



ANALIZA STABILNOSTI I RJEŠENJE ZAŠTITE GRAĐEVNE JAME NA LOKACIJI „DP CENTAR“ U KAONIKU

Tomislav Leovac dipl.ing.građ.

Građevinski fakultet Sveučilišta u Mostaru

dr. sc. **Vedran Ivanković** dipl. ing. arh.

Arhitektonski fakultet Sveučilište u Zagrebu

Sažetak: Iskop uspravnih stijenki bez podgrađivanja nije moguće izvesti u nekoherentnim materijalima. Budući da nekoherentno tlo nema nikakvu vlačnu čvrstoću, ono može stajati stabilno samo uz odgovarajući pokos (kut nagiba pokosa građevne jame prema DIN 4124) koji je ovisan o kutu unutarnjeg trenja tla i visini kosine. Građevne jame mogu se izvoditi kombinirajući dio iskopa s pokosom i dio koji se podupire nekom od zagatnih stijenki. U ovome primjeru je usvojena armirano betonska dijafragma ojačana sidrima.

Ključne riječi: građevna jama, zagatne stijenke, program GEO 5.

STABILITY ANALYSIS AND SOLUTION FOR PROTECTION OF THE CONSTRUCTION PIT AT "DP CENTAR" SITE IN KAONIK

Abstract: Excavation of vertical walls, without supporting it is not possible to perform the incoherent materials. Since incoherent soil has no tensile strength that can stand stably only with proper slope (tilt angle slopes of foundation pits to DIN 4124), which is dependent on the angle of internal friction of soil and amount of slope. Construction of the pit can be done by combining part of the excavation with a slope and part of which supports one of retaining walls. In this example, adopted a reinforced concrete diaphragm reinforced anchors

Keywords: construction pit, retaining walls, the program GEO 5

1. UVOD

Tema ovoga rada je analiza stabilnosti i rješenje zaštite građevne jame na lokaciji gospodarskog objekta centralnog skladišta „DP CENTAR“ u Kaoniku s aspektom na mogućnosti perivojnog uređenja građevne parcele, slike 1 i 2.

Na navedenoj lokaciji provedeni su inženjersko-geološki i geotehnički istražni radovi, koji su izvedeni u svrhu izrade geotehničkog izvješća za potrebe projektiranja temelja i zaštite građevne jame.



Slika 1. Lokacija i prometna povezanost objekta



Slika 2. Pristupna cesta i granice parcele



Lokacija objekta se nalazi u blizini Kaonika, na području bivše tvornice namještaja „Kaonik“. Na lokaciji na kojoj će se nalaziti objekt nalazi se porušeni objekt koji će se ukloniti, a ostatak parcele je prekriven travom i različitim otpadom.

U početnoj etapi uklanjanja postojeće konstrukcije predviđeno je i uklanjanje otpada, te sanacija travnate površine i priprema zemljane površine unutar obuhvata građevne parcele koja nije na putu operativnom radu strojeva.

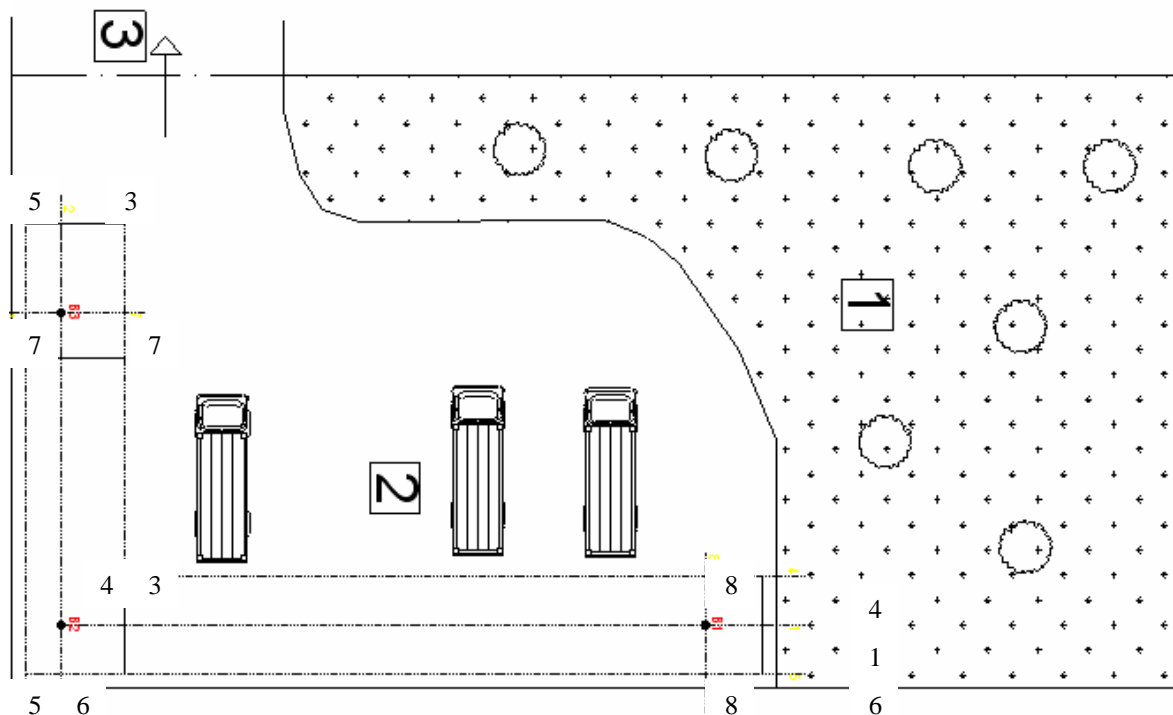
Predviđen je projekt perivojnog uređenja oko budućeg objekta, a navedena pripremna sanacija je početak njegovog uređenja koje će se izvoditi paralelno s gradnjom (ponajprije sve pripremne radnje za buduću realizaciju perivoja) u svim segmentima koje gradnja dopušta: uređenje drenažnog sloja, podjela na polja i pregrađivanje, uređenje zemljanih slojeva (lužnato tlo) i zaštita od operativnog rada strojeva.

2. GEOTEHNIČKE KARAKTERISTIKE TERENA

2.1. Terenski istražni radovi

U okviru terenskih istražnih radova izvršilo se lociranje objekta na osnovi situacije građevine, a zatim bušenje tri geomehničke bušotine u okviru gabarita objekta.

Geomehnička ispitivanja tla rađena su za potrebe izgradnje objekta L oblika dimenzija 32x7m sa 52x7m.



Slika 3. Položaj bušotina na predmetnoj lokaciji



Za potrebe definiranja tla, geomehantički radovi sastoje se od:

- terenskih istraživanja
- laboratorijskih ispitivanja
- kabinetske obrade

Terenskim istraživanjima tlo je definirano po sastavu, a laboratorijskim ispitivanjima definirano je po fizičko-mehaničkim svojstvima.

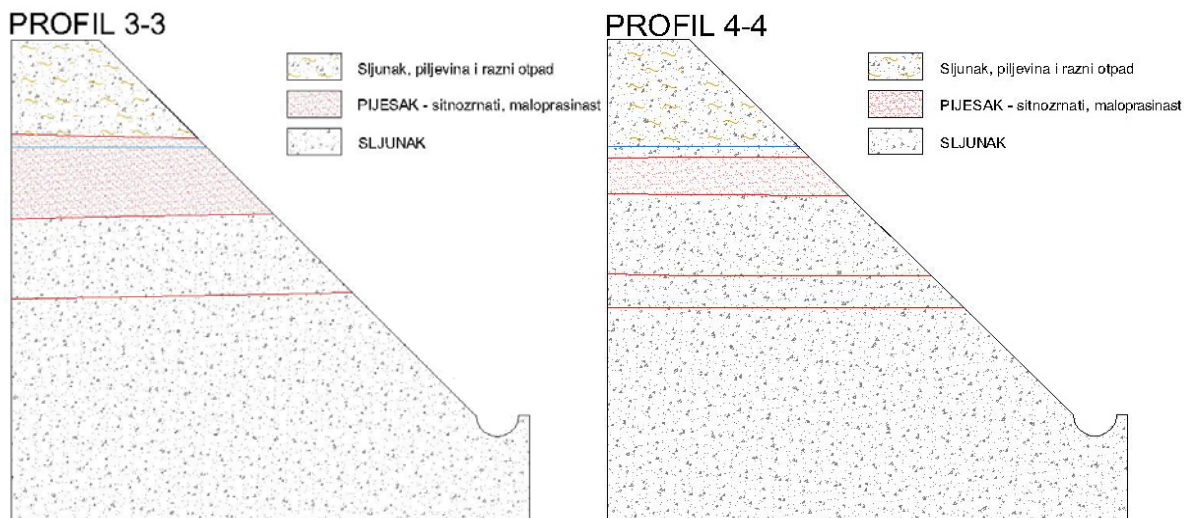
Utvrđen je opći presjek tla kojega čine aluvijalni sedimenti: pijesak, prah i šljunak, na koje je vršeno odlaganje raznog otpadnog materijala do sadašnje površine terena. Na slici 4 izdvojena su dva profila tla.

2.2. Geomehantička ispitivanja tla

Sloj 1 - Nasip od šljunka, piljevina i raznog otpadnog materijala debljine 1.8-2.2m. Nalazi se u rastresitom stanju s prisustvom organskih materijala.

Sloj 2 - Pijesak i prah. Pijesak siv, sitnozrn, malo prašinst, utvrđen na dvije bušotine (B-1 i B-2) debljine 0.7-1.3m. Prah siv, muljevit s biljnim ostatcima, utvrđen je u bušotini B-3 u debljini od 1.5m.

Sloj 3 - Veoma zbijeni šljunak. Nepoznate debljine, jer predviđena istraživanja nisu došla do granice sloja.



Slika 4. Profili tla u građevnoj jami na predmetnoj lokaciji



3. RJEŠENJE ZAŠTITE GRAĐEVNE JAME

Račun stabilnosti proveden je na svim geotehničkim profilima primjenom računalnog programskog paketa GeoStudio 2004.

U nastavku će se dati neka od rješenja zaštite građevne jame.

3.1. Građevna jama - općenito

Građevna jama je prostor unutar kojeg se izvodi temeljenje. Taj prostor mora biti siguran za rad i dostupan ljudima i strojevima. Nove tehnologije i sve zahtjevnije građevine uvjetuju da svi dijelovi građevne jame, ili barem neki od njih, ostaju trajni dio buduće građevine koju je građevna jama štitila u toku građenja.

Sidrene armirano-betonske dijafragme mogu u potpunosti biti dijelovi buduće građevine, ali mogu biti projektirane tako da je stjenka trajna, a sidra privremena.

Građevne jame mogu se izvoditi na način da se dio iskopa izvodi s pokosom, a dio podupire nekom od zagatnih stijenki. Granicu između plitkog i dubokog iskopa odredili su Terzaghi i Peck (1967.) kao dubinu od 6,0 metara. Za iskope dubine veće od 6,0 m nužno je podgrađivanje radi sigurnosti ljudi i materijalnih dobara. Tehnologija armiranog betona dala je novi doprinos razvoju zagatnih stijenki. Postoji više mogućnosti izvedbe zagatnih stijenki od armiranog betona. Najpoznatija je metoda izrade armirano-betonske dijafragme, neprekinutog, kampadno izrađenog zida u tlu, (Bonacci, R.T).

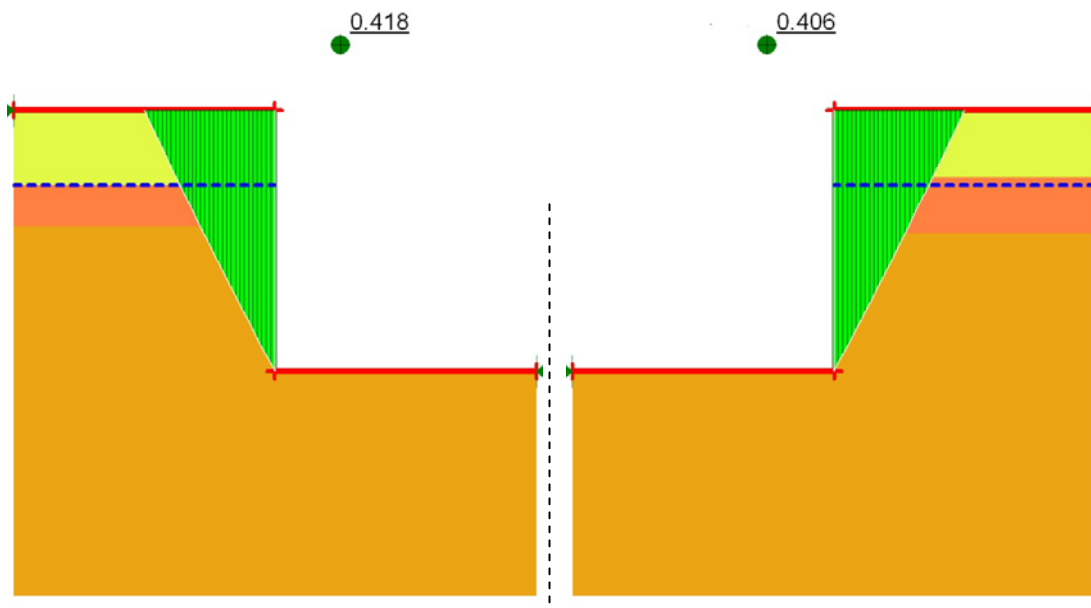
Vrsta tla	Kut nagiba pokosa b [°]	Pokos l/n
Nevezano i vrlo slabo vezano tlo	45	1:1
Čvrsto i polučvrsto koherentno tlo	60	1:0,58
Meka stijena	80	1:0,18
Čvrsta stijena	90	uspravno

Tablica 1. Kut nagiba pokosa građevne jame prema DIN 4124

3.2. Građevna jama – prijedlog rješenja zaštite

Primjeri usvojenog nagiba kosine dani su na profilima 3-3- i 4-4- slika 4. Pojedine strane iskopa su posebno promatrane i to:

- Profil 5-5
- Profil 6-6



Slika 5. Kritična klizna površina bez zaštite, profil 5-5 i 6-6

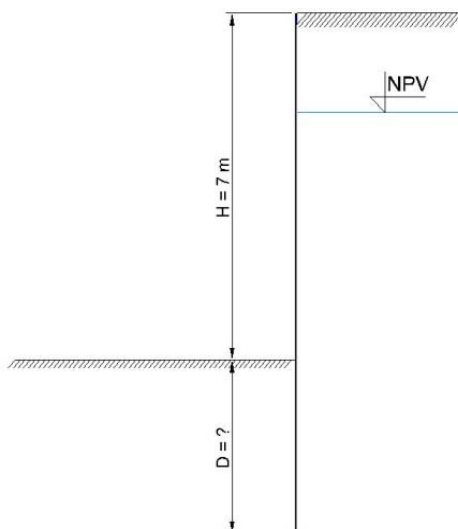
Za profil tla 5-5 i 6-6 karakteristični su sljedeći slojevi geomehaničkih karakteristika:

Sloj 1: Šljunak, piljevina i razni otpad / $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$; $\varphi=30^\circ$; $c=0 \text{ kPa}$

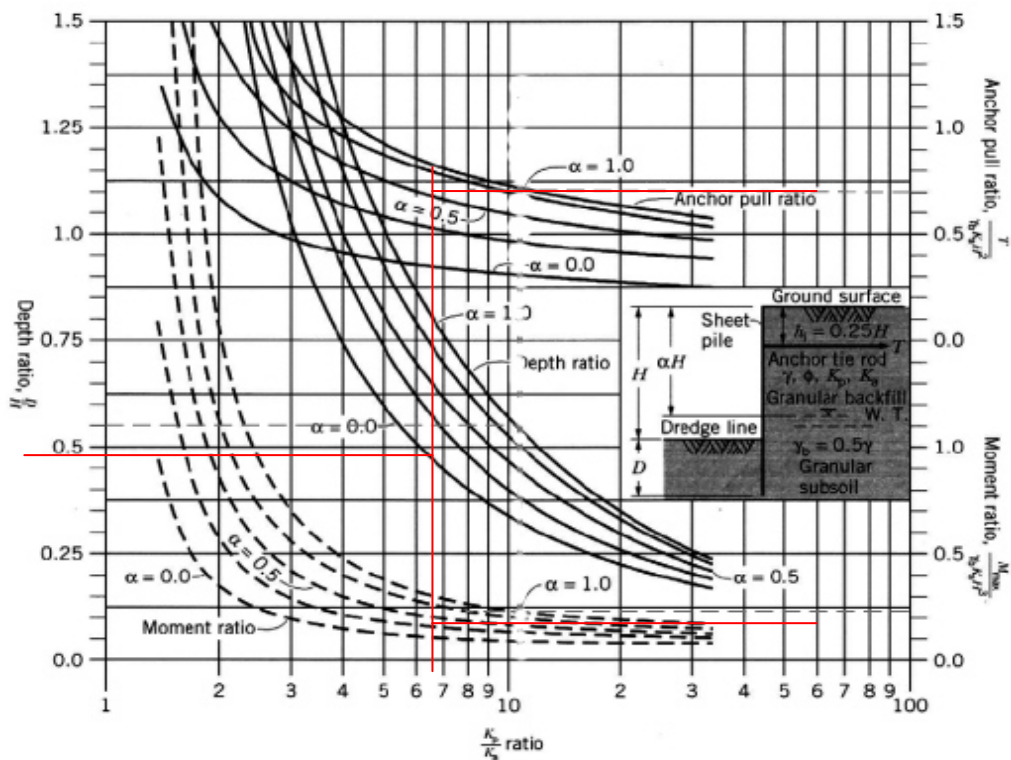
Sloj 2: Pijesak, sitnozrnati, malo prašinst / $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$; $\varphi=32^\circ$; $c=4 \text{ kPa}$

Sloj 3: Šljunak / $\gamma=20 \text{ kN/m}^3$; $\varphi=35^\circ$; $c=0 \text{ kPa}$

Dubina zabijanja jednostijenog zagata odredit će se korištenjem nomograma, slika 7.



Slika 6. Pretpostavljena dubina zabijanja



Slika 7. Nomogram (Cernica, 1995.)

Iz dijagrama za određivanje potrebne dubine zabijanja, najvećeg momenta savijanja i sile u sidru, za zagatnu stijenku sa nekohentim tlom, slika 7, slijedi:

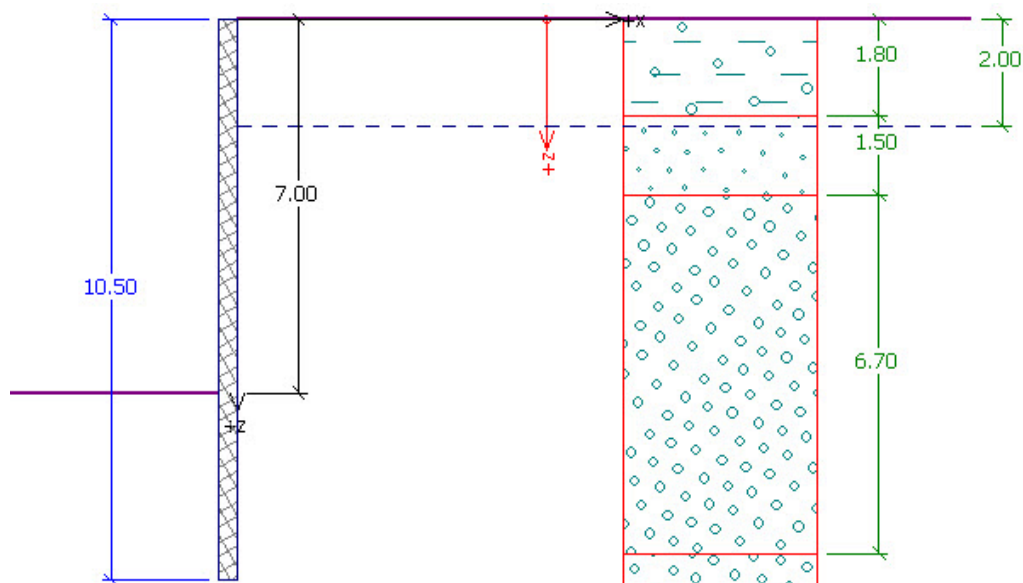
$$\alpha = \frac{H_w}{H} \quad \alpha = \frac{5}{7} = 0,71$$

$$K_p = 3,0 \quad K_a = 0,32$$

Koristeći nomogram, slika 7 usvojeno je:

$$\frac{D}{H} = 0,5$$

$$D = 0,5 * H = 0,5 * 7 = 3,5m$$



Slika 8. Usvojena dubina zabijanja zagata od 3,5 m

Usvojena dubina zabijanja zagata je 3,5 m, slika 8.

Proračun geotehničkih sidara

$$\frac{M_{\max}}{\gamma * K_a * H^3} = 0,22$$

$$M_{\max} = \gamma * K_a * H^3 = 0,22 * 20 * 0,32 * 7^3$$
$$M_{\max} = 482,9 \text{ kNm}$$

$$\frac{T}{\gamma * K_a * H^2} = 0,7$$

$$T = 0,7 * \gamma * K_a * H^2 = 219,5 \text{ kN}$$

Usvojena potrebna sila u sidru T = 219,5 kN.



Technical Data			
Bar Diameter mm	Steel Grade N/mm ²	Ultimate Strength kN (f _{pu})	Yield Strength kN (T _y)
Prestressing Steel			
15	900/1100	195	159
20	900/1100	345	283
26.5	950/1050	579	523
32	950/1050	844	764
36	950/1050	1069	967
40	950/1050	1320	1194
47	950/1050	1822	1648

Tablica 2. Odabir sidara na osnovi proizvođača DSI

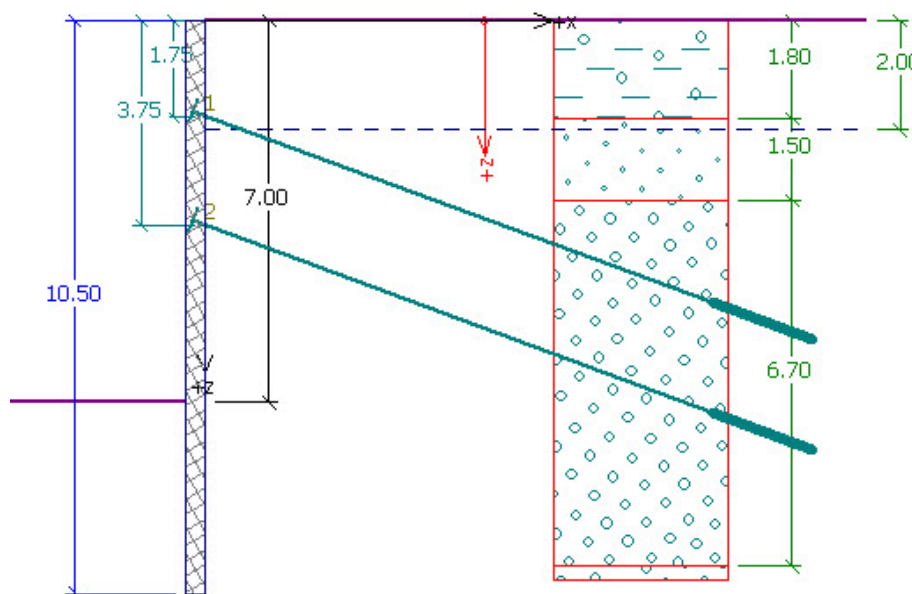
Odabrana su sidra: promjer 20 mm, čelik 900/1100, sa radnom silom S=345 kN.
Ako se sidra postavje na svakih 2 m zasjeka, tada je potreban broj sidara po visini zasjeka:

$$n = \frac{2,0 * 219,5}{345}$$

$$n = 1,27$$

$$usvojeno : n = 2$$

Odabrano je 2 sidra po visini zasjeka na svakih 2 m dužine.



Slika 9. Presjek zagatne stijenke sa usvojenim sidrima



4. ZAKLJUČAK

Stabilnost zagatne stijenke određena je upotrebom nomograma gdje se kao polazni uvjet morala pretpostaviti dubina zabijanja zagatne stijenke. U računu stabilnosti ujedno su dobiveni i iznosi maksimalnih momenata savijanja, a također i potrebna sila u geotehničkim sidrima.

Zagatna stijenka izvedena je uz ojačanje prednapregnutim sidrima, i to po 2 sidra po visini presjeka. Profili i dimenzije sidara ovise o pojedinom proizvođaču, a usvojena su i proračunata prednapregnuta trajna sidra proizvođača DSI UK.

Prikaz mogućih rješenja stabilnosti profila građevne jame 5-5 i 6-6 prikazani su korištenjem računalnog programa GEO5. U analizu ovoga programskog paketa, pored karakteristika tla, ulaze i proračunata dubina zabijanja, odabir metode zaštite, sidra. Pored izračuna i procjene stabilnosti rješenja, ujedno je i potvrđeno/predloženo rješenje geotehničkih sidara određeno računskim putem.

Napomena: Podloge, ulazni podaci i rješenja korišteni su samo za diplomski rad, što ne odgovara stvarnom stanju na predmetnoj lokaciji.

LITERATURA

1. E. Nonveiller: Mehanika tla i temeljenje građevina
Školska knjiga, Zagreb, 1979.god.
2. T. Roje-Bonacci: Potporne građevine i građevne jame
Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 2005. god.
3. M. Prskalo: Zbirka riješenih zadataka iz Mehanike tla s primjenom EC 7
Građevinski fakultet Sveučilište u Mostaru, Mostar, 2011. god.
4. Lj. Perić: Zaštita građevnih jama zidom od mlaznog betona i štapnih sidara
Stručni rad, Građevinar, Zagreb, 2008. god
5. T. Roje-Bonacci: Mehanika tla
Građevinski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 2003. god.

Korišteni programi

- [1] GEOSTUDIO 2004
- [2] GEO 5 edukacijska verzija 2010.
- [3] AUTOCAD 2009