

Tehničko praćenje i održavanje sidrene armiranobetonske dijafragme „Moj Dvor“ u Zagrebu

Technical monitoring and maintenance of anchored reinforced concrete diaphragm wall "Moj Dvor" in Zagreb

Krešo Ivandić¹, Željko Lebo²

¹Geotehnički fakultet Sveučilište u Zagrebu, Hallerova aleja 7, Varaždin; ² Tehničko veleručilište u Zagrebu, Vrbik 8, Zagreb

E-mail: ¹kreso.ivandic@gfv.hr; ²zlebo@tvz.hr

Sažetak. U radu je opisan postupak tehničkog praćenja i održavanja armiranobetonske sidrene dijafragme „Moj Dvor“. Dijafragma je izvedena kao privremena potporna konstrukcija u urbanoj sredini grada Zagreba. Prikazan je tijek njezine izvedbe s naglaskom na uočene probleme, te načinima njihova rješavanja. Složenost zahvata je, među ostalim čimbenicima, određena i time što je bilo potrebno osigurati rad u suhom, šljunkovitom tlu, s kotom iskopa znatno ispod razine podzemne vode, a sve u neposrednoj blizini susjednih objekata. Na izvedbi dijafragme „Moj Dvor“ razabiru se dvije značajne specifičnosti. Prva se ogleda u činjenici da je tijekom izvedbe 1. faze došlo do nepredviđene obustave radova u trajanju više od 30 mjeseci kada je izvedena skoro polovica 1. reda geotehničkih sidara (od ukupno 2 reda predviđenih projektom). Druga je ta da su se više od godinu dana bili obustavljeni radovi na izvedbi podzemnih etaža. Prva obustava radova (2006. god.) imala je za posljedicu potrebu korigiranja osnovnog rješenja, prije ponovnog nastavka radova. Spomenuta korekcija imala je za cilj kompenzaciju statičkog djelovanja izvedenih privremenih sidara. Osnovni prijepori bili su tvorbeni kroz činjenicu o nemogućnosti davanja pouzdanog zaključka u svezi procjene ponašanja geotehničkih sidara, a na okolnost višestrukog premašivanja planiranog vremenskog roka njihova statičkog djelovanja. Spomenuti, drugi nepredviđeni zastoj, traje od veljače 2010. godine do listopada 2010. god., kada se opažanja uredno provode. U slijedećem razdoblju obustavljeni su sva mjerenja na sustavu tehničkog praćenja, bez nastavka građevinskih radova. Nepoštivanje uobičajenih i nužno potrebnih tehničkih postupaka i mjera u situacijama promjene svojstva potpornih konstrukcija u smislu svojstva trajanja obavljanja njezine funkcije ima za direktnu posljedicu neprihvatljivo narušavanje osnovnih kriterija propisane margine sigurnosti i pouzdanosti.

Ključne riječi: dijafragma, sidro, tehničko praćenje, održavanje, pouzdanost, rokovi

Abstract. The paper describes the technical monitoring and maintenance of reinforced concrete diaphragm wall anchor "Moj Dvor". The diaphragm wall was constructed as a temporary support structure in the urban area of Zagreb. Described the construction of focusing on perceived problems and ways of to resolve them. The complexity of the project, among other factors, determined by the fact that it was necessary to secure operation of a dry gravelly soil, very water permeability, with the elevation of the excavation below the level of underground water, all in close proximity of neighboring buildings. On the construction of diaphragm wall "My Palace" can be discerned two notable characteristics. The first is reflected in the fact that during the of construction the first phase there was a unforeseen suspension of work for more than 30 months old when she was performed almost half of the first row geotechnical anchors (from a total of 2 lines envisaged by the project). Second specificity is that they are over 12 months suspended construction work on the underground levels of the exact moment of the completion of construction pit protection. The first stoppage of work (2006th yr.) Resulted in a need for correcting the basic design solution, before continuation of work. Mentioned correction was aimed at compensation static action performed temporary anchors. Basic controversies were formative in the fact of the impossibility of providing a reliable conclusion regarding the behavior of geotechnical assessment anchors, and the circumstance of multiple exceeding the planned time limit of their static effects. Said second unscheduled stoppage lasts from February 2010th until November 2010. years. to the duly submitted the results to all participants in the construction process. But after November 2010. stopped all measurements on the system technical monitoring, and did not continued construction work. Disrespect the usual and necessary required technical procedures and activities in situations change properties supporting constructions in terms of the properties of the performance of its functions is to direct consequence of unacceptable distortion of the basic criteria required margin of safety and reliability.

Key words: diaphragm wall anchor, technical monitoring, maintenance, deadlines

1 Uvod

U radu su opisani postupci tehničkog promatranja i održavanja armiranobetonske sidrene dijafragme „Moj Dvor“ u Zagrebu. Zaštitna konstrukcija je izvedena kao privremena konstrukcija koja osigurava nesmetano izvođenje građevinskih radova u suhom. Prikazan je tijek izvedbe zaštitne konstrukcije s naglaskom na uočene probleme i načine rješavanja istih.

Zaštitna konstrukcija je izvedena u pretežno šljunkovito-pjeskovitom tlu, saturiranom podzemnom vodom, te slojem gline na većim dubinama. Stalna razina podzemne vode je za cca 5m višoj koti od dubine temeljenja građevine. Iz tog razloga je armiranobetonska sidrena konstrukcija zaštite građevinske jame izvedena kao vododrživa.

Složenost zahvata se ogledala u činjenici da je riječ o zahvatu u urbanoj sredini, uz neposrednu blizinu susjednih objekata i prometnica. Mogu se razabrati dvije značajne specifičnosti.

Prva se ogleda u činjenici da je tijekom izvedbe 1. faze došlo do nepredviđene obustave radova u trajanju više od 30 mjeseci od trenutka kada je izvedena skoro polovica 1. reda geotehničkih sidara (od ukupno 2 reda predviđenih projektom).

Dругa jest da su građevinski radovi na izvedbi podzemnih etaža bili obustavljeni upravo u trenutku dovršetka zaštite građevinske jame.

Prva obustava radova (2006. god.) za posljedicu je imala potrebu korigiranja osnovnog rješenja, prije ponovnog nastavka radova. Spomenuta korekcija imala je za cilj kompenzaciju statičkog djelovanja izvedenih privremenih sidara.

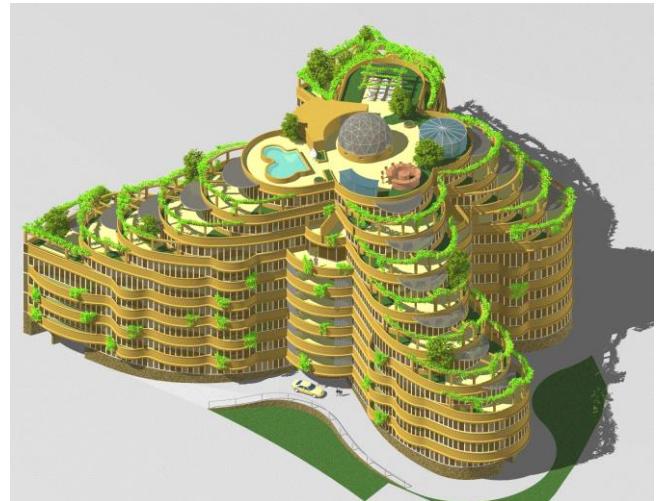
Osnovni prijepori bili su tvorbeni kroz činjenicu o nemogućnosti davanja pouzdanog zaključka u svezi procjene ponašanja geotehničkih sidara, a na okolnost višestrukog premašivanja planiranog vremenskog roka njihova statičkog djelovanja.

Za vrijeme spomenute druge obustave radova od veljače 2010. do listopada 2010. god. provodilo se tehničko promatranje na cijelom gradilištu i susjednim okolnim građevinama. Nakon listopada 2010. god. obustavljena su sva mjerenja na sustavu tehničkog praćenja, također bez odvijanja građevinskih radova na objektu.

2 Tehničke karakteristike građevine i sastav tla

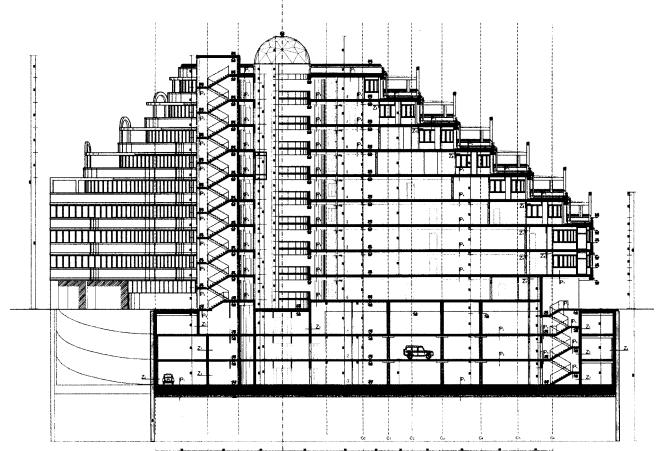
2.1 Osnovne karakteristike građevine „Moj Dvor“

Građevina „Moj Dvor“ je avangardna građevina zaobljenih struktura (slično „djatelini s 4 lista“) sa 9 nadzemnih i 3 podzemne etaže. U podzemnim etažama je smješten parkirno-garažni prostor, dok su sve nadzemne etaže oblikovane kao stambene jedinice (Slika 1).



Slika 1 Arhitektonska perspektiva stambene građevine „Moj Dvor“ u Zagrebu (Armont, 2006)

U konstruktivnom smislu to je skeletna građevina sastavljena od armiranobetonskih stupova, zidova, greda i ploča povezanih u jedan monumentalni sklop sa prozračnom jezgrom u centralnom dijelu građevine (Slika 2)



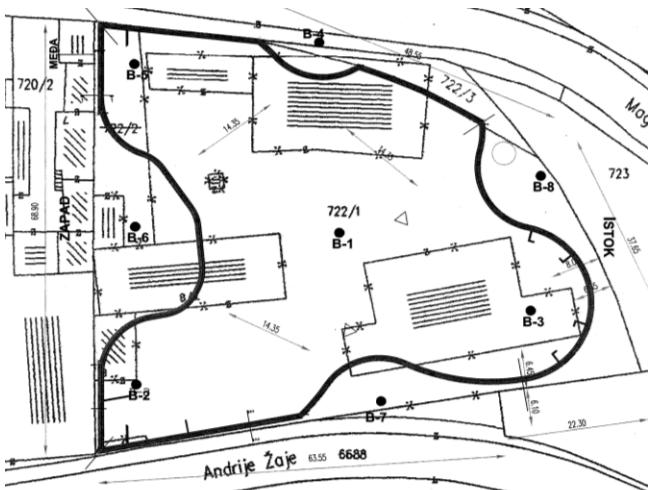
Slika 2 Karakterističan presjek građevine „Moj Dvor“ (Geokod, 2006)

2.2 Geotehničke karakteristike tla

Gradilište građevine „Moj Dvor“ nalazi se u donjogradskoj jezgri grada Zagreba na k.c.br. 722/1, k.o. Trešnjevka, smještene između Magazinske ulice i ulice Andrije Žaje br. 8.

Na parceli je izvedeno ukupno 8 bušotina, od čega su 4 unutar buduće građevinske jame, te 4 izvan njezina gabarita (Slika 3) Svrha bušenja izvan gabarita jame ogleda se u potrebi za prikupljanjem relevantnih informacija o geotehničkim karakteristikama tla u zonama gdje će se izvoditi sidrenje geotehničkih sidara.

Istražne radove je proveo Geokod d.o.o. iz Zagreba tijekom 2005. god.

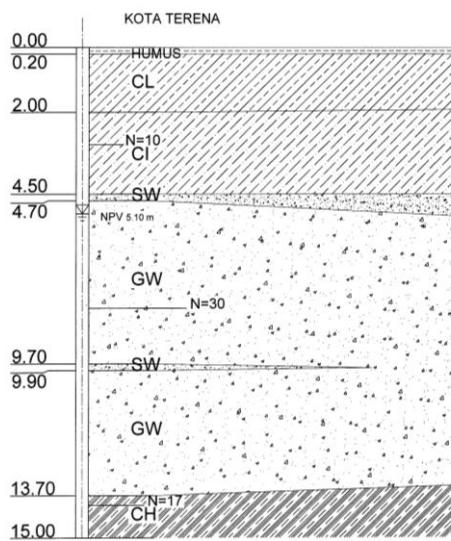


Slika 3 Tlocrtna dispozicija istražnih bušotina na katastarskoj podlozi (Geokod, 2006)

Karakterističan geotehnički profil čini (Slika 4)

- u površinskoj zoni nasip debljine 0.5 – 0.6 m,
- glina srednje plastičnosti CI, teško gnječive konzistencije, do dubine min. 2.20 m, te maksimalno 4.30 m od površine terena
- do dubine maksimalno 7.20 m, minimalno 4.30 m, pjesak dobro graduiran SW, fin, srednje zbijen,
- ispod sloja pjeska prostire se sloj šljunka dobro graduiranog GW do najdublje 13.80 m, min 9.80 m, srednje zbijen, SPT N = 21 – 41.
- do konačne dubine bušenja (25.0 m) prostire se sloj poluvrste gline visoke plastičnosti CH, s visokim brojem udaraca SPT-a N = 50.

B-1



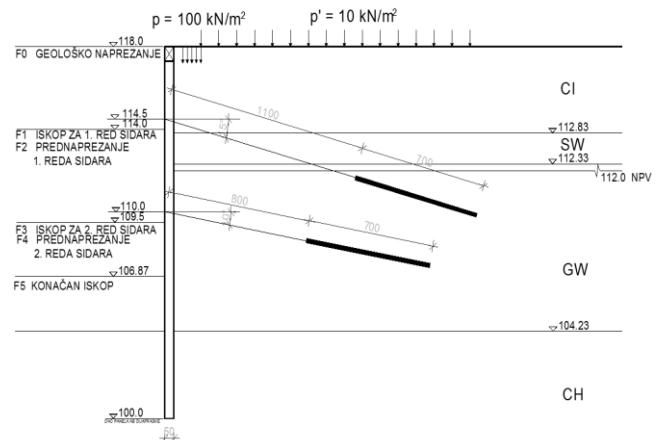
Slika 4 Karakterističan geotehnički profil tla iz bušotine B-1 (Geokod, 2006)

3 Tehničko rješenje zaštitne konstrukcije za grad. jamu „Moj Dvor“

3.1 Tehničke karakteristike zaštite građevinske jame „Moj Dvor“

Tlocrtna dispozicija građevinske jame „Moj Dvor“ je nepravilnog oblika, s površinom od 3200 m^2 , i opsegom od 274m (Slika 5)

Na temelju podataka dobivenih geotehničkim istražnim radovima te geometrije građevine, definirana je proračunski model zaštite građevinske jame (slika 5).



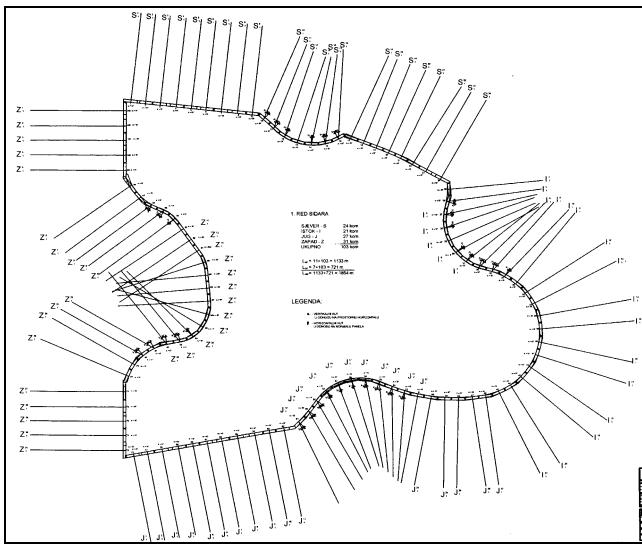
Slika 5 Presjek proračunskog modela za građ. jamu „Moj Dvor“ (Geokod 2006)

Koncepcija tehničkog rješenja zaštite sastoji se od:

- armiranobetonskih panela, debljine 50 cm, širine cca 240 cm i duljine 18.0 m, izvedenih kao poligonalna konstrukcija („zakrivljena“)
- geotehničkih sidara privremene trajnosti sidrenih u dva reda. Prvi red sidara 103 kom., na međurazmaku od 250 cm, duljine $11.0+7.0=18.0$ m, računske sile 760 kN, i drugi red 103 kom, na međurazmaku od 250 cm, duljine $8.0+7.0=15.0$ m, računske sile 720 kN
- armiranobetonske naglavne grede 60 x 70 cm

Denivelacija (dubina) terena s prediskopom iznosi 12.53 m, volumen iskopa oko 40000 m^3 . Razvijena površina dijafragme iznosi cca 4550 m^2 . Dio građ. jame i dijafragme je pod stalnim tlakom vodenog stupca podzemne vode od prosječno 5.50 m. Najveći proračunski horizontalni pomak dijafragme iznosi 2.53 cm.

Zbog svog specifičnog oblika zaštitne konstrukcije (konkavni i/ili konveksni oblik), dio sidara je izведен pod različitim kutovima u odnosu na horizontalu i vertikalnu kako bi se izbjegla mjesta mogućeg „sudaranja“ sidara u prostoru iza dijafragme. Ovakav način formiranja sidrišnih bušotina (različitost kuteva po vertikalni i horizontali) otežavalо je provedbu radova (slika 6)

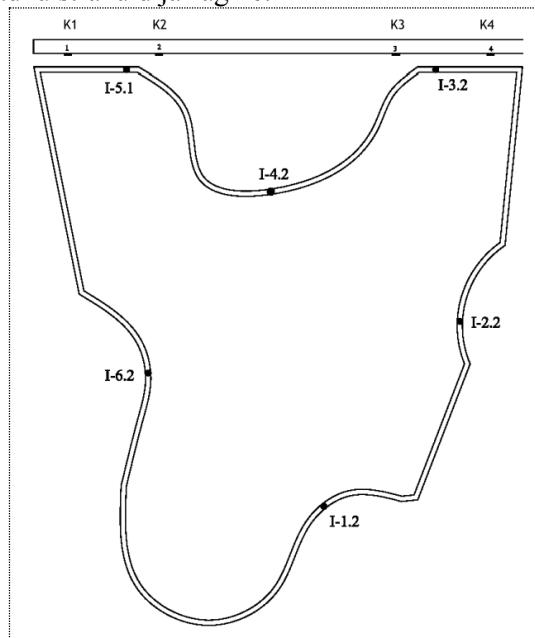


Slika 6 Tlocrtna dispozicija geotehničkih sidara 1. i 2. reda (Geokod, 2006)

3.2 Sustav tehničkog praćenja na gradilištu

Mjerna mjesta mikrometara i inklinometara birana su na osnovu projektantskih očekivanja pojave najvećih deformacija-pomaka. Klinometarski nosači su ugradivani na zidove susjednih objekata na zapadnoj strani (Slika 7)

Sustav tehničkog praćenja (monitoringa) se sastojao od ugradnje 6 pari mikrometarskih cijevi (I) fiksiranih u panele dijafragme (Slika 7 i 8), 11 komada geodetskih repera raspoređenih po naglavnoj gredi dijafragme, te 4 klinometra (K) postavljenih na zidove susjednih objekata, neposredno smještenim uz zapadnu stranu dijafragme.



Slika 7 Tlocrtna dispozicija mjernih točaka inklinometara i klinometara (Geokod, 2006)



Slika 8 Položaj mikrometarskih cijevi u armaturnom košu (Lebo, 2010)

Sustav ugradnje mjernih cijevi, geodetskih repera i ležaja klinometara postupno se odvijao sa napredovanjem radova na izvedbi zaštitne konstrukcije. Cijeli sustav tehničkog praćenja je dovršen završetkom izvedbe AB dijafragme.



Slika 9 Vrhovi mikrometarskih, odnosno inklinometarskih cijevi (Lebo, 2010)

4 Izvedba i privremena obustava radova

4.1 Izvedeni radovi prije prve obustave (2006. g.)

Glavni izvođač radova je tvrtka Tempo d.d. iz Zagreba, dok je geotehničke rade obavljala tvrtka Conex d.o.o iz Zagreba sa svojim kooperantima. Geotehnički radevi na izvedbi armiranobetonske dijafragme, izvedeni su pod stručnim geotehničkim nadzorom, te su ocijenjeni kao zadovoljavajući u tehničkom i vremenskom smislu.

Nakon iskopa 1. faze, s danom 11.12.2006. godine, došlo je do obustave radova i privremenog zatvaranja gradilišta. U tom trenutku u 1. redu, od ukupno 103 komada (predviđenih projektom), izvedeno je i ispitano 47 sidara, te je još 26 zainjektirano (bez prednapinjanja).

Po zastoju gradilišta predviđene su mjere konzerviranja gradilišta (Slika 10 i 11). Razlozi obustave radova su isključivo finansijske prirode



Slika 10 Građevna jama 11 mjeseci nakon prve obustave radova (Lebo, 2010)



Slika 11 Građevna jama 26 mjeseci nakon prve obustave radova (Lebo, 2010)

4.2 Tehničko praćenje nakon prve obustave radova

S obzirom na to da je obustava radova nastupila upravo kada je započeta izvedba 1. reda sidara, ali bez napredovanja daljnog iskapanja, na sustavu tehničkog praćenja napravljeno je samo tzv. nulto očitanje.

Mjerenje sila u sidrima u ovoj fazi nije bilo predviđeno projektom, pa isto nije obavljen

5 Nastavak radova nakon prve obustave

Nakon prve obustave, s danom 13.07.2009. godine otpočeli su radovi na nastavku izvedbe zaštite građevinske jame „Moj Dvor“. Glavni izvođač u nastavku radova je tvrtka Industrogradnja d.d. iz Zagreba, ali sve geotehničke radove obavljala je tvrtka Grasa d.o.o iz Zagreba sa svojim kooperantima.

Period nepredviđenog zastoju potrajan je dulje od 30 kalendarskih mjeseci. Posljedica nepredviđenog

zastaja se očitovala u potrebi korekcije osnovnog tehničkog rješenja prije ponovnog nastavka radova.

Na zahtjev investitora obavljen je interni tehnički pregled gradilišta od strane projektanta i revidenta. Zapažanja istih su poslužila u izradi stručnog mišljenja koji je prethodio korekciji postojećeg tehničkog rješenja (Dodatka D-2 za nastavak radova, Lanet 2009).

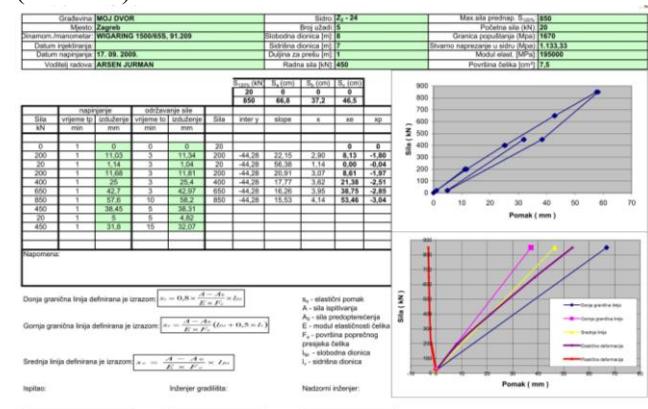
Kako je za vrijeme obustave bilo zainjektirano 26 kom. sidara, a ista nisu bila prednapinjana i ispitivana, odlučeno je ista ispitati i rezultate istih iskoristiti za znanstveno stručnu spoznaju i potvrdu nekih regulativnih normi.

Za izvedbu su primjenjena geotehnička sidra proizvođača BBR CONA SOL (Standards 0.6", u.t.s. 1860 N/mm², 150 mm). Od 26 komada, 8 sidara je zadovoljavalo kriterije iz projekta, a ostalih 18 nije zadovoljilo. Naime, svih 18 sidara je popuštalо je u rasponu od 360 do 830 kN (programom je traženo vršno opterećenje od 850 kN). Sidra su izvedena kao privremena uz standardan postupak injektiranja.

Uzimajući preporuke proizvođača sidara kao i normativne okvire propisane regulativnim postupcima Eurokoda 7, projektant i revident nisu dvojili da sva izvedena „stara“ sidra treba zamjeniti novima. Stoga je konačna odluka projektanta bila mjerodavna i zamjenjena su sva do tada izvedena sidra.

Stara sidra su zamjenjena na način da su se izvela nova sidra sa istim tehničkim karakteristikama u istim panelima s vertikalnim odmakom ušća za cca 50 cm niže od postojećih.

Programom ispitivanja i prednapinjanja dokazana je kvaliteta izvedbe kako zamjenskih tako i ostalih geotehničkih sidara 1. i 2. reda zaštitne konstrukcije (Slika 12)



Slika 12 Formular sa rezultatima napinjanja sidara (Grasa, 2009)

U nastavku radova uspješno su izvedene sve faze predviđene projektom (Slika 13 i 14):

- iskapanje do razine za izvedbu 1. reda sidara
- izvedba i napinjanje 1. reda sidara
- crpljenje zarobljene vode
- iskapanje do razine za izvedbu 2. red sidara

- izvedba i napinjanje 2. reda sidara
- iskapanje do dna građevinske jame uz crpljenje zarobljene vode



Slika 13 Dovršetak radova zaštite građevinske jame „Moj Dvor“ - jugozapad (Lebo, 2010)



Slika 14 Dovršetak radova zaštite građevinske jame „Moj Dvor“ - sjeverozapad (Lebo, 2010)

6 Tehničko praćenje i održavanje građevinske jame

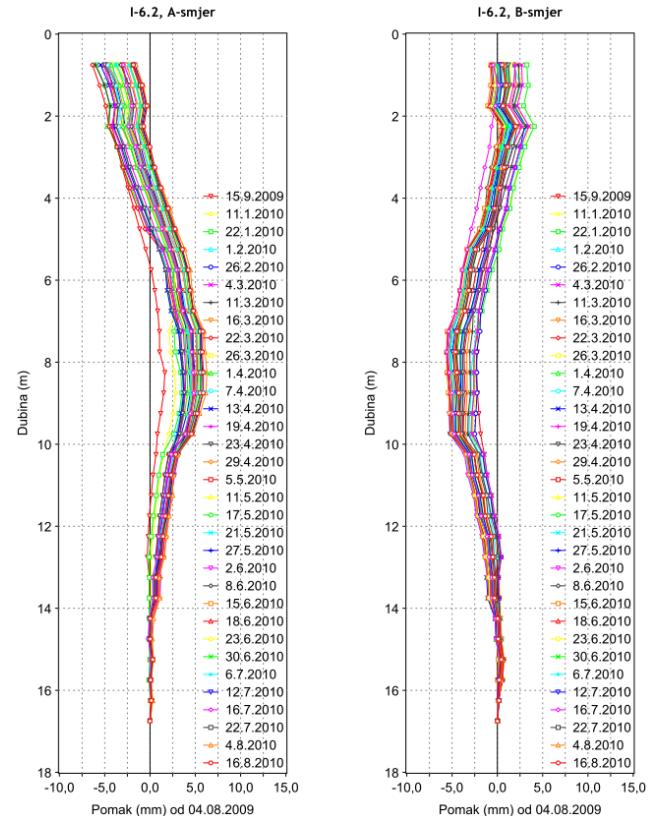
6.1 Sustav tehničkog praćenja tijekom izvedbe geotehničkih radova i kasnije

Tijekom izvedbe radova na zaštiti građevinske jame provodio se sustav tehničkog praćenja koji se sastojao od:

- praćanja horizontalnih pomaka u inklinimetskim cijevima panela dijafragme (6 kom.)
- praćenja kuteva zaokreta klinometrima na susjednim objektima na zapadnoj strani jame (4 kom.)
- praćenja horizontalnih i vertikalnih pomaka armiranobetonske naglavne grede dijafragme (22 kom.)
- praćenje sile u pojedinim sidrima (7 kom.)

6.2 Rezultati tehničkog praćenja

Rezultati mjeranja na inklinometrima pokazuju vrijednosti pomaka znatno manje od projektom predviđenih (Slika 15).



Slika 15 Mjereni horizontalni pomaci na inklinometru I-6.2. od 8/2009. do 8/2010. Uočava se tzv. „bačvasta“ deformacija dijafragme, smjer A+ je prema jami, (IGH, 2010)

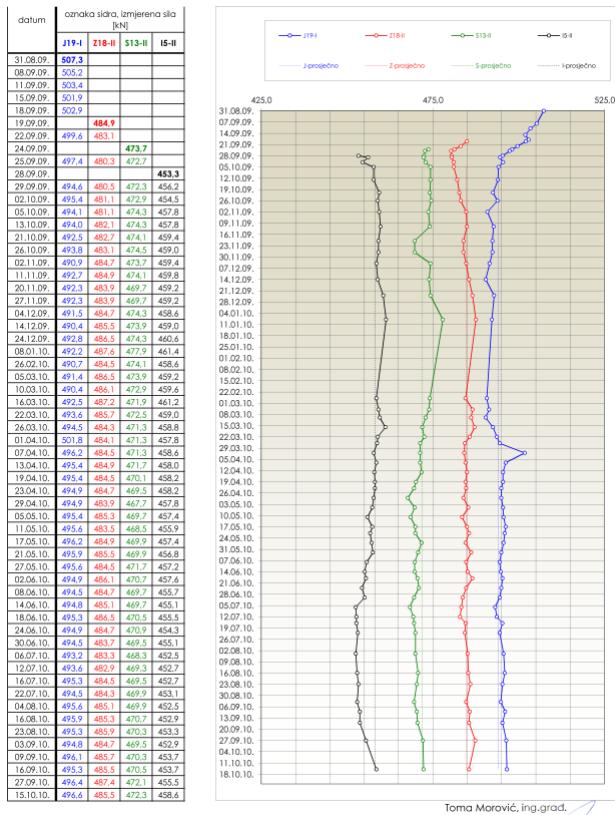
Kako bi se provjerila pouzdanost izvedbe geotehničkih sidara, sukladno projektu i Eurokodu 7, na gradilištu su izvedena 3 probna sidra.

Osim postupka ostvarivanja prijenosa vlačne sile sidra u tlo, potrebno je ocijeniti ispravnost održavanja sile u projektiranom vremenu uporabe. Stoga su u pojedina sidra ugradeni dinamometri ili mjerači sile (Slika 16).

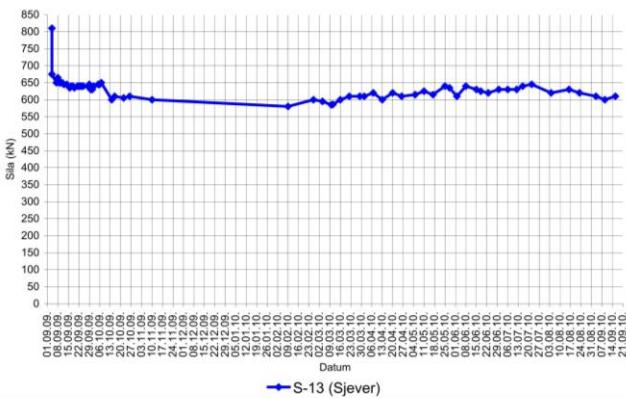


Slika 16 Glava sidra sa digitalnim dinamometrom (Lebo, 2010)

Pokazuje se da su analogni dinamometri relativno jednostavniji za uporabu od digitalnih, ali su znatno osjetljiviji na promjenu temperature, pa se trebaju dodatno izolirati od utjecaja sunca ili mraza.



Slika 17 Rezultati mjerjenja sile digitalnim dinamometrom za 4 sidra u periodu od 8/2009. do 8/2010. god. Pad sile po sidru je prosječno do 5 % od vrijednosti početne sile zaklinjavanja, (Geoekspert, 2010)



Slika 18 Rezultati mjerjenja sile analognim dinamometrom za sidro S-13 u periodu od 9/2009. do 9/2010. god. Sila zaklinjavanja 650 kN, pad sile je do 10 % od vrijednosti početne sile zaklinjavanja (GeoEko, 2010)

Kako bi se pouzdano ocijenio sustav zaklinjavanja potrebno je uvijek provesti postupak umjeravanja uređaja i opreme na gradilištu prije konačne izvedbe.

Naime, kod postupka zaklinjavanja uočava se nagli (trenutni) pad sile prednapinjanja u vrijednosti od cca 10-30 % od predviđene projektom. Slika 18 predstavlja napinjanje i praćenje sile u sidru S-13, na kojem se zorno vidi nagli pad u trenutku zaklinjavanja sa 800 na 650 kN. Može se razaznati da sila u sidru ima blagi pad u zimskim periodima dok se ona podiže u ljetnom razdoblju. Opisana pojava oscilacija vlačne sile sidrenja pripisuje se osjetljivosti mjerača sile na veće temperaturne razlike koju deklarira proizvođač, pa je treba razlikovati od „stvarnog“ pada sile u sidrima. Stoga se vrijednost uvijek kompenzira s deklariranim tolerancijom mjerača sile.

Veličina pada sile ovosi o načinu zaklinjavanja (kotvama, navojnicom, i sl.). Iz tog razloga potrebno je prilikom izvedbe provjeriti i ocjeniti vrijednost trenutnog pada sile za pojedini sustav zaklinjavanja.

Rezultati mjerjenja klinometrima pokazuju inženjerski zanemarive vrijednosti kuteva zaokreta na susjednim objektima.

Rezultati mjerjenja pomaka naglavne grede geodetskim reperima pokazuju istovjetne trendove ponašanja naglavnice, kao i inklinometarska mjerena.

Zaključuje se da mjereni pomaci i kutevi zaokreta, nastali kao posljedic izvedbe zaštitne konstrukcije građevinske jame, nemaju nikakav inženjerski značaj na utjecaj na susjedne objekte, čine su potvrđena predviđena projektna očekivanja.

7 Obustava radova 2010. na izvedbi podzemne etaže građevine „Moj Dvor“

Na dan 27.10.2009. godine dovršeni su svi geotehnički radovi na zaštiti građevinske jame „Moj Dvor“ sukladno propisanom projektom kvalitetom.

Sukcesivno, s kraćim zastojem, otpočela je izvedba prvog segmenta temeljne ploče (Slika 19)



Slika 19 Građevna jama i izvedeni prvi segment temeljne ploče u fazi ponovne obustave radova (Lebo, 2010)

Dana 16.02.2010. dolazi do potpune obustave radova na izvedbi podzemne konstrukcije građevine, ali se nastavljaju radovi tehničkog praćenja sukladno programu navedenom u poglavlju 6.1.

Međutim nakon listopada 2010. obustavljena su i sva mjerena na sustavu tehničkog praćenja, o čemu su obavješteni svi sudionici u gradnji. Od tada autorima nije poznato stanje građevne jame.

8 Zaključak

Tijekom izvođenja radova na zaštiti građevinske jame ugrađeni su mjerni instrumenti u potpornu konstrukciju i na susjedne objekte, pomoću kojih su se provodili postupci tehničkog praćenja njihova ponašanja.

U trenutku završetka konstrukcije zaštite građevinske jame rezultati mjerena su bili u očekivanim granicama predviđenih projektom, bez značajnijeg utjecaja na susjedne objekte.

Zaštitna potporna konstrukcija građevinske jame „Moj Dvor“ projektirana je kao privremena. Njena je funkcija limitirana na propisano vremensko razdoblje. Preciznije, riječ je o 6 mjeseci nakon završetka prednapezanja prvog reda sidara. Svako daljnje prekoračenje projektom propisanog trajanja obavljanja funkcije potpornog sklopa ima za direktnu posljedicu neprihvatljivo narušavanje osnovnih kriterija propisanih margina sigurnosti.

U radu su prezentirani zaključci izlučeni stečenim iskustvom u provedbi rješavanja zadaća tehničkog praćenja i održavanja zaštitnih konstrukcija sidrenih armiranobetonskih dijafragmi u zatečenim okolnostima.

Literatura

- Armont (2006) „Stambena građevina Moj Dvor, Arhitektonski projekt B.P.05/06, Mapa 1“, Zagreb, 2006.
- GeoEko (2010) „Moj Dvor - Tehničko promatranje, Praćenje ponašanja sile u sidrima, DI 2086-10“ Zagreb, rujan 2010.
- Geoeekspert (2010) „Stambeni kompleks Moj Dvor, Monitoring sila u geotehničkim sidrima, Završni izvještaj“, Zagreb, kolovoz 2010.
- Geokod (2006) „Moj Dvor, Glavni projekt zaštite građevinske jame B.P. 02/06, Mapa 9“, Zagreb, 2006.
- Geokod (2006) „Moj Dvor, Izvedbeni projekt zaštite građevinske jame B.P. 19/06, Knjiga 2“, Zagreb, 2006.
- Grasa (2009) „Izjava izvođača o izvedenim radovima i uvjetima održavanja građevine“ Zagreb, studeni 2009.
- IGH (2010) „Radovi opažanja podgradnje konstrukcije građevne jame i susjednih objekata, 2132-010/10“ Zagreb, listopad 2010.
- Lebo, Ž., (2010) “Završno izvješće nadzornog inženjera za geotehničke radove o izvedbi zaštite građevinske jame Moj Dvor, br.A2/10-TVZ” Zagreb, veljača 2010.
- Lanet (2009) „Moj Dvor, Izvedbeni projekt zaštite građevinske jame TD 01/09, Dodatak D2 za nastavak radova“, Zagreb, veljača 2009.