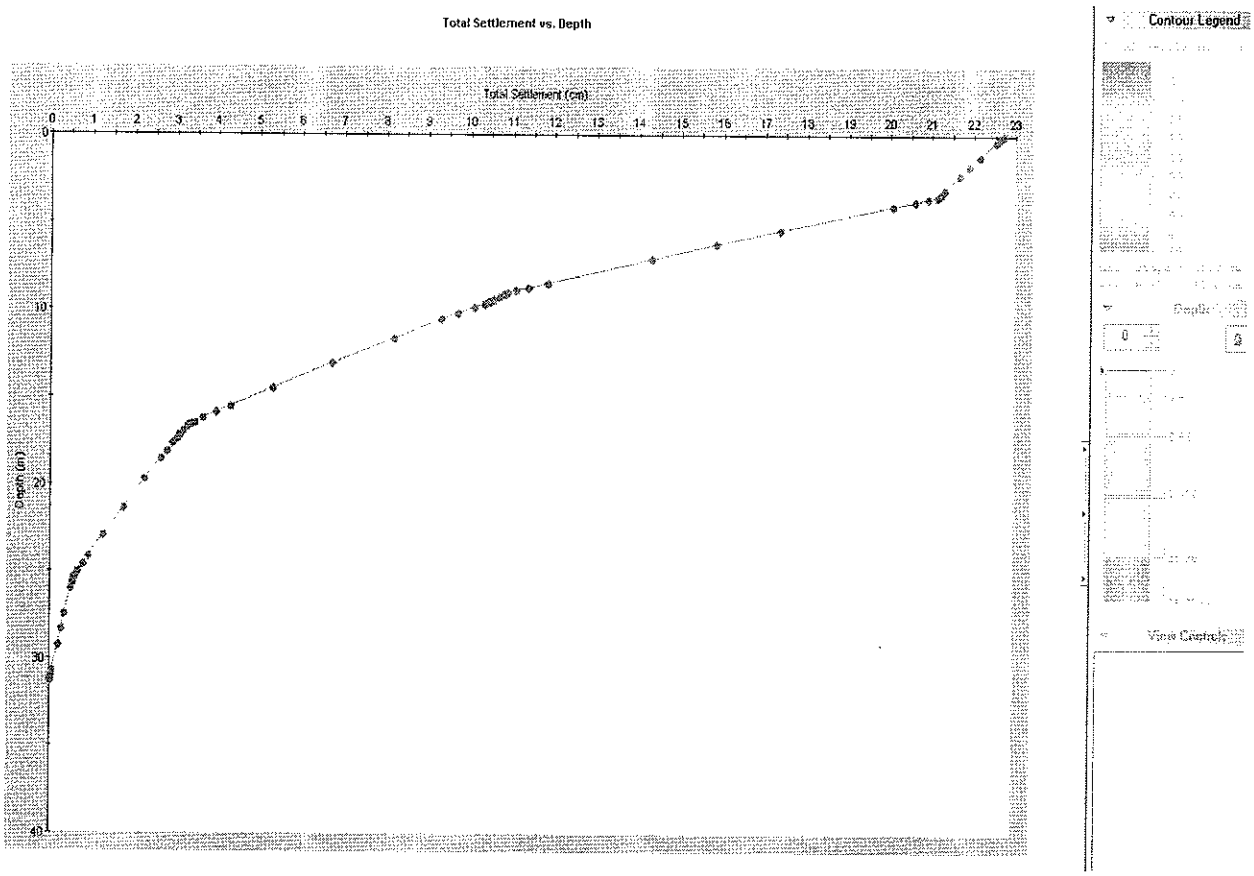
Slika 16. Dijagram ovisnosti dubine i slijeganja u točki B

TOČKA C

Slijeganje u točki C iznosi 22,7 cm.



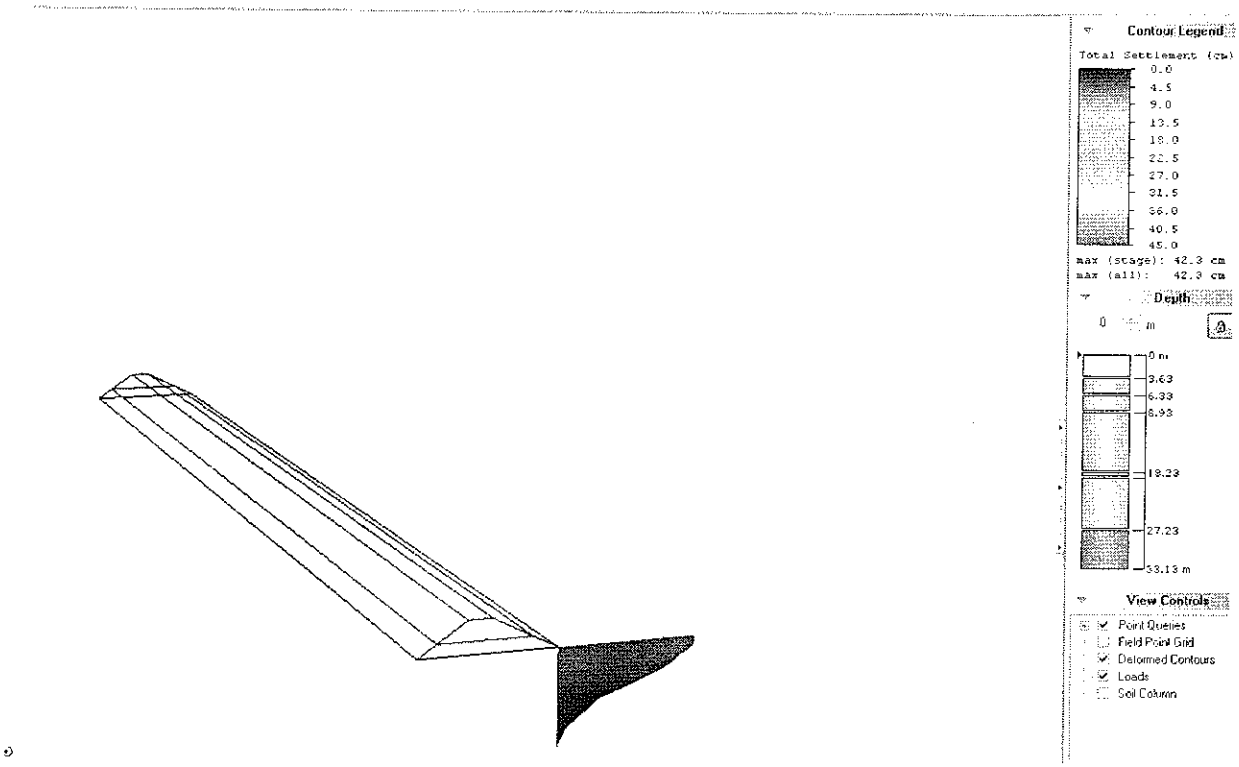
Slika 17. Rezultat slijeganja uslijed dodatnih naprezanja u točki C



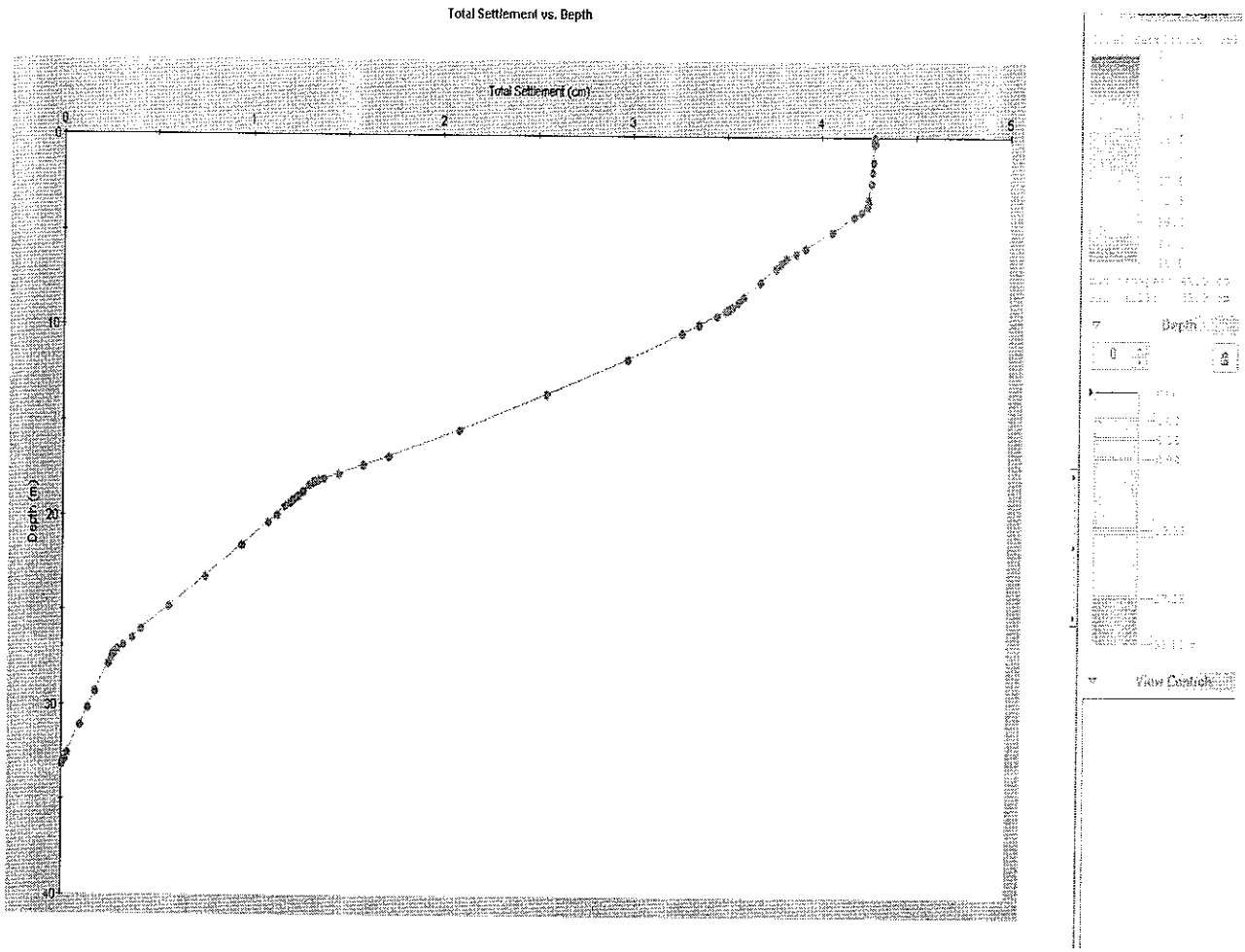
Slika 18. Dijagram ovisnosti dubine i slijeganja u točki C

TOČKA D

Slijeganje u točki D iznosi 4,3cm.



Slika 19. Rezultat slijeganja uslijed dodatnih naprezanja u točki D



Slika 20. Dijagram ovisnosti dubine i slijeganja u točki D

4. NOSIVOST PREMA EC7

4.1.Analiza parametara

4.1.1. Prosječna svojstva tla do dubine bušenja

Analizom parametara uzete su određene vrijednosti kohezije i unutarnjeg trenja za sve slojeve tj. geotehničke sredine. U ovome slučaju uzeli smo prosječne vrijednosti iz oba presjeka u zoni od interesa GS 7, 8, 9 i 10. (Prilog 8). Pošto su parametri svih slojeva u oba presjeka približno slični računamo nosivost cijelog nasipa sa jedinstvenim veličinama, a ne posebno na kraju i u sredini nasipa kako je u zadatku navedeno.

Prosječna vrijednost parametara (sredina i kraj presjeka)

- Kohezija (drenirana i nedrenirana)

  c_u= 99,84kPa c`=21,59kPa
- Kut unutarnjeg trenja materijala

  φ` = 18,93
- Jedinična težina tla

  γ_{sat}= 19,85 kN/m^3

  γ= 10,04 kN/m^3

  γ_w= 9,81 kN/m^3

4.1.2. Svojstva tla kod dubine plohe sloma

Slom nastaje nakon dovoljne velike deformacije tla, potom dolazi do stabilizacije zbog promjene geometrijskih uvjeta ili uvjeta u tlu. U ovome slučaju uzet je prosječni kut unutarnjeg trenja φ=18,93° te smo uz Prandl- Risser- ovo rješenje (45+φ/2) dobili točku sloma u sloju 10.

Parametri tla GS10 (sloj 10)

- Kohezija (drenirana i nedrenirana)

  c_u= 144 kPa c`=24,36kPa
- Kut unutarnjeg trenja materijala

  φ` = 20,72
- Jedinična težina tla

  γ_{sat}= 20,8 kN/m^3

  γ`= 10,99 kN/m^3

  γ_w = 9,81 kN/m^3

4.2. Analiza nostivosti temeljnog tla prema Eurokodu 7

Proračun izvesti po EC7 (HRN EN 1997-1:2012) prema projektnom pristupu PP3

$(A_1^d+A_2^e)+M_2+R_3$

Parcijalni faktori za granična stanja STR i GEO

- Parcijalni faktori djelovanja

  $\gamma_{G;dst}$ = 1,35 (A_1); 1,0 (A_2)

  $\gamma_{G;stb}$ = 1,0 (A_1); 1,0 (A_2)

  $\gamma_{Q,dst}$ = 1,5 (A_1); 1,3 (A_2)

  $\gamma_{Q,stb}$ = 0,0 (A_1); 0,0 (A_2)

- Parcijalni faktori svojstva materijala

  $\gamma_{\varphi'}$ = 1,25

  $\gamma_{c'}$ = 1,25

  γ_{γ} = 1,0

- Parcijalni faktori otpora

  γ_{Rv} = 1,0

  γ_{Rh} = 1,0

4.2.1. 1. Način (slojevi geotehničkih sredina 7, 8, 9 i 10 uzeti u obzir)

Drenirani uvjeti

Parametri tla (sredina i kraj presjeka)

γ_{sat}=19,85 kN/m^2

γ`=10,04 kN/m^2

c`=21,59 kPa

φ`=18,93°

Reducirana karakteristična vrijednost (Orr&Farrell)

$$\gamma_{k,sr} = 19{,}85 \cdot 1 = 19{,}85 kN/m^3$$

$$\gamma`_{k,sr} = 10{,}04 \cdot 1 = 10{,}04 kN/m^3$$

$$c`_{k,sr} = 21{,}59 \cdot 0{,}8 = 17{,}27 kPa$$

$$\varphi`_{k,sr} = arcg\,(tg\,(18{,}93) * 0{,}95) = 18{,}05°$$

Proračunske vrijednosti

$$\gamma_d = \frac{\gamma_k}{\gamma_\gamma} \qquad c = \frac{c_k}{\gamma_{c'}} \qquad \varphi_d = \tan^{-1}\left(\frac{\tan\varphi_k}{\gamma_{tg\varphi'}}\right)$$

$$\gamma_{d,sr} = \frac{19{,}85}{1} = 19{,}85 kN/m^3$$

$$\gamma`_{d,sr} = \frac{10{,}04}{1} = 10{,}04 kN/m^3$$

$$c_d = \frac{c_k}{1{,}25} c_{d,sr} = \frac{17{,}27}{1{,}25} = 13{,}82\ kPa$$

$$\varphi_{d,sr} = \tan^{-1}\left(\frac{\tan\varphi_{k,sr}}{1{,}25}\right), \qquad \varphi_{k,sr} = 18{,}05^0\,, \quad \varphi_{d,sr} = \tan^{-1}\left(\frac{\tan 21{,}2^0}{1{,}25}\right) = 14{,}61^0$$

Nosivost tla ispod lukobrana

$$c_d = 13{,}82\ kPa \varphi_d = 14{,}61^0 \gamma'_{uronjeno} = 10{,}04 \frac{kN}{m^3} \gamma_{saturirano} = 19{,}85 \frac{kN}{m^3}$$

$$V_d = \gamma_{G,DST} \cdot \sum W = 1{,}35 \cdot 2171354{,}68 = 2931328{,}82\ kN$$

$$V_d = \gamma_{Q,DST} \cdot \sum Q = 1{,}50 \cdot 13500 = 20250\ kN$$

(Q=450*7,5*4=13500 kN, prema Eurokodu za promjenjivo opterećenje uzima se 4kN/m^2)

$$M_d = \gamma_{G,DST} \cdot M_d = 1{,}35 \cdot 0{,}00 = 0{,}00\ kNm$$

$$M_d = \gamma_{Q,DST} \cdot M_d = 1{,}50 \cdot 0{,}00 = 0{,}00\ kNm$$

EkscentricitetsileV$_d$

$$e_B = \frac{M_d}{V_d} = 0\ (m) \leq \frac{B}{6}, \qquad 0 \leq \frac{47{,}23}{6} = 7{,}87\ \text{m}$$

$$B' = B - 2e_B = 47{,}23 - 2 \cdot 0 = 47{,}23(m)$$

$$e_L = \frac{M_d}{V_d} = 0\ (m) \leq \frac{L}{6}, \qquad 0 \leq \frac{450}{6} = 75{,}00\ m$$

$$L' = L - 2e_B = 450 - 2 \cdot 0 = 450(m)$$

NOSIVOST TLA ispodispod plitkog temelja za drenirane uvjete

$$q_{R,d} = c_d \cdot N_c \cdot b_c \cdot S_c \cdot i_c + \sigma'_{VO} \cdot N_q \cdot b_q \cdot S_q \cdot i_q + 0{,}5 \cdot B' \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot S_\gamma \cdot i_\gamma$$

σ`$_{vo}$=0 kPa (Temeljna ploha je na površini tla)

Faktori nosivosti

$$N_q = e^{\pi tg(\varphi_d)} \cdot tg^2\left(45^0 + \frac{\varphi_d}{2}\right) = e^{\pi \cdot tg(14{,}61^0)} \cdot tg^2\left(45^0 + \frac{14{,}61^0}{2}\right) = 3{,}8$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot ctg(\varphi_d) = (3{,}8 - 1) \cdot ctg(14{,}61^0) = 10{,}74$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q - 1) \cdot tg(\varphi_d) = 2 \cdot (3{,}8 - 1) \cdot tg(14{,}61°) = 1{,}46$$

Nagib baze temelje

Horizontalna baza

$$b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

Faktori oblika temelja

$$S_q = 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \sin\varphi_d = 1 + \frac{47{,}23}{450} \cdot \sin 14{,}61^0 = 1{,}01$$

$$S_\gamma = 1 - 0{,}3 \cdot \frac{B'}{L'} = 1 - 0{,}3 \cdot \frac{47{,}23}{450} = 0{,}97$$

$$S_c = \frac{S_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} = \frac{1{,}01 \cdot 3{,}8 - 1}{3{,}8 - 1} = 1{,}01$$

Faktori nagiba rezultante djelovanja

Vertikalno djelovanje

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

Nosivost tla

$$q_{R,d} = 13{,}82 \cdot 10{,}74 \cdot 1 \cdot 1{,}01 \cdot 1 + 0 + 0{,}5 \cdot 47{,}23 \cdot 10{,}04 \cdot 1{,}46 \cdot 1 \cdot 0{,}97 \cdot 1$$

$$q_{R,d} = 149{,}21 + 335{,}77 = 484{,}98\ kPa$$

$$R_d = \frac{q_{R,d}}{\gamma_{RD}} = \frac{484{,}79}{1{,}00} = 484{,}79\ kPa$$

$$E_d \leq R_d \rightarrow \frac{V_d}{A'} \leq R_d$$

$$\frac{2951578{,}82}{47{,}23 \cdot 450} \leq 484{,}79$$

$$138{,}87 \leq 484{,}79 \rightarrow zadovoljava$$

Stupanj iskorištenosti

$$U = \frac{E_d}{R_d} \cdot 100[\%] = \frac{138{,}87}{474{,}79} \cdot 100[\%] = 29{,}04\ \%$$

Nedrenirani uvjeti

NOSIVOST TLA ispod plitkog temelja za nedrenirane uvjete

$$q_{R,d} = (\pi + 2) \cdot c_{u,d} \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q$$

c_u – nedrenirana čvrstoća tla

q – ukupno naprezanje na razini temeljne plohe

$$b_c = 1 - \frac{2\alpha}{\pi + 2} \alpha - nagibbazetemelja$$

$$s_c = 1 + 0{,}2 \cdot \frac{B'}{L'}$$

$$i_c = 0{,}5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H_{E,d}}{B' \cdot L' \cdot c_{u,d}}}\right) uzH_{E,d} \leq A'c_{u,d}$$

$$b_c = 1 - \frac{2\alpha}{\pi + 2} = 1 - \frac{2 \cdot 0}{\pi + 2} = 1$$

$$s_c = 1 + 0{,}2 \cdot \frac{B'}{L'} = 1 + 0{,}2 \cdot \frac{47{,}23}{450} = 1{,}02$$

$$i_c = 0{,}5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H_{E,d}}{B' \cdot L' \cdot c_{u,d}}}\right) = 0{,}5 \cdot (1 + 1) = 1$$

$$q = 0 \ kPa$$

Parametri tla (sredina i kraj presjeka)

c_u=99,84 kPa

Reducirana karakteristična vrijednost (Orr&Farrell)

$$c_{u,k} = 99{,}84 \cdot 0{,}85 = 84{,}86 kPa$$

$$c_{u,d} = \frac{c_{u,k}}{\gamma_{cu}} = \frac{84{,}86}{1{,}40} = 60{,}61 \ kN$$

Nosivost tla

$$q_{R,d} = (\pi + 2) \cdot 60{,}61 \cdot 1 \cdot 1{,}02 \cdot 1 + 0 = 317{,}86 \ kPa$$

$$R_d = \frac{q_{R,d}}{\gamma_{RD}} = \frac{317{,}86}{1{,}00} = 317{,}86 \ kPa$$

Ukupno naprezanje od vlastite težine nasipa na razini temeljne plohe

B=47,23 m

A_{uk}=310,56 $m^2/m`$ (površina presjeka nasipa)

γ_{sat}=21,0 kN/m^2(jedinična težina nasipa)

$$q_{tot} = \frac{A_{uk} * \gamma_{sat}}{B} = \frac{310,56 * 21}{47,23} = 138,09kPa$$

$q_1=q_{tot}*1,35=138,09*1,35=186,41$ kPa

$$q_2 = \frac{Q}{B * L} = \frac{20250}{450 * 47,23} = 0,95kPa$$

$q_{uk}=q_1+q_2=186,41+0,95=187,36$ kPa

$E_d \leq Rd$ $q_{uk} \leq Rd$

$187,36 \leq 317,86$

$187,36 \leq 317,86 \rightarrow zadovoljava$

4.2.2. 2. Način (svojstva tla kod dubine plohe sloma(GS 10))

Drenirani uvjeti

Vrijednosti GS10

$\gamma_{sat} = 20{,}8kN/m^3$

$\gamma` = 10{,}99kN/m^3$

$c'_{sr} = 24{,}36kPa$

$\varphi`_{sr} = 20{,}72°$

Reducirana karakteristična vrijednost (Orr&Farrell)

$\gamma_{k,sr} = 20{,}8 \cdot 1 = 20{,}8kN/m^3$

$\gamma`_{k,sr} = 10{,}99 \cdot 1 = 10{,}99kN/m^3$

$c`_{k,sr} = 24{,}36 \cdot 0{,}8 = 19{,}49kPa$

$\varphi`_{k,sr} = arcg\,(tg\,(20{,}7) * 0{,}95) = 19{,}75°$

Proračunske vrijednosti

$$\gamma_d = \frac{\gamma_k}{\gamma_\gamma} \qquad c_d = \frac{c_k}{\gamma_{c'}} \qquad \varphi_d = \tan^{-1}\left(\frac{\tan\varphi_k}{\gamma_{tg\varphi'}}\right)$$

$$\gamma_{d,sr} = \frac{20{,}8}{1} = 20{,}8kN/m^3$$

$$\gamma`_{d,sr} = \frac{10{,}99}{1} = 10{,}99kN/m^3$$

$$c_d = \frac{c_k}{1{,}25} c_{d,sr} = \frac{19{,}75}{1{,}25} = 15{,}8\ kPa$$

$$\varphi_{d,sr} = \tan^{-1}\left(\frac{\tan\varphi_{k,sr}}{1{,}25}\right), \qquad \varphi_{k,sr} = 19{,}75^0, \quad \varphi_{d,sr} = \tan^{-1}\left(\frac{\tan 19{,}75^0}{1{,}25}\right) = 16{,}03^0$$

Nosivost tla ispod lukobrana

$$c_d = 15{,}8\ kPa \varphi_d = 16{,}03^0 \gamma'_{uronjeno} = 10{,}99 \frac{kN}{m^3} \gamma_{saturirano} = 20{,}08 \frac{kN}{m^3}$$

$$V_d = \gamma_{G,DST} \cdot \sum W = 1{,}35 \cdot 2171354{,}68 = 2931328{,}82\ kN$$

$$V_d = \gamma_{Q,DST} \cdot \sum Q = 1{,}50 \cdot 13500 = 20250\ kN$$

(Q=450*7,5*4=13500 kN, prema eurokodu za promjenjivo opterećenje uzima se 4kN/m^2)

$$M_d = \gamma_{G,DST} \cdot M_d = 1{,}35 \cdot 0{,}00 = 0{,}00\ kNm$$

$$M_d = \gamma_{Q,DST} \cdot M_d = 1{,}50 \cdot 0{,}00 = 0{,}00\ kNm$$

Ekscentricitet sile V_d

$$e_B = \frac{M_d}{V_d} = 0\ (m) \leq \frac{B}{6}, \qquad 0 \leq \frac{47{,}23}{6} = 7{,}87\ \text{m}$$

$$B' = B - 2e_B = 47{,}23 - 2 \cdot 0 = 47{,}23(m)$$

$$e_L = \frac{M_d}{V_d} = 0\ (m) \leq \frac{L}{6}, \qquad 0 \leq \frac{450}{6} = 75{,}00\ m$$

$$L' = L - 2e_B = 450 - 2 \cdot 0 = 450(m)$$

NOSIVOST TLA ispod ispod plitkog temelja za drenirane uvjete

$$q_{R,d} = C_d \cdot N_c \cdot b_c \cdot S_c \cdot i_c + \sigma'_{VO} \cdot N_q \cdot b_q \cdot S_q \cdot i_q + 0{,}5 \cdot B' \cdot \gamma \cdot N_\gamma \cdot b_\gamma \cdot S_\gamma \cdot i_\gamma$$

σ'_{vo}=0 kPa (Temeljna ploha je na površini tla)

Faktori nosivosti

$$N_q = e^{\pi tg(\varphi_d)} \cdot tg^2\left(45^0 + \frac{\varphi_d}{2}\right) = e^{\pi \cdot tg(16{,}03^0)} \cdot tg^2\left(45^0 + \frac{16{,}03^0}{2}\right) = 4{,}35$$

$$N_c = \left(N_q - 1\right) \cdot ctg(\varphi_d) = (4{,}35 - 1) \cdot ctg(16{,}03^0) = 11{,}66$$

$$N_\gamma = 2 \cdot \left(N_q - 1\right) \cdot tg(\varphi_d) = 2 \cdot (4{,}35 - 1) \cdot tg(16{,}03) = 1{,}92$$

Nagib baze temelje

Horizontalna baza

$$b_c = b_q = b_\gamma = 1$$

Faktori oblika temelja

$$S_q = 1 + \frac{B'}{L'} \cdot \sin \varphi_d = 1 + \frac{47{,}23}{450} \cdot \sin 16{,}03^0 = 1{,}03$$

$$S_\gamma = 1 - 0{,}3 \cdot \frac{B'}{L'} = 1 - 0{,}3 \cdot \frac{47{,}23}{450} = 0{,}97$$

$$S_c = \frac{S_q \cdot N_q - 1}{N_q - 1} = \frac{1{,}03 \cdot 4{,}35 - 1}{4{,}35 - 1} = 1{,}04$$

Faktori nagiba rezultante djelovanja

Vertikalno djelovanje

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

Nosivost tla

$$q_{R,d} = 15{,}8 \cdot 11{,}66 \cdot 1 \cdot 1{,}04 \cdot 1 + 0 + 0{,}5 \cdot 47{,}23 \cdot 10{,}99 \cdot 1{,}92 \cdot 1 \cdot 0{,}97 \cdot 1$$

$$q_{R,d} = 191{,}6 + 483{,}35 = 674{,}95\ kPa$$

$$R_d = \frac{q_{R,d}}{\gamma_{RD}} = \frac{674{,}95}{1{,}00} = 674{,}95$$

$$E_d \leq R_d \rightarrow \frac{V_d}{A'} \leq R_d$$

$$\frac{2951578{,}82}{47{,}23 \cdot 450} \leq 674{,}95$$

$$138{,}87 \leq 674{,}95 \rightarrow zadovoljava$$

Stupanj iskorištenosti

$$U = \frac{E_d}{R_d} \cdot 100[\%] = \frac{138,87}{674,95} \cdot 100[\%] = 20,57\ \%$$

Nedrenirani uvjeti

NOSIVOST TLA ispod plitkog temelja za nedrenirane uvjete

$$q_{R,d} = (\pi + 2) \cdot c_{u,d} \cdot b_c \cdot s_c \cdot i_c + q$$

c_u – nedrenirana čvrstoća tla

q – ukupno naprezanje na razini temeljne plohe

$$b_c = 1 - \frac{2\alpha}{\pi + 2} \alpha - nagib\ bazete\ melja$$

$$s_c = 1 + 0,2 \cdot \frac{B'}{L'}$$

$$i_c = 0,5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H_{E,d}}{B' \cdot L' \cdot c_{u,d}}}\right) uz H_{E,d} \leq A' c_{u,d}$$

$$b_c = 1 - \frac{2\alpha}{\pi + 2} = 1 - \frac{2 \cdot 0}{\pi + 2} = 1$$

$$s_c = 1 + 0,2 \cdot \frac{B'}{L'} = 1 + 0,2 \cdot \frac{47,23}{450} = 1,02$$

$$i_c = 0,5 \cdot \left(1 + \sqrt{1 - \frac{H_{E,d}}{B' \cdot L' \cdot c_{u,d}}}\right) = 0,5 \cdot (1 + 1) = 1$$

$$q = 0\ kPa$$

Parametri tla (sredina i kraj presjeka)

$$c_u = 144 kPa$$

Reducirana karakteristična vrijednost (Orr&Farrell)

$$c_{u,k} = 144 \cdot 0{,}85 = 122{,}4 kPa$$

$$c_{u,d} = \frac{c_{u,k}}{\gamma_{cu}} = \frac{122{,}4}{1{,}40} = 87{,}43\ kN$$

Nosivost tla

$$q_{R,d} = (\pi + 2) \cdot 87{,}43 \cdot 1 \cdot 1{,}02 \cdot 1 + 0 = 458{,}52\ kPa$$

$$R_d = \frac{q_{R,d}}{\gamma_{RD}} = \frac{458{,}52}{1{,}00} = 458{,}52\ kPa$$

Ukupno naprezanje od vlastite težine nasipa na razini temeljne plohe

B=47,23 m

A_{uk}=310,56 $m^2/m`$ (površina presjeka nasipa)

γ_{sat}=21,0 kN/m^2(jedinična težina nasipa)

$$q_{tot} = \frac{A_{uk} * \gamma_{sat}}{B} = \frac{310{,}56 * 21}{47{,}23} = 138{,}09 kPa$$

$q_1=q_{tot}*1{,}35=138{,}09*1{,}35=186{,}41$ kPa

$$q_2 = \frac{Q}{B * L} = \frac{20250}{450 * 47{,}23} = 0{,}95 kPa$$

$q_{uk}=q_1+q_2=186{,}41+0{,}95=187{,}36$ kPa

$E_d \leq Rd$ $q_{uk} \leq Rd$

$187{,}36 \leq 458{,}52$

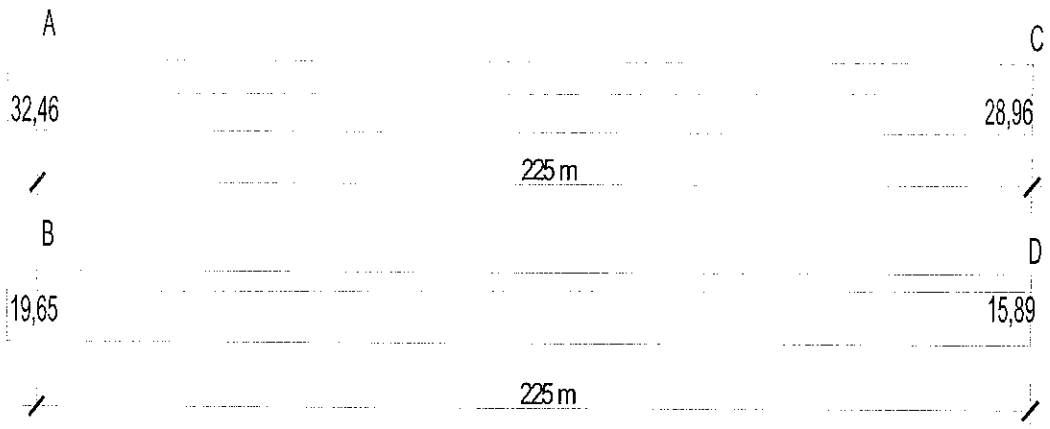
$187{,}36 \leq 458{,}52 \rightarrow zadovoljava$

5. ZAKLJUČAK

5.1. Rezultati provedene analize slijeganja lukobrana (klasično izvedene)

Tablica 37. Rezultati proračuna(klasično izvedeni)

Karakteristične točke	⊿s uslijed vl. težine novog lukobrana	⊿s uslijed vl. težine dodatnog nasipa	⊿s uslijed dodatnih naprezanja	⊿s ukupno slijeganje
A	5,04	-	27,42	32,46
B	-	13,55	6,1	19,65
C	5,04	-	23,92	28,96
D	-	12,09	3,8	15,89



Slika21. Skica slijeganja lukobrana

Analiza slijeganja nasipa/lukobrana u 4 karakteristične točke pokazala su da je slijeganjepribližno jednoliko i očekivano za ovakvu građevinu i geotehničke uvjete. Na prvom uzdužnom presjeku između točaka A i C razlika u slijeganju je 3,5 cm dok je u drugom presjeku između točaka B i D razlika u slijeganju lukobrana 3,76 cm.

5.2. Rezultati provedene analize slijeganja lukobrana (settle3d)

Tablica 38. Rezultati proračuna (settle3d)

Karakteristične točke	Δs uslijed vl. težine novog lukobrana	Δs uslijed vl. težine dodatnog nasipa	Δs uslijed dodatnih naprezanja	Δs ukupno slijeganje
A	5,04	-	24,2	29,24
B	-	13,55	6,4	19,95
C	5,04	-	22.7	27,74
D	-	12,09	4,3	16,39

Rezultati slijeganja nasipa/lukobrana u računalnom program SETTEL3D pokazali su se približno sličnima sa rezultatima dobivenim metodom Steinbrenner-a. Najveće odstupanje je 3,22 cm u točki A, a najmanje u točki B sa samo 0,3 cm odstupanja. Jedan od razloga može biti neprecizno iščitavanje utjecajnih faktora iz Steinrenner-ovog dijagrama prilikom računanja dodatnih naprezanja. Uz to program jedino može izračunati slijeganje uslijed izgradnje lukobrana jer u njemu nije omogućeno računati slijeganje od vlastite težine slojeva tla. Tako su ostali rezultati uzeti iz klasičnog proračuna slijeganja.

5.3. Rezultati analize nosivosti temeljnog tla prema Eurokodu 7

Analiza nosivosti prema Eurokodu 7 pokazala je u oba slučaja proračuna za interesno područje temeljnog tla zadovoljavajuće rezultate za drenirane i nederinrane uvjete. Provedena je analiza za prosječne parametre čvrstoće na smicanje i za parametre sloja u kojem se nalazi veći dio plohe sloma.

U ovome slučaju pristup analizi nosivosti prema EC7 i nije baš najbolje rješenje jer je riječ o nasipu velike površine, a ne o krutim temeljima za kakve je namijenjen Eurokod. Alternativno, može se provesti analiza stabilnosti nasipa s podtemeljnim tlom kako bi utvrdili mogućnost stvaranja kliznih ploha tj. urušavanja.

6. LITERATURA

(1) Miščević P. *Predavanja - Naprezanja u tlu* Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split

Dostupno na:http://www.gradst.hr/Ustrojfakulteta/Katedre/Geotehnika/Stru%C4%8Dnistudijgra%C4%91evinarstva/Mehanikatlaitemeljenje/tabid/906/Default.aspx(20. rujna 2015.)

(2) Miščević P. *Predavanja - Čvrstoća tla na smicanje* Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split

Dostupno na:http://gradst.unist.hr/Ustrojfakulteta/Katedre/Geotehnika/Preddiplomskistudijgra%C4%91evinarstva/Mehanikatlaitemeljenje/tabid/896/Default.aspx(20. rujna 2015.)

(4) Miščević P. *Predavanja - Naprezanja u tlu* Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Split

Dostupno na:http://gradst.unist.hr/Ustrojfakulteta/Katedre/Geotehnika/Preddiplomskistudijgra%C4%91evinarstva/Mehanikatlaitemeljenje/tabid/896/Default.aspx(20. rujna 2015.)

(5) Roje-Bonacci, T. (2007.), *Mehanika tla*, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Split

7. PRILOZI

7.1. Prilog 1 - Situacija s položajem istražnih bušotina MJ 1:1250

7.2. Prilog 2 - Karakteristični poprečni presjek MJ 1:250

7.3. Prilog 3 - Geotehnički profil 1 MJ 1:100/MJ 1:200

7.4. Prilog 4 - Geotehnički profil 2 MJ 1:100/MJ 1:200

7.5. Prilog 5 - Sondažni profili

7.6. Prilog 6 - Rezultati geotehničkih laboratorijskih ispitivanja

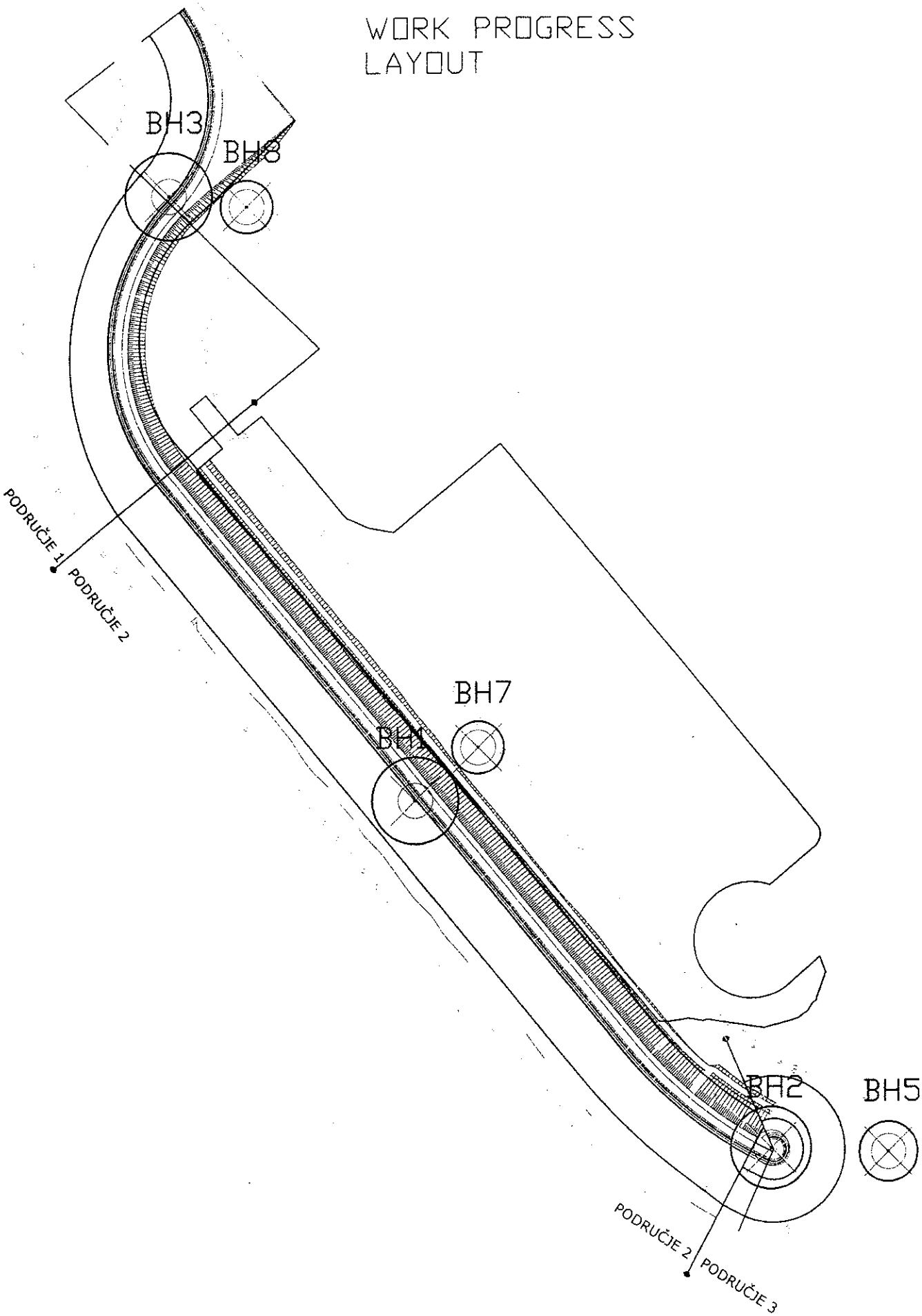
7.7. Prilog 7 - Geotehnički modeli MJ 1:120

7.8.Prilog 8 - Analiza parametara tla

7.1. Prilog 1 - Situacija s položajem istražnih bušotina MJ 1:1250

Printed with progeCAD Educational version www.progecad.com. Business usage is strictly prohibited.

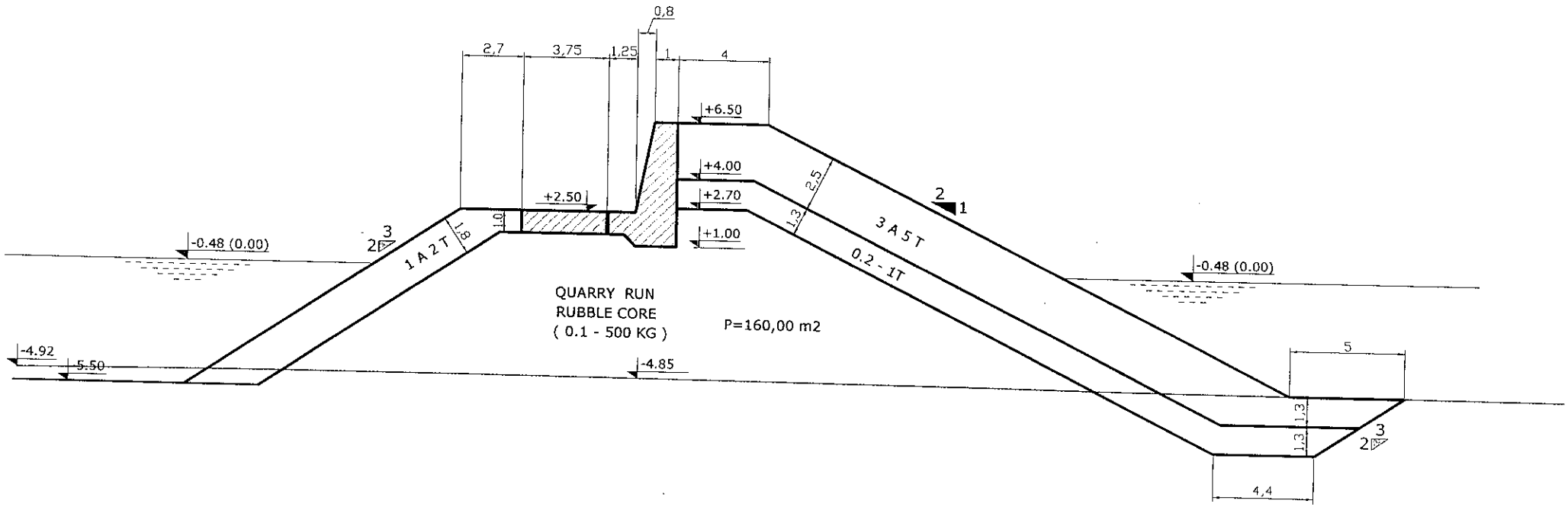
WORK PROGRESS LAYOUT



7.2. Prilog 2 - Karakteristični poprečni presjek MJ 1:250

nted pro AD E ation. ersic.. ..ww.progecad.com. Business usage is strictly pronibited.

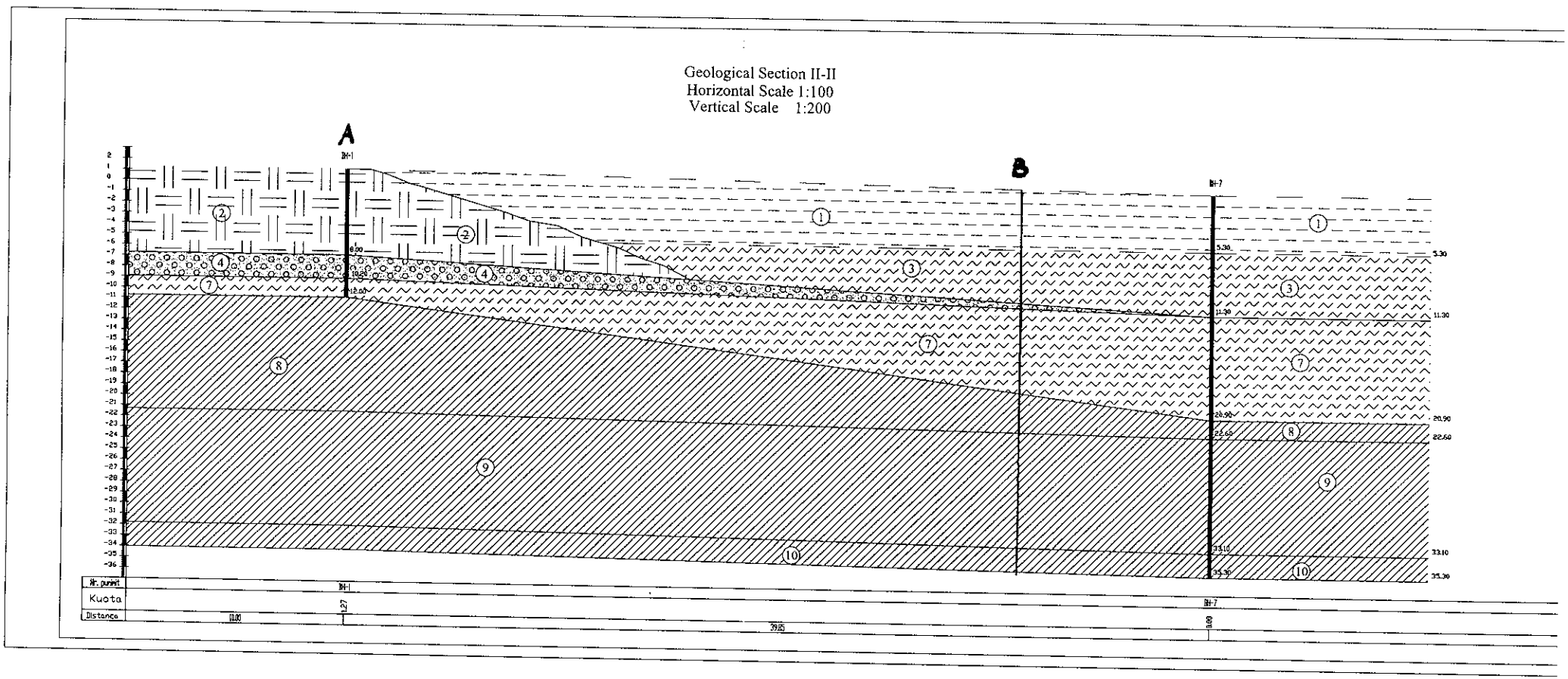
MAIN BREAKWATER
CROSS SECTION : 9-9



Printed with progeCAD Educational version www.progecad.com. Business usage is strictly prohibited.

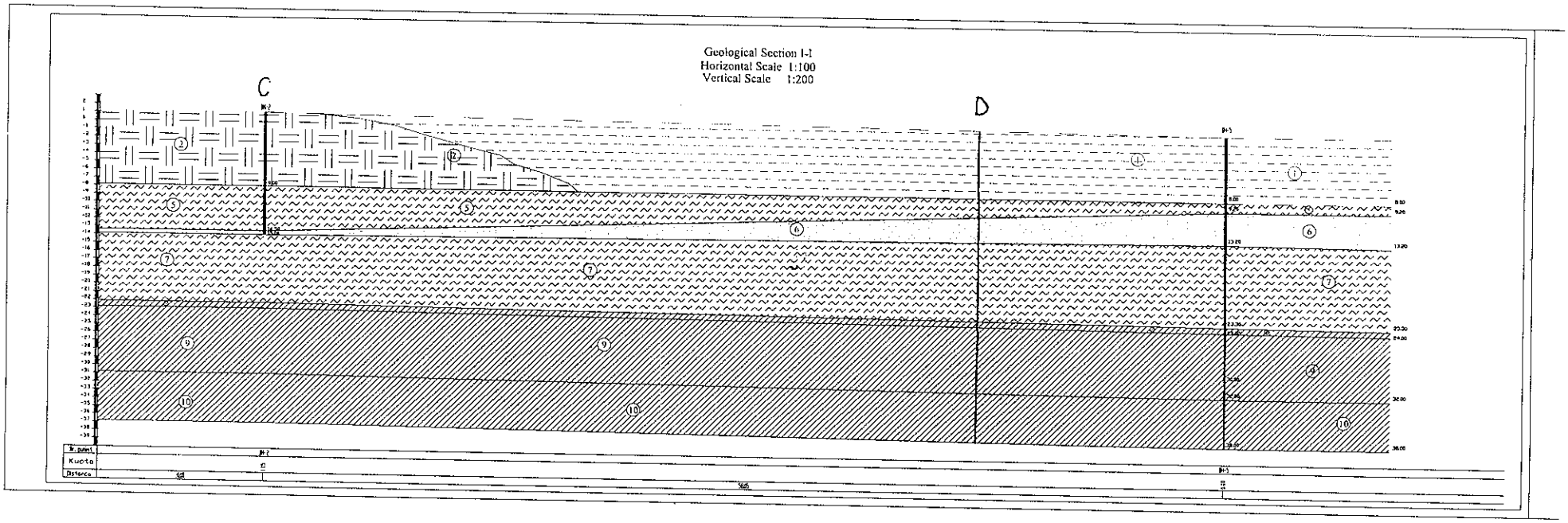
7.3. Prilog 3 - Geotehnički profil 1 MJ 1:100/MJ 1:200

Geological Section II-II
Horizontal Scale 1:100
Vertical Scale 1:200



7.4. Prilog 4 - Geotehnički profil 2 MJ 1:100/MJ 1:200

Geological Section I-I
Horizontal Scale 1:100
Vertical Scale 1:200



7.5. Prilog 5 - Sondažni profili

ALTEA & GEOSTUDIO 2000

Hole ID
BH 1
Sheet BH 1-1

Contract No.		Method	Rotary	Coordinates	N	4573496.120
Project	NEW FISHING PORT CONSTRUCTION	Location:	DURRES		E	370221.165
		Drilling Rig	WIRTH	Ground Level	Z	1.27 m
	Geotechnical Investigation	Driller	E. XHAMETA	Orientation		Vertical
Client	STRABAG, KROATIA	Logged by	S.ALLKJA	Date Started		29.05.2013
Consultant			A.MEÇO	Date Completed		30.05.2013

Description of Strata	Legend	Depth Below G.L.	pocket penetrometer value qu	Sampling		SPT N & (U blows)	SPT Type & depth	water level
Backfill with rock blocks of limestones.								1.27
		8.00						
Low dense gray GRAVEL. Gravel is fine and medium fraction, rounded of ofiolites, silicaeous and flint origin.				D	8.70-9.20			
		10.00						

Form	ARIAL CP LOG
Version	1.00
Revised	

ALTEA & GEOSTUDIO 2000

Hole ID
BH1
Sheet BH 1-2

Contract No.		Method	**Rotary**	Coordinates	X	**4573496.120**
Project	**NEW FISHING PORT CONSTRUCTION**	Location:	**DURRES**		Y	**370221.165**
		Drilling Rig	**WIRTH**	Ground Level	Z	**1.27 m**
	Geotechnical Investigation	Driller	**E. XHAMETA**	Orientation		**Vertical**
Client	**STRABAG, KROATIA**	Logged by	**S.ALLKJA**	Date Started		**29.05.2013**
Consultant			**A.MEÇO**	Date Completed		**30.05.2013**

Description of Strata	Legend	Depth Below G.L.	pocket penetrometer value qu	Sampling		SPT N & (U blows)	SPT Type & depth	water level
Low dense gray GRAVEL. Gravel is fine and medium fraction, rounded of ofiolites,		10.20						
Soft to firm dark gray to green CLAY. pp = 0.80-1.20 kg/cm2.			80 90 100 110 110 120 120 120 120	D	11.0-11.50			
		12.00						

Form	ARIAL CP LOG
Version	1.00
Revised	

ALTEA & GEOSTUDIO 2000

Hole ID
BH 2
Sheet BH 2-1

Contract No.		Method	**Rotary**	Coordinates	N	**4573326.211**
Project	**NEW FISHING PORT CONSTRUCTION**	Location:	**DURRES**		E	**370395.909**
		Drilling Rig	**WIRTH**	Ground Level	Z	**1.15 m**
	Geotechnical Investigation	Driller	**E. XHAMETA**	Orientation		**Vertical**
Client	**STRABAG, KROATIA**	Logged by	**S.ALLKJA**	Date Started		**30.05.2013**
Consultant			**A.MEÇO**	Date Completed		**31.05.2013**

Description of Strata	Legend	Depth Below G.L.	pocket penetrometer value qu	Sampling	SPT N & (U blows)	SPT Type & depth	water level
Backfill with rock blocks of limestones.		9.00					1.15
Loose dark gray sea kelps and little soft siltyclay.		10.00		D 9.50-10.0			

Form	ARIAL CP LOG
Version	1.00
Revised	

ALTEA & GEOSTUDIO 2000

Hole ID
BH 2
Sheet BH 2-2

Contract No.		Method	**Rotary**	Coordinates	X	**4573326.211**
Project	**NEW FISHING PORT CONSTRUCTION**	Location:	**DURRES**		Y	**370395.909**
		Drilling Rig	**WIRTH**	Ground Level	Z	**1.15 m**
	Geotechnical Investigation	Driller	**E. XHAMETA**	Orientation		**Vertical**
Client	**STRABAG, KROATIA**	Logged by	**S.ALLKJA**	Date Started		**30.05.2013**
Consultant			**A.MEÇO**	Date Completed		**31.05.2013**

Description of Strata	Legend	Depth Below G.L.	pocket penetrometer value qu	Sampling	SPT N & (U blows)	SPT Type & depth	water level
Loose dark gray SILT and occassional gravel.		10.00	20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 30 30 30 30 30 30 40 40 40 40 40 40	D 11.50-12.00	N 8	S 10.00 10.45	
Loose gray fine SAND containing organic matter and small pieces of shells.		14.50		D 14.60-15.00			
		15.00					

Form	ARIAL CP LOG
Version	1.00
Revised	

ALTEA & GEOSTUDIO 2000

Hole ID
BH 5
Sheet BH 5-2

Contract No.		Method	Rotary	Coordinates	X	4573324.185
Project	NEW FISHING PORT CONSTRUCTION	Location:	DURRES		Y	370453.921
		Drilling Rig	WIRTH	Ground Level	Z	-8.0 m
	Geotechnical Investigation	Driller	E. XHAMETA	Orientation		Vertical
Client	STRABAG, KROATIA	Logged by	S.ALLKJA	Date Started		03.06.2013
Consultant			A.MEÇO	Date Completed		04.06.2013

Description of Strata	Depth Below G.L.	Sampling	SPT N & (U blows)	SPT Type & depth	water level
Loose green grey fine SAND conatining organic matter and fragments of shells.	10.00	SPT 11,50-11,95	N24	S 11.50 11.95	
Soft green grey silty CLAY, containing organic matter and beds of fine sand.	13.20	U 13,50-14,00	N0	S 13.50 13.95	
		U 14,50-15,00			
		U 16,00-16,50	N2	S 16.00 16.45	
		U 17,50-18,00	N3	S 18.50 18.95	
	20.00	D 19,50-20,00			

Form	ARIAL CP LOG
Version	1.00
Revised	

ALTEA & GEOSTUDIO 2000

Hole ID
BH 5
Sheet BH 5-3

Contract No.		Method	Rotary	Coordinates	X	4573324.185
Project	NEW FISHING PORT CONSTRUCTION	Location:	DURRES		Y	370453.921
		Drilling Rig	WIRTH	Ground Level	Z	-8.0 m
	Geotechnical Investigation	Driller	E. XHAMETA	Orientation		Vertical
Client	STRABAG, KROATIA	Logged by	S.ALLKJA	Date Started		03.06.2013
Consultant			A.MEÇO	Date Completed		04.06.2013

Description of Strata	Depth Below G.L.	pocket penetrometer value qu	Sampling	SPT N & (U blows)	SPT Type & depth	water level
Soft green grey silty CLAY, containing organic matter and beds of fine sand. pp = 0.30-0.50 kg/cm2	23.30	30 30 30 30 30 40 40 40 40 50 50 50 50 50 50 50 60	U 22,00-22,50	N4	S 21.00 21.45	
Stiff grey to beige and green silty CLAY, containing a little gravel. pp = 2.40 kg/cm2	24.00	240 240 240 240	U 23,50-24,00			
Very stiff, brown to beige silty CLAY, containing a little gravel. pp = 2.80-3.40 kg/cm2	30.00	250 260 270 280 280 290 290 300 300 310 310 320 320 330 330 340 340 340 340 220 200 200 200 200 200 200 210 210 210	U 25,50-26,00 U 29,00-29,50	N30 N34 N25	S 24.00 24.45 S 26.50 26.95 S 29.50 29.95	

Form	ARIAL CP LOG
Version	1.00
Revised	

ALTEA & GEOSTUDIO 2000

Hole ID
BH 5
Sheet BH 5-4

Contract No.		Method	Rotary	Coordinates	X	4573324.185
Project	NEW FISHING PORT CONSTRUCTION	Location:	DURRES		Y	370453.921
		Drilling Rig	WIRTH	Ground Level	Z	-8.0 m
	Geotechnical Investigation	Driller	E. XHAMETA	Orientation		Vertical
Client	STRABAG, KROATIA	Logged by	S.ALLKJA	Date Started		03.06.2013
Consultant			A.MEÇO	Date Completed		04.06.2013

Description of Strata	Legend	Depth Below G.L.	pocket penetrometer value qu	Sampling	SPT N & (U blows)	SPT Type & depth	water level
Very stiff, brown to beige silty CLAY, containing a little gravel. pp = 2.80-3.40 kg/cm2		30.00	210, 210, 210, 220, 220, 220, 220, 220, 220, 220	U 31,50-32,00			
Stiff to hard green grey silty CLAY. pp = 3.00-3.20 kg/cm2			220, 220, 220, 220, 220, 220, 220, 220, 220, 220, 300, 300, 300, 300, 300, 300, 310, 310, 310, 310, 310, 320, 320, 320, 320, 320, 320	U 34,30-34,80	N24	S 32.00 – 32.45	
					N39	S 35.00 – 35.45	
		38.00		SPT 37,00-37,45 U 37,50-38,00	N41	S 37.00 – 37.45	

Form	ARIAL CP LOG
Version	1.00
Revised	

ALTEA & GEOSTUDIO 2000

Hole ID
BH 7
Sheet BH 7-1

Contract No.		Method	**Rotary**	Coordinates	X	**4573521.585**
Project	**NEW FISHING PORT CONSTRUCTION**	Location:	**DURRES**		Y	**370251.893**
		Drilling Rig	**WIRTH**	Ground Level	Z	**-5.30 m**
	Geotechnical Investigation	Driller	**E. XHAMETA**	Orientation		**Vertical**
Client	**STRABAG, KROATIA**	Logged by	**S.ALLKJA**	Date Started		**05.06.2013**
Consultant			**A.MEÇO**	Date Completed		**06.06.2013**

Description of Strata	Legend	Depth Below G.L.	pocket penetrometer value qu	Sampling	SPT N & (U blows)	SPT Type & depth	water level
Sea water.		0.00					
		5.30					
The sea sludge, with kelps, silts, silty sand and silty clay, in very soft condition, containing organic matter and shells.							
		10.00					

Form	ARIAL CP LOG
Version	1.00
Revised	

ALTEA & GEOSTUDIO 2000

Hole ID
BH 7
Sheet BH 7-2

Contract No.		Method	**Rotary**	Coordinates	X	**4573521.585**
Project	**NEW FISHING PORT CONSTRUCTION**	Location:	**DURRES**		Y	**370251.893**
		Drilling Rig	**WIRTH**	Ground Level	Z	**-5.30 m**
	Geotechnical Investigation	Driller	**E. XHAMETA**	Orientation		**Vertical**
Client	**STRABAG, KROATIA**	Logged by	**S.ALLKJA**	Date Started		**05.06.2013**
Consultant			**A.MEÇO**	Date Completed		**06.06.2013**

Description of Strata	Legend	Depth Below G.L.	pocket penetrometer value qu	Sampling	SPT N & (U blows)	SPT Type & depth	water level
The sea sludge, with kelps, silts, silty sand and silty clay, in very soft condition, containing organic matter and shells.		10.00					
		11.30	50	SPT 11,30-11,75	N7	S 11.30 / 11.75	
Soft, green grey silty CLAY, containing organic matter and beds of fine sand.			50 60 70 80 20 20 20 20 20 20 30 30 30 30 30 30 30 30 30 30 20 20 20 30 30 30 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40	U 13,30-13,80 U 14,00-14,50 U 16,30-16,80 U 19,30-19,80	N8 N6	S 14.80 / 15.25 S 17.30 / 17.75	
		20.00					

Form	ARIAL CP LOG
Version	1.00
Revised	

ALTEA & GEOSTUDIO 2000

Hole ID
BH 7
Sheet BH 7-3

Contract No.		Method	**Rotary**	Coordinates	X	**4573521.585**
Project	**NEW FISHING PORT CONSTRUCTION**	Location:	**DURRES**		Y	**370251.893**
		Drilling Rig	**WIRTH**	Ground Level	Z	**-5.30 m**
	Geotechnical Investigation	Driller	**E. XHAMETA**	Orientation		**Vertical**
Client	**STRABAG, KROATIA**	Logged by	**S.ALLKJA**	Date Started		**05.06.2013**
Consultant			**A.MEÇO**	Date Completed		**06.06.2013**

Description of Strata	Depth Below G.L.	Sampling	SPT N & (U blows)	SPT Type & depth	water level
Soft, green grey silty CLAY, containing organic matter and beds of fine sand.	20.90		N27	S 20.30 / 20.75	
Stiff, grey to beige and green silty CLAY, containing a little gravel.	22.60	U 21,30-21,60 SPT 21,80-22,25	N27	S 21.80 / 22.25	
Very stiff, brown to beige silty CLAY, containing a little gravel.	30.00	U 24,30-24,80 U 27,30-27,80 U 29,30-29,80	N33 N35	S 24.80 / 25.25 S 27.80 / 28.25	

pocket penetrometer value qu: 40, 40, 40, 40, 40, 40, 230, 240, 250, 260, 270, 280, 280, 280, 290, 300, 300, 300, 300, 300, 300, 300, 300, 310, 310, 310, 310, 310, 320, 320, 320, 320, 320, 330, 330, 320, 330, 330, 330, 330, 330, 330, 330, 330, 330, 330, 330, 330, 330

Form	ARIAL CP LOG
Version	1.00
Revised	

ALTEA & GEOSTUDIO 2000

Hole ID
BH 7
Sheet BH 7-4

Contract No.		Method	**Rotary**	Coordinates	X	**4573521.585**
Project	**NEW FISHING PORT CONSTRUCTION**	Location:	**DURRES**		Y	**370251.893**
		Drilling Rig	**WIRTH**	Ground Level	Z	**-5.30 m**
	Geotechnical Investigation	Driller	**E. XHAMETA**	Orientation		**Vertical**
Client	**STRABAG, KROATIA**	Logged by	**S.ALLKJA**	Date Started		**05.06.2013**
Consultant			**A.MEÇO**	Date Completed		**06.06.2013**

Description of Strata	Legend	Depth Below G.L.	pocket penetrometer value qu	Sampling	SPT N & (U blows)	SPT Type & depth	water level
Very stiff, brown to beige silty CLAY, containing a little gravel.			330 330 330 330 330 330 330 330 260 270 280	U 32,30-32,70	N31	S 30.30 30.75	
		33.10					
Stiff to hard, green grey silty CLAY.			300 350 350 360 360 370 370 380 380 390 400 400	U 34,60-35,00	N45	S 33.30 33.75	
		35.30					

Form	ARIAL CP LOG
Version	1.00
Revised	

7.6. Prilog 6 - Rezultati geotehničkih laboratorijskih ispitivanja

NEW FISHING PORT -- SUMMARY OF PHYSICAL-MECHANICAL CHARACTERISTICS OF SOIL

DATA			Physical characteristics											Mechanical Characteristics								
									Grading By Hydrometer				Oedometer			Direct shear		Triaxial CU		Triaxial UU
Trial Pit & Bore Hole	Depth of sample	Sample	Moisture content	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	Specific gravity	Bulk density	Clay	Silt	Sand	Gravel	Void ratio	cons. index	mod. Elastic	friction angle	cohesion	friction angle	cohesion	cohesion
			Wo	L.L	P.L	I.P	Gs	γ_n	<0.002	<0.075	<0.63	>0.63	e_0. init	Cv-fin	Eo	ϕ_{cd}	C_{cd}	øcu	Ccu	Cuu
BH	m		%				gr/cm³	gr/cm³	%	%	%	%	-	*10⁻⁸m²/sec	MPa	°	KPa		KPa	KPa
BH - 5																				
	8.00-8.50		41.59	44.12	27.69	16.43	2.700	1.740	27.10	70.40	2.50	0.00								33.30
	14.50-15.00																			37.00
	16.00-16.50												1.197	3.2	5.75					
	17.50-18.00		22.12	55.74	30.67	25.06	2.650		30.70	56.00	13.30	0.00								
	22.00-22.50															16.02	17.98			41.32
	23.50-24.00		22.76	50.64	26.11	24.53	2.650	2.054	29.40	52.60	18.00	0.00						18.30	21.10	
	25.50-26.00		25.26	65.79	32.96	32.82	2.600		44.80	27.90	25.30	2.00								112.60
	29.00-29.50		22.55	50.97	27.15	23.82	2.600		36.30	43.30	18.40	2.00	0.579	0.6	15.48	20.80	23.75			152.40
BH - 7																				
	11.30-11.75		59.26	69..85	35.85	34.00	2.600		61.40	31.90	6.40	0.30								
	13.30-13.80		48.47	71.78	34.18	37.60	2.600	1.650	54.80	44.40	0.80	0.00	1.354	1.6	7.079	16.40	17.14			25.68
	14.00-14.50		48.68	61.54	32.86	28.68	2.600		23.10	74.70	2.20	0.00						15.52	16.84	
	19.30-19.80		36.46	41.63	24.10	17.53	2.630		26.50	71.30	2.20	0.00								
	21.30-21.60		29.30	51.10	30.31	20.79	2.600	1.930	30.50	60.60	8.90	0.00	0.733	1.2	15.84					93.60
	21.80-22.25		28.58	61.12	31.29	29.84	2.700		52.80	42.80	4.40	0.00								
	24.30-24.80															19.70	23.66			
	27.30-27.80		24.28	63.66	37.10	25.96	2.600		56.70	30.80	12.50	0.00								101.20
	32.30-32.70		30.01	24.31	18.94	5.37	2.670		22.20	23.40	54.40	0.00				20.89	24.10			169.30
	34.60-35.00		25.16	63.98	29.25	34.73	2.650	1.993	36.80	60.70	2.50	0.00	0.658	2.2	16.98			20.72	24.36	
BH - 8																				
	9.00-9.50		31.16	39.81	21.70	18.11	2.700	1.840	24.30	68.10	7.60	0.00	0.925	1.7	6.606	16.80	17.70			24.70
	17.00-17.50		25.16	70.99	30.98	40.01	2.700	1.990	39.60	59.80	0.60	0.00	0.698	6.8	18.62	17.10	19.00	17.80	22.40	
	21.50-22.00		21.17	54.41	28.40	26.01	2.600	1.900	34.20	48.30	13.10	4.40	0.667	0.4	19.05	19.95	24.08	19.36	23.00	

7.7. Prilog 7 - Geotehnički modeli MJ 1:120

TOČKA A

+0,00

γ`=11,19 kN/m3
Mk=20 MPa
Δz=2,36 m
② NASIP pristanički; s nešto šljunka.

-2,36

γ`=9,19 kN/m3
Mk=8,92 MPa
Δz=2,2 m
④ Rastresiti zeleno sivi, pjeskovito prašinasti, srednje veličine zrna, ŠLJUNAK. Šljunak je zaobljen.

-4,56

γ`=9,59 kN/m3
Mk=6,42 MPa
Δz=1,8 m
⑦ Meka zelena-siva, prašinasta GLINA. Sadrži organske materijale, fragmente školjaka i đepove finog pijeska.

-6,36

⑧ Polučvrsta, sivo do bež i zelena prašinasta GLINA, sadrži malo šljunka.

γ`=9,49 kN/m3
Mk=15,84 Mpa
Δz=9,3 m

-15,66

⑨ Vrlo čvrsta, smeđe do bež, prašinasta GLINA, sadrži malo šljunka.

γ`=10,09 kN/m3
Mk=16,96 MPa
Δz=10,5 m

-26,16

γ`=10,99 kN/m3
Mk=45,67 MPa
Δz=2,2 m
⑩ Kruta do tvrda, zeleno-siva prašinasta GLINA.

-28,36

TOČKA B

+0,00

γ`=11,19 kN/m3
Mk=25 Mpa
Δz=0,93 m
Kameno-šljunčana posdloga lukobrana (dodatni nasip)

-0,93

③ Morski mulj s travom, prahom, prašinastim pijeskom i prašinastom glinom, žitkog konzistentnog stanja, sadrži organske tvari i školjke.

γ`=7,19 kN/m3
Mk=2 MPa
Δz=4,6m

-5,53

γ`=9,19 kN/m3
Mk=8,92 MPa
Δz=1,8 m
④ Rastresiti zeleno sivi, pjeskovito prašinasti, srednje veličine zrna, ŠLJUNAK. Šljunak je zaobljen.

-7,33

⑦ Meka zelena-siva, prašinasta GLINA. Sadrži organske materijale, fragmente školjaka i đepove finog pijeska.

γ`=9,59 kN/m3
Mk=6,42 Mpa
Δz=5,97 m

-13,3

⑧ Polučvrsta, sivo do bež i zelena prašinasta GLINA, sadrži malo šljunka.

γ`=9,49 kN/m3
Mk=15,84 MPa
Δz=4,6 m

-17,9

⑨ Vrlo čvrsta, smeđe do bež, prašinasta GLINA, sadrži malo šljunka.

γ`=10,09 kN/m3
Mk=16,96 MPa
Δz=10,3 m

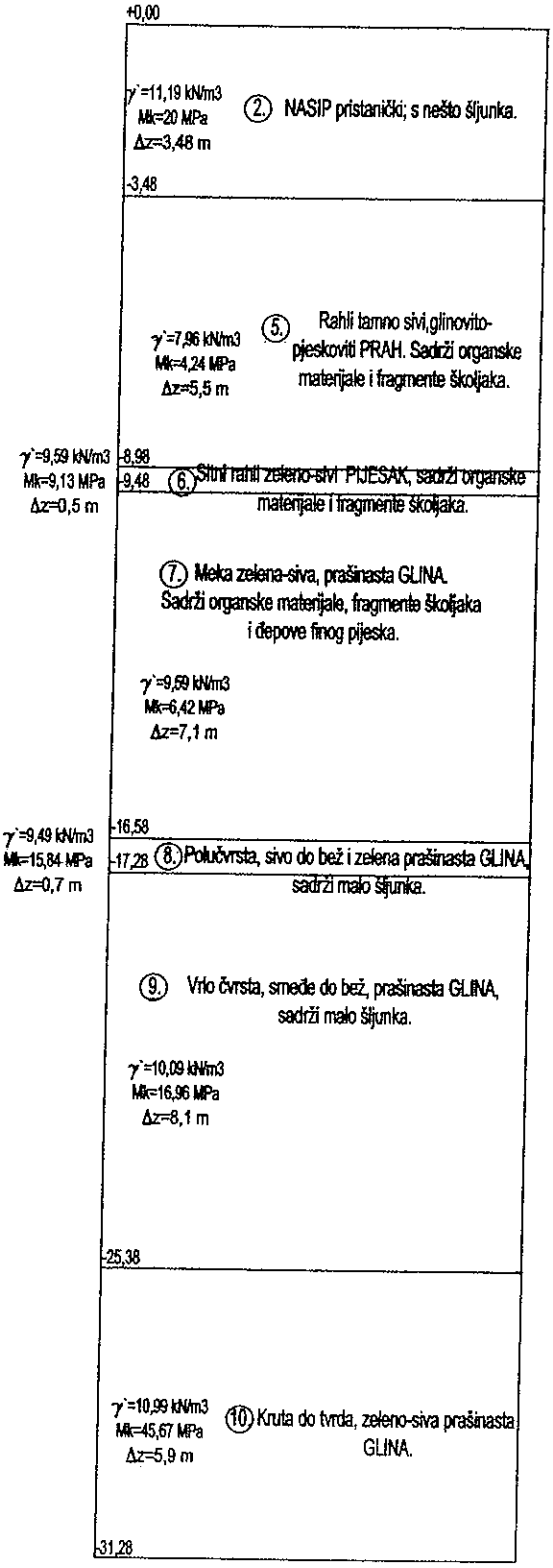
-28,2

γ`=10,99 kN/m3
Mk=45,67 MPa
Δz=2,3 m
⑩ Kruta do tvrda, zeleno-siva prašinasta GLINA.

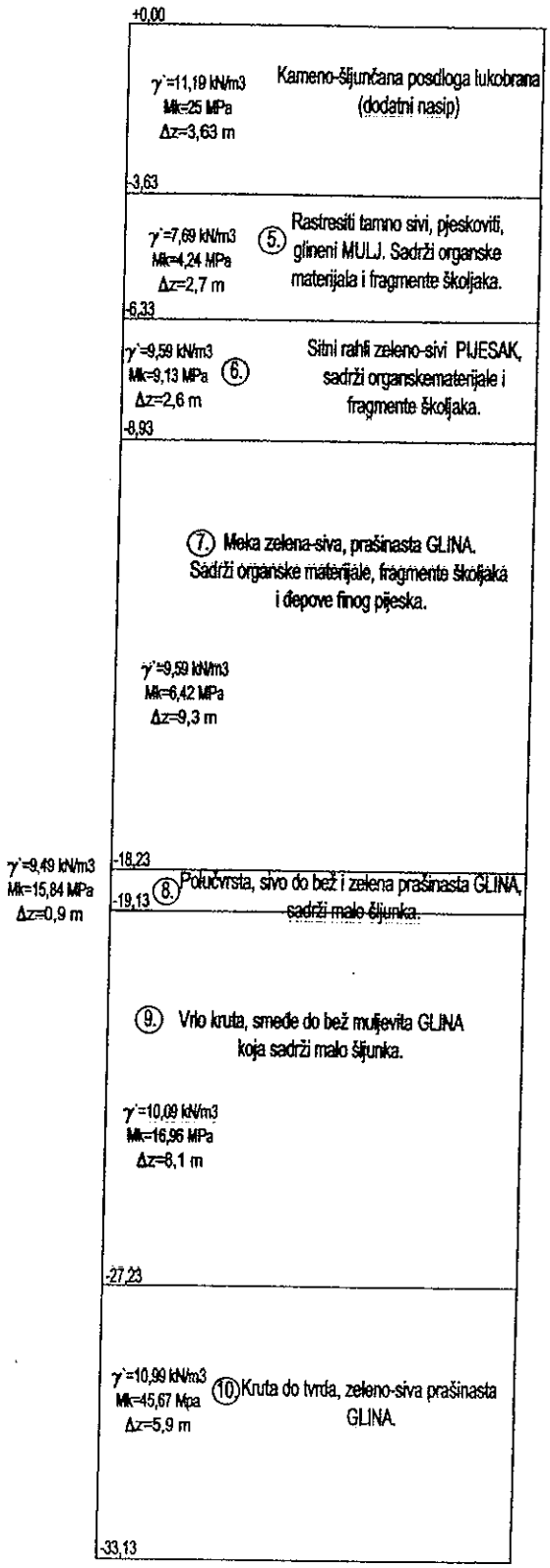
-30,5

PREDMET	ZAVRŠNI RAD
IZRADIO	IVAN BARTULOVIĆ
AK. GOD. 2013./2014.	25.06.2014
GEOTEHNIČKI MODEL	PRILOG 7

TOČKA C



TOČKA D



PREDMET	ZAVRŠNI RAD
IZRADIO	IVAN BARTULOVIĆ
AK. GOD. 2013./2014.	25.06.2014
GEOTEHNIČKI MODEL	PRILOG 7

7.8. Prilog 8 - Analiza parametara tla

KORELACIJE UPOTREBLJENE ZA ANALIZU PARAMETARA

$c_u = 0{,}5 * q_u$ - iz rezultata džepnog penetrometra

$\frac{c_u}{\sigma'_{vo}} = 0{,}11 + 0{,}0037 * I_p$ -iz indeksa plastičnosti (Skempton)

$\frac{c_u}{p_a} = f_1 * (N_1)_{60}$ -iz korelacije SPT udaraca (Stroud(1975))

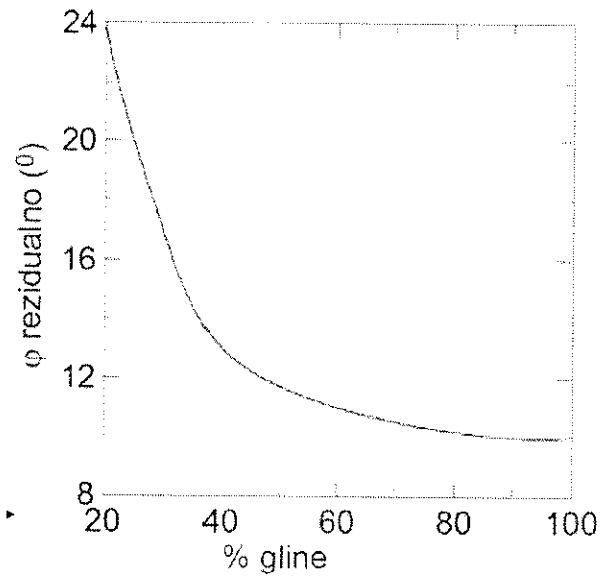
p_a- atmosferski tlak (100 kPa)

Ip (%)	f1
10	0,080
20	0,075
≥30	0,045

$c_u = 4{,}5 * N_{60}$ - iz SPT udaraca za sitnozrna tla (Stroud(1988))

$c_u = 10{,}5 * N_{60}$ - iz SPT udaraca za sitnozrna tla (Decourt(1989))

$\varphi(\circ) = 20° + \sqrt{15{,}4 * (N_1)_{60}}$ - vršni efektivni kut trenja iz SPT-a



-procjena drenirane čvrstoće prema sadržaju gline za sitnozrna tla

ANALIZA PARAMETARA

Karakteristični poprečni presjek sredine nasipa (bušotine BH1 i BH7)

Geotehnička sredina	troosna kompresija UU pokus c_u (kPa)	džepni penetrometar qu c_u (kPa)	(korelacija) SPT pokus c_u (kPa) φ' (°)	(korelacija) iz indeksa plastičnosti c_u (kPa)	troosna kompresija CU pokus (iz elaborata) c` (kPa) φ' (°)	direktno smicanje pokus c` (kPa) φ' (°)	iskustvena procjena iz sadržaja gline za sitnozrne materijale c` (kPa) φ' (°)
GS (dodatni nasip)							c`=0 φ'=35 (iskustvena procjena)
GS2							c`= 0 φ'=35 (iskustvena procjena)
GS4							c`= 12 φ'=22 (9,2% gline; elaborat)
GS7	c_u=25,68	(raspon 80-120) c_u=50	c_u= 70,13 - 76,5 (N6-N27) φ'=32	c_u=67,13	c`=16,84 φ'=15,52	c`=17,14 φ'=16,40	
GS8	c_u=93,6	(raspon 40-280) c_u=80	c_u= 99,22 - 121,5 (N27) φ'=34,27	c_u=77,1			
GS9	c_u=135,25	(raspon 280-330) c_u=153	c_u=113,85 - 148,5 (N31-N35) φ'=35,23	c_u=97,32		c`=23,88 φ'=20,3	
GS10		(raspon 300-400) c_u=175	c_u=87,07 - 198 (N45) φ'=37,26	c_u=128,23	c`=24,36 φ'=20,72		

Karakteristični poprečni presjek kraja nasipa (bušotine BH2 i BH5)

Geotehnička sredina	troosna kompresija UU pokus c_u (kPa)	džepni penetrometar qu c_u (kPa)	(korelacija) SPT pokus c_u (kPa) φ' (°)	(korelacija) iz indeksa plastičnosti cu (kPa)	troosna kompresija CU pokus (iz elaborata) c` (kPa) φ' (°)	direktno smicanje pokus c` (kPa) φ' (°)	iskustvena procjena iz sadržaja gline za sitnozrne materijale c` (kPa) φ'(°)
GS (dodatni nasip)							c`=0 φ'=35 (iskustvena procjena)
GS2							c`=0 φ'=35 (iskustvena procjena)
GS5	c_u=33,33	(raspon 20-40) c_u=15	c_u= 36 -37,12 (N8) φ'=28,45	c_u=50,76			c`=9 φ'=12 (27,1% gline; elaborat)
GS6							c`=8 φ'=23 (10,6% gline; elaborat)
GS7	c_u=39,16	(raspon 20-60) c_u=20	c_u= 7,73 - 9 (N0-N4) φ'=26,79	c_u=76,55		c`=17,98 φ'=16,02	
GS8		(raspon 240-240) c_u=120		c_u=80,75	c`=21,10 φ'=18,30		
GS9	c_u=132,5	(raspon 200-340) c_u=135	c_u= 99,21 - 132,75 (N25-N34) φ'=34,64	c_u=97,63		c`=23,75 φ'=20,8	
GS10		(raspon 220-320) c_u=135	c_u=62,89 - 144 (N24-N41) φ'=34,67	c_u=130,14			

ODABRANE KARAKTERISTIČNE VRIJEDNOSTI PARAMETARA POSMIČNE ČVRSTOĆE

Odabrane su određene vrijednosti jer sva mjerenja daju različite rezultate za kut unutarnjeg trenja i koheziju. Primarna je bila tablica rezultata geotehničkih laboratorijskih ispitivanja (Prilog 6.)

geotehniča sredina	jedinična saturirana težina γ_{sat} (kN/m^2)	jedinična težina uronjenog tla γ'(kN/m^2)	nedrenirana čvrstoća c_u (kPa)	drenirana čvrstoća c` (kPa) φ (°)
GS(dodatni nasip)	21	11,19		c`=0 $\varphi$`=35
GS2	21	11,19		c`=0 $\varphi$`=35
GS4	19	9,19		c`=12 $\varphi$`=22
GS5	17,5	7,69	c_u=33,3	c`=9 $\varphi$`=12
GS6	19,4	9,59		c`=8 $\varphi$`=23
GS7	19,4	9,59	c_u=29,26	c`= 17,14 $\varphi$`=16,4
GS8	19,3	9,49	c_u=93,6	c`= 21,1 $\varphi$`=18,3
GS 9	19,9	10,09	c_u=132,5	c`= 23,75 $\varphi$`=20,8
GS10	20,8	10,99	c_u=144	c`= 24,36 $\varphi$`=20,72