

Univerza
v Ljubljani
Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*

*Janova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si*



Visokošolski program Gradbeništvo,
Smer operativno gradbeništvo

Kandidat:

Edin Delić

Analiza odstopanj izvedbe geotehničnih del od plana na primeru dozidave objekta

Diplomska naloga št.: 299

Mentor:

izr. prof. dr. Jana Šelih

Ljubljana, 31. 1. 2008

IZJAVA O AVTORSTVU:

Podpisani **EDIN DELIĆ** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom: »**ANALIZA ODSSTOPANJ IZVEDBE GEOTEHNIČNIH DEL OD PLANA NA PRIMERU DOZIDAVE OBJEKTA**«.

Izjavljam, da prenašam vse materialne avtorske pravice v zvezi z diplomsko nalogo na UL, Fakulteto za gradbeništvo in geodezijo.

Ljubljana, 14.01.2008

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 624.152:65.012.2(043.2)

Avtor: Edin Delić

Mentor: doc. dr. Jana Šelih

Naslov: Analiza odstopanj izvedbe geotehničnih del od plana na primeru
dozidave objekta

Obseg in oprema: 56 str., 20 slik, 7 prilog

Ključne besede: terminski plan, planiranje, gradbena jama

Izvleček:

Za izgradnjo kletnih prostorov za projekt dozidave in adaptacije SNG Opera in Balet v Ljubljani je potrebno varovati gradbeno jama. Gradbena jama prizidka je tlorisne površine 34 x 38 m in globine 9,5 m. Gradbena jama odrskega stolpa pa je tlorisne površine 15 x 19 m in globine 14,5 m.

Zaščita gradbene jame se je izvajala s sistemom varovanja s sidranim vkopanim zidovjem – sidrano armiranobetonsko diafragma debeline 60 cm (C 25/30). Izvedba geotehničnih del je tako kot vsi gradbeni projekti vezana na določen rok dokončanja del, zato je potrebno pri planiranju obvezno upoštevati tudi časovno komponento izvajanja del. Po drugi strani je izvedba geotehničnih del zaradi svoje specifičnosti zelo nepredvidljiv proces, zaradi pojavljanja nepredvidljivih in presežnih del pa je realno za pričakovati odstopanja izvedbe od plana gradnje. Diplomaska naloga analizira odstopanja izvedbe geotehničnih del od plana za obravnavani projekt.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

- UDC:** 624.152:65.012.2(043.2)
- Author:** Edin Delic
- Supervisor:** doc. dr. Jana Selih
- Title:** Analysis of discrepancies in geotechnical works execution: building enlargement case study
- Notes:** 56 pages, 20 photos, 7 appendices
- Key words:** schedule, planning, construction site “underground site”
- Abstract:**

During the construction of the basement in the renovation of SNG Opera and Ballet in Ljubljana, it is important to secure the underground construction site. The underground site's annex has the following dimensions: 34 x 38 m in area and 9,5 m in depth. The construction site for the stage tower has the following dimensions: 15 x 19 m in area and a depth of 14,5 m.

The reinforcement of the site was provided using anchored buried wall with a width of 60 cm manufactured out of concrete, type C 25/30. Carrying out the geotechnical works of any construction site is based on detailed project planning, as this process is dependent on taking into the account all of the components of project's completion. The geotechnical works execution stage of the construction process is unpredictable in nature due to uncertainty and unforeseen events, therefore it is commonly expected that there will be delays and deviations from the scheduled construction plan. This dissertation addresses deviations and delays encountered during the execution of geotechnical works for the above mentioned case study.

ZAHVALA

Za pomoč pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorici doc. dr. J. Šelih.
Hvala tudi vsem na katedri in fakulteti, ki so mi omogočili prijetno delovno vzdušje.

KAZALO VSEBINE

| | | |
|----------------|--|-----------|
| 1 | UVOD | 1 |
| 1.1 | Predstavitev problema | 1 |
| 1.2 | Namen diplomskega dela | 1 |
| 1.3 | Pregled vsebine diplomskega dela | 2 |
| 2 | PLANIRANJE GRADBENIH DEL | 3 |
| 2.1 | Proces gradbenega projekta | 3 |
| 2.2 | Terminski plani | 5 |
| 2.2.1 | Gantogramska tehnika planiranja | 6 |
| 2.2.2 | Ortogonalna tehnika planiranja | 8 |
| 2.2.3 | Mrežne tehnike planiranja | 9 |
| 2.3 | Spremljanje izvajanja gradbenega projekta | 11 |
| 2.3.1 | Pogoji uspešnosti gradnje in vzroki odstopanj od plana | 11 |
| 2.3.2 | Spremljanje, evidenca, informiranje in analiza ukrepov | 12 |
| 2.3.3 | Spremembe in prilagoditve plana tekom gradnje | 13 |
| 3 | ZAŠČITA GRADBENE JAME | 15 |
| 3.1 | Različne tehnologije izvedb podpornih konstrukcij | 15 |
| 3.1.1 | Začasne podporne konstrukcije | 15 |
| 3.1.2 | Trajne podporne konstrukcije | 16 |
| 3.1.2.1 | Pilotne stene | 16 |
| 3.1.2.2 | Jet grouting piloti | 16 |
| 3.1.2.3 | Armiranobetonska diafragma | 17 |
| 4 | PREDSTAVITEV PLANIRANJA GRADBENIH DEL PRI ZAŠČITI GRADBENE JAME NA PRIMERU OBJEKTA SNG OPERA IN BALET V LJUBLJANI | 21 |
| 4.1 | Osnovni podatki | 21 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 4.2 | Določila iz gradbene pogodbe | 22 |
| 4.2.1 | Predmet pogodbe | 22 |
| 4.2.2 | Pogodbena cena | 22 |
| 4.2.3 | Način plačila | 22 |
| 4.2.4 | Obveznosti izvajalca | 22 |
| 4.2.5 | Pogodbeni roki | 23 |
| 4.3 | Predstavitev terminskega plana | 23 |
| 4.4 | Tehnologija zaščite gradbene jame | 24 |
| 4.4.1 | Splošno | 24 |
| 4.4.2 | Sestava tal | 25 |
| 4.4.3 | Zasnova varovalne konstrukcije | 26 |
| 4.4.4 | Tehnologija gradnje | 31 |
| 4.5 | Nadzor in zagotavljanje kakovosti ter tehnično opazovanje – monitoring | 38 |
| 5 | ODSTOPANJE IZVEDBE GEOTEHNIČNIH DEL OD PLANA NA PRIMERU OBJEKTA SNG OPERA IN BALET LJUBLJANA | 39 |
| 5.1 | Predstavitev problemov, ki so se pojavili med izvedbo geotehničnih del in analiza vzrokov | 39 |
| 5.2 | Rešitev problemov, ki so nastali med izvedbo geotehničnih del | 43 |
| 5.3 | Spremljanje izvajanja in obnavljanja operativnih planov | 50 |
| 5.4 | Komentar k odstopanju izvedbe geotehničnih del od plana | 52 |
| 6 | ZAKLJUČEK | 53 |
| | VIRI | 55 |
| | PRILOGE | 56 |

KAZALO SLIK

- Slika 1: Shematski prikaz procesa gradbenega projekta
- Slika 2: Shematski prikaz področij uporabe grafičnih terminskih planov
- Slika 3: Shematski prikaz gantograma
- Slika 4: Shematski prikaz ortogonalnega plana
- Slika 5: Shematski prikaz dogodkovne mreže za primer izdelave stopniščne ograje
- Slika 6: Shematski prikaz dejavnostne mreže za primer izdelave betonske konstrukcije
- Slika 7: Prikaz sestave tal
- Slika 8: Tloris konstrukcije zaščite gradbene jame in prikaz dispozicij panelov
- Slika 9: Prerez A – A in prikaz pozicij sider
- Slika 10: Prerez B-B in prikaz pozicij sider
- Slika 11: Tloris vodilnega kanala na območju prizidka
- Slika 12: Prerez vodilnega kanala na območju prizidka
- Slika 13: Pogled diafragme in vezene grede prizidka
- Slika 14: Tloris in prerez vodilnega kanala na območju odrskega stolpa
- Slika 15: Pogled diafragme in vezene grede odrskega stolpa
- Slika 16: Prikaz predvidenega in začasno izvedenega izkopa
- Slika 17: Prikaz ukrepa sanacije brežine proti PEN klubu
- Slika 18: Shematski prikaz dodatnih sidrišč
- Slika 19: Spremenjena projektna dokumentacija (prerez A – A)
- Slika 20: Spremenjena projektna dokumentacija (prerez B – B)

1 UVOD

1.1 Predstavitev problema

Izvajanje geotehničnih del v gradbeništvu je zaradi svoje specifičnosti pogosto zelo nepredvidljiv proces. Obenem pa so tudi ta dela, tako kot vsi gradbeni projekti, vezana na določen rok dokončanja del, zato je potrebno pri planiranju obvezno upoštevati tudi časovno komponento izvajanja del.

Za določitev časa, potrebnega za izvedbo določenega sklopa dejavnosti, je potrebno vse dejavnosti oz. elemente gradnje, ki jih lahko predvidevamo v fazi načrtovanja delovnega procesa, identificirati ter na njihovi osnovi izdelati terminski plan dela, s katerim določimo roke za izvršitev posameznih aktivnosti, medsebojne povezanosti aktivnosti in vrstni red izvajanja dejavnosti.

Na podlagi opisanih planov se izvede gradnja oziroma prenova objekta. Plani izvedbe del predstavljajo del izvedbenega projekta, namenjeni zagotovitvi dokončanja del v predvidenem roku in s tem posredno zagotovitvi dokončanja del v okviru predvidenih stroškov. V primeru, ko gre za zahteven izkop globoke gradbene jame v slabih tleh, se lahko pojavijo nepredvidena in presežna dela, zaradi česar se pojavijo časovna odstopanja izvedbe od prvotnega plana gradnje, praviloma pa tudi povečanje stroškov izvajanja del.

1.2 Namen diplomskega dela

Glavni namen diplomske naloge je predstavitev odstopanj izvedbe geotehničnih del od prvotnega plana ter analiza vzrokov problemov, ki so se pojavili med izvedbo geotehničnih del za projekt dozidave in adaptacije SNG Opera in Balet v Ljubljani.

Projekt dozidave in adaptacije SNG Opera in Balet je zahteven gradbeni projekt, ki predvideva relativno globoke kletne prostore na omejenem zemljišču, ki se nahaja v samem jedru mesta in je komaj kaj večja od gabaritov predvidenega objekta. Hkrati so v neposredni

bližini gradbeni objekti, v katerih prostor med gradnjo ne smemo in ne želimo fizično posegati.

Načrtovana globina temeljne plošče objekta je 15 do 20 metrov pod koto terena. Pri tem predhodne raziskave tal kažejo, da imajo tla zelo pestro in do globine 20,0 m razmeroma neugodno sestavo. Načrtovanje zaščite gradbene jame mora zato zadostiti različnim pogojem in zahtevam.

1.3 Pregled vsebine diplomskega dela

V prvem delu naloge povzemam teoretične osnove, na katerih bo slonel praktični del naloge, in sicer:

- v 2. poglavju predstavljam proces gradbenega projekta ter osnove planiranja gradbenih del, ki je teoretično izhodišče za izdelavo terminskih planov gradbenih del in spremljanje izvajanja operativnih planov.
- v 3. poglavju predstavljam pregled tehnologij zaščite gradbene jame z poudarkom opisa tehnologije, ki je bila uporabljena za projekt dozidave in adaptacije SNG Opera in Balet v Ljubljani.

V drugem delu naloge predstavljam praktični del naloge, in sicer:

- v 4. poglavju je predstavljeno planiranje gradbenih del pri zaščiti gradbene jame, ki zajema osnovne podatke o objektu, določila iz gradbene pogodbe, predstavitev terminskega plana ter tehnologijo gradnje.
- v 5. poglavju so predstavljeni problemi, ki so se pojavili med izvedbo del, analiza vzrokov, rešitve problemov ter spremljanje izvajanja operativnih planov z zaključkom o odstopanju.

V zadnjem poglavju pa so podane ugotovitve in zaključki, do katerih sem prišel med svojo analizo.

2 PLANIRANJE GRADBENIH DEL

2.1 Proces gradbenega projekta

Projektni proces se začne s fazo INICIALIZACIJE PROJEKTA. Prvi korak v fazi inicializacije je proces rojevanja zamisli in idej oziroma nastajanja potreb ali pobud. Drugi korak je obdelava ideje, potrebe oziroma pobude, priprava predloga, da se sproži dejavnost in izvede nek projekt.

2. faza projekta, tako imenovana faza KONCIPIRANJA PROJEKTA, definira, kakšno naj bo tisto, kar želimo. V tej fazi se izvede ciljni projekt, torej projekt, s katerim opredelimo cilje podviga oziroma posla. Rezultat je koncept načina reševanja v idejni zasnovi projekta postavljene naloge. V okviru koncipiranja se mora zasnovati oziroma okvirno opredeliti tudi, kako se bodo dela nadaljevala: kakšna bo okvirno struktura projekta v nadaljevanju, kakšni naj bi bili časi trajanja oziroma roki, kateri viri (resursi) bodo potrebni in koliko – zlasti kaj bodo izvajali interni izvajalci in kaj zunanji izvajalci (kooperacije), kakšna je ocena stroškov in – ne nazadnje, kakšna naj bi bila projektna organizacija.

Po fazi koncipiranja sledi faza 3 – faza DEFINIRANJA PROJEKTA, kjer moramo natančno definirati program, način in metodo izvedbe objekta projekta. Lahko rečemo, da v fazi definiranja povemo, kako bomo izvedli tisto, kar je cilj projekta oziroma kakšna je pot do postavljenega cilja. V fazi definiranja torej izvedemo vse dejavnosti v okviru priprave operativne izvedbe projekta.

Projekt smo vpeljali (inicializacija), povedali, kaj hočemo, kako naj izgleda rezultat projekta (koncipiranje) in opredelili, kako bomo ta rezultat realizirali (definiranje). Projekt je potrebno le še izvesti, kar se stori v fazi 4, tako imenovani fazi IZVAJANJA PROJEKTA.

V tej fazi je projekt že definiran, glavni sistem se z njim strinja, projektni tim je določen in je potrnil, da je tak projekt izvedljiv. Na razpolago imamo planirane vire. Torej ga lahko tudi dejansko realiziramo.

(Rant, Jeraj, Ljubič, 1998)

Opravila, s katerimi se srečujemo v fazi izvajanja projekta, so:

- Izdelava programa projekta oziroma operativno planiranje projekta
- Lansiranje projekta
- Izvajanje dejavnosti
- Poročanje, spremljanje in ažuriranje projekta
- Zaključevanje projekta

| | | | | | |
|---|---|---|--|--|---|
| INVESTITOR | PROJEKTANT, INVESTITOR | PONUJDNKI | INVESTITOR | IZVAJALEC | UPRAVLJALEC/ VZDRŽEVALEC |
| - potreba - izvedljivost - definiranje projekta - odobritev investitorja | - načrtovanje idejne zasnove - odobritev investitorja - preiskave tal - preliminarno načrtovanje - detajlno projektiranje - količine - delovni dokumenti - izbira oblike pogodbenih odnosov | - priprava ponudbe - zbiranje podatkov - planiranje - ocena časa, stroškov - časovna opredelitev - upravljanje z viri - analiza denar. tokov - oddaja ponudbe | - ocerjevanje ponudb - izbira izvajalca | - začetek gradnje - detajlno planiranje - ažuriranje plana - evalvacija izvajanja - kontrola časa, strošk- ov, kvalitete | - upravljanje - vzdrževanje - na koncu življenjske dobe rušenje ali rehabilitacija |
| KONCIPIRANJE | DEFINIRANJE | PRIPRAVA | PONUDBE | GRADNJA | UPR. IN VZD. |

Slika 1: Shematski prikaz procesa gradbenega projekta (Šelih, 2007)

2.2 Terminski plani

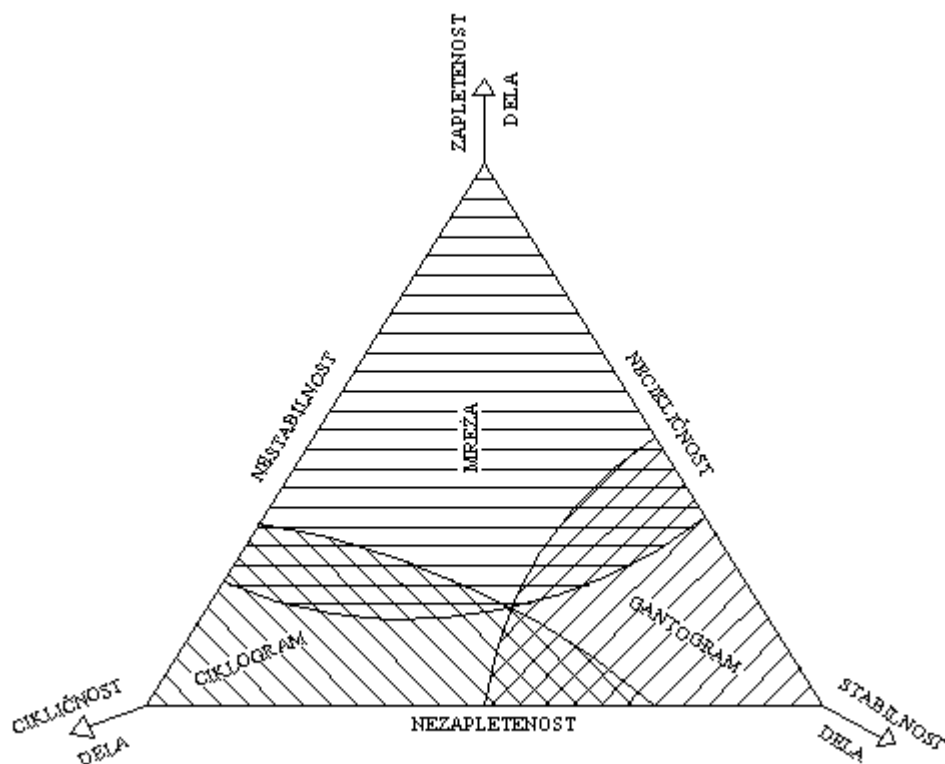
Terminski plani so najpomembnejši plani operativnega planiranja. Terminske plane, imenovane tudi časovni ali plani napredovanja del, uporabljamo za časovni prikaz poteka gradnje objekta, so pa obenem tudi osnova za izdelavo spremljajočih oziroma pomožnih planov, ki služijo za prikaz potreb po delavcih, mehanizaciji, materialih in finančnih sredstvih. Terminski plani so prav tako tudi osnova za vodenje in pravočasno izvajanje ter kontrolo izvajanja gradbenih del.

Izvedba gradbenih objektov je tako kot vsi gradbeni projekti vezana na določen rok dokončanja del, zato je potrebno pri planiranju obvezno upoštevati tudi časovno komponento izvajanja del. V ta namen lahko uporabimo različne tehnike planiranja, s katerimi je možno grafično in številčno prikazati časovni potek izvajanja del. Izbira najprimernejše tehnike planiranja je odvisna od tehnološke zapletenosti objekta ter od stabilnosti in cikličnosti dela.

Terminske plane izdelujemo grafično s pomočjo različnih tehnik, ki pa so naslednje:

- gantogramske tehnike,
- ciklogramske tehnike,
- ortogonalne tehnike in
- tehnike mrežnega planiranja.

Shematično so področja uporabe zgoraj navedenih tehnik predstavljena na sliki 2.



Slika 2: Shematski prikaz področij uporabe grafičnih terminskih planov (Pšunder, 1990)

2.2.1 Gantogramska tehnika planiranja

Gantogramska tehnika je najstarejša tehnika terminskega plana in je danes tudi najbolj razširjena.

Rezultat te tehnike so gantogrami, kjer nam abscisa predstavlja časovni potek izvajanja del, ordinata pa posamezne aktivnosti. Iz gantograma je jasno razvidno, kako si posamezne aktivnosti časovno sledijo, koliko je razpoložljivega časa za posamezno dejavnost, kdaj se posamezna aktivnost začne in kdaj zaključi, ter kako se nekatere aktivnosti med seboj prekrivajo. Prikaz je enostaven, lahko razumljiv in preprost za spremljanje. To so glavne prednosti gantogramov.

| Št. | VRSTA IN OPIS DEL | Napredovanje del po mesecih | | | |
|-----|-------------------|-----------------------------|-------|-----|-------|
| | | marec | april | maj | junij |
| 1. | Aktivnost 1 | ■ | | | |
| 2. | Aktivnost 2 | | ■ | ■ | |
| 3. | Aktivnost 3 | ■ | ■ | | |
| 4. | Aktivnost 4 | ■ | ■ | | |
| 5. | Aktivnost 5 | | ■ | ■ | |
| 6. | Aktivnost 6 | | | ■ | ■ |
| 7. | Aktivnost 7 | | | | ■ |

Slika 3: Shematski prikaz gantograma

Z gantogramsko tehniko planiranja izdelamo gantograme po naslednjih postopkih:

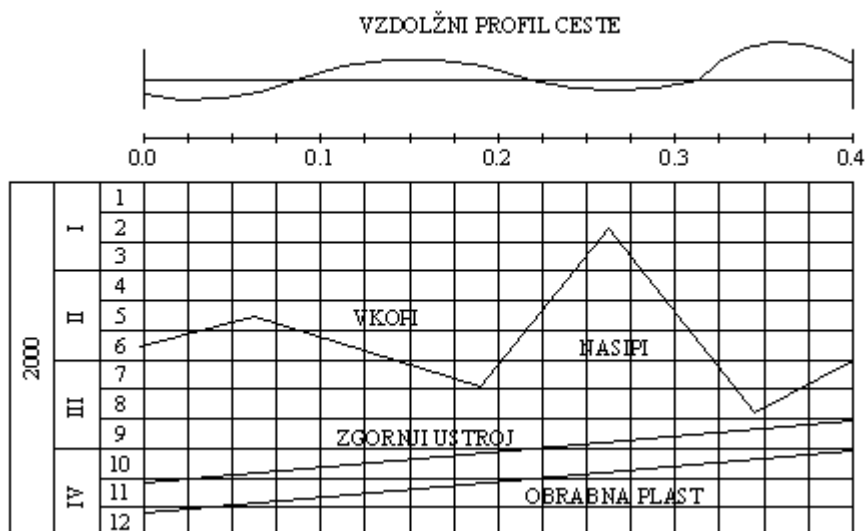
- določimo posamezne aktivnosti,
- z izračunom določimo čas trajanja aktivnosti,
- določimo vrstni red izvajanja posameznih aktivnosti in
- izdelamo gantogram.

2.2.2 Ortogonalna tehnika planiranja

Ortogonalna tehnika je najprimernejša za terminsko planiranje objektov nizkih gradenj, kot so ceste, železnice, premostitveni objekti in predori.

Pri izdelavi ortogonalnega plana običajno uporabimo vzdolžni profil objekta, pod katerim grafično prikažemo časovno in prostorsko komponento izvajanja del. Aktivnosti so predstavljene z daljicami, katerih naklon izraža dinamiko izvajanja del. Večji je naklon daljic, hitreje se delo odvija. Število aktivnosti moramo zaradi boljše preglednosti ortogonalnega plana skrčiti na minimum, zato običajno planiramo kar s posameznimi vrstami del.

V praksi uporabljamo ortogonalne plane kot dopolnitev gantogramov in mrežnih planov.



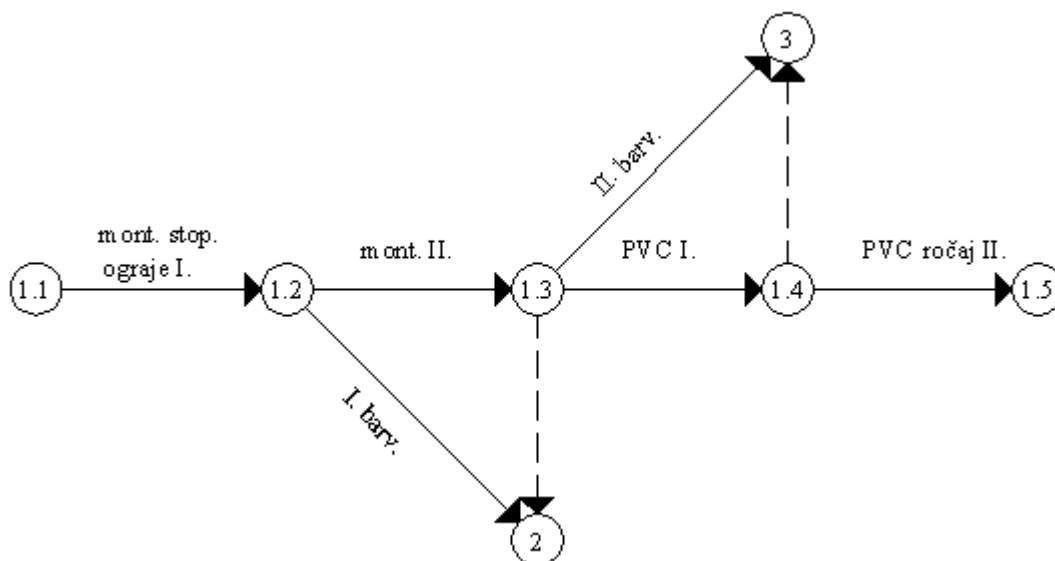
Slika 4: Shematski prikaz ortogonalnega plana

2.2.3 Mrežne tehnike planiranja

Mrežne tehnike terminskega planiranja so prinesle veliko novosti in prednosti v primerjavi s tehnikami, ki so bile razvite pred njimi. Glavna prednost je ta, da je z njimi možno ugotoviti tista dela, od katerih je odvisen rok izgradnje objekta. Ta dela se imenujejo kritična dela, zaporedje njihovega izvajanja del pa se imenuje kritična pot.

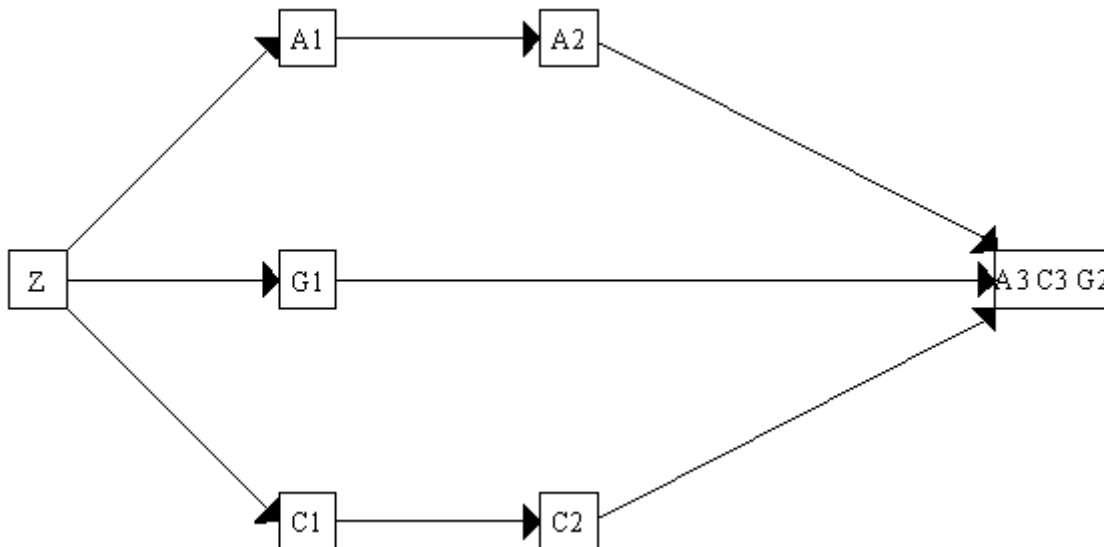
Za izvajanje te tehnike so potrebna določena predznanja in sicer iz področja elementarne matematike in logike ter poznavanje gradbene tehnologije. Danes poznamo nad trideset različnih mrežnih tehnik, ki so si med seboj podobne. Za potrebe operativnega terminskega planiranja se danes največ uporabljata dve obliki:

- dogodkovne mreže, kjer je rezultat metode puščični mrežni diagram. Polna puščica predstavlja aktivnost in sočasno tudi tehnološko povezanost med dvema aktivnostima. Črtkana puščica je pomožni grafični simbol, ki prikazuje odvisnost med dvema aktivnostima in za razliko od polnih puščic ne troši niti časa niti delovnih sredstev. Krog predstavlja začetni in trajni dogodek obravnavane aktivnosti. Dogodkovna mreža je torej sestavljena iz vrste aktivnosti, ki zahtevajo določeni čas za izvedbo, istočasno pa nakazujejo tudi tehnološko povezanost med dvema aktivnostima.



Slika 5: Shematski prikaz dogodkovne mreže za primer izdelave stopniščne ograje (Rodošek, 1985)

- in dejavnostne mreže, kjer je rezultat metode mrežni diagram z kvadrati. Kvadrat predstavlja aktivnost in sočasno tudi začetni in končni dogodek. Polna puščica prikazuje odvisnost med aktivnostima. Dejavnostna mreža je torej sestavljena iz vrste aktivnosti, ki zahtevajo določeni čas za izvedbo. Tehnološko povezanost med aktivnostimi prikazujejo puščice.



A2 – polaganje armature

C1 – postavljanje silosa za cement

A3, C3, G2 – betoniranje

G1 – dovoz gramoza

C2 – dovoz cementa in silosa

A1 – krivljenje armature

Slika 6: Shematski prikaz dejavnostne mreže za primer izdelave betonske konstrukcije (Rodošek, 1985)

2.3 Spremljanje izvajanja gradbenega projekta

Ko je faza planiranja končana, preide projekt v fazo izvajanja, v kateri lahko pride do drugačnega poteka dejavnosti oz. del, kot je bilo predvideno v fazi planiranja. Ta odstopanja vodijo praviloma k nedoseganju ciljev projekta: njegovemu roku dokončanja ter vnaprej določenih stroškov. Izvajanje dejavnosti projekta je zato potrebno spremljati sproti ter na podlagi ugotovljenega dejanskega poteka korigirati prvotni terminski plan. Ob tem je tudi zelo pomembno, da analiziramo tudi vzroke za nastale zamude oz. časovna odstopanja.

2.3.1 Pogoji uspešnosti gradnje in vzroki odstopanj od plana

Pogoji, ki so potrebni za uspešno gradnjo, oziroma odsotnost pogojev, ki so vzroki za odstopanje dejanskega poteka gradnje od planiranega, so lahko zelo raznovrstni. V glavnem jih lahko klasificiramo kot zunanje (vpliv makro področja izven podjetja) in notranje (vpliv mikro razmer v podjetju, zlasti pa na zadevnem gradbišču).

Poznamo pet najpogostejših skupin krivde (vzrokov) za odstopanje od plana gradnje:

- nezadostna pozornost oz. čas za projektiranje; termini za dostavo projektov naj bodo sporazumni med projektanti in naročnikom, ne pa dirigirani;
- spremembe časovnega poteka gradnje zaradi lagodnosti v izvedbi, manjše opremljenosti od predvidene, spremembe tehnologije;
- napačno privzete in manjkajoče številke o učinkih zaradi neizkušenosti ali stalno spreminjajočih se razmer;
- manjkajoča delovna sila in zamuda pri oskrbi z materiali, bodisi zaradi nerealnih cen, prepoznih naročil ali slabe razporeditve med porabnike zaradi nepoznavanja kritičnih procesov;
- odločilne spremembe zaradi nepredvidenih vremenskih vplivov.

Vsi naštetih vzroki vplivajo na to, da se pojavijo tako časovne, kot tudi stroškovne spremembe v izvedbi, ki jih je seveda potrebno ustrezno kompenzirati.

(Rodošek,1985)

2.3.2 Spremljanje, evidenca, informiranje in analiza ukrepov

Spremljanje gradnje obsega naslednje operacije dela:

- Nadzor in evidenca dejanskega poteka izvedbe

Spremljanje dejanskega poteka gradnje opravimo najboljše na časovnem in stroškovnem terminskemu planu izvedbe, odvisno od konkretnega namena. Najpreglednejši za nadzor poteka gradnje so ciklogrami in gantogrami. Kontrola mora biti organizirana v takih intervalih, da se korekture realizirajo, dokler predmetna dejavnost še traja in obenem dokler so odkloni od plana še tako majhni, da se še dajo uspešno popraviti brez korenitejših ukrepov.

- Oblikovanje in selekcija informacij o napredovanju oz. stanju del

Na podlagi poročila o stanju na gradbišču je potrebno rezultate analizirati ter nato identificirati ter izbrati ustrezne ukrepe za skrajševanje kritičnih dejavnosti v skladu z dejanskimi potrebami.

- Načini kontrole izvedbe in analiza potrebnih ukrepov

Mnogokrat je potrebno že v fazi planiranja predvideti bodoče kontrole oziroma predpisane vmesne termine gradnje. Pomagamo si s posebno kontrolno mrežo, ki povezuje začetek in konec gradnje preko določenih vmesnih terminov, ki jih moramo ujeti z upoštevanjem časov osnovnega plana. Grafično spremljanje plana se lahko npr. na gantogramu označuje z vertikalno črto, ki označuje kontrolni dan s trikotniki nad vsemi dejavnostmi, ki so v toku tega kontrolnega dne. Na podlagi takega kontrolnega posega lahko analiziramo posledice, ki sledijo iz razlik med dejanskim in planiranim potekom gradnje in ukrepamo tako, kot je to v tej zvezi pač potrebno.

2.3.3 Spremembe in prilagoditve plana tekom gradnje

Ne glede na to, da so motnje in spremembe stalni spremljevalec gradnje, moramo zagotoviti tekočo aktualizacijo plana vzporedno z napredujočo gradnjo in ustrezno vedno novim okoliščinam. Te prilagoditve strukturnih, terminskih, stroškovnih, in kapacitetnih planov so torej stalno delo in sestavni del opravil sodobnega planerja.

Spremembe in prilagoditve planov tekom gradnje se lahko izvajajo v dveh nasprotnih smereh, in sicer:

a) detajliranje nastopajočih dejavnosti glede na boljše poznavanje okoliščin in podatkov:

Dopolnitve terminskega plana v smislu natančnejše obdelave na začetku le grobo naznačenih kompleksnih dejavnosti so reden pojav v vseh tehnikah planiranja. Dopolnitve nam narekujejo oziroma omogočajo:

- več podatkov o dejavnostih, kot v začetku gradnje,
- zanesljivejša prognoza potrebnih časov z ozirom na bolj določene okoliščine,
- izkušnje v izvedbi in preverjen tehnološki tok zmanjšujejo tveganje izpolnitve tako po vsebini, kot po času.

V generalnem planu označimo začetke in konce detajlnih planov le v delovnih dneh, koledarske označbe pa vnesemo šele z dnevom začetka detajlnega plana, s čemer se izognemo prepogostim popravkom, npr. zaradi prekinitve ali slabega vremena.

b) poenostavljanje plana za potrebe vodstva podjetja

Vodstvo podjetja potrebuje pri svojem odločanju agregirane informacije, zato moramo zanje pripraviti poenostavljene plane ter poročila o realizaciji dela. Pri pripravi takšnih planov moramo upoštevati nekatera pravila, kot npr.:

- na poenostavljenem planu ne sme biti nobene nove dejavnosti, ki jih ni na detajlnih planih,
- na poenostavljenem planu morajo biti vsi dogodki, ki kažejo odvisnost in zveze med skupinami del v detajlnih planih,

- na poenostavljenem planu ne smemo združiti dveh dogodkov, ki ne nastopata istočasno.

Za združevanje oziroma poenostavljanje planov si navadno izberemo termin, ki pomeni ključno točko, mejnik ali odločilni dogodek v razvoju gradnje.

Pri spremljanju realizacije aktivnosti terminskega plana postanejo že izvršene dejavnosti odvisnosti s časom 0 od dejanskega začetka do obravnavanega začetka plana pa uvedemo eno samo novo dejavnost s številom potrošenih dni kot časom trajanja. Dejavnosti, ki še potekajo (se še niso končale), označimo s številom še preostalih predvidenih (potrebnih) dni.

3 ZAŠČITA GRADBENE JAME

Skoraj ni gradbenega objekta, pri katerem ni treba najprej izkopati gradbene jame. Izvedba gradbene jame je lahko preprosta, lahko pa je bolj zahtevna, kot je izvedba temeljev objekta ali samega objekta.

Pri načrtovanju gradbene jame je pomembna sestava temeljnih tal. Pomembne so vse tri karakteristične lastnosti tal: prepustnost, deformabilnost in trdnost zemljin. Te lastnosti skupaj z lokacijo (razpoložljivim prostorom), pogojujejo način izvedbe gradbene jame. Zagotovo je najcenejša izvedba gradbene jame v primeru, ko za varovanje izkopnih brežin ni potrebna začasna ali trajna podporna konstrukcija. Glede na naklon izkopnih brežin gradbene jame ločimo:

- gradbene jame s prostimi brežinami in
- gradbene jame, kjer so izkopne brežine podprte ali ojačane z različnimi konstrukcijami.

(Majes, 2007)

3.1 Različne tehnologije izvedb podpornih konstrukcij

Glede na značaj podporne konstrukcije ločimo:

- začasne podporne konstrukcije in
- trajne podporne konstrukcije (so del objekta).

3.1.1 Začasne podporne konstrukcije

Začasne podporne konstrukcije so lahko vse vrste podpornih konstrukcij. Lahko so narejene tako, da izkopano zemljino na mestu podporne konstrukcije nadomestimo z armiranim betonom, lahko zemljino na mestu podporne konstrukcije injektiramo (n.pr. jet grouting piloti) ali pa elemente podporne konstrukcije v tla uvrstimo (jekleni profili) ali zabijemo (zagatnice, leseni piloti). Po zgraditvi objekta le-te nimajo več podporne funkcije. Zemeljske pritiske okolice prevzame zasuti objekt.

3.1.2 Trajne podporne konstrukcije

Trajne podporne konstrukcije so običajno armirano-betonske konstrukcije. Narejene so lahko po različnih tehnologijah.

3.1.2.1 Pilotne stene

Pilotna stena je upogibna podporna konstrukcija iz armiranobetonskih pilotov okroglega in različno velikega prereza (od 30 do 150 cm). Uporabljamo jo za varovanje globokih gradbenih jam ter v primerih, ko je zaradi potencialne nestabilnosti terena potrebno v tla najprej vgraditi nek konstrukcijski element in šele nato izvršiti izkop. Pogosto so pilotne stene sidrane. Največja tehnična slabost takih konstrukcij je slaba izkoriščenost armature v okroglem prerezu. Za izkop in betoniranje pilotov v tleh obstaja vrsta tehnoloških rešitev. Zaradi izvedbe in morebitnih kasnejših dodatnih sider se priporoča simetrično armiranje pilotov.

3.1.2.2 Jet grouting piloti

Pri temu načinu varovanja gradbene jame temeljna tla injektiramo z različnimi injekcijskimi masami pod visokimi pritiski, pri čemer se struktura temeljnih tal poruši, posamezna zrna zemljine pa se mešajo z injekcijsko maso. V temeljnih tleh dobimo okrog injekcijske vrtine slop poboljšanih temeljnih tal. Za injektiranje se najpogosteje uporabljajo vodo-cementne mase, lahko pa tudi vodo-cementno-bentonitne mase.

Pri Jet grouting postopku ločimo tri različne tehnologije, ki omogočajo poboljšanje mehanskih lastnosti v praktično vseh vrstah temeljnih tal.

(Logar, 2007)

3.1.2.3 Armiranobetonska diafragma

Diafragma je iz večjega števila panelov sestavljena armiranobetonska konstrukcija, katere debelina je bistveno manjša od globine in dolžine, opravlja pa funkcijo zaščite vertikalnega izkopa.

Običajno se diafragma izvaja "in situ", kar pomeni, da se beton za njeno izvedbo pripelje na gradbišče in se ga tam vgradi. K ekonomičnosti diafragme pripomore dejstvo, da služi armiranobetonska diafragma poleg zaščite gradbene jame tudi kot obodna stena objekta. Taka diafragma je sposobna prevzeti vertikalne obremenitve, horizontalne pritiske zaledne zemljine in upogibne momente.

Čeprav je nedvoumno dokazana prednost montažne gradnje pred klasično, pa pri gradnji diafragme ne beležimo enake uporabe prefabriciranih elementov kot na drugih področjih. Diafragme iz montažnih prefabriciranih panelov se uporablja le ob zahtevah po absolutno gladki steni okopane diafragme, in to le takrat, ko se ne zahteva tudi njene vodotesnosti. Pogosto je ravno zadnja zahteva zelo pomembna zaradi podtalnice ali pa "viseče" vode.

V praksi sta se uveljavili dve obliki panelov diafragme. Pogosteje se uporablja linearno diafragma, sestavljeno iz panelov pravokotnega prereza debeline od 60 do 120 cm in širine panelov od 2 do 3,5 m. Manj uporabna je diafragma iz panelov v obliki črke T, s kraki maksimalne debeline 1 m. Maksimalna globina diafragme je v obeh primerih 40 m.

Globine izkopov, ki jih varuje diafragma, so običajno tako velike, da pasivni zemeljski pritisk kot posledica vpetja diafragme ne more nasprotovati aktivnem zemeljskem pritisku in bi zaradi tega prišlo do porušitve diafragme med izkopom gradbene jame. Zato se problem rešuje s sidranjem diafragme v zaledno zemljino.

Izvedba AB diafragme

Izvedba AB diafragme poteka v več zaporednih fazah, in sicer:

- pripravljalna dela

Pripravljalna dela za izvedbo diafragme obsegajo izvedbo sistema za izplako ter ureditev delovnega platoja za izkopni bager. Sistem za izplako služi za proizvodnjo in uporabo izplake (bentonitne mešanice). Izplaka varuje izkop pred rušenjem med izvajanjem izkopa.

- izdelava vodilnega kanala

Po zakoličenju vodilnega kanala se prične izvedba vodilnega kanala in AB vodil. Vodilni kanal služi kot vodilo grabežu med izkopom za panel diafragme, zagotavlja večjo natančnost izvedbe diafragme, služi kot rezervoar za izplako in preprečuje zruške zgornjega sloja temeljnih tal. Vodilni kanal je začasna konstrukcija, ki se po zaključku izvedbe diafragme odstrani.

- planiranje izvedbe diafragme

Zaporedje izvedbe posameznih panelov AB diafragme je treba pripraviti vnaprej. Panel je posamezen element diafragme, ki se ga zabetonira naenkrat. Poznamo dva načina izvedbe diafragme, in sicer zaporedni, kjer si paneli sledijo drug za drugim, in metoda »lihi - parni« oziroma »primarni – sekundarni«, kjer se izdelata najprej lihe (primarne), nato parne (sekundarne) panele.

- izkop za diafragmo

Izkop za diafragmo se izvede skladno s predvidenim planom izvedbe diafragme.

- čiščenje izkopa

Pred začetkom vgradnje armaturnega koša in betoniranja panela je treba očistiti dno izkopa in stike sosednjih, že zabetoniranih primarnih panelov.

- izdelava in vgradnja armature

Armaturni koši se ponavadi izdelajo v železokrivnici in se pripeljejo na gradbišče s posebnim transportnim sredstvom za transport armature. Nato se posamezni koš z bagrom spusti v izkop panela na višino 20 cm nad dnom izkopa.

- priprava in vgradnja betona

Zaradi bentonitne izplake, ki zapolnjuje celoten izkop panela diafragme, se beton vgrajuje na način, podoben podvodnem betoniranju, to je s pomočjo kontraktorskih cevi. Kontraktorsko vgrajevanje betona temelji na principu izpodrivanja specifično lažjega medija (bentonitne izplake) s specifično težjim medijem (betonom).

- odbijanje vrha diafragme

Kljub temu, da se specifični teži obeh medijev bistveno razlikujeta, pa ni mogoče popolnoma preprečiti mešanje izplake in betonske mešanice na vrhu diafragme. Kontaminiranost betona oziroma njegovega zmanjšanja nosilnosti betona zaradi izplake sega običajno do globine 50 cm pod vrh diafragme. Zato je treba po zaključku cele diafragme zgornji del diafragme odbiti do zdravega betona.

- izdelava sidrnih gred in sidranje

Da se zagotovi povezanost posameznih panelov diafragme, se pred pričetkom izkopnih del na vrhu panelov praviloma izvede povezovalna armiranobetonska greda. Izkop gradbene jame se pri sidrani AB diafragmi izvaja fazno. Najprej se izvede izkop do kote prvega nivoja sider, šele po napetju sider pa se izkop nadaljuje.

Prednapenjanje sider se običajno izvede od 8 do 10 dni po vgradnji in injektiranju sider. Vrtanje, vstavljanje, injektiranje in napenjanje sider se izvede z vrtno garnituro za geotehnična sidra.

- končna obdelava stene diafragme

Stena diafragme se po izvedenem izkopu grobo in fino opere z vodnim curkom pod pritiskom. Odstopanja v debelini diafragme za več kot 10 cm v plus in minus se sanira z odbijanjem izboklin ali z zapolnitvijo lukenj.

- kontrola kakovosti

Za vsak panel se ves čas izvedbe vodi obrazec Poročilo o izvedbi diafragme, ki ga vodi izvajalec in ga skupaj z investitorjem tudi podpiše. Poročilo o izvedbi diafragme vsebuje podatke o: izkopu (geometrija, uporabljena oprema, zastoji pri izkopu, čiščenje izkopa); lastnostih izplake (gostota, vsebnost peska); armaturnem košu (tip koša, pozicija vgradnje); stikih med paneli; betoniranju (začetek, konec, volumen) in o prekinitvah.

4 PREDSTAVITEV PLANIRANJA GRADBENIH DEL PRI ZAŠČITI GRADBENE JAME NA PRIMERU OBJEKTA SNG OPERA IN BALET V LJUBLJANI

4.1 Osnovni podatki

Osrednje slovensko repertoarno glasbeno gledališče SNG Opera in balet Ljubljana že od leta 1892 deluje v stavbi, ki je bila kot Deželno gledališče v novo renesančnem slogu zgrajena po načrtih čeških arhitektov Jana V. Hraskyja in Antona Hrubyja. Mogočna stavba, ki ji njeno značilno zunanjo podobo daje predvsem bogato okrašeno pročelje z jonskimi stebri nad vhodom, ki podpirajo mogočen timpanon s kiparskim okrasjem Alojzija Gangla, ne zadošča več bogati operni, baletni in koncertni ponudbi. Stavba bo zato po 114 letih končno prenovljena, na področju Piccolijeve vile pa tudi razširjena z novim prizidkom.

Oder bo širši, višji in globlji ter tehnično posodobljen. Zaradi zahtev spomeniškega varstva odrska odprtina ne bo širša, tudi dvorana ne bo večja, tako da bo število sedežev ostalo isto. Pod avditorijem bodo zgrajeni dodatni prostori za občinstvo s foyerjem in primernimi sanitarijami. Neizkoriščen prostor pod avditorijem bo poglobljen in povezan s Cankarjevo ulico na eni ter s Tomšičevo ulico na drugi strani, kjer sta načrtovana vstopna atrija, ki predstavljata dopolnilni vhod v operno gledališče. Ob rahlo poglobljenih atrijih so v nivoju novega foyerja načrtovani spremljajoči prostori za obiskovalce, garderobe, prostor za prodajo vstopnic, za avdio in video gradiva ter gledališka restavracija.

V novem delu zgradbe, ki bo nastal na zemljišču današnje Piccolijeve vile, pa bodo vadbeni prostori za ansamble, orkester, zbor, balet in soliste, skladišča, garderobe in upravni prostori. Prenova bo izboljšala pogoje za delo in ustvarjanje, gledalcem pa bo omogočen kvalitetnejši in pestrejši operno-baletni spored ter dobro počutje v prenovljeni hiši.

Avtorja projekta dozidave opernega prizidka sta Jurij Kobe in Marjan Zupanc s sodelavci. Sredstva za prenovo pa je zagotovilo Ministrstvo za kulturo Republike Slovenije. Obnova in dozidava bosta potekali vzporedno, hiša pa bo zaprta dve leti.

4.2 Določila iz gradbene pogodbe

4.2.1 Predmet pogodbe

Predmet pogodbe je izvedba naročila: Dozidava in adaptacija SNG Opera in Balet Ljubljana I. faza. Gradbeno dovoljenje, projektno dokumentacijo PGD in PZI za I. fazo je prejel izvajalec ob uvedbi v posel razen projektov PZI za varovanje gradbene jame, ki jih je izdelal izvajalec po podpisu gradbene pogodbe.

4.2.2 Pogodbena cena

Pogodbena cena je formirana na podlagi enotnih cen iz predračuna po načelu »ključ v roke«.

4.2.3 Način plačila

Izvajalec bo izvršena dela obračunal z začasnimi mesečnimi situacijami do višine 90 % vrednosti pogodbenih del in s končno obračunsko situacijo za celoten obseg izvršenih del.

4.2.4 Obveznosti izvajalca

Ob standardnih obveznostih izvajalca se izvajalec obveže še, da bo dela izvedel v sodelovanju z naslednjimi podizvajalci, navedenimi v ponudbi, in sicer:

- **PODIZVAJALEC 1**
Dela, ki jih bo opravljal: izkop za diafragmo
- **PODIZVAJALEC 2**
Dela, ki jih bo opravljal: izvedba začasnih in stalnih geotehničnih sider
- **PODIZVAJALEC 3**
Dela, ki jih bo opravljal: geotehnično opazovanje v območju izkopa
- **PODIZVAJALEC 4**
Dela, ki jih bo opravljal: meritve posedanja objekta – 3D opazovanja
- **PODIZVAJALEC 5**
Dela, ki jih bo opravljal: izdelava PZI za varovanje gradbene jame

4.2.5 Pogodbeni roki

Izvajalec se zaveže pričeti z deli takoj po veljavnosti pogodbe, in jih končati v 5 mesecih od uvedbe v delo, in sicer od 3. aprila do 3. septembra 2007.

4.3 Predstavitev terminskega plana

Pri izdelavi plana je bila uporabljena gantogramska tehnika planiranja, ki je v današnji praksi najbolj razširjena.

PRILOGA A prikazuje gantogram pogodbenega terminskega plana I. faze. Iz gantograma je jasno razvidno, kako si posamezne aktivnosti časovno sledijo, koliko je predvidenega razpoložljivega časa za posamezno aktivnost, kdaj se posamezna aktivnost začne in kdaj zaključí, ter kako se aktivnosti med seboj prekrivajo.

Kot je razvidno iz pogodbenega terminskega plana, se naj bi uvedba v delo izvedla 3. aprila 2007. Razvidno je tudi, da se naj bi po ureditvi organizacije gradbišča in pridobitvi dovoljenj za preusmeritev prometa začela izvajati rušitvena dela. Te aktivnosti se naj bi opravljale v prvih dveh mesecih pogodbenega roka. Nato sledi izvedba zaščite obstoječega dela opere (podbetoniranje temeljev, obbetoniranje sten...) in izkop gradbene jame ter zaščita jame s sidranjem. Te aktivnosti naj bi se opravljale v naslednjih dveh mesecih pogodbenega roka. V zadnjem preostalem mesecu pa se izvede izdelava talne plošče.

Predvideno končanje del I. faze po pogodbenem terminskem planu pa naj bi se izvršilo 30. avgusta 2007.

4.4 Tehnologija zaščite gradbene jame

4.4.1 Splošno

Javni razpis za izbiro glavnega izvajalca je predvideval tehnologijo varovanja gradbene jame s sidranim vkopanim zidovjem – sidranimi gradbenimi diafragmami debeline 60 cm iz betona C 25/30 armiran z rebrasto armaturo S500, kar je razvidno iz terminskega plana, ki je bil izdelan in priložen k ponudbi in je prikazan na PRILOGI A.

Po podpisu pogodbe pa je glavni izvajalec začel razmišljati o spremembi tehnologije, in sicer naj bi se zaščita gradbene jame izvajala s piloti, kateri naj bi bili povezani s sidrano AB gredo. Ob predpostavki uporabe tehnologije pilotne stene je bil izdelan v začetku aprila leta 2007 tudi terminski plan, ki je prikazan na PRILOGI B.

Po podpisu pogodbe z podizvajalcem 5, katerega je naloga bila izdelava projekta varovanja gradbene jame, je prišlo do opustitve spremembe tehnologije. PZI zaščite gradbene jame je končno temeljil na prvotno predvideni tehnologiji s sidrano armiranobetonsko diafragmo. Prednost tehnologije z armiranobetonsko diafragmo je predvsem v tem, da dobimo kontinuirno steno, ki bo služila kot del objekta, armatura pa je zaradi pravokotnosti prereza bolje izkoriščena. Konstrukcija je lahko vodotesna, kar je pri tem projektu zelo pomembno, saj so vse sondažne raziskave pokazale zelo pestro in do globine 18,0 m razmeroma neugodno sestavo tal (glina). Podtalnica se nahaja pod zapornimi glinastim slojem na globini cca. 18,00 m ter ni arteške ali subarteške narave. Pri armiranobetonski diafragmami se za prevzem horizontalnih zemeljskih pritiskov uporabljajo začasna geotehnična sidra, ki so v funkciji do zgraditve objekta, ali pa trajna geotehnična sidra. Slabost diafragme v primerjavi s pilotno steno pa je ta, da jo je težko izvesti v trših materialih (npr. sloj konglomerata v produ), oziroma je v takšnem primeru potrebna prav posebna oprema za izkop.

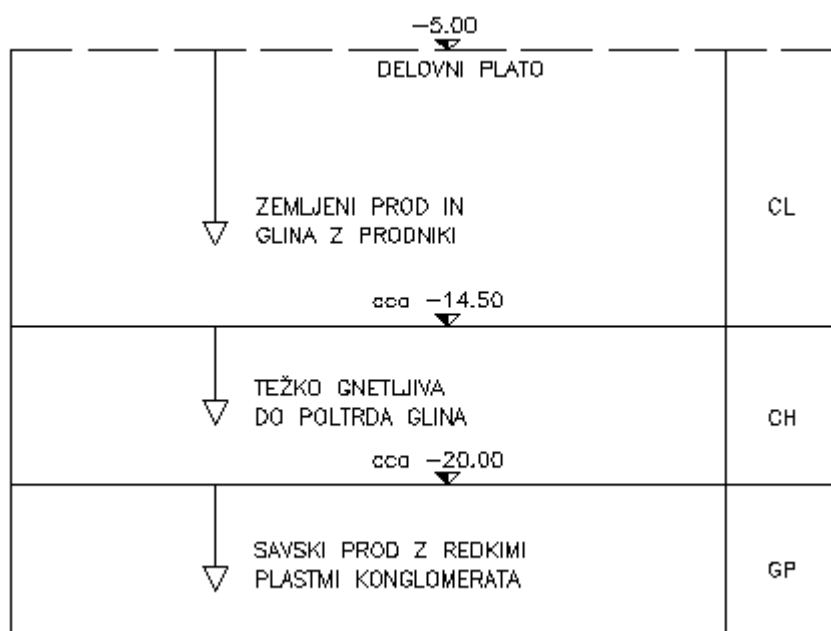
4.4.2 Sestava tal

Vse sondažne raziskave so pokazale zelo raznoliko sestavo tal. V vseh vrtninah je bil ugotovljen od 2,10 do 5,40 m debel sloj umetnega nasutja. Največ nasutja je bilo ugotovljeno na zahodni strani obstoječega objekta. Na drugi stran objekta je bila ugotovljena plast srednje gostega savskega proda debeline 6,40 do 8,40m, ki se v smeri proti Rožniku izklinja.

Sondažne raziskave kažejo, da je od globine cca. 5,00 m do globine cca 13, 00 m plast zemljenih prodov in glin z prodniki, do globine cca. 20,00 m pa med 6,00 do 7,00 m debela plast težko gnetne do poltrdne gline. Pod to plastjo je plast dobrega srednje gostega do gostega meljastega savskega proda z redkimi plastmi konglomerata. V površinskih glinastih in glinasto prodnih plasteh se je med vrtnanjem na različnih globinah pojavljala viseča podtalnica, ki se zadržuje v prepustnejših prodnatih in meljasto prodnatih slojih.

Prvi nivo viseče podtalnice je na globini cca. 7,00 m pod površjem, ki se nato še pojavlja do zapornega glinastega sloja na globini okrog 13,00 m. Prava podtalnica se nahaja pod zapornim glinastim slojem na globini približno 18,00 m.

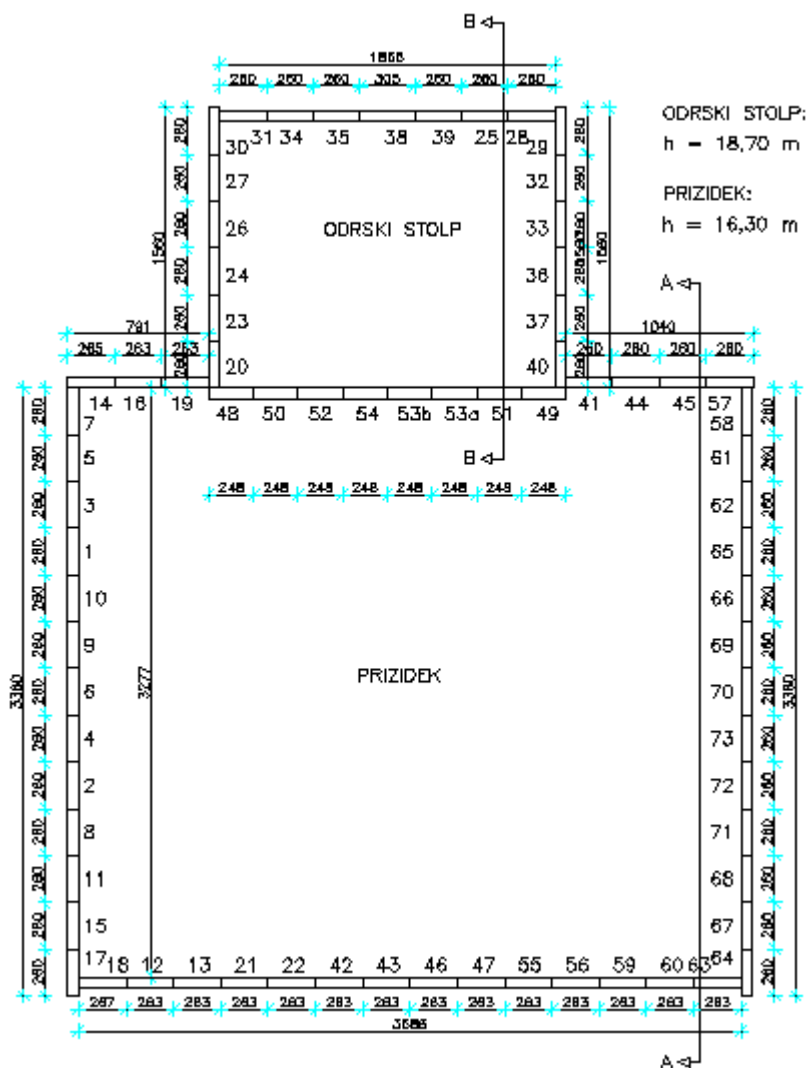
Shematično je sestava tal prikazana na sliki 7.



Slika 7: Prikaz sestave tal

4.4.3 Zasnova varovalne konstrukcije

Sistem varovanja se izvede s sidrano AB diafragmo debeline 60 cm iz betona C 25/35, ki je armirana z rebrasto armaturo S500, širina panela je 2,60 m.



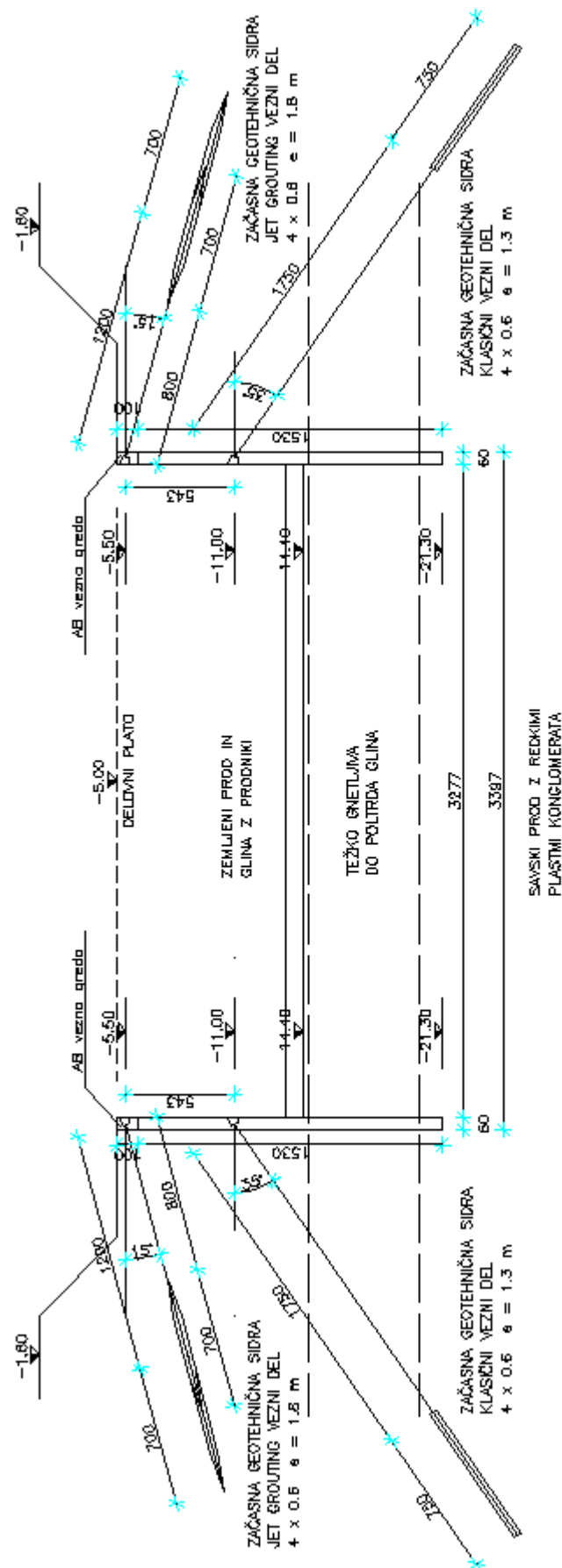
Slika 8: Tloris konstrukcije zaščite gradbene jame in prikaz dispozicij panelov

Na ta način se varuje celoten obod gradbene jame prizidka tlorisnih dimenzij cca. 34 x 38 m in globine 9,5 m. Vrh varovalne konstrukcije bo predvidoma na koti – 5,0 m (do te kote je široki izkop). Dno gradbene jame bo na koti cca. – 14,4 m. Zaradi ustreznega temeljenja vkopanega zidovja se paneli gradbene diafragme zaključijo v sloju dobro nosilnega savskega proda, kar pomeni, da bo dno panelov na koti cca. – 21,3 m. Tako bo celotna višina varovalne konstrukcije cca. 16,3 m.

Za prenos horizontalnih zemeljskih pritiskov bodo služila začasna geotehnična sidra. V delu prizidka bo konstrukcija sidrana v dveh nivojih s štirimi (4) vrvmimi (4x0,6) začasnimi geotehničnimi sidri kvalitete jeklenih vrvi $f_{py}/f_{pu} = 1570/1770$ MPa.

Da se zagotovi skupno sodelovanje panelov diafragme, jih je potrebno na vrhu povezati s povezovalno sidrno armiranobetonsko gredo velikosti $a/h = 60/100$ cm, armirano z armaturo tipa S500. Iz praktičnih razlogov se prvi nivo sider izvede skozi povezovalno gredo. Tako bo prvi nivo sider na koti – 5,5 m. Sidra se vgradijo na medsebojni razdalji $e = 1,8$ m. Uporabljena bodo štiri (4) vrvna začasna geotehnična sidra pod kotom $\alpha = 15^\circ$. Skupna dolžina sider v prvem nivoju bo znašala 19,0 ali 15,0 m (vsako drugo sidro je daljše), pri čemer bo dolžina veznega dela 7,0 m, dolžina prostega dela pa 12,0 ali 8,0 m. Nominalna sila v sidrih (sila zaklinjanja) bo znašala 360 kN/sidro. Vezni del sider prvega nivoja je potrebno izvesti po tehnologiji *jet grouting*, zaradi zagotovila ustrezne sile sidra v ne tako dobro nosilnem sloju zaglinjenih prodov ali gline s prodniki.

Drugi nivo sider bo na koti – 11,0 m. Sidra se vgradijo na medsebojni razdalji $e = 1,3$ m. Uporabljena bodo štiri (4) vrvna začasna geotehnična sidra pod kotom $\alpha = 35^\circ$. Skupna dolžina sider v drugem nivoju bo znašala 25,0 m, pri čemer bo dolžina veznega dela 7,5 m, dolžina prostega dela pa 17,5 m. Nominalna sila v sidrih (sila zaklinjanja) bo znašala 300 kN/sidro. Vezni del sider drugega nivoja je potrebno izvesti po klasičnem postopku v sloju dobro nosilnega savskega proda.



Slika 9: Prerez A-A in prikaz pozicij sider

Na podoben način se bo varoval tudi celoten obod gradbene jame odrskega stolpa tlorisnih dimenzij cca. 19 x 15 m in globine 14,5 m. Vrh varovalne konstrukcije bo predvidoma na koti – 5,0 m (do te kote je široki izkop). Na zahodni strani, proti prizidku, je vrh diafragme na koti – 14,5 m. Dno gradbene jame bo na koti cca. – 18,8 m. Zaradi ustreznega temeljenja vkopanega zidovja se paneli gradbene diafragme zaključijo v sloju dobro nosilnega savskega proda, kar pomeni, da bo dno panelov na koti cca. – 23,7 m. Tako bo celotna višina panelov diafragme cca. 18,0 m.

Za prenos horizontalnih zemeljskih pritiskov bodo služila trajna geotehnična sidra. Konstrukcija bo na južni, severni ter vzhodni strani sidrana v treh nivojih s štirimi (4) vrvnimi (4x0,6) ali pet (5) vrvnimi (5x0,6) trajnimi geotehničnimi sidri kvalitete jeklenih vrvi $f_{py}/f_{pu} = 1570/1770$ MPa. Na zahodni strani se konstrukcija sidra v enem nivoju.

Da se zagotovi skupno sodelovanje panelov diafragme, jih je potrebno na vrhu povezati s povezovalno AB gredo velikosti $a/h = 60/100$ cm, armirano z armaturo tipa S500. Prvi nivo sider bo na koti – 7,5 m. Sidra se vgradijo na medsebojni razdalji $e = 1,3$ m. Uporabljena bodo štiri (4) vrvna trajna geotehnična sidra pod kotom $\alpha = 15^\circ$. Skupna dolžina sider v prvem nivoju bo znašala 22,0 m, pri čemer bo dolžina veznega dela 7,0 m, dolžina prostega dela pa 15,0 m. Nominalna sila v sidrih (sila zaklinjanja) bo znašala 400 kN/sidro. Vezni del sider prvega nivoja je potrebno izvesti po tehnologiji *jet grouting* (poraba cementa 220 kg/m vrtine), zaradi zagotovila ustrezne sile sidra v ne tako dobro nosilnem sloju zaglinjenih prodov ali gline s prodniki.

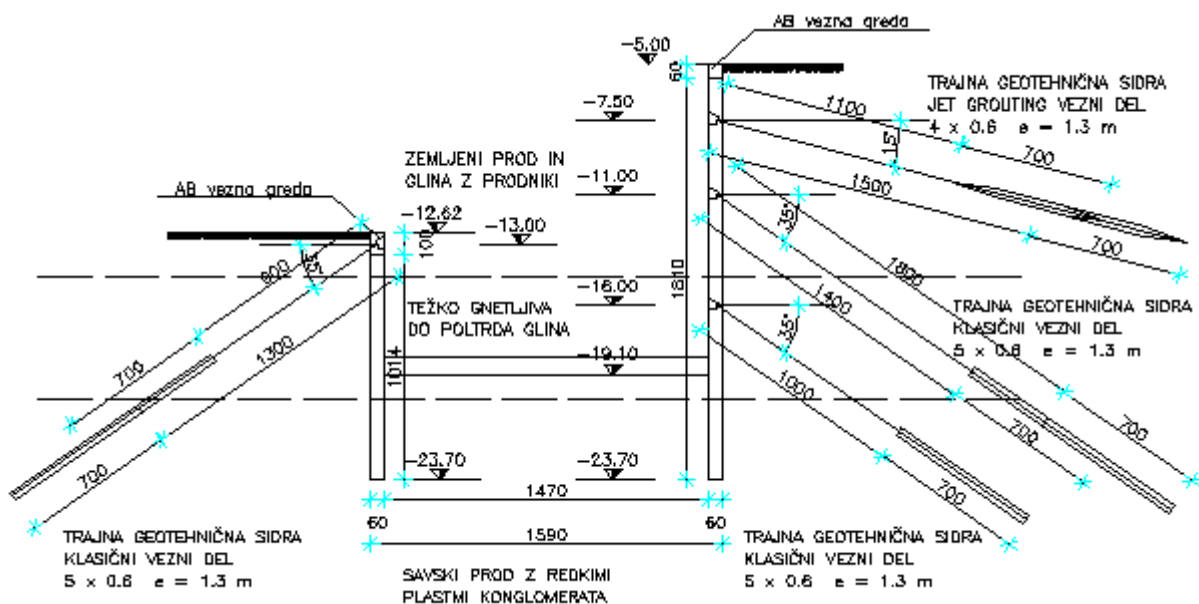
Drugi nivo sider bo na koti – 11,0 m. Sidra se vgradijo na medsebojni razdalji $e = 1,3$ m. Uporabljena bodo pet (5) vrvna trajna geotehnična sidra pod kotom $\alpha = 35^\circ$. Skupna dolžina sider v drugem nivoju bo znašala 25,0 m, pri čemer bo dolžina veznega dela 7,0 m, dolžina prostega dela pa 15,0 m. Nominalna sila v sidrih (sila zaklinjanja) bo znašala 500 kN/sidro. Vezni del sider drugega nivoja je potrebno izvesti po klasičnem postopku v sloju dobro nosilnega savskega proda.

Tretji nivo sider bo na koti – 16,0 m. Sidra se vgradijo na medsebojni razdalji $e = 1,3$ m. Uporabljena bodo pet (5) vrvna trajna geotehnična sidra pod kotom $\alpha = 35^\circ$.

Skupna dolžina sider v tretjem nivoju bo znašala 25,0 m, pri čemer bo dolžina veznega dela 7,0 m, dolžina prostega dela pa 18,0 m. Nominalna sila v sidrih (sila zaklinjanja) bo znašala 500 kN/sidro. Vezni del sider tretjega nivoja je potrebno izvesti po klasičnem postopku v sloju dobro nosilnega savskega proda.

Na zahodni strani odrskega stolpa, kjer je vrh diafragme na – 14,5 m se izvedejo sidra v enem nivoju na koti – 15,0 m. Sidra se vgradijo na medsebojni razdalji $e = 1,3$ m. Uporabljena bodo pet (5) vrvna trajna geotehnična sidra pod kotom $\alpha = 35^\circ$. Skupna dolžina sider v tretjem nivoju bo znašala 20,0 m, pri čemer bo dolžina veznega dela 7,0 m, dolžina prostega dela pa 13,0 m. Nominalna sila v sidrih (sila zaklinjanja) bo znašala 500 kN/sidro.

Vezni del sider je potrebno izvesti po klasičnem postopku v sloju dobro nosilnega savskega proda.



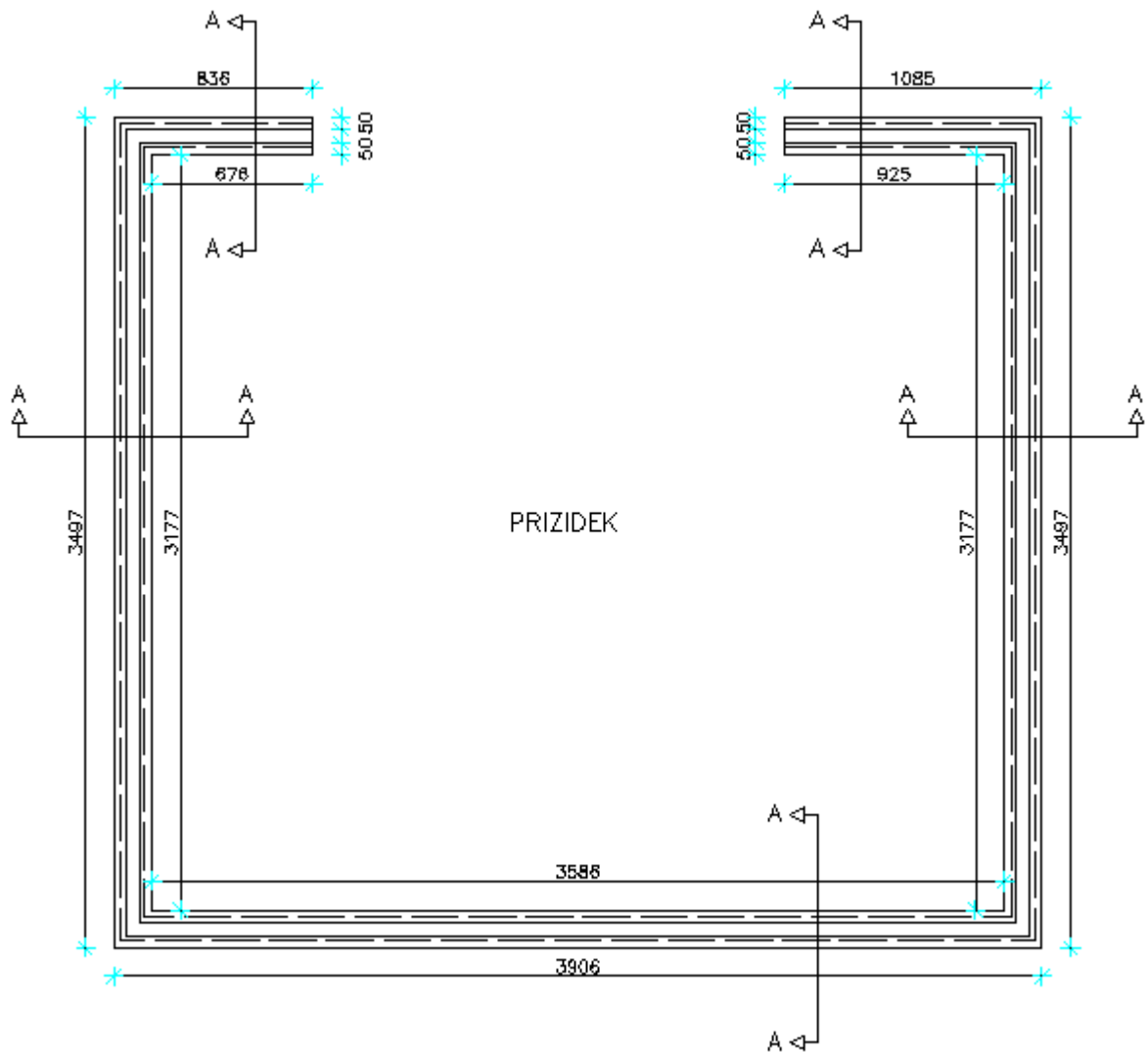
Slika 10: Prerez B-B in prikaz pozicij sider

4.4.4 Tehnologija gradnje

Prizidek

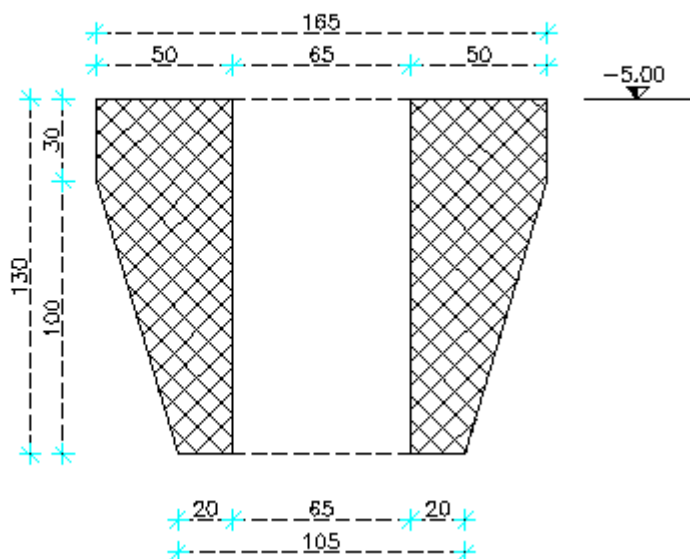
Po izvedbi pripravljajlnih del je potrebno izvesti široki izkop na mestu prizidka do relativne kote – 5,0 m.

Sledi izdelava vodilnega kanala, ki služi kot vodilo za grabež pri izdelavi diafragme (slika 11 in 12).



Slika 11: Tloris vodilnega kanala na območju prizidka

PREREZ A–A:



Slika 12: Prerez vodilnega kanala na območju prizidka

Nato sledi izgradnja panelov diafragme po celotnem obodu predvidene gradbene jame z vrhom na relativni koti – 6,3 m. Za izvedbo predmetnega posega se uporabi kopač tipa Casagrande B125 z dizelskim motorjem in hidravličnimi priključki, opremljen z zobato žlico tipa Casagrande K2.500 x 600. Izkop se izvaja med vzporednima vodiloma, ki omogočata lažje doseganje navpičnosti izkopa ter označujeta pravilno smer za obseg diafragme. Pri izkopu vsakega posameznega panela je priključena cev za dovod oporne bentonitne izplake. Minimalni nivo izplake mora biti na višini, ki zagotavlja stabilnost sten med napredovanjem izkopa. Izplaka se pripravlja na gradbišču za mešanje v mešalnem stroju kapacitete 1500 l s srednjim doziranjem 950 l vode / 50 kg bentonita. Periodično na gradbišču vršimo preizkuse za kontrolo viskoznosti, specifične teže in vsebovanja peska ter sistemsko vzdrževanje karakteristike bentonitne izplake. Ko je izkop panela končan se na višinsko koto, ki jo predvideva načrt, postavi armaturni koš in kovinska profila za formiranje spojev med posameznimi paneli. Navedeni koš se iz logističnih razlogov dostavlja na gradbišče kompleten in izgrajen; koš se dvigne s primarnim dvigalom. Ko je koš postavljen, se izvrši kontraktorsko betoniranje panela diafragme.

Med dokončevanjem panela se bentonitno izplako, ki jo vlivanje betona poriva navzgor, ponovno prečrpa s dizelsko črpalo tipa Varisco v bazen za skladiščenje bentonitne izplake in se nato ponovno regenerira za drug panel.

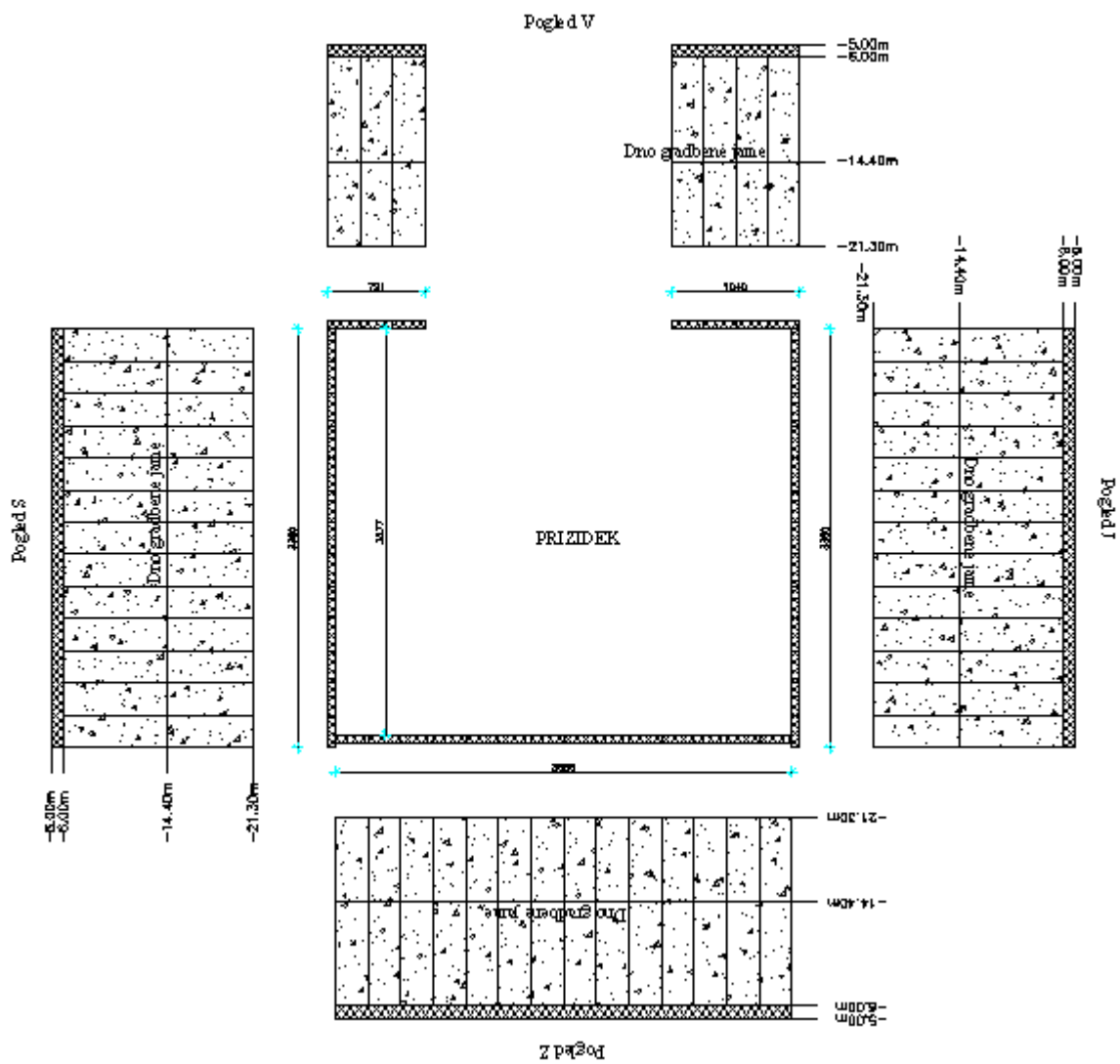
Po izgradnji panelov diafragme se izvede odkop do relativne kote – 6,0 m, beton slabše kakovosti na vrhu panela pa se odstrani do relativne kote – 6,0 m. Temu sledi izvedba povezovalne sidrne grede do končne relativne kote – 5,0 m.

Dokončni izgradnji diafragme sledi izvedba prvega nivoja sider na relativni koti – 5,5 m ter po strditvi injekcijske mase (min. 10 dni) še prednapenjanje vgrajenih sider. Vezni del sider se izvede po metodi *jet grouting*.

Sledi izkop na koto – 11,5 m, kjer se izvede sidranje v drugem nivoju sider na relativni koti – 11,0 m.

Po končanem sidranju se lahko izvede odkop do dna gradbene jame, ki je predvidoma na relativni koti – 14,4 m.

Odkopu na končno koto gradbene jame sledi čim hitrejša izvedba tamponske nosilne plasti in temeljne plošče, kar ugodno vpliva na razpiranje sten diafragme in na napetostno stanje v tleh.

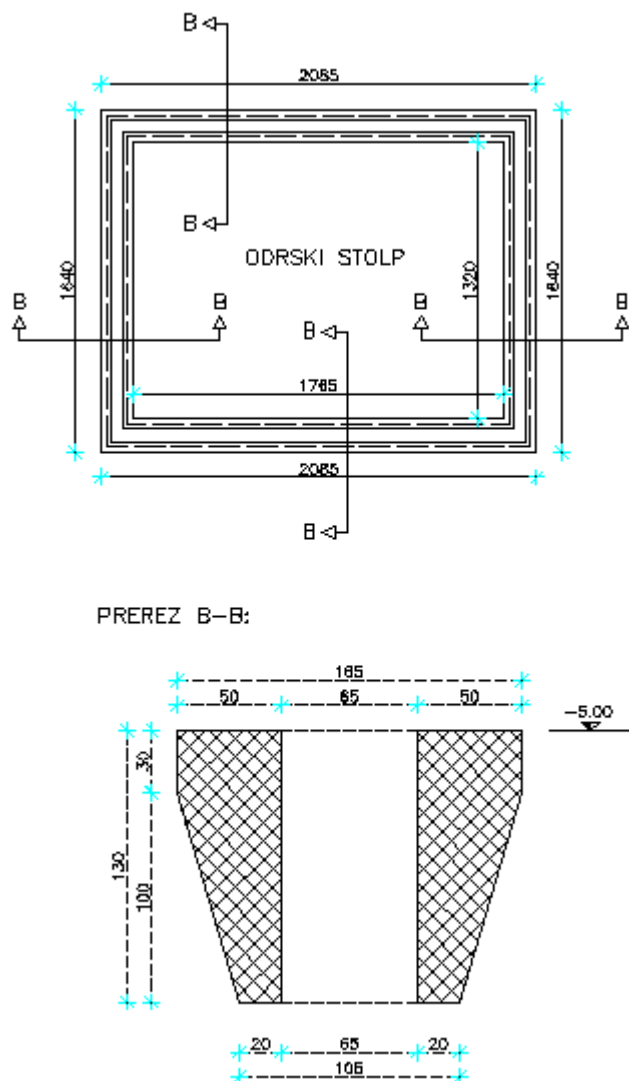


Slika 13: Pogled diafragme in vezne grede prizidka

Odrski stolp

Po izvedbi pripravljalnih del je potrebno izvesti široki izkop na mestu odrskega stolpa do relativne kote – 5,0 m.

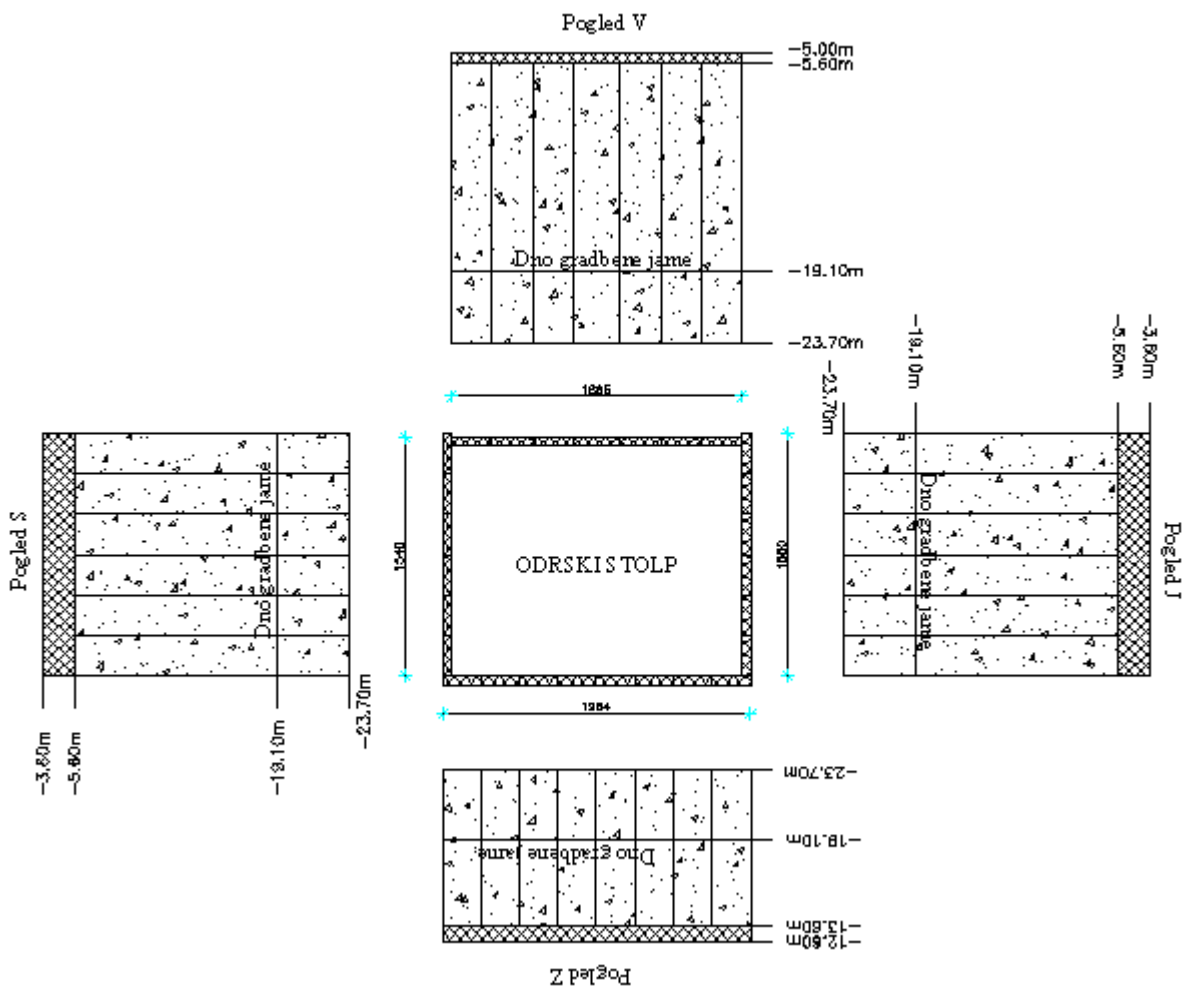
Sledi izdelava vodilnega kanala, ki služi kot vodilo za grabež pri izdelavi diafragme (slika 14).



Slika 14: Tloris in prerez vodilnega kanala na območju odrskega stolpa

Sledi izgradnja panelov diafragme po celotnem obodu predvidene gradbene jame z vrhom na relativni koti – 6,3 m. Uporabi se enaki postopek tehnologije izvedbe panelov diafragme kot na območju prizidka.

Po izgradnji panelov diafragme se izvede odkop do relativne kote – 8,0 m ter se, na vrhu panela beton slabše kakovosti, v višini 30 cm, odstrani do relativne kote – 6,0 m. Temu sledi izvedba povezovalne grede do končne relativne kote – 5,0 m.



Slika 15: Pogled diafragme in vezene grede odrskega stolpa

Dokončni izgradnji diafragme sledi izvedba prvega nivoja sider na relativni koti – 7,5 m ter po strditvi injekcijske mase (min. 10 dni) še prednapenjanje vgrajenih sider. Vezni del sider se izvede po metodi *jet grouting*.

Sledi izkop na relativno koto – 11,5 m, kjer se izvede sidranje v drugem nivoju sider na koti – 11,0 m. Po strditvi injekcijske mase in prednapetju sider sledi odkop do relativne kote – 14,8 m. Na tej koti se na zahodnem delu izvede povezovalna sidrna greda ter se izvede sidranje zahodnega dela gradbene jame. Temu sledi odkop do relativne kote – 16,5 m, kjer se izvede sidranje tretjega nivoja sider na južni, severni ter vzhodni strani jame.

Po končanem sidranju se lahko izvede odkop do dna gradbene jame, ki je predvidoma na relativni koti – 18,8 m.

Odkopu na končno koto gradbene jame sledi čim hitrejša izvedba tamponske nosilne plasti ter temeljne plošče, kar bo ugodno vplivalo na razpiranje sten diafragme in na napetostno stanje v tleh.

4.5 Nadzor in zagotavljanje kakovosti ter tehnično opazovanje – monitoring

Ker gre za zahteven izkop velike globine v slabih tleh, je potrebno med gradnjo spremljati obnašanje varovalne konstrukcije in okoliških obstoječih objektov. Zato je potrebno v sklopu opazovanja:

- izdelati kataster razpok in morebitnih poškodb na obstoječem objektu Opere ter na drugih objektih v neposredni bližini vpliva gradnje gradbene jame,
- objekte v vplivnem območju gradnje opremiti za natančno geodetsko merjenje morebitnih premikov,
- na vsako stran gradbene jame v diafragmo vgraditi po en inklinometer za merjenje horizontalnih deformacij med gradnjo in po njej,
- na vsako stran gradbene jame na vrh povezovalne grede diafragme vgraditi geodetsko točko za natančno tridimenzionalno merjenje pomikov,
- v vsakem nivoju sidranja je izvesti po dve merski sidri z neprekinjenim digitalnim zajemom podatkov.

(Ačanski,2007)

5 Odstopanje izvedbe geotehničnih del od plana na primeru objekta SNG Opera in Balet v Ljubljani

5.1 Predstavitev problemov, ki so se pojavili med izvedbo geotehničnih del in analiza vzrokov

Izvajalec se zavezal pričeti z deli takoj po veljavnosti pogodbe, in jih končati v 5 mesecih od uvedbe v delo, in sicer od 3. aprila do 3. septembra 2007. Zaradi nepredvidljivih okoliščin na gradbišču se dela niso izvedla v pogodbenem roku.

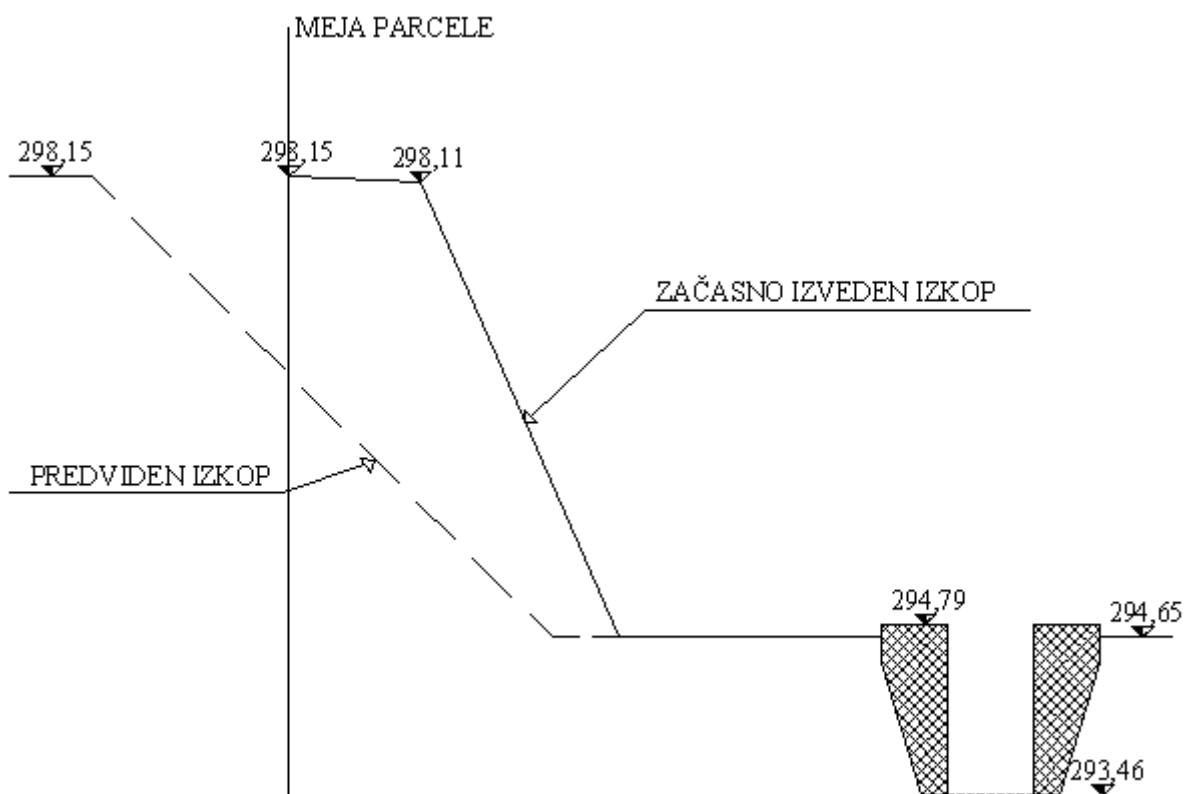
Problemi, ki so se pojavili med izvedbo geotehničnih del in zaradi katerih je prišlo do odstopanja od izvedbe, so naslednji:

PROBLEM ŠT. 1: Nevarnost zrušitve dreves v gradbeno jamo

Konec maja 2007 je izvajalec opozoril nadzor in investitorja na nevarnost porušitve dreves in obstoječe brežine proti meji s PEN klubom. Nadzor je ustavil izvedbo vseh del v predelu zaščite gradbene jame proti PEN klubu in dejal, da bo pisno odgovoril oziroma posredoval svoje stališče izvajalcu za nadaljnje ukrepe.

Vzrok, ki bi lahko pripeljal do porušitve dreves in obstoječe brežine je dejstvo, da investitor ni pridobil soglasja lastnikov sosednje parcele za poseganje v prostor omenjene parcele. Ker torej izvajalec ni smel posegati v sosednjo parcelo, se je pri izvedbi prve faze izkopa na koto - 5,0 m brežina začasno izvedla z strmejšim naklonom in bližje vodilnega kanala diafragme, kar je še dodatno otežilo izvedbo vodilnega kanala (slika 16).

Zamuda, ki je nastala zaradi tega problema, je ocenjena na **14 DNI**.



Slika 16: Prikaz predvidenega in začasno izvedenega izkopa

PROBLEM ŠT. 2: Nestabilnost posameznih stranskih traktov obstoječe Opere na območju odrskega stolpa

Področje odrskega stolpa je v konstruktivnem pogledu najbolj zahteven poseg pri celotni rekonstrukciji objekta. Zaradi postavitve novega odra je potrebno nad nivojem odra v obeh stranskih traktih starega dela objekta odstraniti notranje zidove s stropi in streho, portal proti avditoriju razširiti in odstraniti čelni zid za odrom ob dilataciji z novim delom objekta. Ohraniti pa je potrebno vse obodne zidove, ker je fasada spomeniško zaščitena.

Med izvajanjem zaščite gradbene jame in izvajanjem sidranja diafragme so se ustvarjali pritiski na diafragmo in posledično na stranske trakte (severni in južni) obstoječe Opere, zaradi česar je statična stabilnost stranskih traktov postala vprašljiva. Zato je bilo potrebno nujno ukrepati in izvesti sanacijo oziroma zaščito stranskih traktov.

Vsa izvajanja geotehničnih del v področju stolpa so bila ustavljena, dokler se ne izvede sanacija stranskih traktov.

Zamuda, ki je nastala zaradi tega problema, je ocenjena na **51 DNI**.

PROBLEM ŠT. 3: Slabša nosilnost sider od predvidene in pojavitev debelejšega sloja konglomerata v predelu odrskega stolpa

Raziskave temeljnih tal so se začele leta 1989, ko so bile izvrtane štiri geomehanske vrtine. Dve vrtini sta bili opremljeni za opazovanje viseče podtalnice. Za potrebe podbetoniranja odrskega stolpa so bile leta 2003 izvrtane še tri vrtine, od katerih je bila ena opremljena za opazovanje nivoja prave podtalnice. Poleg sondažnih vrtin so bili izvedeni tudi statični penetracijski testi z merjenjem pornih tlakov (CPT-u). Vse sondažne raziskave so pokazale zelo pestro in razmeroma neugodno sestavo tal. Geomehanske karakteristike slojev zemljine za geostatično analizo konstrukcije ter izvedbo diafragme in izkopa so bile določene na podlagi podatkov geotehničnega poročila.

Ker je sestava tal izjemno raznolika, je projektno predvideno nosilnost sider izjemno težko pravilno oceniti. Dejansko se je izkazalo, da se s projektno predvideno tehnologijo vgradnje sider ni dosegla projektno predvidena nosilnost sider, ki je bila očitno previsoka. Za potrditev nosilnosti se izvajajo poskusna sidra. V predelu odrskega stolpa pa se je na relativni koti cca. – 21,5 m, namesto sloja savskega proda z redkimi plastmi konglomerata, pojavil debelejši sloj konglomerata. Posledično so bile nujne spremembe projektne dokumentacije, kar je seveda vodilo tudi k odstopanjem izvedbe del od prvotnega plana.

Zamuda, ki je nastala zaradi tega problema, je ocenjena na **52 DNI**.

PROBLEM ŠT. 4: Nevarnost deformacij obstoječega objekta in posedanja
okoliških obstoječih objektov

Pri izvedbi sider po tehnologiji "z vbrizgavanjem zraka" se zaradi uporabe komprimiranega zraka na steno diafragme ustvarja dodaten pritisk, kar povzroča rast sile na sidrih in premike diafragme. To kažejo rezultati meritev sil v kontrolnih sidrih in premiki izmerjeni v vgrajenih inklinometrih. Vrtanje za sidra se običajno izvaja s sprotno cevitvjo (*over burden system*). Pri tem se uporablja vrtalno drogovje Reg in zaščitna kolona. Dleto ima premer 115 mm in krona 143 mm. Medij za iznos navrtanine in pogon kladiva (če se kladivo uporablja) je komprimiran zrak.

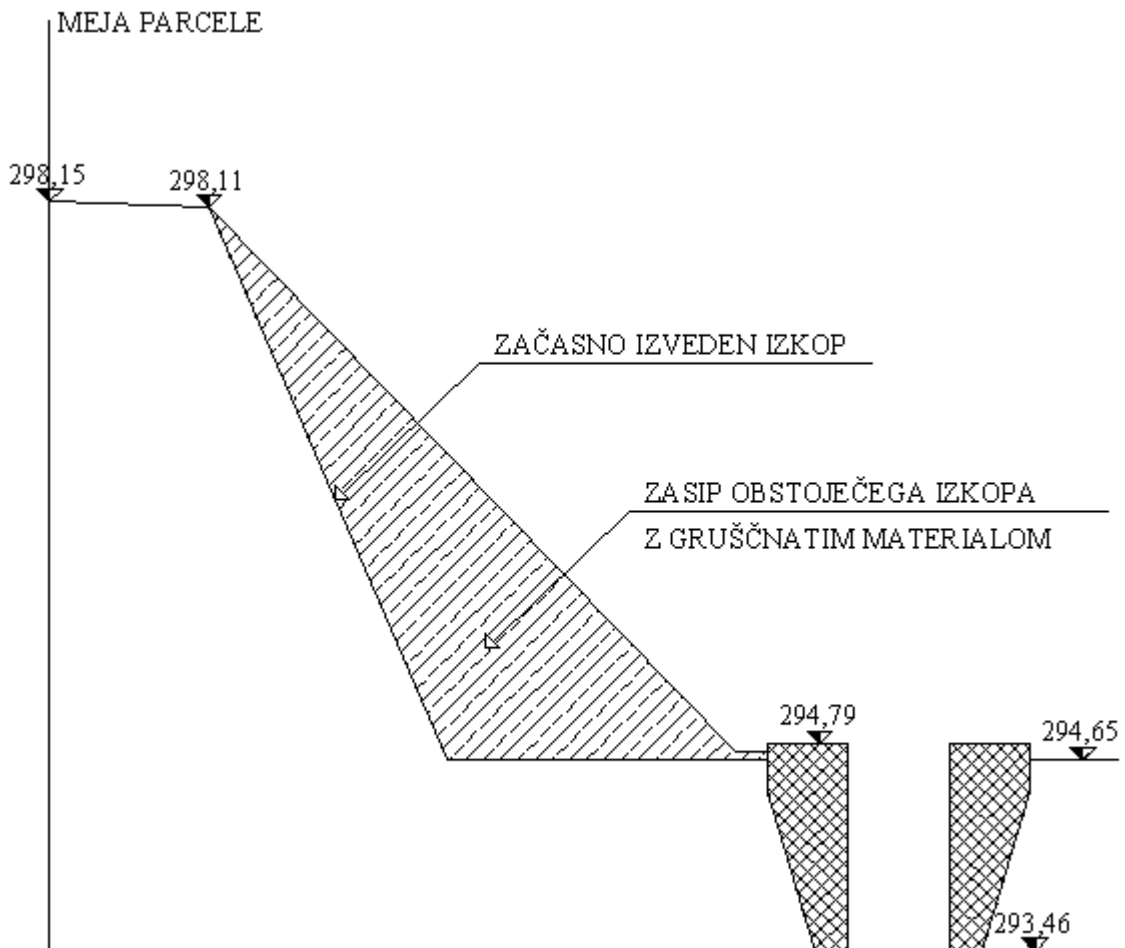
Ker pa je obstoječi objekt v neposredni bližini diafragme, hkrati pa imamo v neposredni bližini sosednje objekte, so se pojavili tudi premiki in razpoke obstoječega objekta, ter razpoke na sosednjih bližnjih objektih. V ta namen so se na objekt in diafragmo vgradili 3D reperji za opazovanje.

Zamuda, ki je nastala zaradi tega problema, je ocenjena na **28 DNI**.

5.2 Rešitev problemov, ki so nastali med izvedbo geotehničnih del

PROBLEM ŠT. 1:

Rešitev problema, ki je nastal zaradi potencialne nestabilnosti brežine proti PEN klubu in nevarnosti zrušitve dreves v gradbeno jamo, je bila izdelava zaščite, ki omogoča varno delo izvajalcu. Projekt zaščite brežine določa, da se obstoječi izkop zasuje z gruščnatim materialom. Material je potrebno vgraditi v plasteh po 50 cm ter ga ustrezno utrditi z valjarjem (slika 17).



Slika 17: Prikaz ukrepa sanacije brežine proti PEN klubu

PROBLEM ŠT. 2:

Zaradi posedanja stranskih traktov (severni in južni) se je izdelal projekt njihove sanacije, ki je predvideval, da:

- je obstoječi del vidnega temelja na zahodni strani potrebno z injektiranjem in obbetoniranjem ojačati,
- se obstoječi fasadni zidovi stranskih traktov ojačajo z armiranobetonskimi obložnimi stenami debeline cca. 15 cm,
- so stene sidrane v opečne zidove z mozniki iz rebrastega betonskega jekla in armirane z mrežno armaturo,
- so na višinah prvotnih odstranjenih stropnih konstrukcijah predvidene v steni dodatne horizontalne zidne vezi,
- je obstoječe stopnišče na severnem in južnem delu potrebno "pripeti" na obstoječi del ojačanega trakta na severu in jugu,
- se izvede razpenjenje med stranskimi trakti z izdelavo horizontalnih vencev.

PROBLEM ŠT. 3:

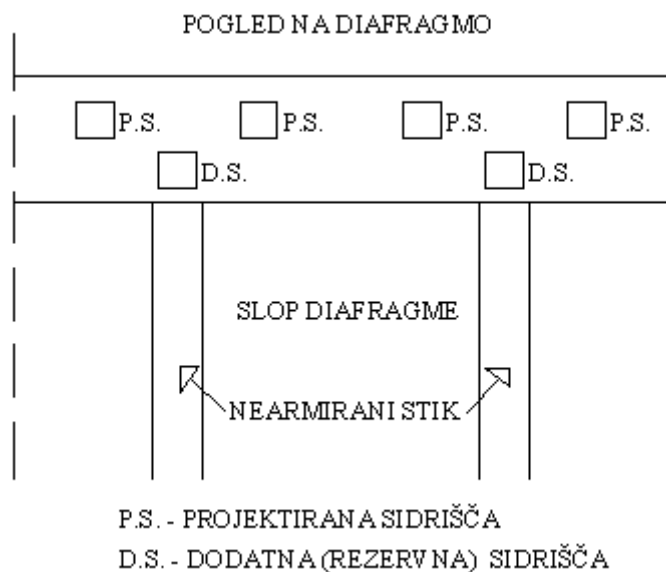
Zaradi slabše nosilnosti sider od predvidene so se v predelu prizidka izvedle naslednje rešitve:

IZDELAVA REVIZIJE PROJEKTOV ZARADI SPREMENJENIH OKOLIŠČIN:

Po izvedbi poskusnih sider se je ugotovilo, da je nosilnost sider bistveno manjša od projektirane nosilnosti. Zato je bilo potrebno izdelati revizijo projektne dokumentacije, ki je določala, da se prvi nivo sider vgradi na medsebojni razdalji $e = 1,3$ m in ne na $e = 1,8$ m, kot je prvotno bilo projektirano. Uporabijo se štiri vrvna začasna geotehnična sidra pod kotom $\alpha = 20^\circ$. Skupna dolžina sider v prvem nivoju znaša 19,0 ali 15,0 m (vsako drugo sidro je daljše), pri čemer je dolžina veznega dela 7,0 m, dolžina prostega dela pa 12,0 ali 8,0 m, se pravi, da je dolžina ostala nespremenjena. Poveča pa se nominalna sila v sidrih (sila zaklinjanja) z 360 kN/sidro na 400kN/sidro. Vezni del sider prvega nivoja se izvede po tehnologiji *jet grouting*. Takoj se pristopi k izvedbi novih poskusnih sider. Če dodatna poskusna sidra ne bodo izpolnjevala projektnih parametrov, lahko sledi povečanje števila sider za cca. 50%.

VGRADITEV DODATNIH (REZERVNIH) SIDRIŠČ:

Da se delo nadaljuje nemoteno, se na vezni gredi izdelajo dodatna sidrišča vključno s tulcem na spodnji strani vezne grede. Sidrišča bi se uporabila, če bi se po izvedbi drugih parov poskusnih sider v prvem nivoju ugotovilo, da je nosilnost še vedno nezadostna. Vendar se je po izvedbi poskusnih sider ugotovilo, da je nosilnost ustrezna, zato se dodatna sidrišča niso uporabila.



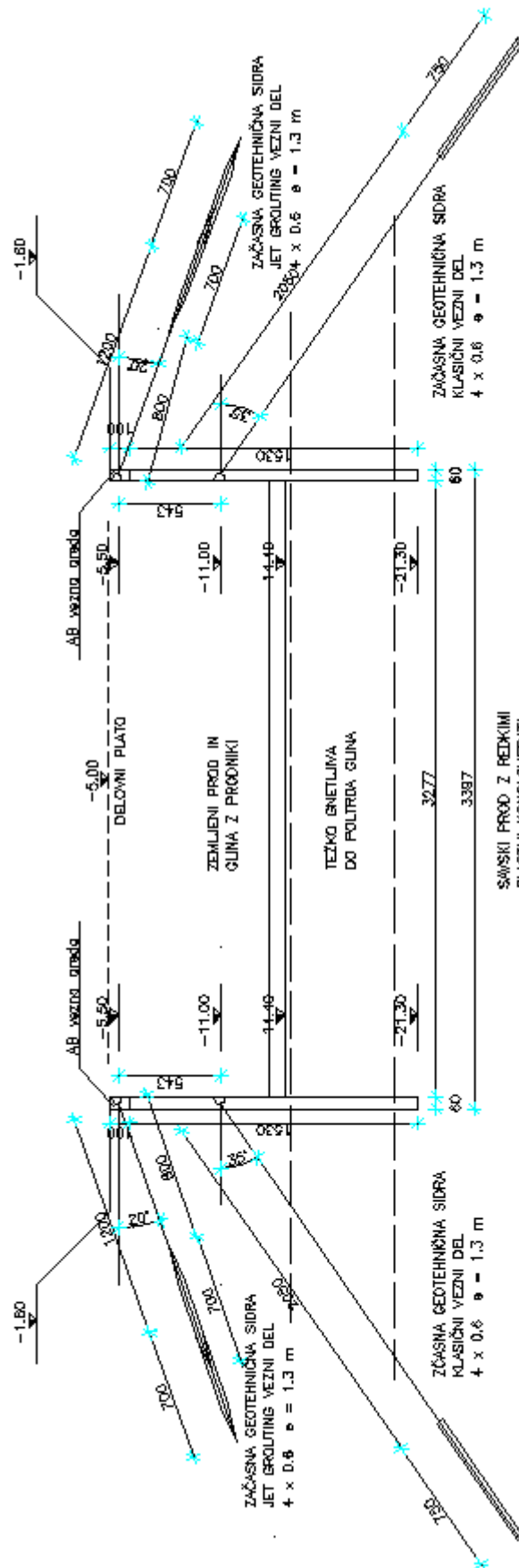
Slika 18: Shematski prikaz dodatnih sidrišč

POVEČANJE DOZE CEMENTA NA JET GROUTING SIDRIH:

Po izvedbi poskusnih sider se je ugotovilo, da je nosilnost sider prvega nivoja bistveno manjša od projektirane nosilnosti. Tako se je poleg vseh ostalih spremenjenih projektiranih parametrov spremenila še doza cementa, in sicer se je povečala iz 220kg/m na 400kg/m vrtine. Po izvedbi drugih poskusnih sider prvega nivoja se je ugotovilo, da je povečana doza cementa zadostna.

PODALJŠANJE PROSTEGA DELA KLASIČNEGA SIDRA:

Glede na rezultate napenjanj dveh poskusnih sider drugega nivoja se je ugotovilo, da je nosilnost sider manjša od predvidene in da vezni del ne dosega sloja dobro nosilnega savskega proda oz. konglomeratnega sloja. Vse karakteristike sidranja prvotne projektne dokumentacije se ohranijo, kar pomeni, da se sidra vgradijo na medsebojni razdalji $e = 1,3$ m, uporabijo se štiri vrвна začasna geotehnična sidra pod kotom $\alpha = 35^\circ$. Podaljša pa se prosti del za 3,0 m. Vezni del ostane ne spremenjen, tako da je nova skupna dolžina sidra 28,0 m. Sidro mora obvezno segati v prodrnato peščeni oz. konglomeratni sloj. Vezni del sider drugega nivoja se izvede po klasičnem postopku.



Slika 19: Spremenjena projektna dokumentacija (prerez A - A)

Zaradi spremenjenih okoliščin so se v predelu odrskega stolpa izvedle naslednje rešitve:

IZDELAVA REVIZIJE PROJEKTOV:

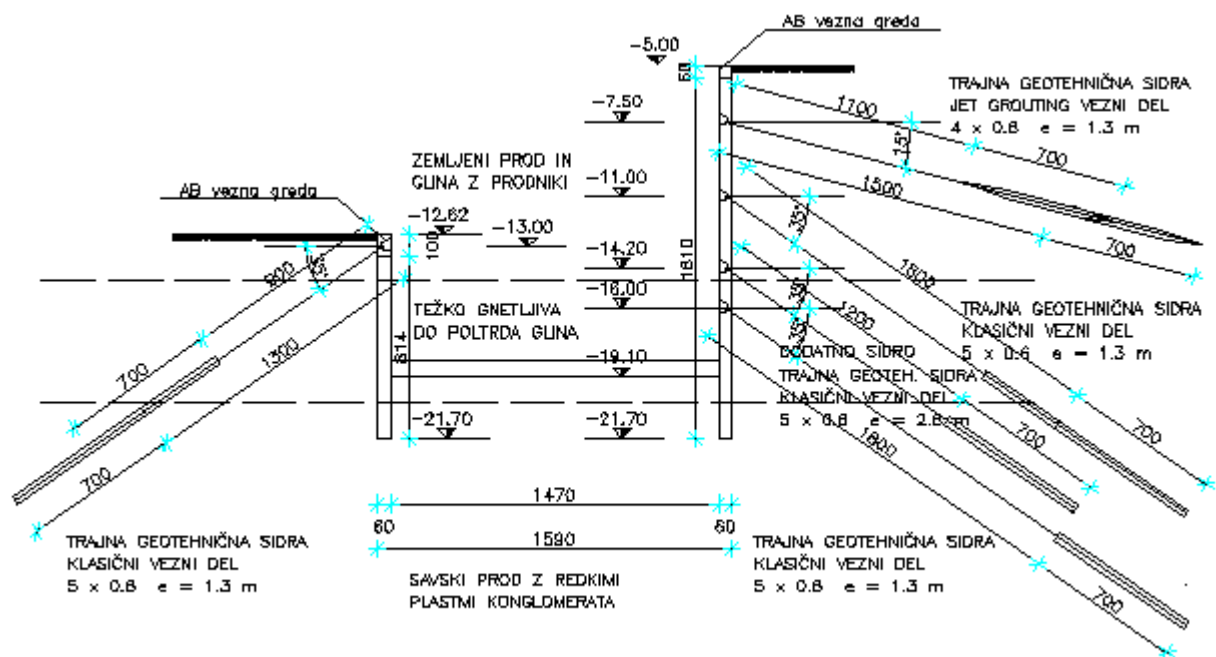
Dno panelov v predelu odrskega stolpa je bil predviden na koti -23,7 m in se nahaja v sloju dobro nosilnega savskega proda oz. konglomeratnega sloja. Ker na gradbišču ni bilo na voljo ustrezne opreme za izkop takšne zemljine, izvajalec tega sloja ni bil zmožen prebiti. Potrebna je bila revizija projektne dokumentacije, ki določa, da se izkop diafragme izvede 20 cm v trdi konglomerat, kar po rezultatih "pilot" izkopa diafragme predstavlja skrajšanje diafragme za cca. 2,0 m. Zato je bilo potrebno izvesti tudi novi dokaz statične stabilnosti in prilagoditi armaturo košev.

Nova analiza statične stabilnosti je določala, da bo konstrukcija na južni, severni in vzhodni strani sidrana v štirih nivojih in ne v treh nivojih, kot je bilo prvotno projektirano.

Dodatni nivo sider bo na relativni koti 14,2 m. Predvidena so trajna geotehnična sidra s petimi prameni (5x0,6) pod kotom $\alpha = 35^\circ$. Zahtevana kakovost jeklenih pramen je $f_{py}/f_{pu} = 1570/1770$ MPa. Sidra se vgradijo na medsebojni razdalji $e = 2,6$ m, pri čemer je dolžina prostega dela sidra 12,0 m in veznega dela 7,0 m, tako da je skupna dolžina sidra 19,0 m. Nominalna sila (sila zaklinjanja) v sidrih dodatnega nivoja znaša 500 kN/sidro. Vezni del sider dodatnega nivoja se izvede po klasičnem postopku. Na zahodni strani odrskega stolpa, kjer je vrh diafragme na koti -14,50 m, ostane sistem sidranja nespremenjen.

POVEČANJE DOZE CEMENTA NA JET GROUTING SIDRIH:

Podobno kot na območju prizidka se je tudi na območju odrskega stolpa po izvedbi poskusnih sider ugotovilo, da je nosilnost sider prvega nivoja bistveno manjša od projektirane nosilnosti. Zato se je poleg vseh ostalih spremenjenih projektiranih parametrov spremenila še doza cementa, in sicer se je povečala iz prvotnih 220kg/m na 400kg/m vrtine. Po izvedbi drugih poskusnih sider prvega nivoja se je ugotovilo, da je povečana doza cementa zadostna.



Slika 20: Spremenjena projektna dokumentacija (prerez B – B)

PROBLEM ŠT. 4:

Da sama vgradnja sider ne bi povzročala dodatnih pritiskov na diafragma in s tem posledično pritiske na obstoječi objekt, se je spremenila tehnologija vrtanja. Za vrtanje skozi glinaste plasti se bo uporabila voda s penilcem, za vrtanje skozi gramozne materiale pa cementna mešanica z vodocementnim razmerjem 1 ($w/c = 1$). Ker večjih kosov gramozu ni možno izplakniti iz vrtine z vodo ali cementno mešanico, se ob koncu vrtanja vrtina očisti še s komprimiranim zrakom. Opisana tehnologija izvedbe sidranja je počasnejša za približno 30% od predvidene tehnologije "z vbrizgavanjem zraka".

5.3 Spremljanje izvajanja in obnavljanje operativnih planov

Pogoji, ki so potrebni za uspešno gradnjo, oziroma odsotnost teh pogojev, ki so vzroki za odstopanje dejanskega poteka gradnje od planiranega, so lahko zelo raznovrstni. Skrbna priprava dela z dobro premišljenim planiranjem je eden od njih in ima zelo pomembno funkcijo pri dokončanju gradnje v predvidenem roku.

Glede na to, da so motnje in spremembe stalni spremljevalec gradnje, so morali izvajalci zagotoviti tekočo aktualizacijo plana vzporedno z napredujočo gradnjo in ustrezno vedno novim okoliščinam. Te prilagoditve terminskih in stroškovnih planov so torej stalno delo in sestavni del opravil sodobnega planerja. V obravnavanem primeru je aktualizacijo terminskega plana opravljal operativni delavec, in sicer vodja gradbišča. Sprotno ažurirani plani so omogočali tekočo spremljavo gradnje in morebitne takojšnje nadaljnje posodabljanje. Vodja gradbišča se je moral na tem projektu v operativnem poteku gradnje soočiti z raznovrstnimi motnjami, ki jih lahko razdelimo na dve skupini: tiste, ki ne prizadenejo vseh dejavnosti, in tiste, ki vplivajo na vse procese in so torej kritične.

Te motnje so:

- podaljšanje delovnih aktivnosti, zaradi podcenitve časa izvedbe v fazi priprave predračunskega in pogodbenega terminskega plana,
- izpad mehanizacije (rovokopač, kamioni itd.) glavnega izvajalca,
- izpad mehanizacije podizvajalca (okvara in menjava stroja za vrtnanje sider),
- neustrezna aktivnost podizvajalcev (neizvajanje dela v koledarsko prostih dneh, kljub zahtevam, da se dela pospešijo ter s tem odpravijo nastale zamude).

Kot pa tudi z takimi, ki prizadenejo vse procese, torej tudi kritične in zato vplivajo na podaljšanje toka dograditve.

Te motnje pa so predvsem:

- vremenski vplivi in
- ustavitev del (predvsem ustavitev zemeljskih del v predelu odrskega stolpa, zaradi sanacije obstoječega dela objekta).

Terminski plan s ponovnim izračunom dejanskemu stanju, glede na nastale spremembe in motnje v izvedbi je bil aktualiziran enkrat mesečno. Da se je zagotovil pregled, se je označevalo dolžino eventualnega zaostanka izvedbe za planom z rdečo barvo. Mesečna aktualizacija planov (gantogramov) je prikazana na PRILOGAH C, D, E, F in G, na katerih je tudi razviden predvideni rok dokončanja del. Na PRILOGI G in trenutno zadnje aktualiziranem terminskem planu je rok dokončanja izvedbe sidranja predvidoma začetek januarja 2008. Dokončanje celotnih del I. faze pa je predvidoma konec januarja 2008.

Kot je razvidno iz pogodbenega terminskega plana, se naj bi uvedba v delo izvedla 3. aprila 2007. Razvidno je tudi, da se naj bi po ureditvi organizacije gradbišča, pridobitvi dovoljenj za preusmeritev prometa, rušitvenih delih in zaščiti obstoječega dela Opere (podbetoniranje temeljev, obbetoniranje sten...) začel izvajati izkop gradbene jame ter zaščita jame s sidranjem. Te aktivnosti naj bi se po pogodbenem terminskem planu opravljale v času od 14. maja 2007 do 23. julija 2007. Plani, ki so bili aktualizirani vzporedno z napredujočo gradnjo in so prikazani v priloženih prilogah pa kažejo, da so se pa ta dela izvajala v času od 30. maja 2007 pa vse do januarja 2008. Kritično pot pri dejanski izvedbi je predstavljala izvedba zaščite gradbene jame v predelu odrskega stolpa. Vzrok za to sta bila spremenjena projekta dokumentacija (problem št. 3), ki je narekovala več dela, kot je prvotno bilo predvideno, in zaustavitev izvajanja del v predelu odrskega stolpa, zaradi sanacije obstoječega dela objekta (problem št. 2).

Razlika med planiranim in dejanskim potekom izvedbe je bila predvsem v tem, da se je v fazi planiranja del predvidevalo boljše stanje obstoječega dela objekta oziroma da se niso predvidevale tako velike razpoke. Posledica tega je, da so se ojačitve obstoječega dela objekta, ki so bila predvidene v II. fazi izvedbe projekta, morala izvesti že v I. fazi (predvsem sanacija stopnišča na severnem in južnem delu odrskega stolpa in izvedba razpenjenja med stranskimi trakti z izdelavo horizontalnih vencev). Načeloma bi moralo dejstvo, da je sanacija stopnišča in izvedba razpenjanja že izvedena, skrajšati II. fazo; skupni rok dokončanja dozidave in adaptacije ne bi smel imeti enake zamude kot zaključek I. faze.

5.4 Komentar k odstopanju izvedbe geotehničnih del od plana

Poleg zgoraj opisanih nastalih problemov pri izvajanju zaščite gradbene jame na predstavljenem objektu, ki so zelo vplivali na potek same gradnje, je obstajal še eden osnovni problem za odstopanje izvajanja del od plana, ki je že v samem začetku opredelil nezmožnost izvedbe del v predvidenem roku. Osnovni problem pri obravnavanem objektu je bila neustrezna gradbena pogodba, katere določila so bila nerealna zlasti v smislu časovnega poteka izvedbe. Vzrok za to je pritisk s strani investitorja, da se dela opravijo v roku, ki je zanj najbolj ugoden. Tako je prišlo do podcenitve časov, ki so potrebni za posamezne dejavnosti in posledično s tem podcenitev skupno potrebnega časa gradnje oziroma pogodbenega roka. Pogodba je določala, da se pogodbeni dela izvedejo v 5 mesecih. Dejansko izračunani realni čas izvedbe del, ki ga je opravil tehnični sektor izvajalca, je pa znašal 7 mesecev. Tako je po izteku pogodbenega roka za izvedbo del I. faze izvajalec zaprosil za podaljšanje roka kot tudi predložil zahtevek za obračun dodatnih nepredvidenih in presežnih del. Prvotni predlog izvajalca je predvideval zaključek I. faze 16. januarja 2007. Izvajalec je smatral, da je upravičen do podaljšanja roka zaradi spremenjenih okoliščin. Investitor in nadzor sta odobrila podaljšanje roka I. faze do 3. januarja 2008 in zahtevek v višini 140.000,00 EUR. Izvajalec in investitor sta sklenila ustreznega aneksa k pogodbi. V aneksu določeni roki za dokončanje pa so še vedno prekratki, saj bo gradnja predvidoma končana konec januarja 2008, dogovorjena cena pa ne bo pokrila vseh dodatnih nepredvidenih in presežnih stroškov.

6 ZAKLJUČEK

S plani si vedno zastavljamo pot do ciljev, ki jih želimo uresničiti. Planiranje je torej izjemnega pomembno, operativno planiranje oziroma izdelava terminskih planov pa nujno potrebna dokumentacija za gradnjo objektov. Osnovni cilji operativnih planov so opredeljeni s terminskim potekom gradnje objektov, dodatni cilji pa se kažejo v zmanjševanju stroškov z racionalnim in kontinuirnim koriščenjem delovnih sredstev, predmetov dela in delavcev ter v možnostih učinkovitega usklajevanja tehnoloških procesov. Te cilje pa lahko dosežemo le s kvalitetnimi plani oziroma z izborom takšnih tehnik operativnega planiranja, s katerimi dosegamo maksimalno kontinuirnost in zveznost koriščenja kapacitet.

Vsak operativni plan, četudi zelo natančno izdelan, lahko postane v fazi izvajanja del neuporaben, če se od vsega začetka ne uporablja pri vodenju projekta, če ga dosledno časovno ne kontroliramo in če ga dosledno ne usklajujemo z dejanskimi poteki dejavnosti. Plan namreč izdelujemo na podlagi vrste predpostavk, na osnovi katerih izračunamo čase trajanja aktivnosti in njihovo medsebojno povezanost. V času izvajanj del pa se lahko izkažejo te predpostavke kot napačne, zaradi raznih motenj, ki se pojavijo pri izvajanju. Zato je potrebna časovna kontrola operativnih planov in sprotno prilagajanje razmeram na gradbišču. Brez kontrole dejanskega izvajanja namreč ni možno podzeti pravih ukrepov, da bi se v primeru motenj (zakasnitev) gradbeni objekt ali projekt v splošnem izvedel pravočasno. V primeru odstopanj je potrebno obstoječi operativni plan uskladiti z realnimi možnostmi izvajanja. Za sledenje aktivnosti praviloma določimo novi čas, potreben za izvedbo, upoštevajoč pri tem nove okoliščine na gradbišču.

S časovno kontrolo operativnih planov pa ne dobimo le vpogleda v stanje izvajanja planske naloge, temveč, če to želimo, tudi vpogled v racionalnost gradbene proizvodnje. S poglobljeno časovno analizo lahko izračunamo racionalne kazalce produktivnosti dela, produktivnosti delovnih skupin, produktivnost gradbišča, ekonomičnost proizvodnje, stopnjo izkoriščenosti mehanizacije itd.

V diplomskem delu sem prikazal operativni plan za izvedbo zahtevnih geotehničnih del pri obnovi in prizidku gradbenega objekta, ki je lociran v urbanem okolju in je zaščiten kot kulturna dediščina. Pri izvajanju del so se pojavile številne omejitve tako glede nosilnosti sider kot glede razpoložljivega prostora, kar je povzročilo v izvajanju projekta precejšnje zamude.

Za bodočo uspešnost izvajalca je nujno potrebno, da izvajalec vsak izveden projekt analizira z vidika vseh treh ciljev gradbenega projekta: kakovosti, časa in stroškov. Le tako si izvajalec lahko zagotovi, da bo njegovo dolgoročno poslovanje uspešno.

» SLABO PLANIRAN PROJEKT TRAJA TRIKRAT DLJE OD PREDVIDENEGA ČASA;
DOBRO PLANIRAN PA LE DVAKRAT DLJE. «

Murphyjev zakoni – Golubov zakon planiranja

VIRI

- Pšunder, Mirko. 1990. Operativno planiranje. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 191 str.
- Rodešek, Edo. 1985. Operativno planiranje. Ljubljana, VTOZD Oddelek za gradbeništvo in Oddelek za geodezijo FAGG: 237 str.
- Rant, M, Jeraj, M., Ljubič, T. Vodenje projektov. Radovljica, ORFIN Radovljica d.o.o.: 276 str.
- Šelih, Jana. 2007. Planiranje in vodenje projektov: študijsko gradivo. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani
- Logar, Janko. 2007. Podporne konstrukcije: študijsko gradivo. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani
- Majes, Bojan. 2007. Gradbena jama: študijsko gradivo. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani
- SNG Opera in balet. 2007. Predstavitev, o prenovi,
<http://www.opera.si/opera/app/predstavitev.asp?stran=obnova> (dec. 2007)
- PZI – Varovanje gradbene jame. 2007, Maribor
- Gradbišče SNG Opera in balet. 2007, Tehnična dokumentacija, Ljubljana
- Gradbišče SNG Opera in balet. 2007, Zapisniki koordinacij K-ZAP št. od 9/07 do 36/07, Ljubljana
- Gradbišče SNG Opera in balet. 2007, Gradbeni dnevnik št. od 1 do 206, Ljubljana
- Gradbišče SNG Opera in balet. 2007, Gradbena pogodba št. 3511-07-566606, Ljubljana

PRILOGE

PRILOGA A: Prikaz pogodbenega terminskega plana

PRILOGA B: Prikaz terminskega plana s spremenjeno tehnologijo

PRILOGA C: Prikaz aktualiziranega terminskega plana za mesec Junij 2007

PRILOGA D: Prikaz aktualiziranega terminskega plana za mesec Julij 2007

PRILOGA E: Prikaz aktualiziranega terminskega plana za mesec Avgust 2007

PRILOGA F: Prikaz aktualiziranega terminskega plana za mesec September 2007

PRILOGA G: Prikaz aktualiziranega terminskega plana za mesec Oktober 2007