

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:

**Denis Tomažič**

# **Analiza zastoja pri gradnji objekta EDA Center**

**Diplomska naloga št.: 417**

**Mentor:**

viš. pred. dr. Aleksander Srdić

Ljubljana, 22. 4. 2011

## IZJAVA O AVTORSTVU

Skladno s 27. členom Pravilnika o diplomskem delu UL Fakultete za gradbeništvo in geodezijo,

Podpisani **DENIS TOMAŽIČ** izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:  
»ANALIZA ZASTOJA PRI GRADNJI OBJEKTA EDA CENTER«

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

Noben del tega zaključnega dela ni bil uporabljen za pridobitev strokovnega naziva ali druge strokovne kvalifikacije na tej ali na drugi univerzi ali izobraževalni inštituciji.

Ljubljana, 1. 4. 2011

---

(podpis kandidata)

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

<b>UDK:</b>	<b>69.008:69.05(043.2)</b>
<b>Avtor:</b>	<b>Denis Tomažič</b>
<b>Mentor:</b>	<b>viš. pred. dr. Aleksander Srdić, univ.dipl.inž.grad.</b>
<b>Naslov:</b>	<b>Analiza zastoja pri gradnji objekta Eda Center</b>
<b>Obseg in oprema:</b>	<b>90 str., 15 pregl., 46 sl., 4 pril.</b>
<b>Ključne besede:</b>	<b>Eda center, analiza gradnje, analiza zastoja, poslovno-stanovanjski objekt Nova Gorica, Euroinvest, časovno odstopanje, analiza zamud, MS Project</b>

### **Izveček:**

Diplomska naloga obravnava analizo gradnje ter časovnega potega gradbenega projekta, ki je narejena na osnovi metode za izračun zamud. Prvi in drugi del sta posvečena predstavitvi objekta, tehnologiji gradnje, členjenosti in faznosti poteka gradbenih del objekta, lokacijski strukturi ter tehnološkimi in količinskimi delovnimi procesi.

V tretjem in četrtem delu je podrobno predstavljena metoda za izračun zamud na osnovi raznih vzrokov, oziroma za primer zastoja zaradi nepravočasnega sidranja stolpnega žerjava v objekt, ki pa je bil nujno potreben za povišanje le tega za dodatnih 10m višine. Posamezne parametre se izračuna na podlagi primerjave med planiranim pogodbenim terminskim planom in dejansko realizacijo le tega. Tako terminski plan kot primerjalni gantogram je izdelan v računalniškem programu MS Project. Rezultati analize nam predstavljajo dejansko zamudo zaradi prej navedenega vzroka, ter finančno ovrednotenje stroška, ki je zaradi tega nastal.

**BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION**

**UDC:** 69.008:69.05(043.2)  
**Author:** Denis Tomažič  
**Supervisor:** Senior Lecturer Ph. D. Aleksander Srdić, B.S in civil engineering  
**Title:** Construction delay analysis of Eda Center building  
**Notes:** 90 p., 15 tab., 46 fig., 4 ann.  
**Key words:** Eda center, construction delay analysis, Nova Gorica, Euroinvest, time variation, MS Project

**Abstract:**

This theses deals with the analysis of building construction and timeline of the project using the delay calculation method. The first and the second part are devoted to building presentation and construction characteristic technology, diversification work phases, facility structure and technological work processes.

The third and the fourth part presents in detail the method for calculating the delay based on various reasons, such as the delay that happened for not anchoring the tower crane to the building when it was planned, which was necessary to increase the crane by an additional 10m high. Individual parameters are calculated by comparing the planned contract schedule and the actual realization of it. Comparative schedule Gantt chart is constructed in the computer program MS Project. The results of the analysis gave us a true representation of the delay due to the aforementioned reason, and financial evaluation of the cost incurred because of this.

## ZAHVALA

Za pomoč pri izdelavi diplomske naloge se iz srca zahvaljujem svojemu mentorju dr. Aleksandru Srđiću ter podjetju Euroinvest d.o.o., ki mi je omogočilo dostop do vseh potrebnih podatkov, istem podjetju, ki je ob enem tudi moj delodajalec in mi tako še naprej omogoča nabiranje novih izkušenj in učenja od najboljših. Posebna zahvala tudi moji sodelavski ekipi na gradbišču, še posebno Borisu in Petru, ter seveda nenazadnje tudi moji družini, ki mi je vedno stala ob strani, me spodbujala in podpirala skozi vsa ta leta študija in še naprej.

Iskrena hvala vsem!

## KAZALO VSEBINE

<b>1</b>	<b>UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>OBJEKT .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1</b>	<b>Predstavitev objekta .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1.1</b>	<b>Konstruktivske značilnosti objekta .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.1.1</b>	<b>Jedra .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.1.2</b>	<b>Stebri .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.1.3</b>	<b>Sovprežni stebri .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1.1.4</b>	<b>Slopi .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.1.5</b>	<b>Plošče .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1.1.6</b>	<b>Nosilci .....</b>	<b>8</b>
<b>2.2</b>	<b>Prikaz posameznih količin za izvedbo konstrukcijskih elementov objekta .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3</b>	<b>Tehnologija gradnje .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.1</b>	<b>Sovprežni stebri .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.1.1</b>	<b>Namestitev jeklenega profila .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3.1.2</b>	<b>Armiranje in postavitve armature sovprežnega stebra .....</b>	<b>14</b>
<b>2.3.1.3</b>	<b>Opažanje sovprežnega stebra .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3.1.4</b>	<b>Betoniranje sovprežnega stebra .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3.2</b>	<b>Stebri .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3.3</b>	<b>Jedra .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.3.1</b>	<b>Armiranje jedra .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3.3.2</b>	<b>Opaževanje jedra .....</b>	<b>19</b>
<b>2.3.3.3</b>	<b>Betoniranje sten jeder .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.4</b>	<b>Stene in slopi .....</b>	<b>22</b>
<b>2.3.4.1</b>	<b>Armiranje sten in slopov .....</b>	<b>22</b>
<b>2.3.4.2</b>	<b>Opaževanje sten in slopov .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.4.3</b>	<b>Betoniranje sten in slopov .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.5</b>	<b>Plošča .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.5.1</b>	<b>Opaževanje plošče .....</b>	<b>27</b>
<b>2.3.5.2</b>	<b>Armiranje plošče .....</b>	<b>30</b>

2.3.5.3	Betoniranje plošče .....	33
2.4	Organizacija in ureditev gradbišča .....	34
2.5	Stroji in naprave .....	42
2.6	Faznost ter vrstni red gradnje objekta .....	47
2.6.1	Potek 2. faze gradnje objekta – faze od etaže P2-S5.....	50
2.6.1.1	Etapa gradnje etaž od P2 do E8.....	50
2.6.1.2	Etapa gradnje etaž od S1 do S5 .....	53
3	<b>PLANIRANJE IN SPREMLJAVA GRADNJE TER ANALIZA ZAMUD.....</b>	<b>57</b>
3.1	Uvod .....	57
3.2	Operativni plan .....	58
3.2.1	Terminski plan .....	59
3.2.2	Spremljajoči plani.....	60
3.3	Predstavitev terminskega plana za objekt Eda center .....	61
3.4	Odstopanje dejanskega od prvotno planiranega poteka del.....	64
3.5	Analiza odstopanja posameznih aktivnosti .....	65
4	<b>ANALIZA ZASTOJA ZARADI NEPRAVOČASNEGA SIDRANJA ŽERJAVA št.2 V OBJEKT.....</b>	<b>71</b>
4.1	Predstavitev problema.....	71
4.2	Analiza zamude zaradi zastoja žerjava.....	72
4.2.1	Izračun razlik aktivnosti med planiranim in izvedenim delom.....	72
4.2.2	Izračun razlik aktivnosti zaradi različnih vzrokov.....	73
4.2.3	Izračun prispevkov posameznih aktivnosti k zamudi projekta.....	74
4.2.4	Analiza posameznih vzrokov .....	74
4.3	Predstavitev stroškov gradnje AB konstrukcije objekta Eda Center.....	81
4.3.1	Dnevni stroški gradbišča .....	81
4.3.2	Fiksni stroški zaradi zamude končanja gradnje .....	81
4.4	Finančno ovrednotenje posameznih stroškov.....	81
4.4.1	Strošek vodstva gradbišča .....	82
4.4.2	Strošek najema žerjavov .....	82
4.4.3	Strošek najema opažne opreme .....	83
4.4.4	Strošek ureditve gradbišča.....	84

<b>4.4.5</b>	<b>Strošek električne energije in vode .....</b>	<b>85</b>
<b>4.4.6</b>	<b>Strošek uprave in podjetja.....</b>	<b>85</b>
<b>4.4.7</b>	<b>Fiksni strošek ogrevanja zabetoniranih konstr. elementov .....</b>	<b>87</b>
<b>4.4.8</b>	<b>Fiksni strošek dodatka proti zamrzovanju betona.....</b>	<b>87</b>
<b>4.5</b>	<b>Skupni strošek zamude zaradi zastoja žerjava št. 2 .....</b>	<b>88</b>
<b>5</b>	<b>ZAKLJUČEK .....</b>	<b>89</b>
	<b>VIRI.....</b>	<b>91</b>



## KAZALO SLIK

Slika 1: Eda center – končana AB konstrukcija.....	2
Slika 2: Fazna razmejitev objekta z robnimi osmi.....	6
Slika 3: Konstrukcijski elementi objekta – tipičen tloris.....	9
Slika 4: Jeklen H profil s privarjenimi strižnimi »Nelson« čepi.....	14
Slika 5: Vijačeni spoj jeklenega profila in armaturni koš – steber pripravljen za opaž.....	15
Slika 6: Opažanje sovprežnega stebra.....	16
Slika 7: Zabetoniran in razopažan sovprežni steber.....	17
Slika 8: Armatura jedra z elektroinstalacijami – jedro pripravljeno za opaž.....	19
Slika 9: Zunanji opaž jedra – Framax X-life (levo), notranji opaž inst. jaškov jedra (desno).	21
Slika 10: Zabetonirano in razopažano jedro.....	22
Slika 11: Armirana slop in stena, pripravljena na opažanje.....	23
Slika 12: Zaopažan slop – stenski Doka Framax X-life opaž z oporniki.....	25
Slika 13: Zabetonirani in razopažani slopi.....	26
Slika 14: Opažne Dokamatic mize – prostostoječe in konzolne z ograjo.....	27
Slika 15: Klasično opažanje v okolici stebra.....	28
Slika 16: Opažna miza na vozičku čaka žerjav, da jo dvigne etažo višje.....	28
Slika 17: Žerjav z Doka DM vilicami prenaša konzolno mizo s podesta na naslednjo etažo .	29
Slika 18: Klasično opažanje dvignjenega nosilca »škarje« na špici objekta.....	29
Slika 19: Armatura plošče z ojačitvami – plošča pripravljena za betonažo.....	31
Slika 20: Strižni mozniki vgrajeni v okolico stebrov.....	32
Slika 21: Betoniranje plošče z distributorjem, vibriranje in ravnanje.....	33
Slika 22: Plošča je zabetonirana, izvaja se nega betona.....	34
Slika 23: Upravno-tehnična baza – pisarniški kontejnerji, garderobe z glavnim vhodom.....	36

Slika 24: Pomožni vhod v gradbišče in deponija armature .....	37
Slika 25: Platforma za priključek avtočrpalke na cevovod .....	38
Slika 26: Deponija opažnega in odpadnega materiala.....	39
Slika 27: Gradbiščna pot in deponija armature .....	40
Slika 28: Varovalni nadstrešek v osi K .....	41
Slika 29: Pomožni žerjav sidran v objekt (levo), Centralni žerjav poteka skozi 7 plošč do temeljne plošče (desno) .....	43
Slika 30: Distributor betona (zgoraj), podaljšek cevi, ki ga drži žerjav (spodaj).....	44
Slika 31: Avtočrpalka .....	45
Slika 32: Avtomešalec vzvratno »priključen«, vliva beton v zbiralnik avtočrpalke.....	46
Slika 33: Enokubična »kikbla«, ki jo polni avtomešalec.....	46
Slika 34: Minibager opravlja manjša opravila po gradbišču .....	47
Slika 35: Tipičen prečni prerez objekta – faznost gradnje objekta.....	48
Slika 36: Tipičen vzdolžni prerez objekta – faznost gradnje objekta.....	49
Slika 37: Tipičen tloris etaž od P3 do E8 .....	51
Slika 38: Plan gradnje tipične P ali E etaže .....	53
Slika 39: Tipičen tloris etaž od S1 do S5.....	54
Slika 40: Plan gradnje tipične S etaže .....	56
Slika 41: Primer grafičnega prikaza terminskega plana (gantogramska tehnika) .....	60
Slika 42: Prikaz FS povezave dveh aktivnosti .....	63
Slika 43: Prikaz SF povezave dveh aktivnosti .....	63
Slika 44: Prikaz SS povezave dveh aktivnosti .....	63
Slika 45: Prikaz FF povezave dveh aktivnosti .....	64
Slika 46: Grafični prikaz odstopanj aktivnosti .....	69

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Površina posameznih faz po etažah celotnega objekta .....	5
Preglednica 2: Prikaz količine opaža [m <sup>2</sup> ] .....	10
Preglednica 3: Prikaz količine armature [kg].....	11
Preglednica 4: Prikaz količine betona [m <sup>3</sup> ].....	12
Preglednica 5: Tabelaričen prikaz vzrokov za zamudo na objektu Eda Center.....	75
Preglednica 6: Obračun stroška vstava gradbišča za celotno obdobje gradnje.....	82
Preglednica 7: Obračun stroška najema žerjavov za celotno obdobje gradnje.....	83
Preglednica 8: Strošek najemnine opazne opreme za celotno obdobje gradnje .....	84
Preglednica 9: Strošek ureditve gradbišča za celotno obdobje gradnje .....	84
Preglednica 10: Strošek električne energije in vode za celotno obdobje gradnje.....	85
Preglednica 11: Obračun stroška uprave in podjetja za celotno obdobje gradnje .....	86
Preglednica 12: Izračun dnevnega stroška gradbišča v EUR/dan.....	86
Preglednica 13: Obračun stroška ogrevanja zaradi mraza .....	87
Preglednica 14: Obračun stroška za dodatek proti zamrzovanju (Cementol B novi) .....	87
Preglednica 15: Izračun končnega stroška zaradi zamude 47 delovnih dni.....	88

## 1 UVOD

Podjetje Euroinvest d.o.o. je bilo ustvarjeno z zasebnim kapitalom leta 1992. Deluje kot omejena družba z omejeno odgovornostjo in s svojo lastno osnovno dejavnostvo projektiranja, gradnje in inženiring. Danes zaposluje približno 60 zaposlenih in sodi med največje ponudnike gradbenih storitev in storitev, povezanih z gradbeništvo na območju Goriške statistične regije.

Objekt Eda center je zasnovan kot prvi poslovni center Goriške regije in je dobil ime po letalu našega prvega slovenskega letalca Edvarda Rusjana. Na simbolni ravni bo posebej svojevredno identiteto, na funkcionalni ravni pa bo zadoščeno z vsebinskimi programi – Eda center bo postal gospodarski center regije, ki bo prinesel nove priložnosti ter nova delovna mesta in postal zbirališče vseh meščanov Nove Gorice.

Stoji na atraktivni elitni lokaciji v samem jedru mesta in predstavlja dominantnost in ugled samega mesta. Okrog objekta so locirane vse javne, upravne in finančne službe ter trgovine. Nenazadnje pa Eda center leži tudi na »povezovalni osi«, ki povezuje staro Gorico in Novo Gorico. Objekt funkcionalno predstavlja prostor za kulturna in poslovna srečanja, ki vsebuje tudi avditorij za družabna srečanja, razstaveni prostor in spominsko sobo Edvarda Rusjana, park, otroška igrišča in pa seveda tudi javna parkirna mesta. Objekt tako obsega pet podzemnih etaž parkirišč, prve tri etaže nad zemljo bodo trgovinskega namena, v naslednjih osmih etažah bodo poslovni prostori, v zadnjih štirih pa prestižna in luksuzna stanovanja, s pogledom na Alpe, celotno Furlanijo in Julijsko Krajino, soško dolino, vipavsko dolino in padsko nižino, ter preko krasi pa tja do morja.



Slika 1: Eda center – končana AB konstrukcija

Za tovrstno diplomsko nalogo sem se odločil predvsem zaradi zanimive in sodobne tehnologije gradnje ter zanimivosti in unikatnosti samega objekta. Objekt zelo dobro poznam, saj sem tam opravljal praktično usposabljanje vsak dan od aprila do oktobra 2010 in sem od tega meseca naprej pri podjetju Euroinvest d.o.o. tudi redno zaposlen. Vsebina diplome se v celoti nanaša na objekt Eda center v Novi Gorici. Pri tem sem se omejil na obdobje, ki se je začelo aprila 2010, ko sem tudi sam pričel s svojim sodelovanjem na tem objektu, do januarja

2011. To je obdobje izgradnje 2. faze objekta in sicer faza gradnje armiranobetonske konstrukcije nad koto 0.00 oziroma nad etažo P2, ki sem jo v diplomski tudi analiziral. Opisana je tehnologija gradnje posameznih konstrukcijskih elementov objekta, posamezni delovni procesi le teh, ki so opisani tako tehnološko kot količinsko ter faznost ali potek gradnje. Zadnje poglavje vsebuje spremljanje gradnje objekta in primerjava dejanskega in planiranega poteka del, kjer se kot rezultat pokažejo zamude posameznih aktivnosti zaradi zastoja nepravčasnega sidranja stolpnega žerjava št. 2 v objekt, ki pa je bil nujno potreben za njegovo povišanje l za dodatnih 10m.

Cilj moje diplome je predstaviti objekt oziroma njegov potek gradnje in narediti analizo časovne zamude in s tem povzročene stroška, ki je nastal zaradi nepravčasnega sidranja žerjava v objekt.

## 2 OBJEKT

### 2.1 Predstavitev objekta

Kot že rečeno objekt Eda center leži v samem mestnem jedru Nove Gorice. Tlorisno je objekt zasnovan v obliki nepravilnega trapeza, z njegovimi dimenzijami osnovnih daljših stranic 76m in 63m, ter dimenzijami krajših stranic 19m oziroma diagonalno 23m. Če zasnovo objekta pogledamo v prerezu, nam le ta daje na eni strani, vzdolž krajših stranic, obliko stolpa, vzdolž daljših stranic pa je njegova dolžina približno sovpadala z njegovo višino. Najvišja točka objekta sega 62.65m nad koto 0.00 oziroma nad koto terena. Njegova etažnost je razdeljena na K5+K4+K3+K2+K1, ki predstavljajo etaže pod zemljo in so namenjene predvsem avtomobilskim parkiriščem. Vsaka etaža meri cca 4100m<sup>2</sup> in vsebuje približno 105 parkirnih mest, kar skupaj predstavlja 420 parkirnih mest. Sledijo etaže P1+P2+P3, ki so prve tri etaže nad zemljo in so namenjene trgovinskim prostorom. Do njih se povzpemo po ogromnem amfiteatralnem stopnišču, ki se vzpenja z Erjavčeve ulice in zavzema približno 500m<sup>2</sup>. P1 in P2 se po geometrijski obliki in dimenzijah razlikujeta od P3 etaže. Lahko bi rekli, da etaža P3 začneja obliko stolpnice in se tako geometrijsko povezuje z naslednjimi etažami višje. Tako merijo vse tri trgovinske etaže skupaj cca 7500m<sup>2</sup>. Višina etaže P1 je 4,21m, višina P2 med ploščama je 4,35m, P3 pa ima svetlo višino 3,48m. Sledijo tako imenovane E etaže, ki so namenjene poslovnim prostorom. To so etaže E1+E2+...+E8 s tlorisno uporabno površino 1200m<sup>2</sup>. Skupaj štejejo dobrih 9600m<sup>2</sup>. Vse razen zadnje E etaže, imajo svetlo višino 3,42m, le ta pa znaša pri E8 4,78m. Sledi stanovanjski del, to so S etaže, imenovane S1+S2+S3+S4+S5, ki so prav take geometrijske oblike kot E etaže, le da imajo svetlo višino med ploščama 3,25m. Površina posamezne S etaže znaša 1200m<sup>2</sup>, kar znese skupaj za vse štiri S etaže 4800m<sup>2</sup>. Zadnja je etaža S5, ki je namenjena strehi in strojnici dvigal v jedrih 1, 3 in 4, ki so pokrita s tremi ploščami z napuščem, s skupno površino 250m<sup>2</sup>.

Preglednica 1: Površina posameznih faz po etažah celotnega objekta

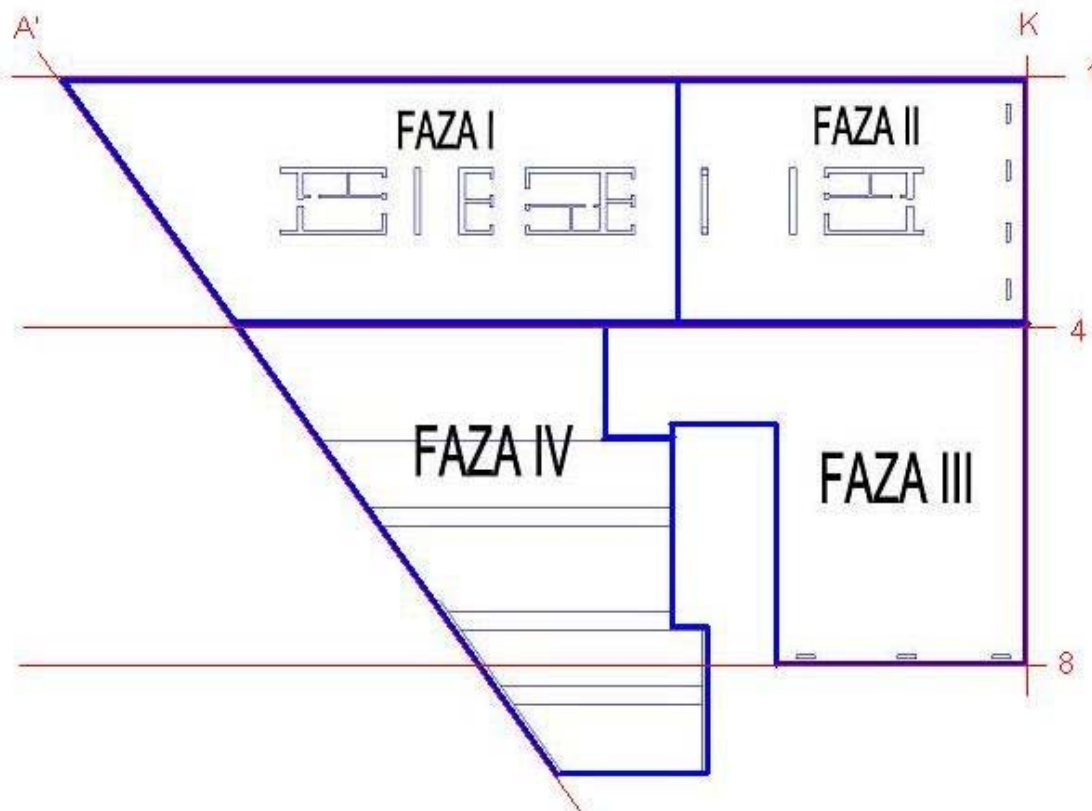
<i>plošča nad</i>	<i>faza izvedbe etaže</i>				$\Sigma$	
	<i>faza I</i>	<i>faza II</i>	<i>faza III</i>	<i>faza IV</i>		
<b>K5</b>	1.428	485	1.198	987	4.098	1. faza gradnje do P2
<b>K4</b>	1.428	485	1.198	987	4.098	
<b>K3</b>	1.428	485	1.198	987	4.098	
<b>K2</b>	1.428	485	1.198	987	4.098	
<b>K1</b>	1.428	485	1.198	987	4.098	
<b>P1</b>	1.428	485	1.198	987	4.098	
<b>P2</b>	664	476	382	906	2.428	
<b>P3</b>	664	475	\	\	1.139	2. faza gradnje P2 - S5
<b>E1</b>	669	471	\	\	1.140	
<b>E2</b>	669	471	\	\	1.140	
<b>E3</b>	669	471	\	\	1.140	
<b>E4</b>	669	471	\	\	1.140	
<b>E5</b>	669	471	\	\	1.140	
<b>E6</b>	669	471	\	\	1.140	
<b>E7</b>	669	471	\	\	1.140	
<b>E8</b>	728	470	\	\	1.198	
<b>S1</b>	728	463	\	\	1.191	
<b>S2</b>	728	463	\	\	1.191	
<b>S3</b>	728	463	\	\	1.191	
<b>S4</b>	728	463	\	\	1.191	
<b>S5</b>	135	93	\	\	228	
				$\Sigma$	<b>42.325</b>	

Objekt vsebuje štiri nosilna jedra (jedro 1,2,3,4), do etaže E8 oziroma dve jedri (jedro 1 in 4) v S etažah. Tlorisno imajo jedra pravokotno obliko, le da so vsa tri različnih dimenzij. V treh od štirih jeder se nahajajo dvigala in stopnice za vertikalno komunikacijo po objektu, v jedru 2 pa so predvidena samo dvigala. Jedra vsebujejo tudi vertikalne instalcijske jaške po celotni višini objekta, ki služijo raznim električnim, strojnimi in ostalim instalacijam.

Projektant je, zaradi lažje in bolj organizirane gradnje, etaže P1 in P2 razdelil v štiri med seboj odvisne faze (faza I, II, III, IV), etaže od P3 do S5, torej stolpnični del, pa v dve medsebojno odvisni fazi (faza I, II). Med fazami je v ploščah na območju razmejitve faz



vedno izvedena dilatacija. Osi objekta so pimenovane od 1 do 8 ter od A' do K, stolpnica pa leži na rastru osi od 1 do 4 ter od A' do K (slika 2).



Slika 2: Fazna razmejitev objekta z robnimi osmi

Objekt Eda center se je začel graditi junija 2008 s premestitvijo kanalizacije in pričetkom izkopa največje gradbene jame v naši državi. Nadaljevala se je z izgradnjo prve faze gradnje in sicer faze gradnje do kote 0.00 ali do etaže P2, aprila 2010 pa se je pričela izgradnja 2. faze nad koto 0.00 oziroma nad P2 – torej od etaže P2 do etaže S5, s katero se je armiranobetonska konstrukcija dokončno zgradila in dokončala januarja 2011. Še pred dokončanjem izgradnje 2. faze AB konstrukcije, se je na objektu pričela izdelava in montaža fasade, sledile so notranje pozidave v stanovanjskih in kletnih etažah objekta, strojne in elektro instalacije, obrtniška dela ter dokončanje objekta vključno z notranjo in zunanjo ureditvijo. Predvidena otvoritev objekta je julija 2011.

## **2.1.1 Konstrukcijske značilnosti objekta**

### **2.1.1.1 Jedra**

Jedra potekajo po celotni višini v notranjosti objekta in predstavljajo osnovno vertikalno nosilno konstrukcijo za etažne plošče. V vsaki etaži so štiri jedra, v katerih se nahajajo dvigalni in instalacijski jaški ter stopnišča. Debeline sten jeder se razlikujejo po etažah. V nižje ležečih etažah začnejo z 50cm debeline in se v višje ležečih etažah zožajo na vsega 20cm debele armiranobetonske stene. Svetla višina sten jeder je enaka svetli višini posameznih etaž. Stene jeder v poslovnih etažah ostanejo vidne in brez kakršnekoli izolacije, medtem ko so stene jeder v stanovanjskem delu (v zadnjih štirih S etažah) toplotno izolirane in obložene z mavčnimi ploščami.

### **2.1.1.2 Stebri**

Stebri kot nesovprežna konstrukcija so izvedeni le v etažah P1 in P2. To so betonski stebri, ojačani samo z armaturnim ojačitvenim jeklom. Le ti se ne nadaljujejo po celotni vertikali objekta, saj niso v območju stolpnice in tako ne predstavljajo nosilne vertikalne konstrukcije za celoten objekt, ampak samo za zadnjo ploščo nad trgovinskim delom objekta.

### **2.1.1.3 Sovprežni stebri**

Sovprežni stebri predstavljajo skupaj z jedri in slopi osnovno vertikalno nosilno konstrukcijo za plošče, oziroma celoten objekt. To so betonski stebri, okrogle oblike, ojačani z armaturnim ojačitvenim jeklom in konstrukcijskim jeklom. To so predhodno izdelani HEA, HEB ali HEM jekleni profili iz jekla, tehničnega razreda S235, z na njih privarjenimi elementi za zagotavljanje sovprežnosti ( jekleni strižni čepi). Profili so nameščeni na gradbišču in med seboj spojeni z vijaki. Spoji so izvedeni štirikrat, in sicer v etažah E1, E3, E5 in E7. Do zadnje poslovne etaže E8 imamo 19 takih sovprežnih stebrov, v etaži S1 se jih 12 spremeni v stene in jih tako do vrha stolpnice ostane le 7, ki niso več sovprežni, saj se jekleni profili končajo pod etažo S1. Premer stebrov se razlikuje po posameznih etažah in meri 60 ali 50cm.

#### 2.1.1.4 Slopi

So armiranobetonska konstrukcija, po geometrijski obliki nekaj vmesnega med stebrom in steno. Njihove dimenzije so odvisne od lokacije kjer se nahajajo. V osi K merijo od 1 do 1,5m, njihova debelina pa je do stanovanjskega dela 30cm, kasneje pa 20cm. Svetla višina je enaka svetli višini etaže. Slopi ob jedrih so po dolžini enaki po celotnem objektu, to je 5,2m, debelina pa sovpada debelini obodnih sten jeder. V stanovanjskem delu teh slopov ni. Nadomestijo jih stene, ki so po geometriji zelo podobni slopom.

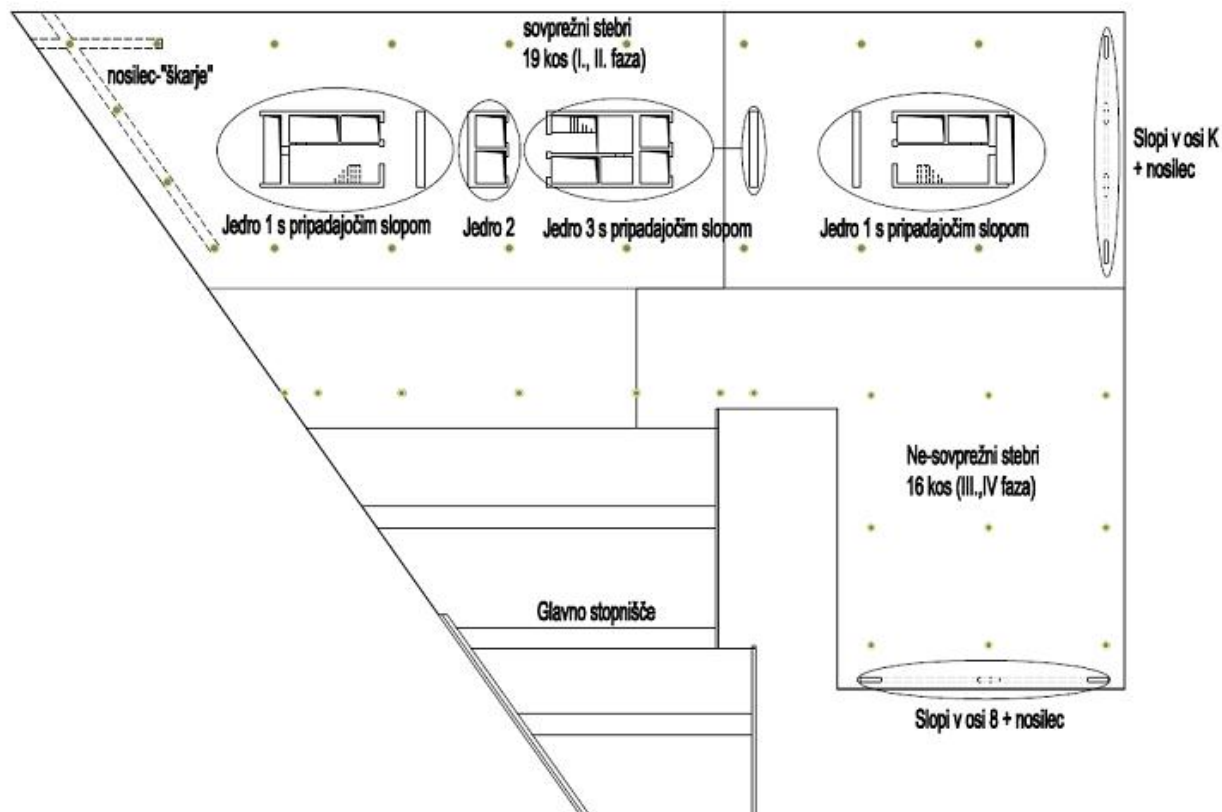
#### 2.1.1.5 Plošče

Plošče so monolitna armiranobetonska konstrukcija in predstavljajo osnovno horizontalno nosilno konstrukcijo v celotnem obsegu objekta. Neto površina posamezne plošče je v trgovinskem delu 2396m<sup>2</sup>, v poslovnem delu 1139m<sup>2</sup> in v stanovanjskem delu 1216m<sup>2</sup>. V osrčju objekta se plošče opirajo na jedra, v bližini robov pa na stebre oziroma sovprežne stebre in slope, ter stene. Po samem obodu delujejo kot konzole, na katere je na robu obešena steklena fasada. Debelina plošč je v trgovinskem in poslovnem delu 22cm, v stanovanjskem delu pa 20cm. So brez vut ali kakšne druge dodatne ojačitve, saj so v območjih stebrov v ploščo vgrajeni jekleni strižni mozniki. Po betoniranju je bilo izvedeno glajenje površine po sistemu industrijskega tlaka. Na zgornjem delu je po večini izveden dvignjen pod, da je lahko pod njim vsa instalacija, le najvišje ležeča plošča služi kot streha in prostor kjer se nahajajo klimati. V stanovanjskem delu je izveden klasičen tlak. Spodnji del plošče bo izveden kot spuščeni strop. 2. faza izgradnje objekta, od P2 do S5, obsega 15 plošč različnih dimenzij, odvisno od tega za katero etažo gre, vse skupaj pa merijo cca 15.000m<sup>2</sup> uporabne površine.

#### 2.1.1.6 Nosilci

Nosilci so izvedeni na tako imenovani »špici« objekta, torej na skrajno južni strani objekta, na osi K celotnega stolpničnega dela objekta in na osi 8, a le do etaže P3. Zelo zanimiv je prav nosilec na »špici«, oziroma na osi A', ki mu lahko zaradi svoje geometrijske oblike pravimo tudi »škarje«, povezuje pa prve tri stebre faze I. Izveden je različno, tako spuščeno, torej pod ploščo, kot tudi dvignjen oziroma nad ploščo. Lahko pa se nahaja tudi samo v plošči in ga, ko

je plošča zabetonirana, sploh ni opaziti. Kako je izveden je odvisno od etaže, ki jo opazujemo. Nosilec v osi K poteka čez slope. Je izveden tako pod ploščo kot nad njo, torej poteka skozi ploščo. Le v stanovanjskem delu objekta je samo spuščen, torej samo pod ploščo.



Slika 3: Konstrukcijski elementi objekta – tipičen tloris

## 2.2 Prikaz posameznih količin za izvedbo konstrukcijskih elementov objekta

Preglednica 2: Prikaz količine opaža [m<sup>2</sup>]

ETAŽA	KONSTRUKCIJSKI ELEMENT															Σ
	Jedra				Stebri	Stene	Slopi	Plošča (nad)				Nosilci	Stopnišča			
	J 1	J 2	J 3	J 4				faza I	faza II	faza III	faza IV		J 1	J 3	J 4	
P2	338,4	141,8	342,8	328,9	91,4	\	106,1	664,0	475,5	382	906,0	139,6	26,4	\	26,4	3.969
P3	302,6	126,1	226,7	291,8	81,3	\	55,7	664,0	475,5	\	\	35,1	24,8	28,0	24,8	2.336
E1	277,0	111,5	268,1	301,0	65,0	\	35,6	668,8	471,1	\	\	39,5	24,1	22,5	24,1	2.308
E2	277,7	111,5	255,8	301,0	65,0	\	35,6	668,8	471,1	\	\	39,5	24,1	22,5	24,1	2.297
E3	277,0	110,1	257,2	302,3	65,0	\	35,6	668,8	471,1	\	\	39,5	24,1	22,5	24,1	2.297
E4	277,0	110,1	257,2	302,3	65,0	\	35,6	668,8	471,1	\	\	39,5	24,1	22,5	24,1	2.297
E5	277,0	110,1	257,2	302,3	65,0	\	35,6	668,8	471,1	\	\	39,5	24,1	22,5	24,1	2.297
E6	277,0	110,1	257,2	302,3	65,0	\	35,6	668,8	471,1	\	\	39,5	24,1	22,5	24,1	2.297
E7	277,0	110,1	257,2	302,3	65,0	\	35,6	668,8	471,1	\	\	39,5	24,1	22,5	24,1	2.297
E8	387,2	157,7	359,4	370,0	87,5	\	49,7	756,0	470,1	\	\	67,1	26,0	13,0	26,0	2.770
S1	226,9	23,4	175,7	217,1	22,8	221	53,3	728,0	463,1	\	\	37,6	22,8	\	22,8	2.215
S2	226,9	23,4	175,7	217,1	22,8	221	53,3	728,0	463,1	\	\	37,6	22,8	\	22,8	2.215
S3	226,9	23,4	175,7	217,1	22,8	221	53,3	728,0	463,1	\	\	37,6	22,8	\	22,8	2.215
S4	226,9	23,4	175,7	217,1	22,8	221	53,3	728,0	463,1	\	\	37,6	22,8	\	22,8	2.215
S5	300,7	\	76,9	299,8	\	\	\	135,5	92,7	\	\	12,1	\	\	\	918
Σ	4.176	1.293	3.518	4.272	715	885	674	9.813	6.664	382	906	681	337	199	337	<b>34.852</b>

Preglednica 3: Prikaz količine armature [kg]

ETAŽA	KONSTRUKCIJSKI ELEMENT														Σ
	Jedra				Stebri	Stene	Slopi os K	Plošča (nad)				Stopnišča			
	J 1	J 2	J 3	J 4				faza I	faza II	faza III	faza IV	J 1	J 3	J 4	
P2	12.117	3.851	12.117	10.214		\	1.690	22.965	12.972	50.576	30.815	499	382	499	158.697
P3	6.316	2.460	7.207	6.559	2.566	\	1.690	22.444	12.256	\	\	499	382	499	62.878
E1	9.975	3.462	8.581	10.155	2.566	\	707	20.993	12.176	\	\	441	441	441	69.938
E2	9.866	3.303	8.586	11.189	2.472	\	707	20.709	12.165	\	\	441	441	441	70.320
E3	8.047	2.832	7.173	8.975	2.648	\	707	21.437	12.349	\	\	441	441	441	65.491
E4	7.211	2.598	6.683	8.237	2.648	\	707	21.878	11.877	\	\	441	441	441	63.162
E5	7.225	2.597	6.674	8.380	2.636	\	707	21.719	12.410	\	\	441	441	441	63.671
E6	7.211	2.597	6.674	8.366	2.636	\	707	21.719	12.410	\	\	441	441	441	63.643
E7	7.593	2.740	6.526	8.958	2.736	\	844	22.688	13.054	\	\	441	441	441	66.462
E8	9.561	3.091	7.792	10.786	2.504	\	1.187	27.960	15.787	\	\	470	210	470	79.818
S1	5.250	653	621	5.407	1.050	8.407	580	25.943	14.708	\	\	428	\	428	63.475
S2	5.250	653	621	5.407	1.050	5.601	580	25.633	14.899	\	\	428	\	428	60.550
S3	4.805	601	889	4.989	1.050	5.455	544	25.708	14.944	\	\	428	\	428	59.841
S4	4.323	491	784	4.687	561	4.760	433	29.697	17.059	\	\	452	\	452	63.699
S5	4.176	381	580	3.954	\	334	\	3.381	1.875	\	\	\	\	\	14.681
Σ	108.926	32.310	81.508	116.263	27.123	24.557	11.790	334.874	190.941	50.576	30.815	6.291	4.061	6.291	<b>1.026.326</b>

Preglednica 4: Prikaz količine betona [m<sup>3</sup>]

ETAŽA	KONSTRUKCIJSKI ELEMENT															Σ
	Jedra (C30/37)				Stebri (C40/45)	Stene (C40/45)	Slopi (C40/45)	Plošča (nad) (C30/37)				Nosilci (C30/37)	Stopnišča (C30/37)			
	J 1	J 2	J 3	J 4				faza I	faza II	faza III	faza IV		J1	J 3	J 4	
P2	54,3	21,4	46,2	52,4	25,8	\	13,2	166,0	119,0	96	226,5	25,8	3,9	\	3,9	854
P3	47,3	18,9	41,3	46,1	23,0	\	7,0	150,0	104,6	\	\	5,7	3,7	3,3	3,7	455
E1	43,0	16,6	45,2	40,4	18,4	\	4,1	147,3	103,6	\	\	5,1	3,7	3,3	3,7	434
E2	39,8	14,8	42,7	37,2	12,8	\	4,1	147,3	103,6	\	\	7,9	3,7	3,3	3,7	421
E3	36,5	13,0	38,1	35,0	12,8	\	4,1	147,3	103,6	\	\	7,9	3,7	3,3	3,7	409
E4	36,5	13,0	38,1	35,0	12,8	\	4,1	147,3	103,6	\	\	7,9	3,7	3,3	3,7	409
E5	36,5	13,0	38,1	35,0	12,8	\	4,1	147,3	103,6	\	\	7,9	3,7	3,3	3,7	409
E6	36,5	13,0	38,1	35,0	12,8	\	4,1	147,3	103,6	\	\	7,9	3,7	3,3	3,7	409
E7	36,5	13,0	38,1	35,0	12,8	\	4,1	147,3	103,6	\	\	7,9	3,7	3,3	3,7	409
E8	52,0	18,3	55,3	49,9	17,3	\	5,7	151,2	94,0	\	\	6,9	3,9	1,6	3,9	460
S1	22,4	2,1	5,6	21,4	4,5	32	2,6	145,6	92,6	\	\	1,9	3,9	\	3,9	339
S2	22,4	2,1	5,6	21,4	4,5	32	2,6	145,6	92,6	\	\	1,9	3,9	\	3,9	339
S3	22,4	2,1	5,6	21,4	4,5	32	2,6	145,6	92,6	\	\	1,9	3,9	\	3,9	339
S4	22,4	2,1	5,6	21,4	4,5	32	2,6	145,6	92,6	\	\	1,9	3,9	\	3,9	339
S5	31,1	\	2,0	23,1	\	5,7	\	33,6	22,5	\	\	0,6	\	\	\	118
Σ	539,7	163,4	445,5	509,6	178,9	134,2	65,1	2.113,9	1.436,1	95,5	226,5	99,0	53,0	27,8	53,0	6.141,2

## 2.3 Tehnologija gradnje

### 2.3.1 Sovprežni stebri

To so stebri iz armiranega betona, marke C40/50, ki imajo v svojem jedru kovinski HEA, HEB ali HEM profil, kvalitete jekla S235, ter so po celotni višini ojačani z armaturo. Nahajajo se v vseh etažah, razen v stanovanjskem delu. V poslovnih etažah je v vsaki posamezni etaži po 19 takih stebrov. Njihov premer je po večini 50cm (razen v etažah od P2 do E2, kjer njihov premer znaša 60cm), njihova višina pa je enaka svetli etažni višini med ploščama. Vsak sovprežni steber vsebuje povprečno 125kg armaturnega železa in 0,7m<sup>3</sup> betona, kar nanese na celotno etažo cca 2500kg armature in 13m<sup>3</sup> betona. Na celotnem objektu, oziroma v fazi gradnje nad P2, je skupaj 190 takih sovprežnih stebrov, za katere je bilo potrebno skupaj približno 27t armature in 180m<sup>3</sup> betona. Sovprežne stebre ločimo na tip 1 in 2, ki se medsebojno razlikujeta samo glede na vrsto vsebovanega jeklenega H profila. Tip je odvisen od pozicije, kje v objektu se sovprežni steber nahaja. Pri izdelavi sovprežnih stebrov vseskozi sodeluje žerjav.

Faze izvedbe sovprežnega stebra so naslednje:

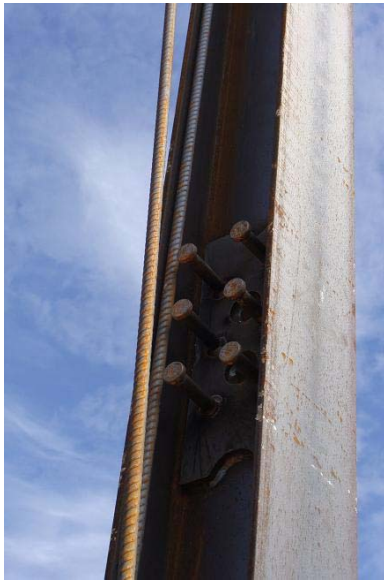
- Namestitev jeklenega profila
- Armiranje in postavitve armature
- Opažanje
- Betoniranje stebra

#### 2.3.1.1 Namestitev jeklenega profila

Namestitev oziroma montaža jeklenega H profila (HEA, HEB, HEM), predhodno izdelanega v delavnici, se je izvedla vsako drugo etažo, v skladu s PZI projektom za konstrukcijsko jeklo, s kombinacijo varjenja in vijačenja dveh profilov med seboj, ki jo je izvajal dobavitelj sam. Za namestitev posameznega profila so bili potrebni štirje kovinarji, od tega eden atestiran varilec. Proces namestitve posameznega profila je trajal približno 20min. H profil se je z žerjavom najprej ponesel na lokacijo namestitve, kjer so ga namestili na obstoječ profil in ga



za silo privijačili, da se ni prevrnil. Nato so s pasovi vrh profila v treh smereh zavezali v ploščo, spustili »plajbo« in postopno zategovali pasove dokler ga niso spravili v pozicijo centrično na vertikalno os (v »plajbo«). Takrat so ga dokončno privijačili in zatisnili vse vijake. V območju plošče je atestiran varilec kot zadnje dejanje na stojino profila, skladno s projektno dokumentacijo, privaril t.i. strižne »nelson« čepi, ki služijo za boljše sodelovanje med jeklenim profilom in betonskim delom prereza pri prevzemu obremenitev.



Slika 4: Jeklen H profil s privarjenimi strižnimi »Nelson« čepi

### 2.3.1.2 Armiranje in postavitve armature sovprežnega stebra

Vsak sovprežni steber je, poleg jeklenega profila v svojem jedru, ojačan z rebrasto armaturo, razreda B St 500 S, ki je bila izvedena skladno z armaturnim načrtom. Armatura je zvezna po celotni višini, torej od temeljev pa vse do strehe. Povezava je izvedena s sidrno dolžino, ki v vsaki etaži znaša 1,5m. Armaturo sovprežnih stebrov sestavljajo palice premera 32mm, ki pa se z višino zmanjšuje in konča pri debelini posamezne palice 22mm. Vsak sovprežni steber vsebuje po 10 takih palic, katere potekajo čez dve etaži (torej po pet »novih« palic v vsaki etaži) in so objete s spiralno armaturo. Premer palice spirale je 10mm, in ima hod 10/20/10, kar pomeni, da je razmak med posamezno armaturo spiral v spodnji coni stebra 10cm, v srednji coni 20cm in v zgornji coni zopet 10cm. Armaturo za stebre se ni vezalo na licu mesta

sovprežnega stebra, ampak se je, predhodno, spletlo koš iz petih ravnih palic in spirale, ki se ga je na dan izdelave stebra z žerjavom poneslo na samo lokacijo stebra in se ga preko jeklenega profila spustilo do plošče. Tam so ga armirači postavili na mikrolokacijo (tako, da je bil zaščitni sloj betona 3cm, ter centrično na vertikalno os), in ga z armaturno žico povezali z obstoječimi palicami iz prejšnje etaže. Pri procesu armiranja stebra so tako pri pletenju koša, kot pri postavljanju le tega na pravo lokacijo, sodelovala dva armirača, ki sta za to porabila skupaj približno 1h. Pri namestitvi koša sta uporabila premični delovni oder.



Slika 5: Vijačeni spoj jeklenega profila in armaturni koš – steber pripravljen za opaž

### 2.3.1.3 Opažanje sovprežnega stebra

Ko so bili jekleni profil in armatura v celoti na mestu, je bilo potrebno steber zaopažati. Pri opažanju je bil uporabljen sistemski opaž Doka RS, ki je bil zvezen po celotni višini sovprežnega konstrukcijskega elementa. Sestavljen je bil iz dveh delov, torej iz dveh polkrožnih polovic tipskega kovinskega opaža, ki sta med seboj spojeni z ustreznimi veznimi sredstvi. Spoj je moral biti tesen, tako, da cementno mleko med betonažo ni uhajalo ven. Pred zapiranjem in namestitvijo opaža na lokacijo izvedbe sovprežnega stebra, je bilo potrebno opaž namazati z opažnim oljem. Sama namestitev opaža je potekala s žerjavom, ki je opaž ponesel z deponije za opaže na lokacijo izvedbe, vsako polovico opaža posebi. Ko je bil opaž

postavljen, ga je bilo potrebno, s pomočjo treh opornikov na vsako polovičko opaža, ki so bili sidrani v ploščo, postaviti v vertikalo tako, da je bil vertikalni stik poravnan z osjo objekta. Nato se je s tipskimi veznimi sredstvi opaž spojilo skupaj. Na sam vrh opaža je bilo potrebno postaviti distančnik do jeklenega H profila, ki je nato med samo betonažo držal opaž, in z njim tudi nastajajoči steber, po celotni višini poravnan z vertikalno osjo objekta, oziroma točno na njegovi lokaciji, predpisani v PZI projektu. Pri procesu opažanja sovprežnega stebra so sodelovali trije delavci. Za celoten proces so skupaj potrebovali približno 30min za vsak posamezen steber. Naslednji dan po betonaži, se je steber lahko razopažal.



Slika 6: Opažanje sovprežnega stebra

#### 2.3.1.4 Betoniranje sovprežnega stebra

Po izvedbi in dokončanju ter pregledu vseh zgoraj opisanih delovnih procesov, je prišla na vrsto betonaža stebra. Ta se je izvajala s žerjavom in enokubično kiblo z gumijasto cevjo. Stolpni žerjav je kiblo ponasel do avtomešalca, kjer jo je delavec do vrha napolnil. Nato je bilo potrebno kiblo ponesti na objekt, oziroma nad samo lokacijo izvedbe betoniranja stebra, kjer jo je drugi delavec, ki je stal na premičnem delovnem odru, prijel, namestil gumijasto cev

nad opaž in kontrolirano ter počasi potegoval vzvod zapore tako, da se je ta odpirala in se je beton lahko počasi stekal po cevi v opaž stebra. Tretji delavec je med tem z vibracijsko iglo, ki jo je spuščal čim globlje v opaž, vibriral beton in tako preprečil segregacijo in poroznost le tega. Betonaža posameznega stebra je potekala zvezno in brez vmesnih prekinitev po celotni višini elementa. Proces betoniranja posameznega stebra je trajal v povprečju 30 min.



Slika 7: Zabetoniran in razopažan sovprežni steber

### 2.3.2 Stebri

Delovni procesi izvedbe ter materiali stebrov, ki niso sovprežni, so praktično popolnoma identični procesom za izvedbo sovprežnih stebrov, ki so opisani v prejšnjem podpoglavju, le da se v teh, lahko bi jim rekli, klasičnih stebrih ne pojavlja jeklena konstrukcija oziroma jekleni H profil. Tako odpade proces namestitve jeklene konstrukcije, drugi procesi pa ostajajo po načinu in vrstem redu izvedbe nespremenjeni in jih je zato nesmiselno še enkrat podrobno opisovati. Vrstni red izdelave stebra je torej pletenje armaturnega koša in namestitev le tega na ustrezno mikrolokacijo, opažanje stebra ki pa mu sledi betonaža, ter nato še razopažanje, ki se izvede naslednji dan po betonaži.

### 2.3.3 Jedra

Jedra so poleg stebrov in sovprežnih stebrov osnovna vertikalna nosilna konstrukcija. Sestavlja jih beton marke C30/37 in armaturno železo. Količina betona v jedrih je različna od etaže do etaže, saj se debeline sten jeder v stanovanjskem delu objekta zmanjšajo iz 30cm na 20cm. Različne so tudi svetle višine etaž. Kot že rečeno imamo v etažah od P2 do E8 po štiri jedra na posamezno etažo. Jedri 1,3 in 4 vsebujejo vsako po cca 40m<sup>3</sup> betona, jedro 2 ga vsebuje 20m<sup>3</sup>. Skupaj nanese to cca 130m<sup>3</sup> betona na posamezno etažo ali skupaj cca 1400m<sup>3</sup> betona za vse etaže od P2 do E8. V etažah od S1 do S5 ostaneta samo jedri 1 in 4, katerima pa se debeline sten zožajo na 20cm, višina pa zmanjša. Tako vsebujeta jedri 1 in 4 vsaka po 23m<sup>3</sup> betona, kar je skupaj 46m<sup>3</sup> betona na posamezno S etažo, oziroma 230m<sup>3</sup> betona za vsih pet etaž stanovanjskega dela objekta. Če seštejemo količino betona v jedrih celotnega objekta (2. faze gradnje objekta) dobimo približno 1650m<sup>3</sup> vgrajenega betona. V jedra je bilo vgrajenega od 11t do 38t armaturnega železa na posamezno etažo, ali skupaj okrog 345t armaturnega železa za jedra 2. faze gradnje objekta.

#### 2.3.3.1 Armiranje jedra

Stene jeder so ojačane z rebrasto armaturo različnih presekov, kvalitete razreda B St 500S. Sorazmerno z debelino stene se odražajo tudi preseki armaturnih palic v posamezni steni jedra. Vsako jedro vsebuje nosilne stebre na vogalih ali križanjih sten, v katerih se nahajajo palice večjih presekov, ki potekajo vedno čez dve naslednji etaži, s sidrno dolžino 1,5m v tretji etaži. To so bile palice povprečne dolžine 8m in preseka od 32mm pa tja do 18mm, odvisno od opazovane etaže. Te palice so bile objete s stremeni in skupaj z njimi tvorile armaturne koše, ki so se vezali predhodno in bili nato preneseni na mesto izvedbe posameznega jedra, na točno, po armaturnem načrtu določeno, mikrolokacijo. S tem se je izvedba vsakega jedra tudi pričela. Pri prenašanju je vedno sodelovalo eno izmed dveh žerjavov. Ko so bili koši na pravem mestu, se je pričelo vezanje vertikalne in horizontalne armature, ki je potekala po celotni dimenziji posamezne stene. Nato se je dodalo še potrebne strižne ojačitve in ojačitve v preklade vrat, okrog prebojev, utorov, itd. S tem je bil delovni proces armiranja končan in jedro je bilo pripravljeno na opažanje. Pri armiranju jeder je vedno sodelovala ekipa štirih armiračev, tako pri vezanju košov, kot med samo namestitvijo le teh,

enako je bilo med armiranjem sten. Za armiranje celotnega jedra so skupaj potrebovali približno en dan in pol.



Slika 8: Armatura jedra z elektroinstalacijami – jedro pripravljeno za opaž

### 2.3.3.2 Opaževanje jedra

Še preden se je začel ves proces izvedbe jedra (pred armiranjem) je bilo potrebno izdelati delovni pod nad jaški spodnjega jedra, da so lahko delavci na njih stali in delali. Pod je bil tipski, prav tako Doka sistemska rešitev, ki je stal na »teleskopih« vstavljenih v za to prav posebi puščene vdolbine v jedru spodaj. Takoj ko je bila armatura zvezana, se je pričel proces opaževanja sten jedra. Za opaževanje jedra je bil uporabljen tipski sistemski Doka framax X-life stenski opaž, ki je bil sestavljen iz tipskih, že tovarniško izdelanih elementov (tipski sekundarni in primarni nosilci, tipske podpore in opore ter tipski spojni in vezni material) v kombinaciji s klasičnim opažem. Pri procesu opaževanja zunanjih sten jeder je bilo potrebno najprej, po podanem opažnem načrtu, ki ga je podal dobavitelj opaža, elemente pravilno

zložiti skupaj in jih spojiti tako, da je nastal en sam, velik, opaž stene jedra. Ta je bil sestavljen iz posameznih elementov različnih dimenzij. Na ta opaž je bilo potrebno, pred prenosom na samo lokacijo postavitve, pritrčiti razne škatle in cevi za preboje, vrata, itd. Nato se je opaž lahko ponesel na svojo mikrolokacijo. Enako se je zgodilo s celotnim obodom jedra. Ko so bile stene jeder od zunaj zaopazane, je bilo potrebno opazati še notranje stene, ali tako imenovane stene jaškov jeder. Za to je bil uporabljen škatlast Doka opaž, sestavljen iz Doka H20 nosilcev, postavljenih vzporedno in povezanih med seboj z večnamenskim Doka VS-univerzalnim profilom. Na nosilce so bile pribiti Doka elementi. Na najbolj zgornjem nosilcu je imel opaž kavlje za zapenjanje. Opaž se je vstavil v jašek s pomočjo žerjava, stranico po stranico. Ko je bil nameščen se je povezal z zunanjim opažem s pomočjo tipskih doka vijakov, ki jih je bilo potrebno dobro stisniti. V spodnjem delu opaža pa je bilo obvezno opiranje obeh nasprotnih strani z oporniki, da cementno mleko ni uhajalo ven, ter da ni prišlo do nastajanja izboklin. Zunanji stenski opaž je bil podprt s tipskimi oporniki, ki so bili sidrani v ploščo. Le tako je bil preprečen kakršenkoli pomik notranjega ali zunanjega opaža. Skozi proces opaževanja jeder je sodelovala ekipa sedmih delavcev na jedru 1, 3 in 4, ter ekipa treh na jedru 2. Za celoten proces opažanja posameznega jedra, je bilo potrebnih 2-3 dni, včasih tudi več. Jedro se je razopaževalo naslednji dan po betonaži, kar je ekipi treh delavcev vzelo še dodaten dan.



Slika 9: Zunanji opaž jedra – Framax X-life (levo), notranji opaž inst. jaškov jedra (desno)

### 2.3.3.3 Betoniranje sten jeder

Ko se je jedro poarmiralo in zaopažilo, je prišel na vrsto proces betoniranja. Proces se je izvajal s pomočjo žerjava in enokubične kible z gumijasto cevjo. Podobno kot pri betoniranju stebrov, je tudi betonaža jeder potekala tako, da je žerjav kablo najprej spustil k avtomešalcu, kjer jo je eden od delavcev napolnil. Žerjav jo je nato dvignil in ponesel na samo mesto vgradnje betona, na mesto betonaže. Tam sta jo drugi in tretji delavec, ki sta stala na odrih nameščenih na stenski opaž, prijela, odprla zaporo in tako beton počasi spuščala čim globje v opaž. Četrti delavec je z vibracijsko iglo vibriral beton. Betonaža posameznega jedra je zahtevala tudi do 50 takih ponovitev, zato je ekipa štirih delavcev za to potrebovala od 3 do 6h, odvisno od lokacije jedra in višine, oziroma debeline stene jedra. Bolj kot je bila stena drobna ali visoka, več časa je bilo za ta proces potrebno.





Slika 10: Zabetonirano in razopažano jedro

#### 2.3.4 Stene in slopi

Stene in slopi so vertikalne nosilne armiranobetonske konstrukcije. Slopi se v etažah od P2 do E8 pojavljajo ob jedrih ter na osi K. Stene se pojavijo šele v zadnjih štirih etažah objekta, to je v stanovanjskih S etažah. Slopi ob jedrih so, glede na dimenzije, kot nekakšne večje in nekoliko debelejše stene. Njihova debelina se giblje od 50cm do 20cm, odvisno od etaže. Vsi slopi ob jedrih so iz betona C30/37 in ojačitvenega armaturnega železa. Slopi na osi K in stene v S etažah pa so iz armiranega betona C40/50. Za izdelavo posameznega slopa ali stene so bili potrebni trije že dobro znani delovni procesi, ki si po vrstnem redu sledijo tako, da se izdelava vsakega slopa ali stene prične z vezanjem armature, opaževanjem in kasneje betonažo ter razopaževanjem.

##### 2.3.4.1 Armiranje sten in slopov

Proces izdelovanja slopa ali stene se je pričel z izdelavo armature. Najprej je bilo potrebno izdelati armaturne koše robnih stebrov stene, kar se je dogajalo na lokaciji za vezanje armature na terenu in ne na sami lokaciji izvedbe. Koš je bilo potrebno nato, ko je bil zvezan,

dvigniti z žerjavom in ga ponesti na samo lokacijo izvedbe, kjer sta ga armirača prijela in pomagala žerjavistu postaviti na eksaktno mikrolokacijo ter ga takoj za tem povezala z obstoječo armaturo iz prejšnje etaže. Ker so slopi v osi K manjši, so bili sestavljeni iz samo enega armaturnega koša in so bili s tem končani. Koši ostalih slopov in sten so bili običajno na robovih slopa oziroma stene, zato je bilo potrebno med koši zvezati še glavno in razdelilno armaturo. V slopih ob jedrih so bile to običajno armaturne palice preseka 16mm, v stenah pa se je armatura izvedla s položitvijo armaturnih mrež Q335, ki jih je bilo potrebno ustrezno prekljapljati in privezati na predhodno postavljene armaturne koše. Na vso armaturo je potrebno privezati tudi betonske distančnike, ki držijo armaturo na ustrezni razdalji od opaža, oziroma roba betona – krovni sloj. Proces armiranja vseh takih elementov ene etaže, vključno z vezanjem armaturnega koša, je z dvema armirači trajal v povprečju 2 dni. Vedno se je prvi dan najprej vezalo vse armaturne koše, drugi dan pa se jih je postavljalo na mikrolokacijo in dokončalo z armiranjem. Ko je bilo vse to končano je bil konstrukcijski element pripravljen na naslednji proces, proces opaževanja.



Slika 11: Armirana slop in stena, pripravljena na opažanje

### 2.3.4.2 Opaževanje sten in slopov

Opaževanje slopov in sten je bilo izvedeno s tipskim sistemskim Doka okvirnim opažem Framax X-life. Je zelo lahek a vendar zelo čvrst opaž, ki omogoče izvedbo zelo gladkih in ravnih betonskih površin. Sestavljen je iz med seboj kompatibilnih elementov različnih formatov, da se ga lahko prilagodi dimenzijam posamezne stene ali slopa. Elemente se med seboj spaja s hitrimi ali univerzalnimi Framax spojkami. Kot opore mu na zunanji strani opaža služijo regulacijski oporniki, ki se sidrajo v ploščo, s katerimi se opaž tudi postavi vpredno z vrtikalno osjo (v »plajbo«). Za opažanje vogalov se uporabljajo Framaxovi pločevinasti kotniki različnih dimenzij. Na opaž se po zunanjem robu namesti tudi Framax delovni oder, na tipskih konzolah z ograjo, ki je nujno potreben pri betoniranju konstrukcijskega elementa. Elemente opaža se torej najprej spoji skupaj tako, da se prilega dimenzijam nastajajočega konstrukcijskega elementa. Nato se ga kot celoto z žerjavom dvigne in prenese na samo lokacijo izvedbe. Ko je opaž nameščen, se opornik na zunanji strani sidra v ploščo, s pomočjo katerega se nato opaž postavi v popolno vrtikalno lego. Skozi luknje v opažu se namesti tipske vezne vijake, ki se jih z obeh strani potisne z uporabo Doka super matic. Pri opažanju vsakega slopa ali stene sta vedno sodelovala dva delavca, ki sta za zaopažanje enega takega konstrukcijskega elementa skupaj potrebovala približno dve uri. Navadno se je opažanje izvedlo na dan betonaže, razopažanje pa je sledilo dan po tem.



Slika 12: Zaopažan slop – stenski Doka Framax X-life opaž z oporniki

### 2.3.4.3 Betoniranje sten in slopov

Betoniranje slopa ali stene je prišlo na vrsto, ko je bil element v celoti poarmiran ter zaopažan in podprt. Proces betoniranja je potekal z avtomešalcem, ki je pripeljal beton na gradbišče, ter z žerjavom in enokubično kiblo, podobno kot pri ostalih vertikalnih konstrukcijskih elementih. Žerjav je beton v kibli ponesel od avtomešalca do mesta vgradnje, kjer sta ga pričakala dva delavca, ki sta beton iz kible po gumijasti cevi spustila v opaž. Paziti je bilo potrebno, da se beton vgrajuje s čim manjše višine. Eden od delavcev je z vibracijsko iglo sprotno vibriral beton in pazil, da nivo betona ne preseže predhodno določene višine konstrukcijskega elementa.



Slika 13: Zabetonirani in razopažani slopi

### 2.3.5 Plošča

Plošče so osnovna horizontalna nosilna konstrukcija objekta. Izdelane so iz litega betona C30/37 in rebrastega armaturnega železa, v obliki palic in mrež. Po sredini objekta nalegajo na jedra in slope, na robovih pa na stebre oziroma stene. Plošča v območju jedra in stebra, oziroma stene, se smatra kot podprta plošča s pozitivnimi momenti v polju in negativnimi momenti na mestu vpetja v jedro ali steber, steno. Del plošče od stebra ali stene do roba, deluje kot konzola. Največji raster polja premostitve plošč je 8m. Debelina plošč se spreminja glede na opazovano etažo. V trgovinskem in poslovnem delu je debelina plošče 22cm, v stanovanjskem delu objekta, torej v zadnjih štirih etažah, pa njihova debelina znaša 20cm. V okolici stebrov ni nobenih vut, zahvala pa gre strižnim »shockobulls« moznikom, ki so v obliki desetih žarkov vgrajeni v beton, v okolico vsakega stebra, med zgornjo in spodnjo armaturo plošče. Plošče so kot celotna konstrukcija razdeljene na dve fazi, tako kot tudi vsi delovni procesi gradnje plošče (opaževanje, armiranje, betoniranje, razopaževanje). Na mestu razmejitve med fazami se v plošči nahaja dilatacija, ki je izvedena z dilatacijsko mrežico in trikotnim betonskim distančnikom, postavljenim med spodnjo armaturo in opažem. Plošče se

po izdelavi podpira s podporniki, in to vsaj tri etaže navzdol. Izvedba plošče se začne z opaževanjem, nadaljuje z armiranjem in vgradnjo strižnih moznikov, ki ji sledi betoniranje in nato čez nekaj dni še razopaževanje. Pri celotni izvedbi plošče, skozi vse delovne procese, sodeluje žerjav.

### 2.3.5.1 Opaževanje plošče

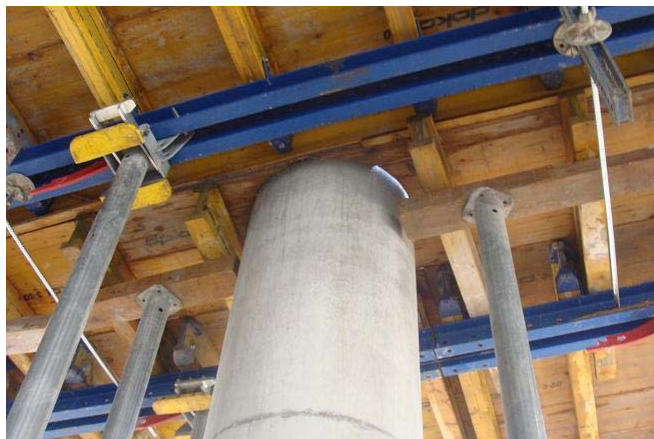
Plošče se opažajo s pomočjo Dokamatic opažnih miz v kombinaciji z Dokaflex 1-2-4 opažnim sistemom (klasika). Opažne mize omogočajo hitro opažanje velikih površin in tako hranijo na času, potrebnem za opažanje, s katerim se prihranijo tudi stroški. Sestavljene so iz Dokamatic miznega profila in lesenega Doka H20 top nosilca. »Noge« mize, oziroma podporniki, so na mizni profil pritrjene preko pregibne glave, ki skupaj omogočajo hitro višanje in nižanje mize, ter omogočajo preklon podpornikov za 90 stopinj. Na območjih polj med stebri in jedri se uporablja opažne mize treh dimenzij, in sicer 2.5 x 5.00 m, 2.50 x 4.00 m in 2.00 x 4.00 m. Zaradi različnih razdalj med nosilnimi vertikalnimi konstrukcijami, je potrebno temu primerno porazdeliti opažne mize. Na robu plošče so mize postavljene konzolno, na njih pa so pritrjeni Doka ograjniki višine 1.80 m, na katere so postavljeni plohi in varovalna mreža.



Slika 14: Opažne Dokamatic mize – prostostoječe in konzolne z ograjo

Razporeditev miz mora biti izvedena tako, da potrebujemo najmanj klasičnega opaževanja Dokaflex 1-2-4. Le to se izvede samo v območjih okrog stebrov in slopov, in tam kjer se mize

ne morejo medsebojno povezati. Dokaflex 1-2-4 se izvede z uporabo lesenih Doka H20 top nosilcev v dveh pravokotnih smereh in podpiranjem z regulacijskimi podporniki.



Slika 15: Klasično opažanje v okolici stebra

Opažne mize se pri razopaževanju plošče prenesejo eno etažo višje s pomočjo Doka vozička na motorni pogon, ki služi horizontalnemu premeščanju miz, in Doka izvozne ploščadi, ki je nameščena na dveh lokacijah posamezne plošče, in sicer na vzhodnem čelu v območju prve faze plošče in območju druge faze plošče. Na to ploščad se z vozičkom pripelje mizo, katero nato žerjav s pomočjo trakov, ali Doka DM 1,5t vilic, če gre za konzolno mizo, dvigne in ponese en nivo višje.



Slika 16: Opažna miza na vozičku čaka žerjav, da jo dvigne etažo višje



Slika 17: Žerjav z Doka DM vilicami prenaša konzolno mizo s podesta na naslednjo etažo

Za opažanje nosilcev na špici plošče in nosilca v osi K, je uporabljen klasičen način opaževanja, z uporabo klasičnih opažnih elementov in podporniki. V osi K se vedno pred opaževanjem nosilca postavi Doka lovilni oder na čelo zadnje zabetonirane plošče, tako, da imajo delavci več prostora za delo in s tem tudi večjo varnost pred padcem v globino.



Slika 18: Klasično opažanje dvignjenega nosilca »škarje« na špici objekta

Ko so opažne mize postavljene, jih je potrebno postaviti na ustrezno višino, kar se izvede s pomočjo odvijanja in zavijanja podpornikov miz. Po robu plošče je potrebno izdelati opaž horizontalne vezi čela plošče, ki je izveden z uporabo plohov in ostalega opažnega lesa. V spodnjo cono čela plošče je potrebno pribiti PVC trikotno letev, za izvedbo spodnjega roba



plošče. Na mize je potrebno na ustrezne lokacije, ki jih določa tehnološki načrt, postaviti opazne elemente za preboje skozi ploščo. Le ti so ponekod izvedeni z lesenimi škatlami – skupaj z bitimi opaznimi elementi, drugje z razrezanimi koščki PVC cevi različnega premera. Na opaž plošče se izvedejo tudi potrebna elektroinstalacijska dela, to so doze pribite na opaž, elektroinstalacijske PVC cevi, itd. V sklop opaževanja spada tudi vgradnja Doka tulca vijaka med betonažo, ki so potrebni za kasnejšo postavitev Doka ograjnika. Opažanje plošče poteka izključno po opažnem načrtu in predpisani tehnologiji. Za zaopažanje prve faze tipične plošče je povprečno 15 delavcev potrebovalo približno pet dni, za drugo fazo pa je približno enako število ljudi potrebovalo 4 dni. Pri prenosu miz vedno sodeluje žerjav. V celotni gradnji druge faze objekta je bilo potrebno tudi dvakrat zamenjati opazne elemente na mizah, saj se ti po nekaj betonažah popolnoma iztrošijo in uničijo. Razopažanje plošče se je lahko vedno začelo po približno petih dneh od trenutka betonaže plošče, oziroma šele takrat, ko je beton plošče dosegel 70% tlačne trdnosti ali marke betona. Ob pričetku razopaževanja je bilo nujno potrebno, v vgrajene plastične tulce v plošči, sprotno postavljati ograjnike in na njih polagati plohe za ograjo. Sprotno je potrebno ploščo ob razopažanju tudi podpirati z Doka podporniki, in sicer po kriteriju 1 podpornik/3m<sup>2</sup>.

### 2.3.5.2 Armiranje plošče

Armiranje plošče se je vedno začelo takoj po temu, ko je bilo zaopažano vsaj eno polje plošče na rastru med stebri. Potekalo je tako kot opaževanje, za vsako fazo posebi, a vedno po istem postopku. Najprej se je začelo polagati armaturo nosilcev v plošči, ki potekajo na rastru med stebri oziroma stenami. Nosilci so bili sestavljeni iz armaturnih košev, ki se jih je običajno spletlo že predhodno in nato samo položilo na betonske distančnike ter s tem tudi na svojo mikrolokacijo, kjer se jih je še naknadno dokončalo. Včasih so se nosilci vezali tudi na licu mesta, se posebi tisti, ki niso bili v plošči, ampak spuščeni ali dvignjeni. Za nosilci se je armiranje nadaljevalo s polaganjem spodnje cone armature, začeni z osnovno armaturo, ki je bila izvedena s palicami preseka 8 mm, postavljene na betonske distančnike, tako da je bilo zagotovljeno zadostno kritje betona. Na osnovne palice so se položile spodnje ojačitve, ki so bile v obliki palic debelejših presekov, postavljene predvsem tja kjer so nastajali veliki pozitivni natezni momenti, običajno v poljih med stebri oziroma stenami. Nato se je na spodnjo armaturo položilo jahače in sicer po kriteriju približno 1 jahač/1m<sup>2</sup>. V obdobju med

polganjem spodnje in zgornje cone, so svoje delo opravili tudi elektroinštalaterji in v ploščo vstavili potrebne instalacijske cevi. Sledilo je polaganje zgornje armature. Osnovno zgornjo armaturo so predstavljale mreže Q335, ki so se polagale na predhodno postavljene jahače, z medsebojnim prekrivanjem 30cm, ali v žargonu povedano, za dve »okni«. V območju prebojev je bilo potrebno mrežo prerezati in okrog preboja narediti menjalnik iz armaturnih palic večjega preseka. Ko je bila armaturna mreža na svojem mestu in privezana na jahače, je sledilo polaganje zgornjih ojačitev, ki so bile izvedene podobno kot spodnje, z armaturnimi palicami večjih presekov. Te so potekale predvsem prečno čez stebre, slope, stene, torej ob vsakem vpetju plošče v steber ali steno. Zgornje ojačitve pa so bile v obliki enostranskih kljuk vgrajene tudi po celotnem obodu jeder, in bodo tako prenašale negativen moment, ki se pojavlja ob vpetju plošče v stene jeder. Ojačitve so potekale tudi vzdolžno čez stene in slope, in sicer v obliki armaturnega koša iz stremen in štirih ojačitven palic, ki morajo segati vsaj še 1m čez vsako steno ali slop v ploščo.



Slika 19: Armatura plošče z ojačitvami – plošča pripravljena za betonažo

Zadnje dejanje armiranja plošče je bila postavitvev in vgradnja strižnih moznikov, nemškega proizvajalca Betomax. Moznike se je vgradilo v okolico vsakega stebra, pravokotno na opaž tako, da povezuje spodnjo in zgornjo armaturo. Mozniki so kot nekakšne jeklene palice, s čepi na vsakem koncu. Več moznikov zavarjenih zaporedno v liniji na pomožno palico, tvori en tako imenovan žarek. Okrog vsakega stebra je bilo vgrajenih približno 10 takih žarkov, odvisno od lokacije. Dolžina in presek moznikov se razlikuje glede na debelino plošče in predvideno obtežbo. Večina moznikov je preseka 10 in 12 mm. Vgradnja moznikov je potekala izključno po projektu.

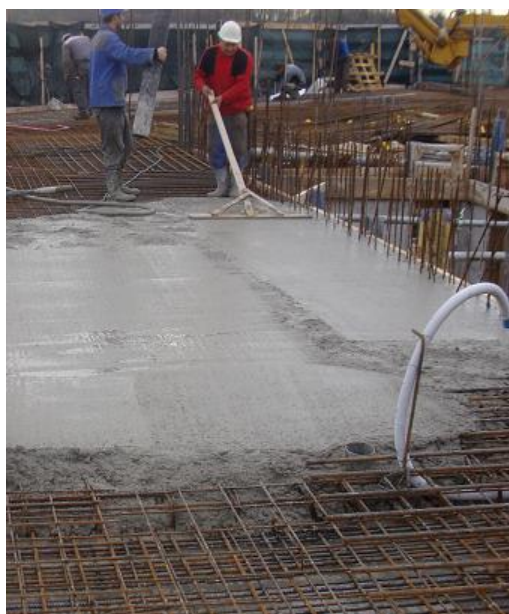


Slika 20: Strižni mozniki vgrajeni v okolico stebrov

Armiranje celotne plošče, skupaj z vgradnjo moznikov, je s približno desetimi armirači, v povprečju trajalo 2,5 do 3 dni. Končalo se je vedno na dan betonaže ali med njo. Kot zanimivost lahko povem, da se je vedno na južni strani, na »špicici«, plošča že betonirala, medtem, ko se je nekoliko bolj severno, bližje dilataciji, armiranje in polaganje moznikov še vedno izvajalo s polno paro.

### 2.3.5.3 Betoniranje plošče

Ko je bila večina plošče poarmirana, je sledila betonaža. Betoniranje se je izvajalo z avtočrpalko in avtomešalci, ki so izmenično prihajali na gradbišče. Avtočrpalka je nižje ležeče plošče, to je do plošče E8, betonirala sama, oziroma samo s pomočjo žerjava, ki je med betoniranjem držal podaljšano cev, ki je omogočala doseganje vsakega vogala plošče. V višje ležečih ploščah, pa se je betoniranje izvajalo tako, da se je avtočrpalka na terenu priklopila na cevovod in po njemu črpala beton do lokacije vgradnje. Na plošči je bil na betonske podstavke postavljen distributor, ki je bil priključen na zgornji konec cevovoda. Distributor se je pred betonažo na ploščo ponesel s pomočjo žerjava. Na cev distributorja je bil nato priključen podaljšek cevi, ki ga je držal žerjav, za doseganje celotnega območja plošče. Roka distributorja se obrača ročno, zato sta bila dva delavca med betonažo zadolžena samo za obračanje v pravo smer, in sicer po navodilih delovodje. Pri betoniranju faze I, je bilo potrebno distributor enkrat prestaviti, da je lahko dosegel celotno območje betoniranja. Ko se je betonaža plošče z distributorjem končala, ga je žerjav dvignil in spustil nazaj na deponijo, območje njegovih podstavkov pa se je naknadno zabetoniralo s kiblo. Med betonažo je bilo potrebno beton vibrirati in ravnati, za kar skrbi določeno število delavcev. Beton se je vibriralo z vibracijsko iglo, ravnalo pa s pomočjo lesene letve.



Slika 21: Betoniranje plošče z distributorjem, vibriranje in ravnanje

Ko je bila betonaža končana, je bilo potrebno ploščo zgladiti. Glajenje je potrebno začeti izvajati ob točno določenem trenutku, in sicer ko je beton že nekoliko strjen, a ob enem še vedno dovolj svež. To opravilo se izvaja s posebnimi stroji, ki jim pravimo »helikopterji«, in traja lahko več časa, saj ima beton ob različnih vremenskih pogojih različen čas vezave. Tako so včasih ploščo gladili tudi vse do jutra naslednjega dne. Betonaža plošče ene izmed obeh faz je bila na sporedu v povprečju enkrat tedensko. Potreben čas betonaže plošče faze I je zahteval v povprečju 5-6 ur, faze II pa v povprečju 3 ure, saj je le ta za skoraj polovico manjša.



Slika 22: Plošča je zabetonirana, izvaja se nega betona

## 2.4 Organizacija in ureditev gradbišča

Ureditev gradbišča je bila izvedena v skladu z Elaboratom delovanja in ureditve gradbišča za objekt Eda center – 2. faza izgradnje, faza nad koto 0.00, ki ga je izdelala uprava podjetja Euroinvest d.o.o. Načrt je predvideval izgradnjo:

- Upravno-tehnične baze
- Vhod v gradbišče

- Lokacije obeh žerjavov
- Lokacije za postavitev črpalke za beton
- Začasne deponije za material
- Dovoznih in gradbiščnih poti
- Stopnišč za dostop na objekt
- Varovalnih nadstreškov za vhod v objekt
- Električnih in vodovodnih priključkov
- Sanitarij

Shema ureditve gradbišča je priložena v prilogi A.

### **Upravno-tehnična baza**

Upravno-tehnična baza se je nahajala na več različnih lokacijah gradbišča. Večina je bila postavljena takoj za glavnim vhodom v gradbišče, to je ob Erjavčevi ulici. Tam so bili postavljeni dvojni kontejnerji v nadstropjih, ki so predstavljali pisarne vodstva gradbišča, ločene garderobe izvajalčevih in podizvajalčevih delavcev, ki so imeli tudi vsak svoj skladišče kontejner.

Baza je obsegala:

- Pisarniške kontejnerje
- Kontejner-skladišče
- Kontejner-garderoba
- Pomožne objekte
- Gradbiščno ograjo
- Opozorilne table

Gradbiščna ograja je bila postavljena po celotnem obodu gradbišča. Visoka je bila 2m in prekinjena na območju vhodov v gradbišče, kjer so bila namesto fiksne ograje postavljena drsna vrata prav take višine. Ob vseh vhodih so bile postavljene tudi gradbiščne opozorilne table.

## Vhod v gradbišče

Gradbišče je imelo dva vhoda, pri pisarniških kontejnerjih pa je bil s pločnika za pešce omogočen tudi vhod za zaposlene, kajti prednji glavni vhod na gradbišče je mejil neposredno na cesto Erjavčeve ulice, pomožni vhod pa neposredno na Delpinovo cesto, zato je bil varen dostop zaposlenih na obeh straneh nemogoč.



Slika 23: Upravno-tehnična baza – pisarniški kontejnerji, garderobe z glavnim vhodom



Slika 24: Pomožni vhod v gradbišče in deponija armature

### **Lokacija žerjavov**

Na gradbišču sta v 2. fazi izgradnje objekta delovala dva žerjava (glej shemo ureditve gradbišča - priloga A). Centralni žerjav št. 1, ki je lociran skozi celotno gradnjo objekta nekje v središču celotnega gradbišča, se pravi takoj ob stolpničnem delu objekta. Potekal je skozi obe nadzemni in vse podzemne etaže, vse do temeljne plošče v katero je bil tudi vpet. Njegova ročica je pokrivala skoraj celotno gradbišče. Pomožni žerjav št. 2, je bil lociran na rob gradbišča, in sicer takoj za gradbiščno ograjo ob Erjavčevi ulici. Le ta je bil nekoliko manjši in je pokrival le polovico gradbišča oziroma stolpničnega dela objekta.

### **Lokacija postavitve črpalke za beton**

To so bile lokacije predvidene za postavitev avtočrpalke za črpanje betona do mesta vgradnje. Ena lokacija je bila predvidena takoj pri glavnem vhodu ob Erjavčevi ulici, od kjer se je



betoniralo dostopno stopnišče in prve dve nadzemni etaži, ki se razprostirajo dlje od stolpničnega dela, proti glavnem dostopnem stopnišču. Za betoniranje konstrukcijskih elementov na območju stolpnice, pa se je uporabljala lokacija pri pomožnem vhodu, oziroma ob Delpinovi ulici, kjer se je avtočrpalka za betoniranje višje ležečih etaž tudi priključila na cevovod (slika 25) in tako potiskala beton tudi 60m visoko.



Slika 25: Platforma za priključek avtočrpalke na cevovod

### **Začasne deponije za material**

Na gradbišču so bila urejena območja za deponije raznih materialov kot so gradbeni les, razni opažni elementi in opažne mize, armaturno jeklo, razni ostali materiali ter odpadni material. V neposredni bližini deponij z armaturo, ki so bile na več različnih območjih, so se vezali armaturni koši za stebre in ostale manjše armiranobetonske elemente, kateri so se potem z žerjavom prenesli na samo mesto vgradnje. Material je po gradbišču krožil, zato so bili različni materiali in elementi večkrat na različnih lokacijah. Deponije so se nahajale večinoma ob gradbiščni ograji ob Delpinovi in Erjavčevi ulici, ter ob križišču le teh. Kot začasno deponijo za opaže sten jeder smo, po zabetoniranju, uporabili tudi samo glavno dostopno stopnišče, seveda z ustreznim podpiranjem.



Slika 26: Deponija opažnega in odpadnega materiala

### **Dovozne in gradbiščne poti**

Dovozne poti na gradbišče so bile neposredno z glavnih dveh ulic. Ker je bilo potrebno spoštovati mestni red, je bilo potrebno ob odhodu vsakega delovnega stroja ali tovornjaka z gradbišča le tega očistiti in oprati, javno cesto pa sprotno čistiti z vozilom »metla«, predvsem v slabem vremenu. Gradbiščne poti so bile speljane med samo gradbiščno ograjo, oziroma med začasnimi deponijami materiala in objektom, vzporedno z obema glavnima ulicama .



Slika 27: Gradbiščna pot in deponija armature

### **Stopnišča za dostop na objekt**

Prvo stopnišče je bilo v uporabi le kratek čas, in sicer preden se je zabetoniralo glavno dostopno stopnišče. Služilo je dostopu na prve dve nadzemni etaži. Drugo stopnišče na objekt je bilo speljano po glavnem dostopnem stopnišču, ki se vzpenja proti stolpnici. To stopnišče se je uporabljalo kot dostop na objekt do konca izgradnje AB konstrukcije.

### **Varovalni nadstreški nad vhodi v objekt**

Varovalni nadstreški so bili izdelani nad vsakim stopniščem ter nad uvozno rampo v kletne etaže. Nadstreški so bili izdelani iz jeklenih profilov, privijačenih na prvo ploščo nad stopniščem, oziroma uvozom, in prekriti s plohi, postavljenimi prečno na profile. Izdelati je bilo potrebno tudi varovalni nadstrešek v osi K. Tam objekt meji neposredno na trgovinsko parkirišče in je bilo zato potrebno zaščititi parkirane avtomobile pred morebitnimi padci raznih

predmetov z višine. Izdelan je bil iz cevnega fasadnega odra in plohov, segal pa je cca 6m stran od objekta (slika 28).



Slika 28: Varovalni nadstrešek v osi K

### **Električni in vodovodni priključki**

Izveden je bil vodovodni priključek na obstoječi mestni vodovod, z izgradnjo jaška in vodomernim števcem, iz katerega je napajal vse ostale zunanje vodovodne baterije. V etaži E6 je bil kasneje postavljen hidrofor, s pomočjo katerega se je črpalo vodo za negovanje betona na višji nivo etaž. Glavni vir energetskega napajanja gradbišča je bila glavna električno merilna omarica, iz katere se je napajalo ostale razdelilce, ter direktno večje porabnike gradbišča (žerjavi). V vsaki etaži je bil po izgradnji nameščen po en glavni razdelilec, na katerega so si lahko posamezniki priključili svoje podrazdelilce. Agregat je bil vedno v stanju

pripravljenosti za primer izpada glavne električne energije. Gradbišče je bilo tudi v celoti opremljeno s svetilkami za razsvetljavo, ki je omogočala delo tudi v nočnem času.

## **Sanitarije**

Sanitarije so bile izvedene kot fiksni kontejner-sanitarije, na terenu ob gradbiščni ograji, tik ob pomožnem žerjavu. Povezane so bile na obstoječo mestno fekalno kanalizacijo. Iz etaže v etažo pa se je na območju intenzivnejšega poteka del izvajalo prekladanje suhe WC kabine.

## **2.5 Stroji in naprave**

Na gradbišču je bila v času izgradnje armiranobetonske konstrukcije potrebna dokaj obsežna gradbena mehanizacija, katere količina in vrsta se je spreminjala glede na vrsto konstrukcijskega elementa in fazo gradnje ter včasih tudi vreme.

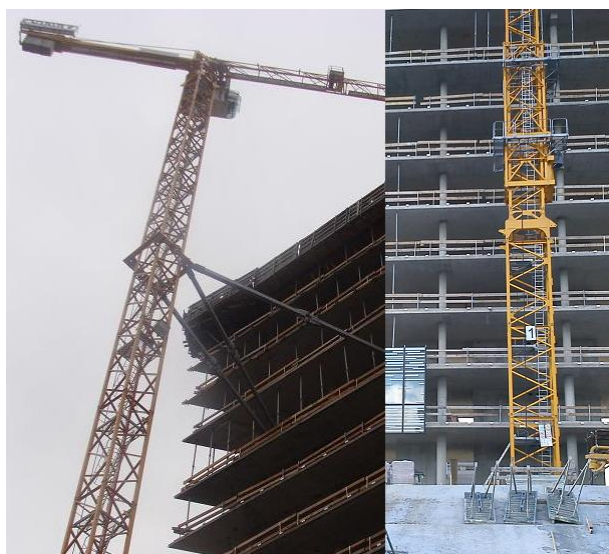
Na gradbišču je bila uporabljena naslednja gradbena mehanizacija:

- Stolpna žerjava
- Avtodvigalo (le občasno)
- Distributor betona
- Avtočrpalka
- Avtomešalec
- Enokubična kibla za beton
- Minibager
- Tovorna vozila različnih velikosti
- Ostala razna manjša grabena oprema in stroji

### **Stolpna žerjava**

Na gradbišču sta ves čas druge faze gradnje objekta delovala dva stolpna žerjava. Centralni je bil žerjav št. 1, znamke Potain 218, ki je bil tudi najvišji samostoječi žerjav v državi, z

njegovo višino 102m od temeljne plošče, v katero je bil vpet. Žerjav se je nahajal v središču celotnega objekta, tik ob stolpnici, in je potekal skozi 7 etaž navzdol, do temeljne plošče. S svojo 55m dolgo ročico je lahko pokrival celotno gradbišče. Njegova največja nosilnost je na koncu ročice je znašala dobre 4t. Poleg centralnega žerjava pa je deloval še pomožni žerjav št. 2, Potain 128, končne višine 72m (slika 29), ki je stal na svojem betonskem podstavku, tik ob ograji ob Erjavčevi ulici. Žerjav se je v fazi izgradnje zadnjih treh etaž sidral v objekt in povišal za dodatnih 10m. Pokrival je lahko samo območje faze I posamezne etaže.



Slika 29: Pomožni žerjav sidran v objekt (levo), Centralni žerjav poteka skozi 7 plošč do temeljne plošče (desno)

### **Avtodvigalo**

Avtodvigalo se je uporabljalo zelo poredko, in sicer samo takrat, ko sta se žerjava poviševala. Takrat je avtodvigalo raztovorilo težke elemente žerjava, kot so teleskopirka, dodatni povišni elementi žerjava, itd.

### **Distributor betona**

Na začetku je bil distributor namenjen samo za z avtočrpalko nedostopnim površinam betoniranja plošče. Nato ga do betoniranja plošče nad etažo E7 nismo potrebovali, saj je do

tam celotno površino zajela avtočrpalka, ki se je postavila na teren pred objektom. Ko je gradnja prešla višje, na ploščo nad E8, pa avtočrpalka ni prišla več v poštev, nasledil jo je distributor. Distributor je naprava, ki omogoča betoniranje plošče tudi višje od dosega roke avtočrpalke. Ima priključno cev, zložljivo roko, in se obrača okrog svoje osi. Spodaj na terenu se je avtočrpalka priključila na cevovod in po njem potiskala beton do plošče, ki se je betonirala, oziroma na njo. Na plošči je bil postavljen distributor, ki je bil priključen na cevovod, in z njegovo pomočjo se je lahko plošča zabetonirala brez večjih težav. Na distributor je bil nameščen tudi podaljšek cevi, katerega je držal žerjav, da se je lahko zajela celotna površina plošče, brez prekladanja distributorja na več lokacij (slika 30).



Slika 30: Distributor betona (zgoraj), podaljšek cevi, ki ga drži žerjav (spodaj)

## Avtočrpalka

Avtočrpalka je tovornjak s črpalno napravo za betoniranje višjih ali dlje ležečih konstrukcijskih elementov. Ko je bila potrebna za betoniranje plošče, jo je dobavitelj betona po predhodnem naročilu, priskrbel. Avtočrpalka z roko dolžine 36m je bila kot taka uporabljena le do šeste poslovne etaže, nato se je le priklopila na cevovod in potiskala beton proti vrhu, do distributorja. Na avtočrpalke se je med betonažo plošče »priključik« avtomešalec.



Slika 31: Avtočrpalka

## Avtomešalec

To je tovornjak, v stroki bolj poznani kot »hruška«. Služi prevozu betona od betonarne do gradbišča in mešanju le tega. Ob betoniranju se je avtomešalec vzvratno pripeljal do avtočrpalke, v katero je vlival beton, ki ga je avtočrpalka potiskala po cevi navzgor. Med samo betonažo plošč se je običajno izmenjevalo štiri do pet avtomešalcev, ki so sinhronizirano prihajali na gradbišče in dovažali beton.





Slika 32: Avtomešalec vzvratno »priključen«, vliva beton v zbiralnik avtočrpalke

### **Enokubična posoda za transport betona (»kibla«)**

Posoda za transport betona od avtomešalca do mesta vgradnje se je uporabljala za betoniranje jeder, stebrov in slopov. Njen volumen znaša natanko 1 kubični meter. Kiblo je žerjav spustil do avtomešalca, da so vanjo lahko vlili beton, in jo nato prenesel na mesto vgradnje na objektu, kjer se je vršil iztros v opaž.



Slika 33: Enokubična »kikbla«, ki jo polni avtomešalec

## **Mini bager**

Minibager je na gradbišču opravljal manjše izkope oziroma zasipe, potrebne za vzpostavljanje ravnin terena dovoznih in gradbiščnih poti, nalagal odpadni material na tovornjake, razbijal odvečen beton, itd.



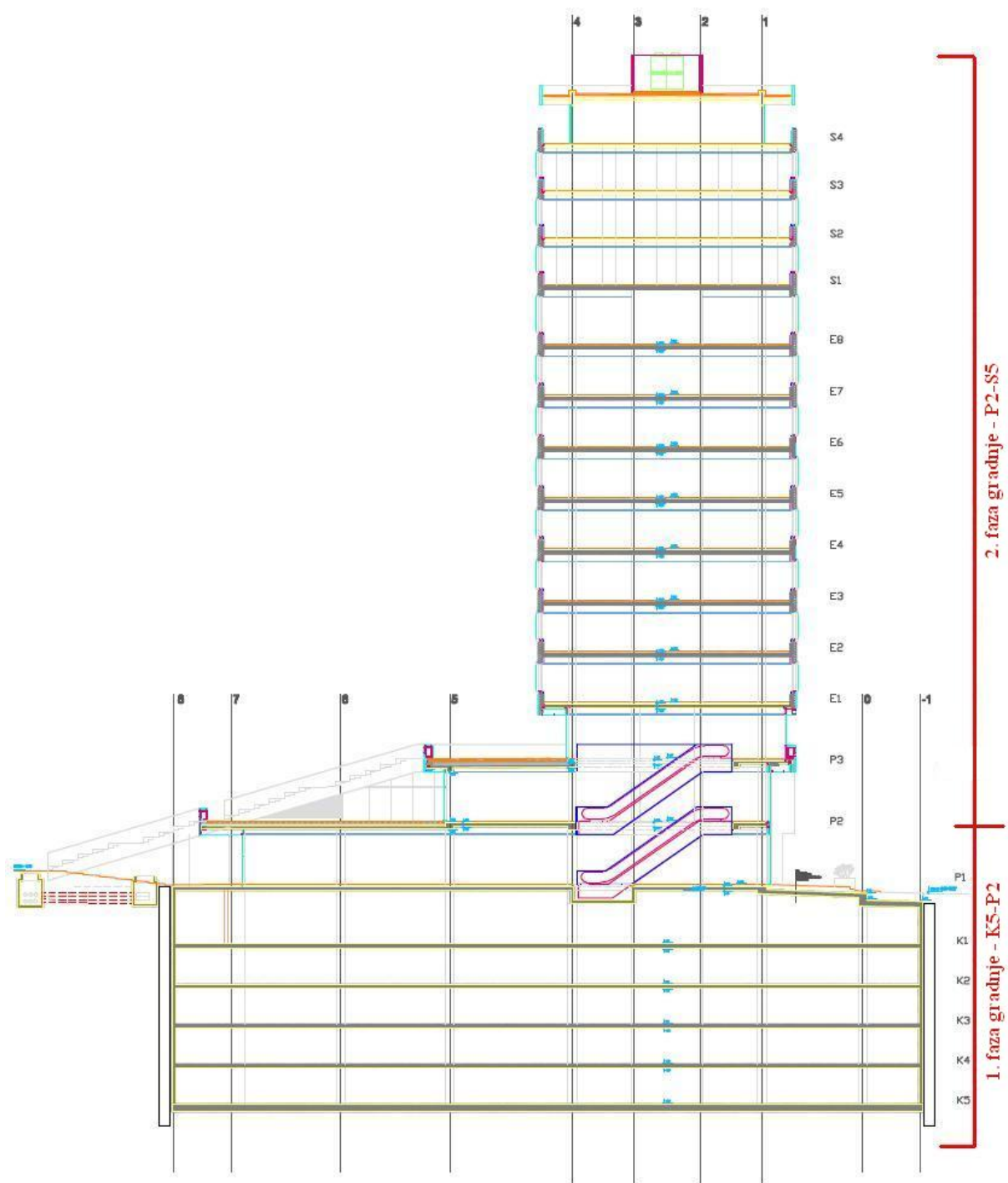
Slika 34: Minibager opravlja manjša opravila po gradbišču

## **Tovorna vozila različnih velikosti**

To so bili razni tovornjaki, ki so na gradbišče redno dostavljali različen material, kot so armatura, opaži, podporniki, gradbeni les, razno manjšo strojno mehanizacijo in ostali drobnejši gradbeni material.

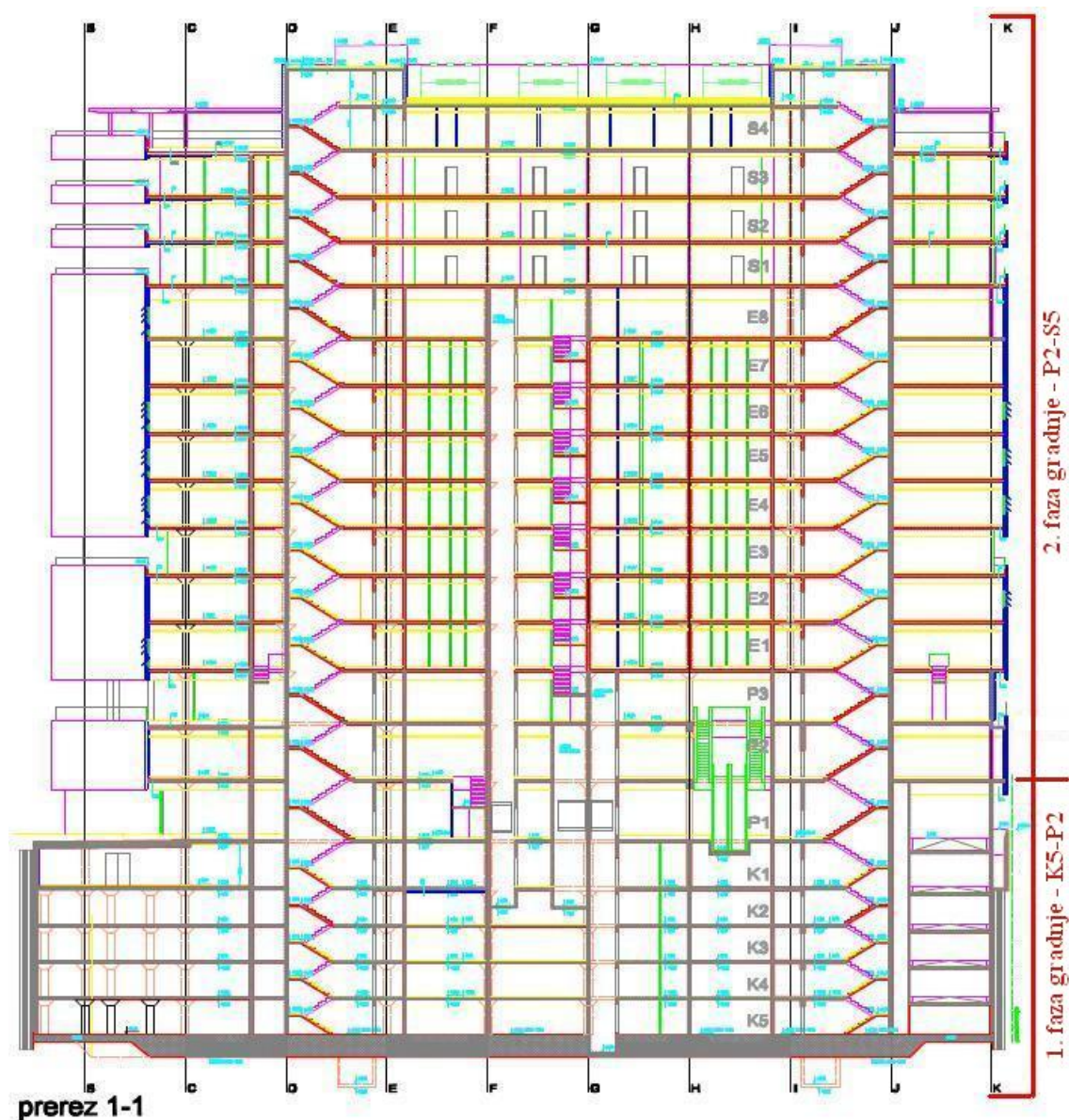
### **2.6 Faznost ter vrstni red gradnje objekta**

Poslovno stanovanjski objekt Eda center je zaradi svoje velikosti in obsega razdeljen v več faz gradnje, med katere spada izkop gradbene jame z izvedbo pilotov po celotnem obodu, 1. faza gradnje armiranobetonske konstrukcije do etaže P2 (od K5 do P2), 2. faza gradnje armiranobetonske konstrukcije nad etažo P2 (od P2 do S5), ter faza notranje in zunanje ureditve. Vse omenjene faze so se delile še na posamezne podfaze.



### PREREZ A - A

Slika 35: Tipičen prečni prerez objekta – faznost gradnje objekta



Slika 36: Tipičen vzdolžni prerez objekta – faznost gradnje objekta

Ker sem na objektu sodeloval v celotnem času 2. faze gradnje objekta, torej od etaže P2 do etaže S5, se bom v nadaljevanju posvetil samo tej fazi ter jo podrobneje opisal.

## 2.6.1 Potek 2. faze gradnje objekta – faze od etaže P2-S5

Dela so se po planu začela 6. aprila 2010. Z ureditvijo gradbišča ni bilo posebnega dela, saj je bilo gradbišče skoraj v celoti urejeno že pri 1. faze gradnje objekta (gradnja do etaže P2).

Potrebno je bilo le izdelati podstavek za pomožni žerjav št. 2, reorganizirati deponije materiala, ter nekoliko preurediti gradbiščne poti in gradbiščno ograjo.

Vrstni red gradnje objekta je bil razdeljen na posamezne etaže. Prva etaža, ki je bila izdelana, je bila etaža P2, katera se je delila na fazo I, II, III in IV. Sledila je etaža P3, katera je bila razdeljena na fazo I in II. To sta hkrati tudi edini dve fazi, ki se nadaljujeta in ponavljata po celotni višini objekta ter tvorita tloris stolpnice za vsako izmed nadaljnjih 13 etaž objekta.

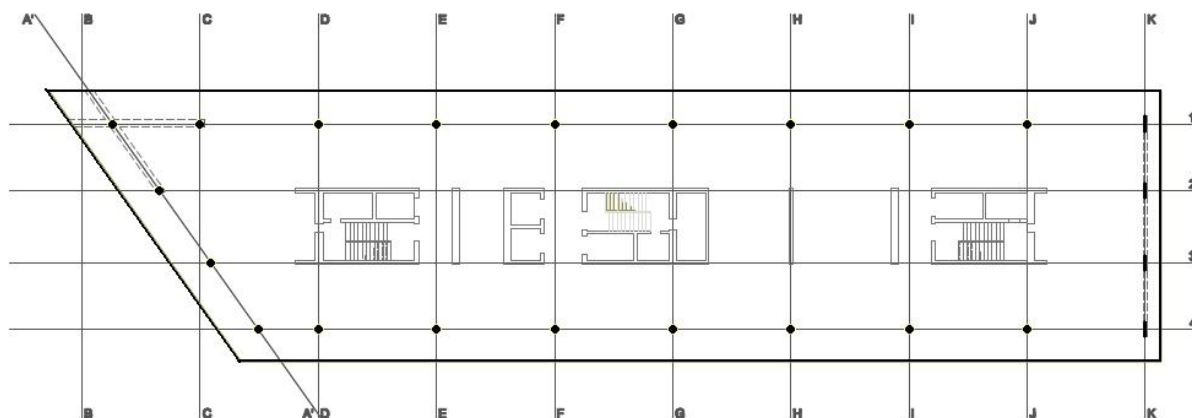
Gradnja vsake etaže se je vedno začela s fazo I, ki je večja izmed obeh faz, ki se je, odvisno od faze I, nadaljevala v fazo II. Na vsaki etaži se je, v posamezni fazi, gradnja skoraj vseh konstrukcijskih elementov začela z najbolj južne strani ali s »špice objekta« in nadaljevala proti severni strani. Torej od osi A' proti osi K, vzdolž osi 1,2,3 in 4. Ker so zadnje štiri stanovanjske etaže nekoliko drugačne od poslovnih, glede na njihove konstrukcijske elemente, sem v nadaljevanju objekt razdelil na etape po prerezu, in sicer na:

- Etapo gradnje etaž od P2 do E8
- Etapo gradnje etaž od S1 do S5

### 2.6.1.1 Etapa gradnje etaž od P2 do E8

Ta etapa se je ponavljala skozi posamezne poslovno-trgovinske etaže, vse do stanovanjskega dela objekta. Posamezna etaža te etape je trajala, ob sorazmerno ugodnem vremenu in ustrezni delovni sili, povprečno 12 delovnih dni in je bila sestavljena iz konstrukcijskih elementov, katerih izdelava si je sledila v naslednjem vrstnem redu:

- Sovprežni stebri
- Jedra s slopi
- Plošča
- Stopnišča v jedrih



Slika 37: Tipičen tloris etaž od P3 do E8

### Sovprežni stebri

Gradnja vsake izmed dveh faz se je vedno pričela z izdelavo sovprežnih stebrov. Število le teh je odvisno od posamezne etaže. V etažah od P2 do E8 je bilo potrebno v fazi I izdelati 13 takih stebrov, v fazi II pa 6 takih stebrov, kar je skupno 19 sovprežnih stebrov na posamezno etažo. Izvedba sovprežnih stebrov je potekala dnevno, in sicer po štiri sovprežne stebre hkrati. Prvi dan gradnje etaže se je izdelalo štiri stebre na osi A' in tako kontinuirano naprej, preko faze II, do osi K. Za vsak posamezen sovprežni steber je bilo potrebno najprej namestiti in privijačiti jekleni H profil, ga armirati, zaopažati in nato zabetonirati.

### Jedra s slopi

Izdelavi sovprežnih stebrov je istočasno vzporedno sledila izdelava jeder s pripadajočimi slopi. Po planu se je najprej začelo izdelovanje jeder faze I. Sem spada jedro 1 s slopom, jedro 2 ter jedro 3, prav tako s slopom. Najprej se je pričela izdelava jedra 1 s slopom, sledila je izdelava jedra 2. Jedra v fazi I so bila končana, ko je bilo izdelano jedro 3 s pripadajočim slopom. Sledila je izdelava jeder faze II, to je jedro 4 s slopom. Ko je bilo to izvedeno, je bilo potrebno izdelati še slope v osi K. To so štirje slopi, ki so bili izvedeni vsi hkrati. Prav tako

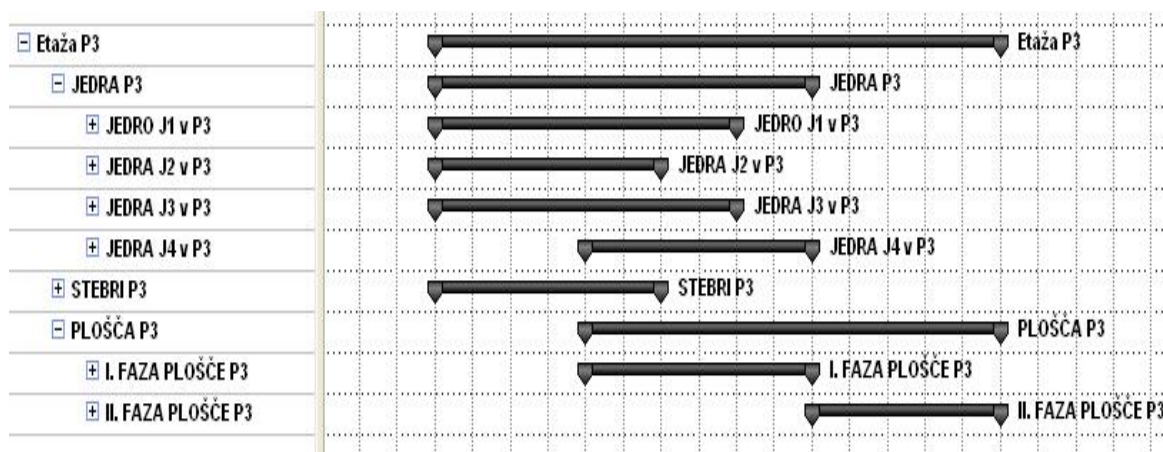
slope kot jedra je bilo potrebno najprej delno armirati, zaopažiti in nato do konca poarmirati ter zabetonirati.

## **Plošča**

Izdelavi sovprežnih stebrov, jeder ter slopov je sledila izdelava plošče, s katero se je izdelava posamezne etaže zaključila, to pa je omogočalo pričetek izdelave naslednje, višjeležeče etaže. Običajno je bilo tako, da se je ob prehodu iz faze I v fazo II, oziroma v času izdelave jedra 4, že pričela izdelava etažne plošče nad fazo I ali drugače povedano, ob koncu izdelave jedra 1 in 2 ter med potekom izdelave jedra 3, se je že pričelo izdelovanje plošče nad pravkar izdelano fazo I. Izdelava plošče se je pričela z opaževanjem s strani osi A', proti koncu faze I ter se skozi fazo II kontinuirano nadaljevalo proti osi K. V uporabi so bile opažne mize različnih dimenzij ter klasično opaževanje okrog stebrov. Sledilo je armiranje plošče, izvedba dilatacije na razmejitvi med obema fazama ter betoniranje in nato še glajenje površine. Običajno se je betoniranje plošče nad fazo I in betoniranje jedra 4 v fazi II izvajalo istočasno ali z enodvenim zamikom, saj se je le na ta način lahko dosegala optimalna izraba žerjavov in delovne sile. Enako velja za ploščo nad fazo II, ki se je običajno betonirala istočasno z jedrom 1, faze I v naslednji etaži.

## **Stopnišča v jedrih**

Stopnišča v jedrih služijo kot vertikalna komunikacija med etažami. Armiranobetonska stopnišča se nahajajo v jedru 1, 3 in 4, torej dve stopnišči v fazi I in eno v fazi II. Praviloma so bila stopnišča izvedena takoj po betoniranju jedra, ki to stopnišče vsebuje, in med samo izvedbo plošče nad njim. Le tako je bil omogočen varen dostop na opaž plošče, oziroma na lokacijo izvajanja delovnih procesov na plošči.



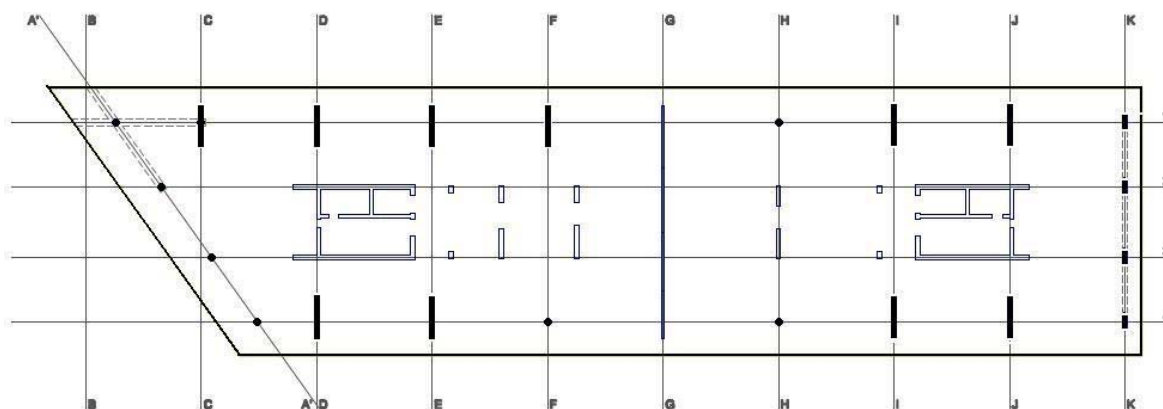
Slika 38: Plan gradnje tipične P ali E etaže

### 2.6.1.2 Etapa gradnje etaž od S1 do S5

Ta etapa je nastopila takoj po izgradnji zadnje poslovne etaže E8. V teh štirih zadnjih etažah objekta, kjer peta etaža S5 vsebuje v celoti samo dve zaključni jedri za dostop na streho in strojnico, so predvidena stanovanja. Zato tukaj odpadeta jedro 2 in 3 kot celota, ter vsi sovprežni stebri, ki pa jih nadomestijo stebri in stene. Jedro 1 in 4 se ohranita v celoti, prav tako slopi na osi K. Svetla višina med ploščami je nekoliko manjša od poslovnega dela. Vrstni red gradnje etape stanovanjskega dela objekta pa je naslednji:

- Stebri
- Jedra
- Stene
- Slopi
- Plošča
- Stopnišči v jedrih





Slika 39: Tipičen tloris etaž od S1 do S5

## Stebri

Vsaka takoimenovana S etaža vsebuje 7 stebrov, premera 50cm, ki niso več sovprežni, ampak samo ojačani z armaturo. Pričetek gradnje etaže se je pričel z izdelavo stebrov v fazi I, kjer se nahaja le 5 takih stebrov, zato je bilo moč te stebre izdelati v dveh dneh, saj so bili na gradbišču štirje opaži. Preostala dva stebra iz faze II je bilo mogoče izdelati šele ko je bila izdelana plošča nad fazo II ene etaže nižje. Za izdelavo je bilo potrebno izdelati armaturni koš, ga nato zaopažati in zabetonirati.

## Jedra

Kot je že znano, se v stanovanjskih etažah ohranijo samo dve jedri v celoti, in sicer jedro 1 in 4. Izdelava jedra 1 v fazi I je pričela istočasno z izdelavo stebrov in sten, torej prvi naslednji dan po betonaži plošče eno etažo nižje, in je trjala štiri dni. Izdelava jedra 4 v fazi II pa se je pričela istočasno z izdelavo sten in stebrov v tej fazi, prav tako prvi naslednji dan po betonaži plošče nad fazo II, eno etažno nižje. Jedra v S etažah je bilo potrebno izdelati na enak način kot jedra v poslovnem delu objekta, se pravi, najprej deloma armatura, nato opažanje, nato dokončanje armature in nato še zaprtje opaža notranjih sten jedra, ki mu je sledila betonaža.

## **Stene**

Vzporedno z izdelavo stebrov in jedra je potekala tudi izdelava armiranobetonskih sten. Te se v vseh štirih stanovanjskih etažah nahajajo na lokacijah sovprežnih stebrov, razen tam kjer imamo 7 stebrov, ki ostajajo in nadaljujejo prejšnje sovprežne stebre. Na lokaciji jeder 2 in 3 iz poslovnih etaž, se tudi nahajajo stene, in sicer v smeri numeričnih osi. Na lokaciji jedra 3, v osi G, pa je izvedena stena po celotni širini objekta, dolžine 17m. Vse stene so debeline 20cm. Za izdelavo vseh sten v posamezni fazi, I ali II, je bilo potrebno tri dni, za posamezno steno pa en ali dva dni, odvisno od dimenzij. Stene je bilo potrebno najprej poarmirati, nato zaopaziti s stenskimi opaži ter zabetonirati. Smer izdelave sten je potekala od razmejitve faz I in II (med osjo G in H) proti osi A', saj se je lahko edino tako doseglo, da je tudi opažanje plošče potekalo v isti smeri, to je, v obratni smeri kot etažne plošče poslovnih etaž.

## **Slopi**

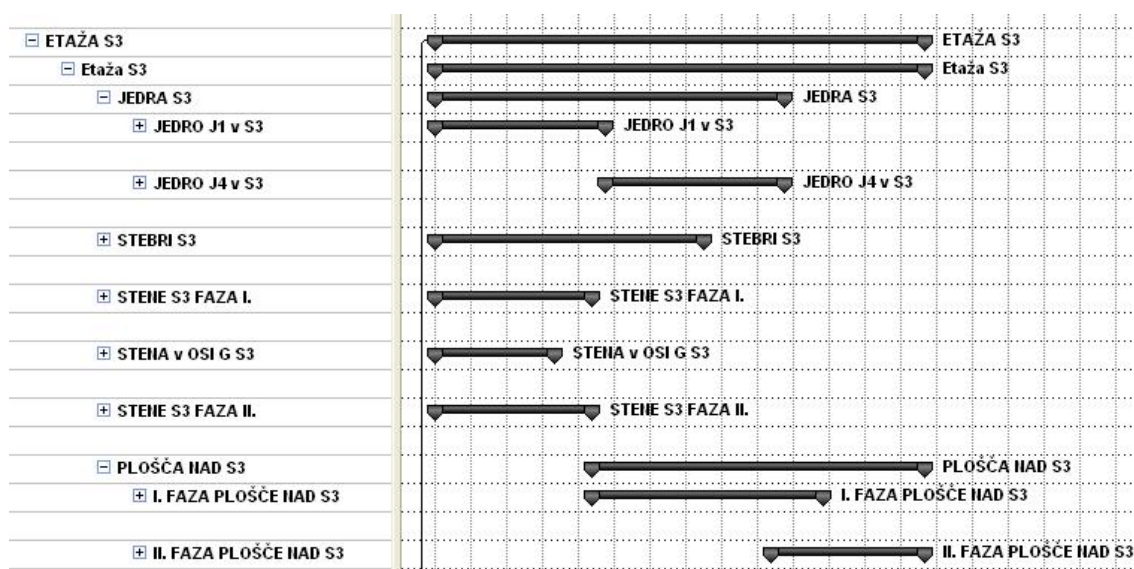
Slopi se nahajajo le v fazi II, in sicer v osi K, zato je izdelava le teh potekala za izdelavo vseh ostalih konstrukcijskih elementov, potrebnih za nemoteno opažanje plošče. Štirje slopi debeline 20cm so bili izdelani vsi hkrati in to v enem dnevu, na enak način kot stene.

## **Plošče**

Izdelava plošče je bilo zadnje dejanje na posamezni etaži, pred pričetkom gradnje naslednje etaže. Izdelava vsake plošče, tako v fazi I kot v fazi II, se je za razliko od etaž poslovnega dela objekta, vedno začela v smeri od razmejitve obeh faz ali dilatacije, proti robu, ali drugače povedano, izdelava plošče nad fazo I je potekala v južni smeri – od dilatacije proti osi A', izdelava plošče nad fazo II pa od dilatacije proti osi K. Vedno se je najprej pričelo opaževanje plošče z opažnimi mizami, in sicer najprej z mizami v notranjosti, nato s konzolnimi mizami na robovih (tako kot vse plošče prejšnjih etaž), nato armiranje, ter na koncu še betoniranje.

## Stopnišča v jedrih

Stopnišča se v S etažah nahajajo samo v jedrih 1 in 4 in služijo za vertikalno komunikacijo med etažami. Praviloma so bila izvedena takoj po zaključeni izdelavi posameznega jedra in tako omogočala varen dostop na lokacijo izvajanja procesa plošče.



Slika 40: Plan gradnje tipične S etaže

### 3 PLANIRANJE IN SPREMLJAVA GRADNJE TER ANALIZA ZAMUD

#### 3.1 Uvod

Projekt je časovno omejena namera z jasnimi cilji in rezultati. K projektom se dandanes pristopa na vse bolj sistematičen način, saj je od njihovega koncepta do njihovega uresničevanja lahko odvisnih oziroma vpletenih ogromno ljudi in ostalih dejavnikov. Pri definiranju temeljnih veščin sistematičnega pristopa do projektov mislimo na pojme kot so razumevanje, predvidevanje, načrtovanje, organiziranje, upravljanje, vodenje, spremljanje, kontroliranje, optimiziranje, itd. Skozi projekt se udeležujejo in izpolnjujejo želje ponudnika oziroma investitorja, ki postavi jasne cilje projekta, tako s časovnega kot finančnega vidika.

Za spremljanje in uspešno obvladovanje projekta se zato izdelajo razni operativni plani. Ker se naloga navezuje na gradbeni projekt, lahko rečem, da so to v gradbeništvu največkrat terminski in finančni plani, ki pa so medsebojno tesno povezani in odvisni.

Potek projekta je odvisen od raznih zunanjih in notranjih pogojev, ki lahko vplivajo na dejanski potek izvedenih del, in običajno povzročijo spremembe in odstopanja dejanskega poteka gradnje od planiranega. Povzročajo časovne in stroškovne spremembe v poteku gradnje, to pa zahteva takojšnje ukrepanje. Zelo veliko pozornost gre nameniti vzrokom, ki prizadanejo procese na kritični poti saj so ključni vzrok za podaljšanje izvedbe. Zato je nujno potrebno sprotno spremljanje in posodabljanje plana, da ustreza novim okoliščinam, pogojem. Nujna je tudi optimizacija del, da se maksimalno možno omeji prekoračitev zadanega roka izvedbe in s tem tudi posledične stroške, (najemnine, delovna sila, oprema, dajatve,...).

V tem poglavju bom poskušal predstaviti postopek izračuna zamude zaradi različnih vzrokov in analizirati odstopanje dejanske izvedbe od planirane pri gradnji 2. faze AB konstrukcije objekta Eda Center v Novi Gorici. Osredotočil se bom predvsem na odstopanje oz. na večji zastoj, ki je nastal zaradi nepravočasnega sidranja stolpnega žerjava št. 2 v objekt, brez katerega ni bilo moč dvigala povišati za dodatnih 10m višine. Zastoj je trajal skoraj tri tedne, prispevek h dejanskemu koncu gradnje pa je bil večji, saj se je izvedba zaradi tega zastoja

zavlekla v zimo, slabe vremenske razmere, praznične dni, itd. Zastoj je prinesel izvajalcu gradbenih del določen strošek, ki ga bom kot zaključek analize, na podlagi časovnega odstopanja dejanske izvedbe od terminskega plana, od trenutka nastopa zastoja do konca gradnje, ovrednotil.

Za osnovno orodje sem si izbral računalniški program MS Project, s katerega pomočjo bom poskušal v gantogramski tehniki grafično prikazati odstopanja dejanskega konca izvedbe del od prvotno planiranega, oziroma vmesno večkrat rebalansiranega, terminskega plana.

Kot že rečeno se bom osredotočil na obdobje, ki je del 2. faze gradnje AB konstrukcije objekta, ali natančneje, na obdobje od nastopa zastoja žerjava št. 2, do končanja del.

### **3.2 Operativni plan**

Operativni plan je sklop medseboj vsebinsko koordiniranih in časovno sinhroniziranih postopkov, ki predvidevajo in omogočajo učinkovito gradnjo. Določiti mora torej čimbolj verjetno predvidevanje bodočih dogodkov in dejavnosti, ter pravočasno ukrepanje. Najpomembnejši plan operativnega planiranja je terminski plan, ki predstavlja časovno razčlenitev posameznih etap projekta in je osnovno orodje za pravočasno, ekonomično in kvalitetno izvedbo projekta. Imenujemo ga lahko tudi časovni plan, oziroma plan napredovanja del. Izdelujemo ga za prikaz časovnega poteka proizvodnje (v mojem primeru gradnje objekta). Terminski plani služijo kot osnova za organizacijske ukrepe (vodenje, pravočasno izvajanje del, časovna kontrola izvajanja del, itd) ter tudi za izdelavo spremljajočih planov, ki so prav tako zelo pomembni pri vodenju projekta, saj prikazujejo potrebe po delovni sili, mehanizaciji, materialih in finančnih sredstvih ter potrebah po optimizaciji, ko je ta potrebna. Tako terminski kot spremljajoči oziroma pomožni plani spadajo med detajlne operativne plane. Eden najpomembnejših členov operativnega planiranja je tudi določitev načina spremljanja in vodenja gradnje.

### 3.2.1 Terminski plan

Terminske plane izdelujemo za različna razdobja. Pri generalnih terminskih planih je to razdobje ponavadi trimesečje, pol leta, leto dni, itd. Pri detajlnih operativnih planih v gradbeništvu pa vedno na čas izvedbe gradbenega objekta. Takrat govorimo o osnovnem terminskem planu. Za posamezne etape znotraj osnovnega terminskega plana, kot na primer posamezne etaže in njene konstrukcijske elemente, pa se plan pogosto nanaša tudi na krajša razdobja, ki pa so trimesečja, mesečja, tedenska, lahko celo dnevna.

S terminskimi plani določamo:

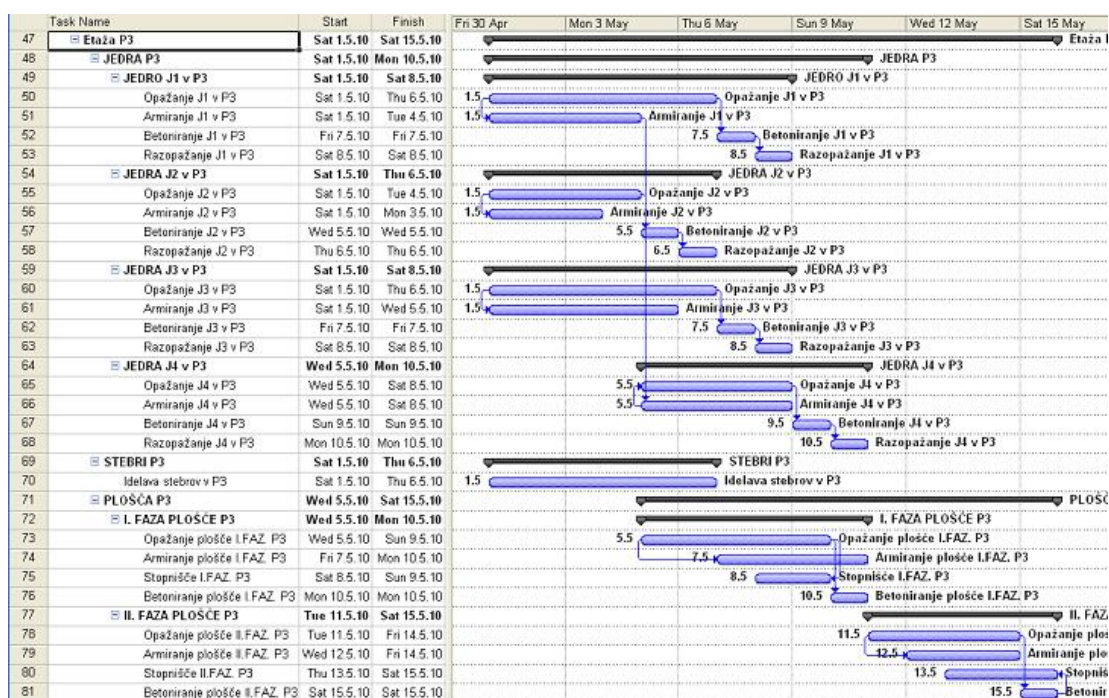
- termine za izvršitev aktivnosti,
- postopnost (vrstni red) izvajanja aktivnosti,
- usklajenost (sinhronizacijo) izvajanja aktivnosti.

Terminske plane izdelujemo grafično z naslednjimi tehnikami:

- gantogramske ali blokovne tehnike,
- ciklogramske ali taktogramske tehnike,
- ortogonalne tehnike,
- tehnike mrežnega planiranja.

Gantogrami, ciklogrami, ortogonalni plani in mrežni diagrami pa so rezultati zgoraj navedenih tehnik planiranja. S pomočjo gantogramske in mrežne tehnike planiranja lahko izdelamo tudi številčne terminske plane, vsekakor pa imajo grafični terminski plani veliko prednost pred številčnimi terminskimi plani, saj so bolj pregledni in nazorni ter tako bolj uporabni.

Od tehnološke zapletenosti dela (vrsta aktivnosti, ustrezna enota časa, ipd) je odvisno za kateri način planiranja se bomo odločili. Po izbiri najprimernejše tehnike začnemo ugotavljati vrstni red aktivnosti in njihove čase trajanja. Nato lahko terminski plan skonstruiramo in ga številčno, ali pa kar je v gradbeništvu bolj običajno, grafično ponazorimo.



Slika 41: Primer grafičnega prikaza terminskega plana (gantogramska tehnika)

### 3.2.2 Spremljajoči plani

Kakovostni operativni plani zahtevajo poleg dobrega terminskega plana tudi izdelavo spremljajočih planov ali planov sredstev (resursov), in sicer:

- plan količin,
- plan delovne sile,
- plan mehanizacije,
- plan materialov,
- plan finančnih sredstev.

Pri izdelavi spremljajočih planov uporabljamo podatke iz terminskih planov. V skladu s potrebami jih izdelamo za količine del (aktivnosti) in za sredstva (delovna sila, mehanizacija in ostala določena sredstva). Lahko jih izdelamo kot:

- grafične plane, dopolnjene s številčnimi podatki,
- številčne plane, prikazane tabelarično.

Izdelave spremljajočih planov se ponavadi lotimo takrat ko imamo terminski plan časovno usklajen s predvidenim časom gradnje. Spremljajoči plani pogosto zahtevajo korekcije v terminskih planih, posebno pri planu delovne sile in mehanizacije, ki morata biti kar se da kontinuirna in enakomerna. Zaradi teh korekcij so pogosto potrebni veliki napor, da sprejmemo dokončno varjanto terminskega plana in pripadajočih spremljajočih planov.

Terminski in spremljajoči plan predstavljata skupaj osnovo za podpis pogodbe med investitorjem in izvajalcem del. Prav tako se na podlagi dobrega terminskega in spremljajočega plana lahko projekt oziroma dela pričnejo izvajati. Nadaljni planirani potek projekta pa je odvisen od različnih notranjih in zunanjih dejavnikov, ki pa običajno povzročijo odstopanja dejansko izvedenih del od terminsko planiranih. To zahteva v nadaljevanju operativnega vodenja projekta stalno pozornost in zavestno spremljanje ter optimizacijo del.

Pri izbiri izvajalca del je investitorju glavno merilo rok dokončanja del, saj so z njim povezani vsi nadaljni stroški gradnje. Zato je s podpisom pogodbe izvajalec del zavezan v pogodbenem roku dokončati vsa dela. Običajno je žal tako, da se med samo gradnjo oziroma realizacijo del pojavijo neki upravičljivi ali neupravičljivi dogodki, kar pa na koncu običajno pripelje do časovnih ter finančnih zamud in posledično tudi do pogodbenih kazni (penalov).

### **3.3 Predstavitev terminskega plana za objekt Eda center**

Prvotni terminski plan je bil izdelan na strani investitorja projekta, in sicer podjetja Euroinvest d.o.o.. Izdelan je bil posebi za 1. fazo gradnje od temeljev pa do etaže P2, in kasneje še za 2. fazo gradnje od etaže P2 do etaže S5. V nadaljevanju se bom osredotočil predvsem na terminski plan za 2. fazo gradnje objekta, in sicer bolj podrobno od trenutka, ko je nastopil zastoj zaradi nepravočasnega sidranja žerjava št. 2 v objekt dalje (priloga B).

Terminski plan za 2. fazo gradnje AB konstrukcije je obsegal dela v obdobju od 6. aprila 2010 do 23. novembra 2010, torej za 8 mesecev. Skozi samo gradnjo, je bil terminski plan večkrat rebalansiran, običajno pred začetkom vsake naslednje etaže, kar pomeni, da je bil čas pričetka del popravljen, glede na dejansko realizacijo.



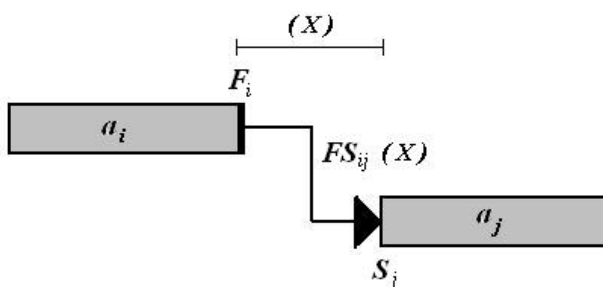
Plan je razdeljen na osnovne faze gradnje, to so etaže, ki pa so naprej razčlenjene še na na podfaze konstrukcijskih elementov posamezne etaže. Posamezni konstrukcijski elementi so nato razčlenjeni še na delovne procese (aktivnosti), ki sestavljajo vsak konstrukcijski element.

Za izdelavo terminskega plana 2. faze gradnje je bila uporabljena gantogramska tehnika planiranja, ki pa se je etapno ponavljala z vsako naslednjo etažo. Lahko bi rekli, da je plan narejen tudi delno kot neke vrste ciklogram, saj se faze, konstrukcijski elementi in njihovi delovni procesi z vsako naslednjo etažo skoraj v celoti ponovijo v istem vrstnem redu. Temu lahko rečemo tudi večnivojsko členjenje, kar nam omogoča, da vsako opredeljeno nalogo členimo na nadaljne.

Tako je običajno pri gradnji vsake posamezne etaže, oziroma dilatacijske faze, potrebno najprej izvesti in zabetonirati stebre, jedra in slope ali stene, ter šele nato začeti z izdelavo opaža plošče nad njimi. Pri izdelavi jeder je recimo pomembno, da se armiranje in opažanje končata istočasno, zato se obe aktivnosti odvijata istočasno, a z določenim zamikom. Tako je povezava med njima tipa SS (Start to Start), kar pomeni, da se aktivnost opažanja lahko prične še preden se predhodna aktivnost (armiranje) v celoti konča. Ko sta obe aktivnosti armiranja in opažanja zaključeni, sledi betoniranje. To pomeni, da je pogoj, da se aktivnost betoniranja prične, to, da sta obe predhodni aktivnosti zaključeni. Tako je povezava s predhodnjo aktivnostjo (opažanjem ali armiranjem) tipa FS (Finish to Start). To sta tudi dve najbolj uporabljeni oziroma ključni povezavi terminskega plana za objekt Eda Center.

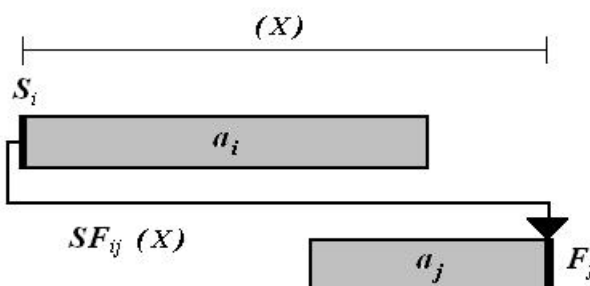
MS Project nam drugače omogoča naslednje tipe povezav:

- *Finish-to-Start (FS)*, aktivnost se lahko prične izvajati šele takrat ko so zaključene predhodne aktivnosti,



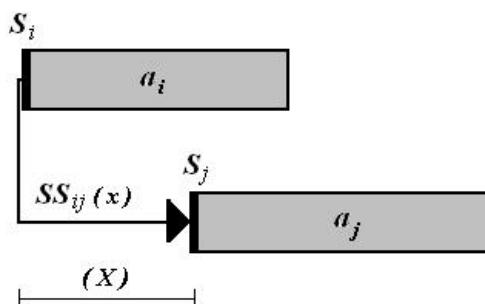
Slika 42: Prikaz FS povezave dveh aktivnosti

- *Start-to-Finish (SF)*, po začetku predhodne aktivnosti se naslednja aktivnost lahko konča,



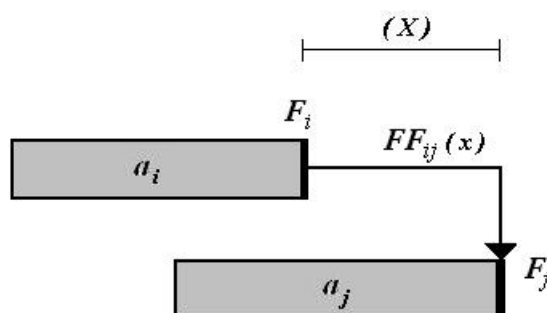
Slika 43: Prikaz SF povezave dveh aktivnosti

- *Start-to-Start (SS)*, dve ali več aktivnosti se pričnejo istočasno izvajati,



Slika 44: Prikaz SS povezave dveh aktivnosti

- *Finish-to-Finish (FF)*, dve ali več aktivnosti se istočasno končajo,



Slika 45: Prikaz FF povezave dveh aktivnosti

### 3.4 Odstopanje dejanskega od prvotno planiranega poteka del

Vsak projekt oziroma plan je sestavljen iz množice aktivnosti. Le te se lahko končajo z zamudo zaradi zamujenega starta, ali pa zaradi podaljšanja predvidenega časa trajanja. Zamude se lahko pokažejo v daljšem času, potrebnem za dokončanje planiranih del. To so časovne zamude. Posledično pa se zamude pokažejo tudi v stroških potrebnih za izvedbo planiranih del. Vzroki za nastanek takih in drugačnih zamud so lahko raznovrstni.

Zamude se običajno pojavijo predvsem zaradi naslednjih vzrokov:

- nezadostna pozornost, oziroma čas, za projektiranje, nespornostni termini dostave projektov, površno izdelana projektna dokumentacija,
- spremembe časovnega poteka gradnje zaradi premajhnega prizadevanja v izvedbi, manjša opremljenost od predvidene, spremembe tehnologije,
- manjkajoča delovna sila in zamude pri oskrbi z materiali, bodisi zaradi nerealnih ocen, prepozni naročil, nepravilna razporeditev zaradi nepoznanja kritičnih procesov,
- slabo predpostavljene normativi dela zaradi nepoznavanja razmer,
- nepredvidljivi vremenski vplivi.

Vsi zgoraj naštetih vzroki pripomorejo k temu, da se pojavijo tako časovne zamude, kot tudi stroškovne spremembe v izvedbi, na katere je potrebno ustrezno odreagirati in jih

kompensirati. To se lahko naredi tako, da se ustrezno prilagodi in organizira ostala gradbena dela. To pomeni angažiranje dodatne delovne sile, spremembe faznosti del, spremembe tehnologije gradnje, podaljšanje delovnega urnika, ter kopico ostalih podobnih sprememb. Pri izvajanju tovrstnih ukrepov je potrebno biti zelo pozoren in pazljiv, saj se z izboljšanjem na enem področju lahko pojavijo na nekem drugem področju slabosti in težave. Predvsem se to dogaja, ker je večina dejavnikov vsakega projekta medsebojno odvisnih.

Neglede na to, da so spremembe stalni spremljevalec gradnje, moramo zagotoviti tekočo aktualizacijo plana tudi v normalnih razmerah, vzporedno z napredujočo gradnjo in ustrezno vedno novim okoliščinam. Te prilagoditve so stalno delo in sestavni del opravil planiranja in so še kako skrajno nujne. Izvajajo se s podrobnim izračunom dejansko izvedenega stanja na podlagi analize odstopanja posameznih aktivnosti od prvotno planiranega plana.

### **3.5 Analiza odstopanja posameznih aktivnosti**

Cilj analize je, da ugotovimo, kakšno je časovno odstopanje dejansko izvedenih del od planiranega in kakšni so prispevki teh odstopanj, v določeni časovni enoti. Predvsem nas zanima odstopanje ob koncu projekta oziroma gradnje, ki običajno nastopi kot zamuda, saj lahko tako ovrednotimo strošek, ki zaradi tega nastane.

Pri izdelavi analize razlik najprej ovrednotimo posamezne aktivnosti z različnimi elementi razlik oziroma odklonov. Ti opisujejo dejansko izvedena dela, ki se običajno razlikujejo od predvidenih. Razliko ocenimo z primerjavo med dejanskim in planiranim, ter jo zapišemo v osnovi časovne premice, in sicer v izbrani časovni enoti, ki je običajno kar delovni dan (tudi v mojem primeru je tako).

Osnovni trije elementi odstopanj so:

- razlika (odklon) dejanskega začetka aktivnosti »a<sub>i</sub>« glede na njen planiran začetek (»Variation in the Start«)

$$V_i^S = S_i^A - S_i^B \quad \text{enačba št. 1}$$

- razlika (odklon) dejanskega konca aktivnosti »a<sub>i</sub>« glede na njen planiran konec (»Variation in the Finish«)

$$V_i^F = F_i^A - F_i^B \quad \text{enačba št. 2}$$

- razlika (odklon) dejanskega trajanja aktivnosti »a<sub>i</sub>« glede na planiran oziroma pričakovan čas trajanja iste aktivnosti (»Variation in the activity Duration«)

$$V_i^D = D_i^A - D_i^B \quad \text{enačba št. 3}$$

V zgornjih enačbah predstavljajo označbe:

- $S_i^B$  – planiran začetek aktivnosti »a<sub>i</sub>« (»Baseline Start time«)
- $S_i^A$  – dejanski začetek izvajanja aktivnosti »a<sub>i</sub>« (»Actual Start time«)
- $F_i^B$  – planiran oziroma pričakovani konec izvajanja aktivnosti »a<sub>i</sub>« (»Baseline Finish time«)
- $F_i^A$  – dejanski zaključek izvajanja aktivnosti »a<sub>i</sub>« (»Actual Finish time«)
- $D_i^B$  – planiran oziroma pričakovan čas trajanja aktivnosti »a<sub>i</sub>« (»Baseline Duration«)
- $D_i^A$  – dejanski čas izvajanja aktivnosti »a<sub>i</sub>« (»Actual Duration«)

Pri izračunu zgoraj naštetih razlik lahko naletimo na negativne ali pozitivne vrednosti.

Negativne vrednosti  $V_i^S$  in  $V_i^F$  pomenijo, da se je aktivnost začela oziroma zaključila izvajati pred planiranim rokom, pozitivne vrednosti pa kažejo na zamudo aktivnosti. Če je  $V_i^D$  negativnega predznaka, pomeni, da je bil dejanski čas trajanja aktivnosti krajši od

planiranega, če pa je vrednost  $V_i^D$  pozitivna, nas opozarja na možno nevarnost zaradi predolgega trajanja aktivnosti.

V aktivnostni mreži veljata za posamezne aktivnosti tudi naslednji dve trivialni razmerji:

- dejanski konec izvajanja aktivnosti »a<sub>i</sub>«

$$F_i^A = S_i^A + D_i^A \quad \text{enačba št. 4}$$

- planirani ali pričakovani konec izvajanja aktivnosti »a<sub>i</sub>«

$$F_i^B = S_i^B + D_i^B \quad \text{enačba št. 5}$$

Za nas je običajno najbolj pomembna razlika med dejanskim in planiranim koncem aktivnosti »a<sub>i</sub>«, saj le ta pogojuje začetek sledeče aktivnosti, sploh v primeru, ko je povezava med zaporednimi aktivnostmi tipa Finish-to-Start. To izračunamo lahko tudi po enačbi:

$$V_i^F = V_i^S + V_i^D \quad \text{enačba št. 6}$$

S to enačbo opazimo, da je odklon zaključka dejavnosti pravzaprav sestavljena iz dveh členov, iz odklona začetka dejavnosti in iz odklona trajanja dejavnosti.

Vzroki za odstopanje v pričetku dejavnosti lahko izhajajo iz predhodne dejavnosti in/ali pa so neposredno povezani s samo dejavnosti. Časovna razlika ali odklon med možnim pričetkom in planiranim začetkom aktivnosti ( $V_i^{S,C-B}$ ) izračunamo po enačbi:

$$V_i^{S,C-B} = S_i^C - S_i^B \quad \text{enačba št. 7}$$

kjer predstavlja:

- $S_i^C$  – možen začetek dejavnosti »a<sub>i</sub>« zaradi povezav dejavnosti (»Could Start time«)

Čas, ko dejansko pričnemo z aktivnostjo, se lahko prične kadarkoli po času, ko z aktivnostjo lahko pričnemo, torej kadarkoli po možnem začetku aktivnosti. Vzrok za razliko, ki lahko nastane, je povezana le z aktivnostjo samo, torej z lastnimi vzroki. Odklon dejanskega pričetka aktivnosti ( $V_i^{S,A-C}$ ) izračunamo po enačbi:

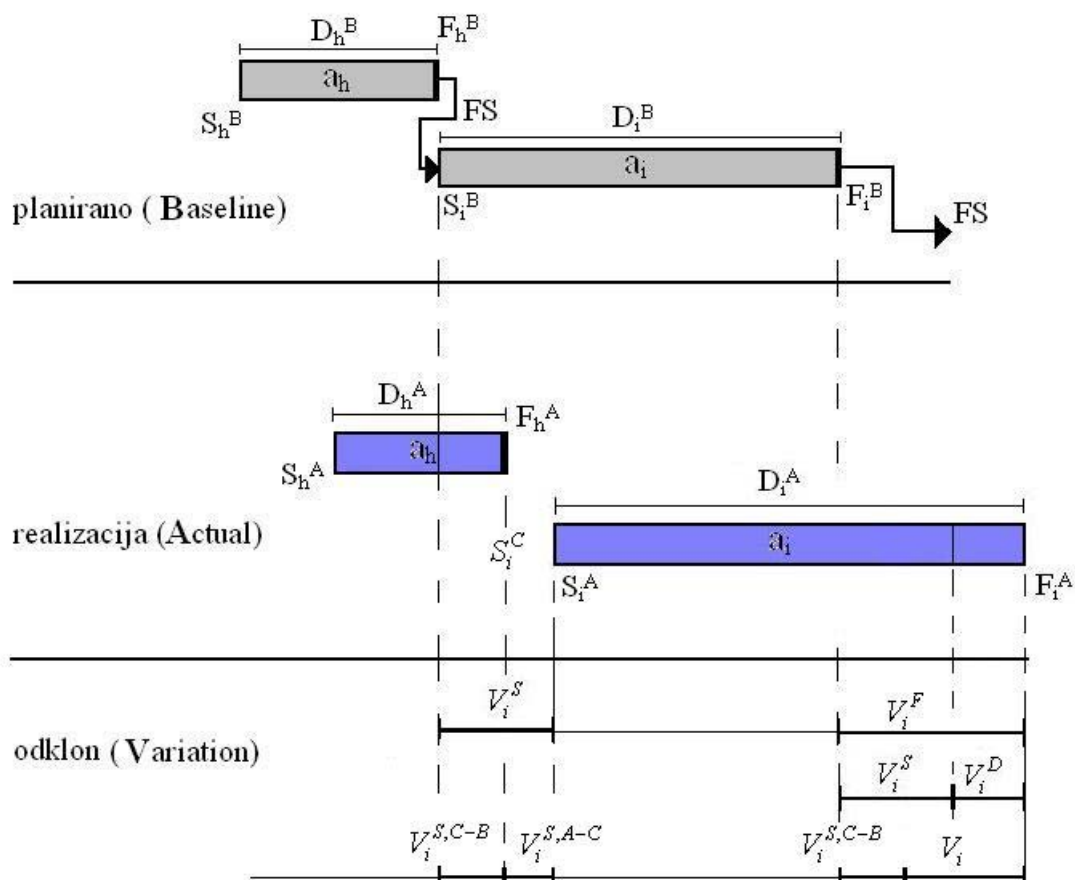
$$V_i^{S,A-C} = S_i^A - S_i^C \quad \text{enačba št. 8}$$

Celotna razlika ali odklon v začetku ( $V_i^S$ ) je po tem takem za vse tipe povezav:

$$V_i^S = V_i^{S,C-B} + V_i^{S,A-C} \quad \text{enačba št. 9}$$

Odklon možnega pričetka in planiranega ( $V_i^{S,C-B}$ ) je odvisna od predhodnih aktivnosti, medtem ko sta odklon dejanskega pričetka aktivnosti ( $V_i^{S,A-C}$ ) in razlika v trajanju aktivnosti ( $V_i^D$ ) odvisni samo od obravnavane aktivnosti same. Seštejemo ju lahko v izraz za splošno razliko ali odklon aktivnosti ( $V_i$ ), ki se glasi (za odvisnosti povezav tipa SS in FS):

$$V_i = V_i^{S,A-C} + V_i^D \quad \text{enačba št. 10}$$



Slika 46: Grafični prikaz odstopanj aktivnosti

Zamude aktivnosti se skozi projekt običajno seštevajo in večajo. Dejanski zaključek projekta izračunamo na podlagi dejanskega končanja končnih aktivnosti (to so aktivnosti, ki v terminskem planu nimajo sledečih aktivnosti) in ga izračunamo po naslednji enačbi:

$$V_p^F = F_p^A - F_p^B = \max_i \{F_i^A\} - \max_i \{F_i^B\} \quad \text{enačba št. 11}$$

kjer predstavlja:

- $i$  – množico vseh (zadnjih) dejavnosti,
- $F_p^A$  – dejanski konec projekta,
- $F_p^B$  – planirani ali pričakovani konec projekta,



- $F_i^A$  – dejanski konec posamezne aktivnosti »ai«,
- $F_i^B$  – planirani ali pričakovani konec posamezne aktivnosti »ai«.

Za analiziranje prispevkov vseh dejavnosti k projektni zamudi potrebujemo parameter, ki ga označimo z  $P_i^D$  ("Project Delay at activity contributed by this and all other preceding activities") in prikazuje projektno zamudo na koncu izbrane dejavnosti z upoštevanjem vseh odstopanj predhodnih dejavnosti. Izračunamo ga po enačbi:

$$P_i^D = F_i^A - F_p^B \quad \text{enačba št. 12}$$

kjer predstavlja:

- $i$  – množico vseh (zadnjih) dejavnosti,
- $F_i^A$  – dejanski konec posamezne dejavnosti "a", ki ima status končne dejavnosti
- $F_p^B$  – planirani oziroma pričakovani konec projekta.

Parameter  $P_i^C$  določa prispevek katerekoli končne dejavnosti k zamudi projekta, ne glede na odstopanja predhodnih dejavnosti. Temelji na tem, da prispevek zadnje dejavnosti k projektni zamudi ne more biti večji kot je vrednost lastnega odstopanja ( $V_i$ ) in tudi ne večji kot je izkazana seštetna zamuda pri tej končni dejavnosti. Izračunamo ga s pomočjo naslednje enačbe:

$$P_i^C = \min\{V_i, P_i^D\} \quad \text{enačba št. 13}$$

kjer predstavlja:

- $V_i$  – odklon končne dejavnosti »ai« (»Variation of Activity«),
- $P_i^D$  – projektno zamudo zadnje dejavnosti z upoštevanjem vseh predhodnih zamud

Na zgoraj predstavljen način analize odstopanj bom v nadaljevanju diplomske naloge izračunal zamudo zaradi nepravočasnega nadvišanja žerjavnega dvigala na objektu Eda Center. Rezultat analize bo predstavljal število zamujenih delovnih dni, ki pa bodo osnova za izračun stroška zastoja.

## **4 ANALIZA ZASTOJA ZARADI NEPRAVOČASNEGA SIDRANJA ŽERJAVA št.2 V OBJEKT**

### **4.1 Predstavitev problema**

Primer za izračun časovne zamude in finančnih stroškov zaradi žerjava se bo nanašal v celoti na dejansko odstopanje poteka del od terminskega plana, ki pa je bil seveda že prej večkrat rebalansiran, zaradi raznih predhodnih vzrokov. Od trenutka nastopa zastoja naprej, sem analiziral odstopanje dejanske izvedbe, zaradi počasnejše gradnje (obratovanje samo enega žerjava), glede na predhodno rebalansiran in tudi realno določen plan zaključka del, če do zastoja ne bi prišlo. Razlika v koncu del med (rebalansiranim) projektnim terminskim planom in dejanskim, je zamuda, ki jo je zastoj povzročil. Z njo pa seveda tudi stroške.

Zamuda dejanskega končanja del je večja od zamude, ki je nastala zaradi 3 tedenskega neobratovanja žerjava, saj se je gradnja zaradi tega podaljšala in zavlekla v zimo, slabe vremenske razmere, praznike in nedelovne dni, itd. Strošek pa je še toliko večji, saj se stroški najemnin tehnologije in delovnih strojev ter vodstva niso zaradi tega prav nič zmanjšale, v beton pa je bilo potrebno dodajati razne dodatke proti zamrzovanju. Po zabetoniranju je bilo potrebno zaradi mraza tudi celotne zadnje dve zabetonirani etaži zaviti v PVC folijo in v notranjosti ogrevati ozračje, da je beton lahko optimalno deloval.

V nadaljevanju sledi izdelava plana dejansko izvedenih del in dejanskega končanja del ter analiza odstopanj v primerjavi z rebalansiranim terminskim planom, kjer se bom, kot že rečeno, osredotočil na obdobje od trenutka nastopa zastoja pa do konca gradnje 2. faze AB konstrukcije objekta. Izračunal bom dejansko število zamujenih dni, zaradi glavnega, oziroma neposrednega vzroka, ki pa so mu sledili še ostali posredni vzroki, ki sem jih že prej omenil. Za tem bom ovrednotil tudi dnevne stroške gradbišča in ostale stroške, ki so nastali zaradi zamude. Cilj tega podpoglavja je določiti končen strošek zaradi zastoja, do katerega je investitor upravičen.

## 4.2 Analiza zamude zaradi zastoja žerjava

S pomočjo predstavljenih enačb in povezav iz prejšnjega podpoglavja, bom v nadaljevanju izvedel izračun odstopanj oziroma zamud na dejanskem primeru terminskega plana objekta Eda Center. Osnova bo rebalansiran terminski plan z realno zastavljenim koncem del, ki je bil po planu določen kot 23. november 2010, in katerega bom primerjal z dejansko izvedenimi roki izvedbe.

Potek dejansko izvedenih del sem spremljal s pomočjo vsakodnevnih vpisov napredovanja del v gradbeni dnevnik ter vnašanjem podatkov v primerjalni plan. Kot že rečeno sem se v moji diplomski nalogi osredotočil samo na obdobje od nastopa zastoja do konca gradnje AB konstrukcije. Tako bo v mojem primeru začetna opazovana aktivnost izdelava jedra 1 v etaži S3, končna pa izdelava plošče nad S5 in sicer nad jedrom 4. Pri analizi sem upošteval koledar delovnih dni, kjer so nedelovni dnevi izključeni.

Za primerjavo med terminskim in dejansko izvedenim delom, sem uporabil računalniški program MS Project, ter za grafični prikaz primerjalnega plana izbral gantogramsko tehniko, ki nam da precejšnjo primerjalno preglednost (priloga C).

Za izračun zamud sem se osredotočil predvsem na dejanske začetke in dejanske konce posameznih aktivnosti. V mojem terminskem planu se pojavljajo samo povezave tipa začetek-začetek (SS) ter konec-začetek (FS). V nadaljevanju bo opisana opravljena analiza in sicer po naslednjih korakih:

1. korak: izračun razlik aktivnosti med planiranim in izvedenim delom
2. korak: izračun razlik aktivnosti zaradi različnih vzrokov
3. korak: izračun prispevkov posameznih aktivnosti k zamudi celotnega projekta
4. korak: analiza posameznih vzrokov

### 4.2.1 Izračun razlik aktivnosti med planiranim in izvedenim delom

Analiza izračuna razlik je predstavljena v preglednici (priloga D). Analiza zajema obdobje od zastoja zaradi žerjava, do konca gradnje, oziroma od 23. oktobra 2010 do 20. januarja 2011.

V stolpcu (3) in (4) se nahajajo planirani začetki ( $S_i^B$ ) in planirani konci ( $F_i^B$ ) posameznih aktivnosti, v stolpcu (6) in (7) pa datumi dejanskih začetkov ( $S_i^A$ ) oziroma koncev ( $F_i^A$ ) posamezne aktivnosti. Planirano in dejansko trajanje posamezne aktivnosti je prikazano v stolpcu (5) in (8). Za vsako dejavnost posebi s pomočjo enačb št. (1), (2) in (3) izračunamo razliko v začetku ( $V_i^S$ ), razliko v koncu ( $V_i^F$ ) ter razliko v trajanju posamezne aktivnosti ( $V_i^D$ ). Vrednosti so prikazane v tabeli v stolpcu (9), (10) in (11). V stolpcu (1) so prikazane aktivnosti v časovnem zaporedju izvajanja, v stolpcu (2) pa povezave posameznih aktivnosti s predhodnjimi.

Opazimo lahko, da imajo vse aktivnosti, vključno z začetno opazovano aktivnostjo, zakasneli dejanski začetek izvajanja, kar je posledica obratovanja samo enega žerjava, ki pa je pred začetkom gradnje etaže S3 moral zaključiti z gradnjo predhodne etaže, katera pa v analizi ni zajeta.

#### **4.2.2 Izračun razlik aktivnosti zaradi različnih vzrokov**

V tem koraku računamo razlike, ki nastanejo zaradi različnih vzrokov. Kot posledica poznega začetka ali konca predhodne aktivnosti (odvisno od povezave med njima), pride do razlik, ki so prikazane v stolpcu (15). Izračunamo jih s pomočjo možnega začetka (stolpec (12)) in planiranega začetka aktivnosti (stolpec (13)), in sicer po enačbi št. (7). Opazimo lahko, da se iz dejavnosti v dejavnost zamuda povečuje ali ostaja enaka.

V stolpcu (16) so prikazane razlike zaradi aktivnosti same, ki jih računamo s pomočjo dejanskega začetka aktivnosti (stolpec (14)) ter možnega začetka aktivnosti (stolpec (12)), in sicer po enačbi št. (8).

Celotna odstopanja zaradi lastnih razlogov so zabeležena v stolpcu (17), po enačbi št. (10). Lahko se celo zgodi, da ima ponekod parameter  $V_i$  negativno vrednost, kar pomeni, da je trajala aktivnost manj časa, kot je bilo sprva predvidevo. V mojem primeru jih je večina pozitivnega predznaka, kar pa kaže na zamudo.

### 4.2.3 Izračun prispevkov posameznih aktivnosti k zamudi projekta

V tretjem koraku izračunamo še preostala dva parametra te metode ocenjevanja zamud. To so rezultati ocene zamud projekta na koncu izbrane aktivnosti, upoštevaje odstopanj vseh predhodnih aktivnosti. Predstavljeni so v stolpcu (18) in so razlika med dejanskim koncem posamezne aktivnosti (stolpec (7)) in planiranim koncem projekta, enačba št. (12). Dejanski prispevek posamezne aktivnosti k projektni zamudi je prikazan v stolpcu (19), dobimo pa ga na podlagi minimalne vrednosti med odstopanjem končne aktivnosti zaradi lastnih vzrokov ter ocene zamud projekta predhodnih aktivnosti in aktivnosti same, kar predstavlja enačba št. (13).

### 4.2.4 Analiza posameznih vzrokov

Zadnji korak analize zastoja, je analiza vzrokov posameznih aktivnosti oziroma množice aktivnosti. V mojem primeru se pojavljata v globalu dve vrsti vzrokov, in sicer neposredni ter posredni vzroki.

Neposredni vzrok nastopi kot 3 tedenski zastoj žerjava št. 2, ter tako preobremenitev centralnega žerjava št. 1, zaradi česar se začetki in trajanja aktivnosti spremenijo. Izvajajo se počasneje kot sicer in potiskajo celotno gradnjo v zimo. S tem nastopijo posredni vzroki, ki vplivajo na dejavnosti tako, da se gradnja zaradi slabega vremena (dežja, mraza, burje, snega) vse bolj podaljšuje in »pripelje« celo v praznične decemberske dni. Takrat nastopi zastoj zaradi pomanjkanja delovne sile, ki pa je odsotna od 24. decembra do 3. januarja v celoti, ter je nepopolna in premajhna vse tja do 10. januarja 2011.

V spodnji preglednici sem za vsako posamezno aktivnost posebi predstavil vzroke za nastalo zamudo.

Preglednica 5: Tabela ričen prikaz vzrokov za zamudo na objektu Eda Center

	<b>AKTIVNOSTI</b>	<b>Vrsta zamude</b>	<b>Povzročena zamuda [dni]</b>	<b>Vzrok</b>
<b>1.</b>	<b>ETAŽA S3</b>			
1.1	JEDRA S3			
1.1.1	JEDRO J1 v S3			
1.1.1.1	Armiranje J1 v S3	Pozen začetek	2	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	3	zastoj žerjava št.2, slabo vreme
1.1.1.2	Opažanje J1 v S3	Pozen začetek	2	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	7	zastoj žerjava št.2, slabo vreme
1.1.1.3	Betoniranje J1 v S3	Pozen začetek	7	zamuda predhodnih aktivnosti
			1	slabo vreme
1.1.1.4	Razopažanje J1 v S3	Pozen začetek	8	Zamuda predhodnih aktivnosti
1.1.2	JEDRO J4 v S3			
1.1.2.1	Armiranje J4 v S3	pozen začetek	7	Zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	4	zastoj žerjava št.2
1.1.2.2	Opažanje J4 v S3	pozen začetek	7	Zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	8	zastoj žerjava št.2
1.1.2.3	Betoniranje J4 v S3	pozen začetek	13	zamuda predhodnih aktivnosti
			1	slabo vreme
1.1.2.4	Razopažanje J4 v S3	pozen začetek	14	zamuda predhodnih aktivnosti
1.2	STEBRI S3			
1.2.1	Izdelava stebrov v S3	pozen začetek	2	zastoj žerjava št.2
		razlika v trajanju	1	zastoj žerjava št.2
1.3	STENE S3 FAZA I.			
1.3.1	Izdelava sten v S3	pozen začetek	2	zastoj žerjava št.2
		razlika v trajanju	6	zastoj žerjava št.2
1.4	STENA v OSI G S3			
1.4.1	Izdelava stene v osi G S3	pozen začetek	5	zastoj žerjava št.2

		razlika v trajanju	-2	boljša organizacija, več delovne sile
1.5	STENE S3 FAZA II.			
1.5.1	Izdelava sten v S3	pozen začetek	7	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	7	zastoj žerjava št.2
1.6.	PLOŠČA NAD S3			
1.6.1	<i>I. FAZA PLOŠČE NAD S3</i>			
1.6.1.1	Opažanje plošče I.FAZ. nad S3	pozen začetek	8	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	7	zastoj žerjava št.2, slabo vreme
1.6.1.2	Armiranje plošče I.FAZ. nad S3	pozen začetek	2	slabo vreme
			10	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	3	zastoj žerjava št.2, slabo vreme
1.6.1.3	Betoniranje plošče I.FAZ. nad S3	pozen začetek	12	zamuda predhodnih aktivnosti
			2	slabo vreme
1.6.1.4	Stopnišče J1	pozen začetek	12	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	1	malo delovne sile
1.6.2	<i>II. FAZA PLOŠČE NAD S3</i>			
1.6.2.1	Opažanje plošče II.FAZ. nad S3	pozen začetek	14	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	2	slabo vreme
1.6.2.2	Armiranje plošče II.FAZ. nad S3	pozen začetek	13	zamuda predhodnih aktivnosti
			2	slabo vreme
		razlika v trajanju	1	slabo vreme
1.6.2.3	Betoniranje plošče II.FAZ. nad S3	pozen začetek	15	zamuda predhodnih aktivnosti
1.6.2.4	Stopnišče J4	pozen začetek	14	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	1	malo delovne sile
<b>2.</b>	<b>ETAŽA S4</b>			
2.1	JEDRA S4			
2.1.1	<i>JEDRO J1 v S4</i>			
2.1.1.1	Armiranje J1 v S4	pozen začetek	14	zamuda predhodnih aktivnosti

		razlika v trajanju	3	slabo vreme
2.1.1.2	Opažanje J1 v S4	pozen začetek	15	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	1	slabo vreme
2.1.1.3	Betoniranje J1 v S4	pozen začetek	15	zamuda predhodnih aktivnosti
2.1.1.4	Razopažanje J1 v S4	pozen začetek	15	zamuda predhodnih aktivnosti
2.1.2	<i>JEDRO J4 v S4</i>			
2.1.2.1	Armiranje J4 v S4	pozen začetek	14	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	2	slabo vreme
2.1.2.2	Opažanje J4 v S4	pozen začetek	15	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	8	slabo vreme
2.1.2.3	Betoniranje J4 v S4	pozen začetek	20	zamuda predhodnih aktivnosti
			2	slabo vreme
2.1.2.4	Razopažanje J4 v S4	pozen začetek	22	zamuda predhodnih aktivnosti
2.2	STEBRI S4			
2.2.1	Izdelava stebrov v S4	pozen začetek	13	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	1	slabo vreme
2.3.	STENE S4 FAZA I.			
2.3.1	Izdelava sten v S4	pozen začetek	13	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	2	slabo vreme
2.4.	STENA v OSI G S4			
2.4.1	Izdelava stene v osi G S4	pozen začetek	14	zamuda predhodnih aktivnosti
2.5.	STENE S4 FAZA II.			
2.5.1.	Izdelava sten v S4	pozen začetek	16	zamuda predhodnih aktivnosti
2.6.	PLOŠČA NAD S4			
2.6.1	<i>I. FAZA PLOŠČE NAD S4</i>			
2.6.1.1	Opažanje plošče I.FAZ. nad S4	pozen začetek	15	zamuda predhodnih aktivnosti



		razlika v trajanju	7	slabo vreme
2.6.1.2	Armiranje plošče I.FAZ. nad S4	pozen začetek	17	zamuda predhodnih aktivnosti
			1	slabo vreme
		razlika v trajanju	3	slabo vreme
2.6.1.3	Betoniranje plošče I.FAZ. nad S4	pozen začetek	19	zamuda predhodnih aktivnosti
			1	slabo vreme
2.6.1.4	Stopnišče J1	pozen začetek	19	zamuda predhodnih aktivnosti
2.6.2	<i>II. FAZA PLOŠČE NAD S4</i>			
2.6.2.1	Opažanje plošče II.FAZ. nad S4	pozen začetek	23	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	1	slabo vreme
2.6.2.2	Armiranje plošče II.FAZ. nad S4	pozen začetek	23	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	1	slabo vreme
2.6.2.3	Betoniranje plošče II.FAZ. nad S4	pozen začetek	23	zamuda predhodnih aktivnosti
2.6.2.4	Stopnišče J4	pozen začetek	23	zamuda predhodnih aktivnosti
<b>3.</b>	<b>ETAŽA S5</b>			
3.1.	JEDRA S5			
3.1.1	<i>JEDRO J1 v S5</i>			
3.1.1.1	Armiranje J1 v S5	pozen začetek	20	zamuda predhodnih aktivnosti
			1	slabo vreme
		razlika v trajanju	5	slabo vreme
3.1.1.2	Opažanje J1 v S5	pozen začetek	22	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	3	slabo vreme
3.1.1.3	Betoniranje J1 v S5	pozen začetek	24	zamuda predhodnih aktivnosti
3.1.1.4	Razopažanje J1 v S5	pozen začetek	24	zamuda predhodnih aktivnosti
3.1.2	<i>JEDRO J3 v S5</i>			
3.1.2.1	Armiranje J1 v S5	pozen začetek	25	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	1	slabo vreme
3.1.2.2	Opažanje J1 v S5	pozen začetek	24	zamuda predhodnih aktivnosti

3.1.2.3	Betoniranje J1 v S5	pozen začetek	24	zamuda predhodnih aktivnosti
3.1.2.4	Razopažanje J1 v S5	pozen začetek	24	zamuda predhodnih aktivnosti
3.1.3	<i>JEDRO J4 v S5</i>			
3.1.3.1	Armiranje J4 v S5	pozen začetek	25	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	3	slabo vreme
3.1.3.2	Opažanje J4 v S5	pozen začetek	25	zamuda predhodnih aktivnosti
			2	slabo vreme
		razlika v trajanju	1	slabo vreme
3.1.3.3	Betoniranje J4 v S5	pozen začetek	27	zamuda predhodnih aktivnosti
3.1.3.4	Razopažanje J4 v S5	pozen začetek	25	zamuda predhodnih aktivnosti
			17	Novoletni prazniki, nepopolna delovna sila, slabo vreme
		razlika v trajanju	3	slabo vreme
3.2	<i>PLOŠČE NAD S5</i>			
3.2.1	<i>Plošča nad S5 - jedro 1</i>			
3.2.1.1	Opažanje pl nad S5 J1	pozen začetek	25	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	19	Novoletni prazniki, nepopolna delovna sila, slabo vreme
3.2.1.2	Armiranje pl nad S5 J1	pozen začetek	27	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	18	Novoletni prazniki, nepopolna delovna sila, slabo vreme
3.2.1.3	Betoniranje pl nad S5 J1	pozen začetek	44	zamuda predhodnih aktivnosti
3.2.1.4	Razopažanje pl nad S5 J1	pozen začetek	44	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	2	slabo vreme
3.2.2	<i>Plošča nad S5 - jedro 3</i>			
3.2.2.1	Opažanje pl ad S5 J3	pozen začetek	24	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	4	slabo vreme

3.2.2.2	Armiranje pl nad S5 J3	pozen začetek	25	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	3	slabo vreme
3.2.2.3	Betoniranje pl nad S5 J3	pozen začetek	26	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	1	slabo vreme
3.2.2.4	Razopažanje pl nad S5 J3	pozen začetek	27	zamuda predhodnih aktivnosti
			11	Novoletni prazniki, nepopolna delovna sila, slabo vreme
		razlika v trajanju	1	slabo vreme
3.2.3	<i>Plošča nad S5 - Jedro 4</i>			
3.2.3.1	Opažanje pl nad S5 J4	pozen začetek	40	zamuda predhodnih aktivnosti
			4	slabo vreme
3.2.3.2	Armiranje pl nad S5 J4	pozen začetek	46	zamuda predhodnih aktivnosti
		razlika v trajanju	-1	boljša organizacija, več delovne sile
3.2.3.3	Betoniranje pl nad S5 J4	pozen začetek	44	zamuda predhodnih aktivnosti
3.2.3.4	Razopažanje pl nad S5 J4	pozen začetek	<b>47</b>	zamuda predhodnih aktivnosti

Iz analize zamude je razvidno, da je na objektu Eda Center prišlo do zamude dejanskega končanja gradnje druge faze AB konstrukcije v primerjavi s planiranim, in sicer za 47 delovnih dni. To potrди tudi izračun po enačbi št. 11. Do tega je, kot že rečeno, prišlo zaradi neposrednega vzroka, to je začasno neobratovanje žerjava št. 2, ki pa je gradnjo posledično »popeljal« v zimo, kjer pa so k zamudi dodatno prispevali še posredni vzroki, kot so mraz, dež, burja, sneg (v preglednici predstavljeni kot »slabo vreme«), praznični nedelovni dnevi, odsotnost delovne sile zaradi praznikov, itd.

Zamuda je tako povzročila strošek, do katerega je izvajalec upravičen, saj krivda nikakor ni na njegovi strani. V nadaljevanju sledi predstavitev in ovrednotenje tega stroška zaradi nastale zamude.

### **4.3 Predstavitev stroškov gradnje AB konstrukcije objekta Eda Center**

Pri gradnji AB konstrukcije objekta so nastopali stroški, ki jih bom v nadaljevanju natančneje predstavil. To so:

- dnevni stroški gradbišča (splošni stroški)
- fiksni stroški zaradi zamude (dodatni stroški)

#### **4.3.1 Dnevni stroški gradbišča**

To so splošni stroški, ki na gradbišču nastopajo vsak dan in so posledica organizacije in obratovanja gradbišča, oziroma izvajanja del. V našem primeru so bili to:

- stroški vodstva gradbišča,
- stroški najema žerjavov,
- stroški najema opazne opreme,
- stroški ureditve gradbišča,
- stroški vode in električne energije,
- stroški uprave in podjetja.

#### **4.3.2 Fiksni stroški zaradi zamude končanja gradnje**

Stroški zaradi zamude so fiksni stroški, ki so nastali kot posledica podaljšanja gradnje v zimo in izvajanja gradbenih del v slabem vremenu, mrazu, itd. Sem spadajo:

- stroški ogrevanja zabetoniranih konstrukcijskih elementov v obdobju 14 dni,
- stroški dodatka proti zamrzovanju betona.

### **4.4 Finančno ovrednotenje posameznih stroškov**

V tem delu bom natančno ovrednotil vsak zgoraj predstavljen strošek posebi, in sicer tako, da za vsak strošek analiziram njegovo lastno vrednost za obdobje celotne gradnje v EUR.

Vrednosti vseh posameznih stroškov bom nato na koncu seštel in podelil na delovne dneve

celotnega obdobja gradnje AB konstrukcije, ki znaša 10 mesecev, oziroma 245 delovnih dni. Tako bom izrazil dnevno vrednost stroška v EUR/dan. Vir za obračun stroškov so vrednosti stroškov in računi zavedeni v izvajalčevi konto kartici stroškov gradnje 2. faze AB konstrukcije objekta Eda Center.

#### 4.4.1 Strošek vodstva gradbišča

V strošek vodstva gradbišča spadajo osebe zaposlene pri izvajalcu, med katere spadajo odgovorni vodja del, skupaj z pomočnikom in obračunskim tehnikom, vsi delovodje, ter vratarska služba, ki skrbi za odpiranje in zapiranje gradbišča, prihod in odhod raznih tovornjakov ter delovnih strojev, dnevno vodenje prisotnosti delavcev na objektu, itd. V stroške vodstva spada tudi skladiščnik gradbišča, ki skrbi za strojno delovno opremo, jo vzdržuje, popravlja in skrbi, da se konec delovnega dneva vrne v skladišče vse, kar se je zjutraj posodilo v delo. Strošek se obračuna kot skupni znesek (vsota) vseh bruto mesečnih plač zgoraj navedenih zaposlenih, za celotno obdobje gradnje. Sledi obračun v preglednici 6.

Preglednica 6: Obračun stroška vodstva gradbišča za celotno obdobje gradnje

<b>strošek</b>	<b>vrednost</b>
1 x Odgovorni vodja del	35.144,00 EUR
1 x Pomočnik vodje del	22.740,00 EUR
1 x Obračunski tehnik	10.290,00 EUR
4 x Delovodja	50.594,00 EUR
1 x Vratarska služba	13.080,00 EUR
1 x Skladiščnik	18.288,00 EUR
<b>STROŠEK ZA CELOTNO OBDOBJE:</b>	<b>150.136,00 EUR</b>

#### 4.4.2 Strošek najema žerjavov

Strošek najemnine žerjavov je strošek, ki ga izvajalec plačuje dobavitelju žerjavov za njuno obratovanje vsak mesec. Najemnina zajema obratovalne ure za dva stolpna žerjava, centralnega in pomožnega, ter delovne ure dveh strojnikov žerjavistov, ki žerjav upravljata.

Strošek je torej sestavljen iz povšalne mesečne najemnine in delovnih ur, ki jih žerjava skozi mesec opravita. V preglednici 7 je predstavljen strošek najema žerjavov za celotno obdobje gradnje 2. faze AB konstrukcije, torej 10 mesecev ali 245 delovnih dni.

Preglednica 7: Obračun stroška najema žerjavov za celotno obdobje gradnje

<b>mesec</b>	<b>vrednost</b>
April	21.968,67 EUR
Maj	20.087,03 EUR
Junij	21.069,59 EUR
Julij	22.901,35 EUR
Avgust	29.833,65 EUR
September	19.039,37 EUR
Oktober	26.770,63 EUR
November	26.770,63 EUR
December	15.293,27 EUR
Januar	15.141,82 EUR
<b>STROŠEK ZA CELOTNO OBDOBJE</b>	<b>218.876,01 EUR</b>

#### 4.4.3 Strošek najema opazne opreme

To je strošek, ki ga izvajalec vsak mesec plačuje dobavitelju opazne opreme. Strošek zajema najemnino za izposojeno opazno opremo za stene, slope in jedra, stebre, ploščo, podpornike, ograjnike ter ostalo opazno opremo. Strošek je odvisen od količine oziroma kosovnice izposojenega materiala in se obračuna za vsak mesec posebi. V preglednici 8 je prikazan obračun stroška za celotno obdobje gradnje, torej 10 mesecev ali 245 delovnih dni, po posameznih mesečnih najemninah.

Preglednica 8: Strošek najemnine opazne opreme za celotno obdobje gradnje

<b>mesec</b>	<b>vrednost</b>
April	1.174,04 EUR
Maj	5.835,96 EUR
Junij	41.797,88 EUR
Julij	42.199,17 EUR
Avgust	41.751,16 EUR
September	41.813,05 EUR
Oktober	41.935,71 EUR
November	25.780,08 EUR
December	35.902,00 EUR
Januar	14.022,72 EUR
<b>STROŠEK ZA CELOTNO OBDOBJE</b>	<b>292.211,77 EUR</b>

#### 4.4.4 Strošek ureditve gradbišča

Je strošek, ki ga investitor izvajalcu zaračuna vsak mesec. Zajema razne gradbiščne stroške, manipulativne stroške, stroške zaprtja ceste, stroške ekoloških dajatev, itd. Obračuna se kot 2,1% od posamezne mesečne realizacije oziroma mesečne situacije, kar je enako 2,1% od končne realizacije. V preglednici 9 je prikazan strošek ureditve gradbišča.

Preglednica 9: Strošek ureditve gradbišča za celotno obdobje gradnje

	<b>vrednost</b>
<b>SKUPAJ REALIZACIJA:</b>	<b>2.000.067,00 EUR</b>
<b>STROŠEK ZA CELOTNO OBDOBJE (2,1% SKUPNE VREDNOSTI REALIZACIJE)</b>	<b>42.001,41 EUR</b>

#### 4.4.5 Strošek električne energije in vode

To je strošek, ki ga izvajalec plača investitorju v sak mesec. Zajema mesečno porabo električne energije in vode. Obračun je po porabi in je za vsak mesec približno enak. V preglednici 10 je prikazana vrednost stroška za porabo električne energije in vode za celotno obdobje gradnje oziroma 10 mescev.

Preglednica 10: Strošek električne energije in vode za celotno obdobje gradnje

<b>strošek</b>	<b>vrednost</b>
voda	1038,23 EUR
električna energija	3949,63 EUR
<b>STROŠEK ZA CELOTNO OBDOBJE</b>	<b>4.987,86 EUR</b>

#### 4.4.6 Strošek uprave in podjetja

To so stroški uprave in splošni stroški podjetja izvajalca, v katerega spadajo ljudje, zaposleni na upravi, kot je direktor, tajnica, računovodja, knjigovodja, itd. V ta strošek štejemo tudi skladišče in ljudi, ki so tam zaposleni, ter vse tekoče stroške uprave, kot je ogrevanje, elektrika in voda, potrošni material, itd. Strošek določi uprava oziroma direktor, glede na razmerje med letno realizacijo podjetja in letnih stroškov, ter se za objekt Eda Center obračuna kot 8% vrednost stroškov gradnje 2. faze AB konstrukcije objekta. Sem spadajo stroški vseh izvajalčevih zaposlenih na objektu (vodstvo, ki je obračunano v prejšnjem podpoglavju ter delavci izvajalca), stroški izvajalčevih strojev in mehanizacije ter vsi ostali stroški gradbenega materiala, najemnin opazne opreme, strojev, prevozev, itd. Skratka, lahko rečemo, da znaša strošek uprave in podjetja 8% vsih stroškov gradnje za celotno obdobje. Obračun je prikazan v preglednici 11.



Preglednica 11: Obračun stroška uprave in podjetja za celotno obdobje gradnje

<b>strošek</b>	<b>vrednost</b>
Strošek izvajalčevih delavcev na objektu	180.682,50 EUR
strošek mehanizacije izvajalca	2.040,00 EUR
ostali materialni in gradbiščni stroški	1.924.136,69 EUR
<b>SKUPAJ:</b>	<b>2.106.859,19 EUR</b>
<b>STROŠEK ZA CELOTNO OBDOBJE (8% SKUPNE VREDNOSTI)</b>	<b>168.548,74 EUR</b>

Po tem ko so ovrednoteni vsi stroški za celotno obdobje gradnje, je potrebno izračunati kolikšen je potem takem dnevni strošek gradbišča v EUR/dan. To naredim tako, da seštejem vse zgoraj izračunane stroške celotnega obdobja gradnje 2. faze AB konstrukcije objekta in ga delim s številom delovnih dni, porabljenih za izgradnjo 2. faze AB konstrukcije, ki znaša natanko 245 delovnih dni. V preglednici 12 je prikazan izračun dnevnega stroška gradbišča.

Preglednica 12: Izračun dnevnega stroška gradbišča v EUR/dan

<b>strošek</b>	<b>vrednost</b>
Strošek vodstva gradbišča	150.136,00 EUR
Strošek najema žerjavov	218.876,01 EUR
Strošek najema opazne opreme	292.211,77 EUR
Strošek ureditve gradbišča	42.001,41 EUR
Strošek električne energije in vode	4.987,86 EUR
Strošek uprave in podjetja	168.548,74 EUR
<b>VSOTA VSEH STROŠKOV ZA CELOTNO OBDOBJE GRADNJE</b>	<b>876.761,78 EUR</b>
<b>TRAJANJE CELOTNEGA OBDOBJA GRADNJE</b>	<b>245,00 Delovnih dni</b>
<b>DNEVNI STROŠEK GRADBIŠČA</b>	<b>3.578,62 EUR/dan</b>

#### 4.4.7 Fiksni strošek ogrevanja zabetoniranih konstr. elementov

Ta strošek je nastal kot posledica zastoja žerjava št. 2, ki je gradnjo zavlekel in »zapeljalk« v mrzle, snežene, deževne in vetrovne zimske dni. Konstrukcijske elemente je bilo potrebno ogrevati, da so se lahko čim prej razopazali. Strošek tako zajema izvedbo zaprtja konstrukcijskih elementov zadnjih dveh etaž s PVC folijo in najem ter delovanje grelcev zraka v obdobju 14 dni. Strošek je predstavljen v preglednici 13. To je strošek fiksne narave in ga zato prištejemo k končnemu strošku zamude 47 delovnih dni.

Preglednica 13: Obračun stroška ogrevanja zaradi mraza

	<b>vrednost</b>
zaprtje s PVC folijo v obdobju ogrevanja	2.673,00 EUR
ogrevanje	572,65 EUR
<b>SKUPAJ FIKSNI STROŠEK</b>	<b>3.245,65 EUR</b>

#### 4.4.8 Fiksni strošek dodatka proti zamrzovanju betona

Ker se je gradnja zaradi zastoja žerjava zavlekla v zimo in mraz, se je betoniranje zadnjih dveh etaž izvajalo pri zelo nizkih temperaturah. Betonu je bilo zato potrebno pred vgradnjo dodajati dodatek proti zamrzovanju, in sicer Cementol B novi. V preglednici 14 je predstavljen obračun stroška za 2000kg tega dodatka, po ceni 0,81EUR/kg.

Preglednica 14: Obračun stroška za dodatek proti zamrzovanju (Cementol B novi)

	<b>vrednost</b>
dodatek proti zamrzovanju betona Cementol B-novi 2000kg, po ceni 0,81EUR/kg	1.620,00 EUR
<b>SKUPAJ FIKSNI STROŠEK</b>	<b>1.620,00 EUR</b>

#### 4.5 Skupni strošek zamude zaradi zastoja žerjava št. 2

Po časovni analizi zamude in finančnem ovrednotenju stroškov, lahko na podlagi rezultatov izračunamo strošek, ki ga je izvajalec utrpel zaradi nepravočasnega sidranja žerjava št. 2 v objekt za potrebe nadvišanja, ter zaradi njegovega 3 tedenskega zastoja obratovanja (medtem je obratoval samo centralni žerjav). Iz časovne analize je bilo ugotovljeno, da je zamuda dejanskega končanja gradnje 2. faze AB konstrukcije glede na planiran konec, natanko 47 delovnih dni. Iz analize stroškov gradbišča je bilo ugotovljeno, da znaša vsakodnevni strošek gradbišča 3.578,62 EUR/dan. Torej lahko pomnožim dneve zamude z dnevnim stroškom in dobim strošek gradbišča zaradi zamude. Fiksna stroška, ki sta posledica zamude projekta, znašata za ogrevanje 3.245,65 EUR, ter za dodatek proti zamrzovanju betona 1.620,00 EUR. Prištejem ju k strošku gradbišča zaradi zamude in dobim končni strošek dejanske zamude izgradnje 2. faze AB konstrukcije objekta Eda Center. Izračun v preglednici 15.

Preglednica 15: Izračun končnega stroška zaradi zamude 47 delovnih dni

<b>strošek</b>	<b>vrednost</b>
Dnevni strošek gradbišča	3.578,62 EUR/dan
Zamuda	47,00 delovnih dni
<b>Strošek gradbišča zaradi zamude</b>	<b>168.195,14 EUR</b>
Fiksni strošek zaprtja in ogrevanja	3.245,65 EUR
Fiksni strošek dodatka proti zamrzovanju betona	1.620,00 EUR
<b>KONČNI STROŠEK ZAMUDE</b>	<b>173.060,79 EUR</b>

Iz preglednice je razvidno, da je končni strošek, do katerega je izvajalec upravičen, 173.060,79 EUR. To je tudi končni rezultat analize zamude in s tem moje diplomske naloge.

## 5 ZAKLJUČEK

Objekt Eda Center je po svoji tehnologiji gradnje in svoji atraktivni obliki zelo zanimiv objekt. Za doseganje terminskih rokov je bila skozi celotno gradnjo potrebna ustrezna tehnologija gradnje, premišljena razporeditev virov, ter nenazadnje tudi zelo dobra in učinkovita organizacija.

Ker je bila gradnja objekta zastavljena z jasnim ciljem in terminskim rokom končanja del, je bilo, skozi celotno obdobje gradnje, nujno potrebno dovolj zgodaj ukrepati, če je kjerkoli prišlo do morebitne nevarnosti zamude. Zamuda prinese ogromno izgubo časa in s tem tudi nepredvidene stroške, ki pa so na tako zelo velikem gradbišču lahko za izvajalca tudi usodni.

Iz analize časovnega odstopanja je razvidno, kako veliko zamudo lahko prinese na videz nedolžna stvar, kot je tri tedenski zastoj enega od dveh žerjavov. Zaradi treh tednov neobratovanja pomožnega žerjava, je prišlo do skoraj trikrat večje zamude končanja gradnje 2. faze AB konstrukcije objekta, ki pa je povzročila izvajalcu še ogromen strošek. Zavedati se moramo, da v analiziranem strošku ni zajet strošek zaradi izpada dobička, ki nastane zaradi poznejše predaje objekta, zato lahko trdim, da je dejanski strošek zaradi zamude v resnici še večji od izračunanega.

S svojo diplomsko nalogo sem osvojil veliko znanja na področju tehnologije gradnje nasploh in si pridobil tudi ogromno izkušenj uporabe računalniškega programa MS Project, ki je nepogrešljivo orodje za planiranje, dobro organizacijo in sledenje izvajanja aktivnosti del po terminskem planu. Menim, da bi ga moral vsak vodja projekta obvladati, meni pa bo pridobljeno znanje prišlo v prihodnosti še zelo prav.

## VIRI

Arhiv podjetja Euroinvest d.o.o. 2010. Osebna komunikacija.

Eda Center

<http://www.edacenter.si/> (1.4.2011)

Forca, S. 2005: Metodologija za spremljanje in analizo časovnih zamud pri vodenju projektov. Diplomaska naloga. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za gradbeništvo, Konstrukcijska smer: 98 str.

Katalog Doka opažni elementi. 2008. Amstetten, Doka Industrie GmbH: loč. pag.

Muir, N. 2007. Microsoft Office Project 2007 For Dummies. Indianapolis USA, Wiley Publishing: 432 str.

Pšunder, M. 1988. Operativno planiranje. Maribor, Tehniška fakulteta, VTO Gradbeništvo: 191 str.

Rodošek, E. 1985. Operativno planiranje. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 237 str.

Rodošek, E. 1998. Osnove organizacije v gradbeništvu. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 192 str.

Splošne tehnične specifikacije in tehnološki elaborat za izgradnjo armiranobetonske konstrukcije objekta Eda Center v Novi Gorici. 2009. Nova Gorica, Euroinvest d.o.o.: loč. pag.

Zaletel, S. 2005. Spremljanje in kontrola izvajanja gradbenega projekta. Diplomaska naloga. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za gradbeništvo, Konstrukcijska smer: 94 str.

## **PRILOGE**

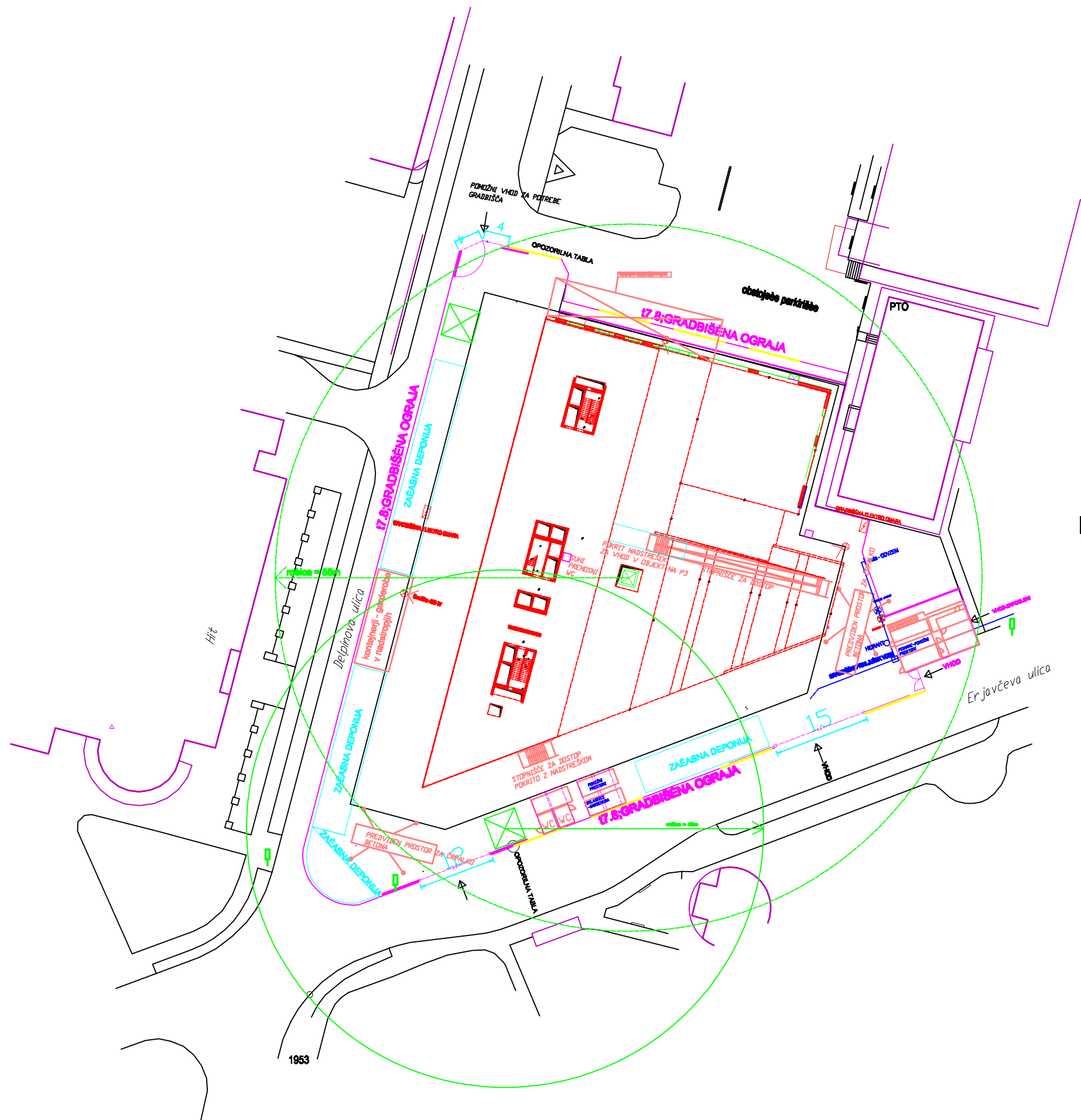
PRILOGA A: Shema ureditve gradbišča

PRILOGA B: Terminski plan za obdobje od nastopa zastoja do konca gradnje

PRILOGA C: Plan spremljanja gradnje od nastopa zastoja do konca gradnje

PRILOGA D: Tabela izračuna parametrov zamude

## **PRILOGA A: Shema ureditve gradbišča**



## PRILOGA A

EDA CENTER v Novi Gorici  
 SHEMA UREDITVE GRADBIŠČA

### LEGENDA

#### 1. GRADBIŠČE

- GRADBIŠČNA OGRAJA VIŠINE 2m
- GABARITI OBJEKTA POD TERENOM
- GABARITI OBJEKTA NAD TERENOM
- POMOŽNI OBJEKTI
- GRADBENI DIVIGALO

#### 3. ELEKTRIČNA NAPELJAVA GRADBIŠČA

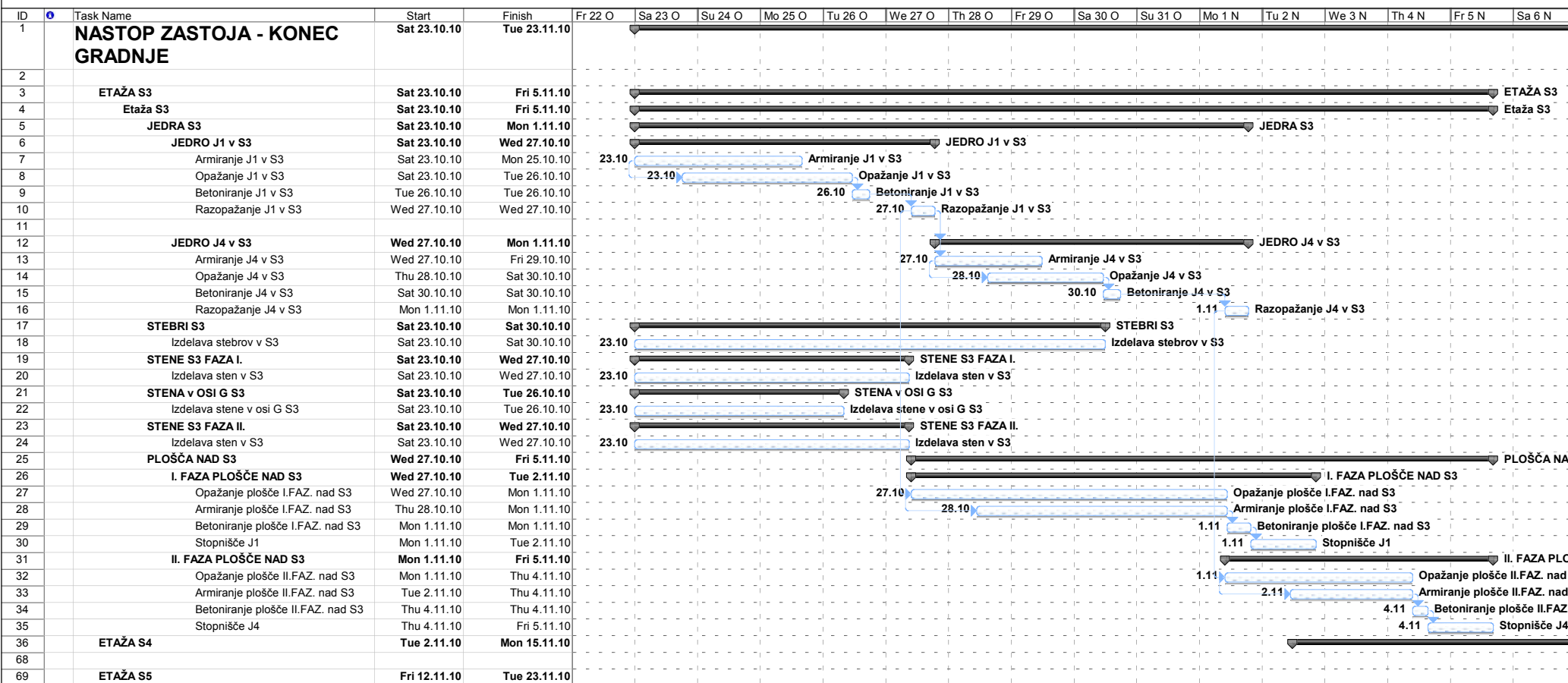
#### 4. VODOVODNE PRIKLJ. GRADBIŠČA

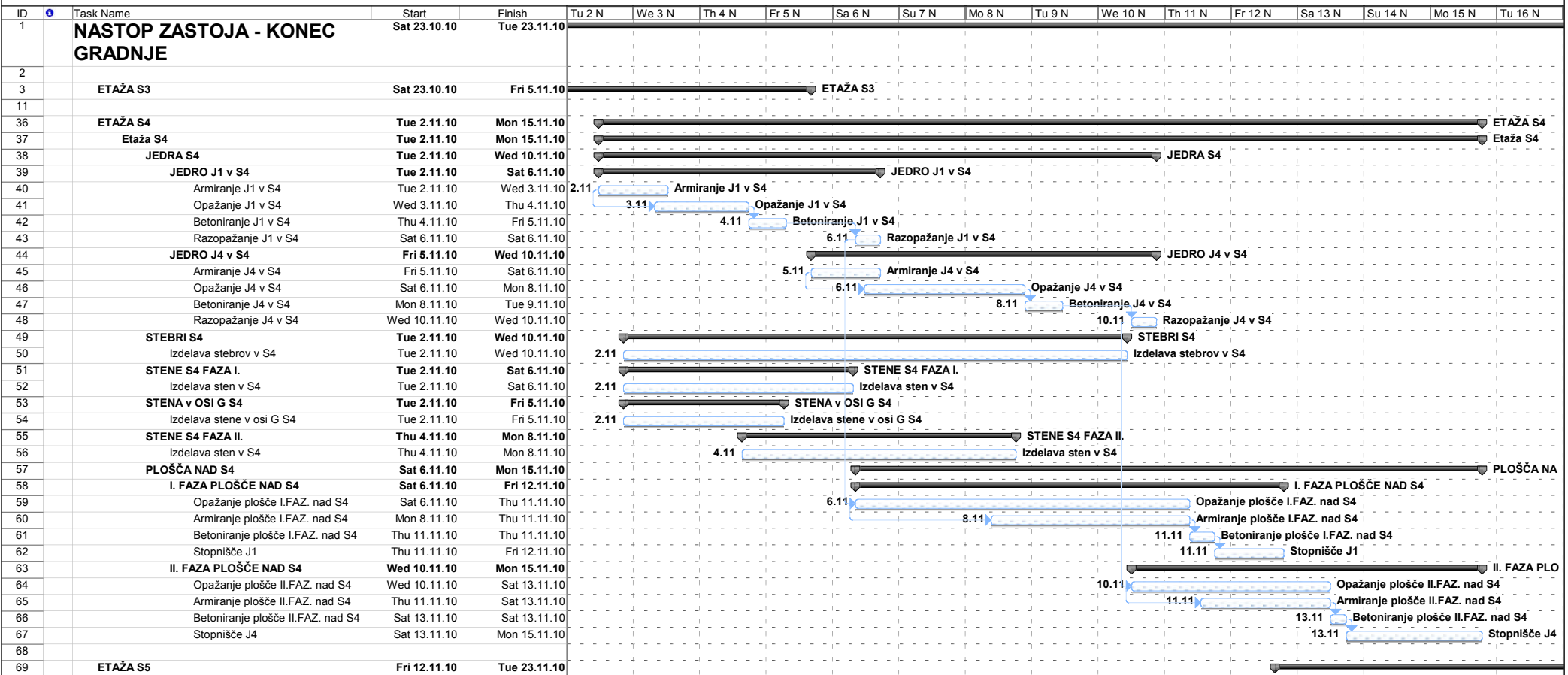


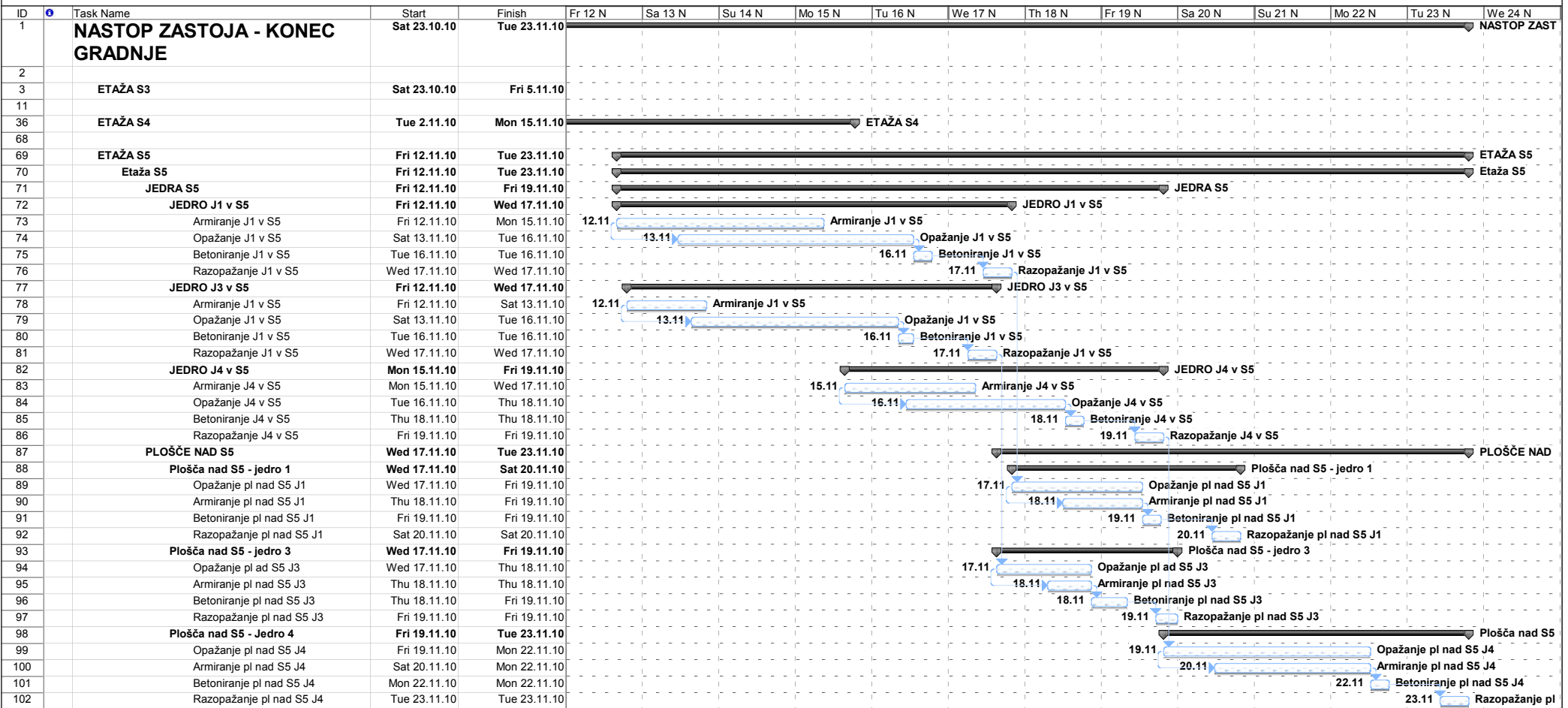
Možna lokacija  
 za postavitev  
 žerjava



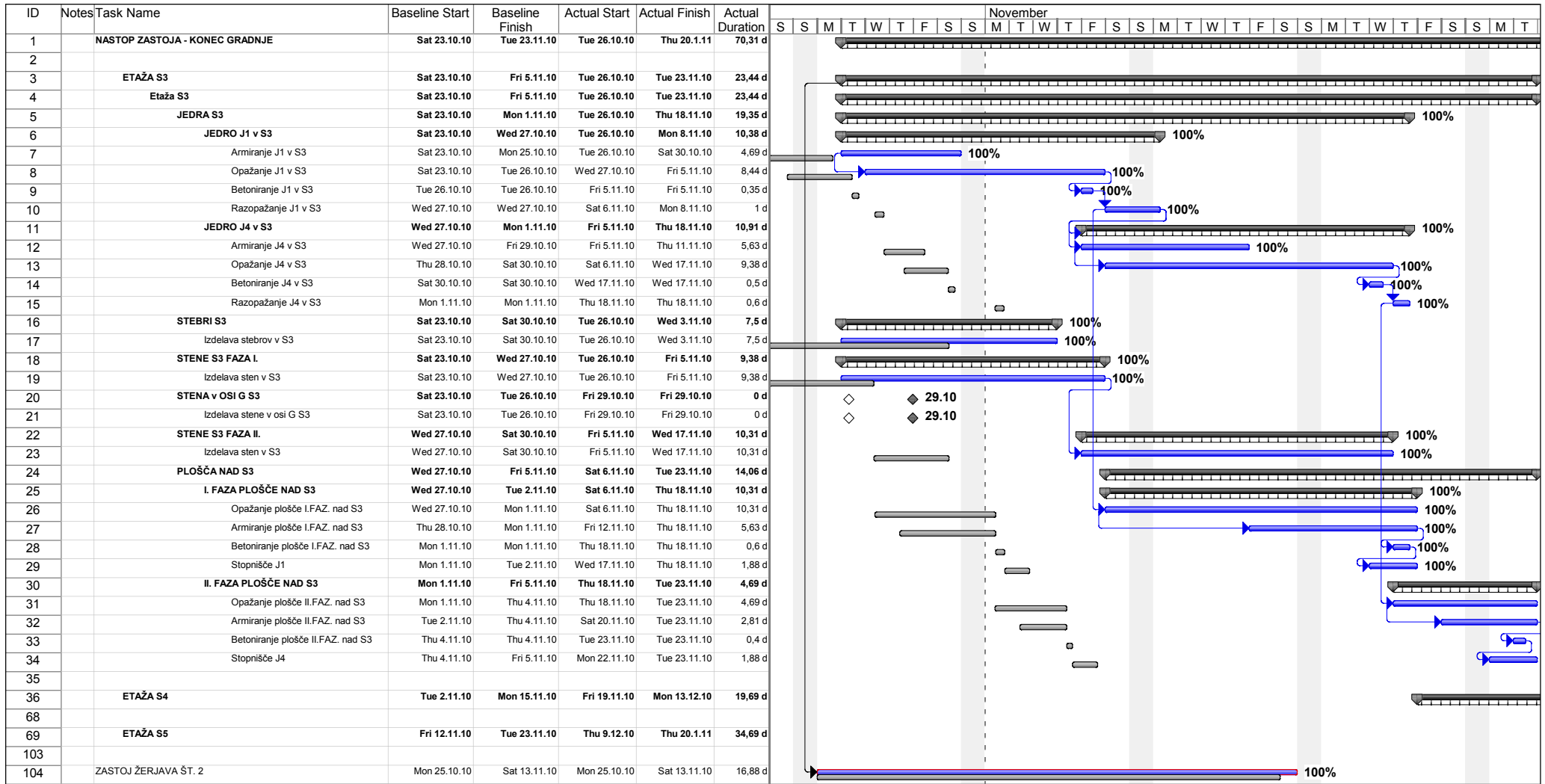
## **PRILOGA B: Terminski plan za obdobje od nastopa zastoja do konca gradnje**



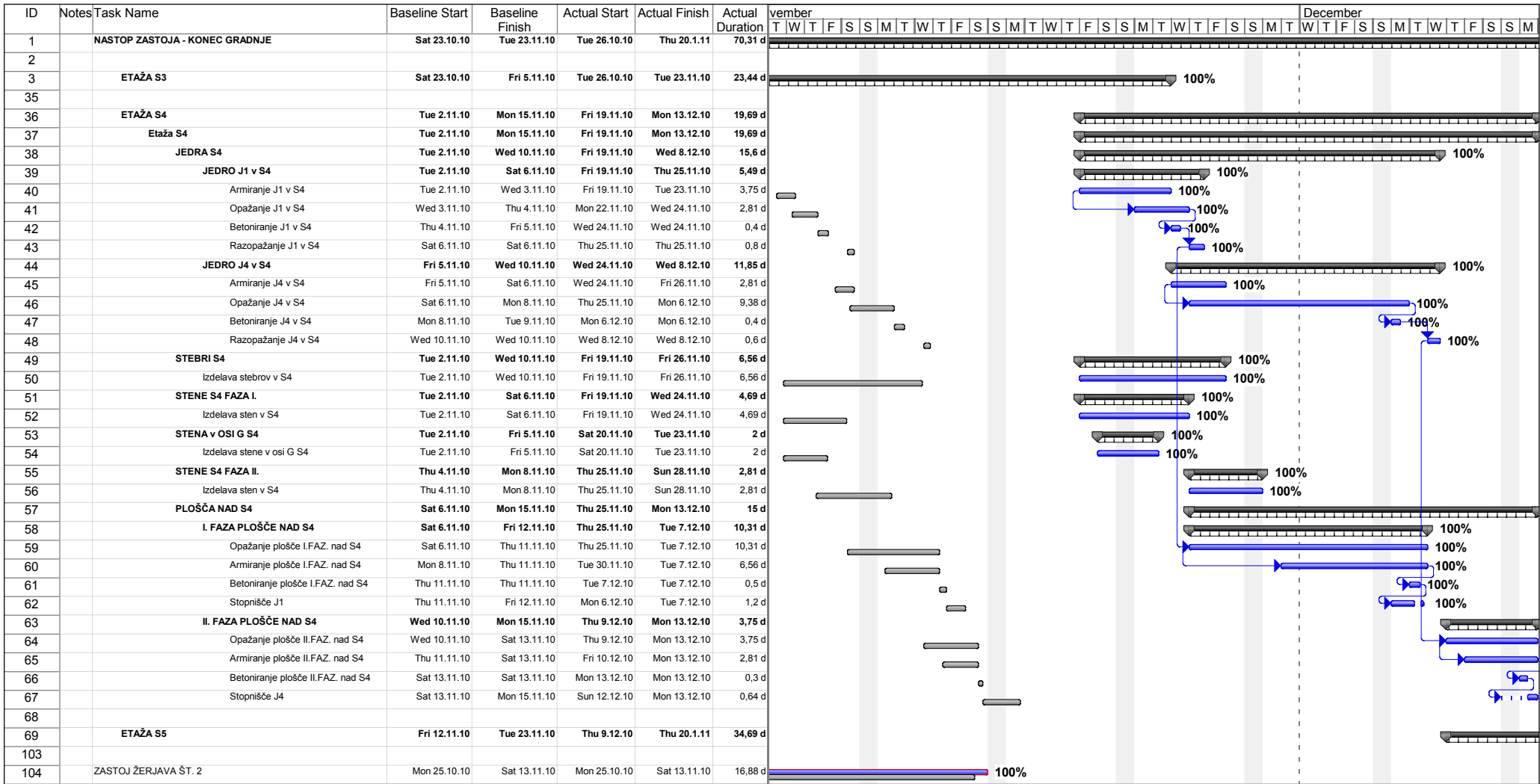




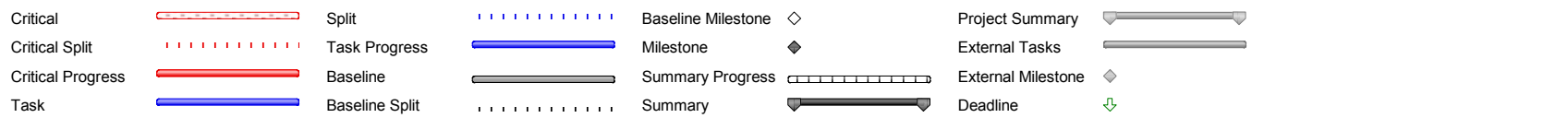
## **PRILOGA C: Plan spremljanja gradnje od nastopa zastoja do konca gradnje**



PRILOGA C: Spremljanje terminskega plana Obdobje: Nastop zastoja-konec gradnje	Critical		Split		Baseline Milestone		Project Summary	
	Critical Split		Task Progress		Milestone		External Tasks	
	Critical Progress		Baseline		Summary Progress		External Milestone	
	Task		Baseline Split		Summary		Deadline	



PRILOGA C: Spremljanje terminskega plana  
Obdobje: Nastop zastoja-konec gradnje



ID	Notes	Task Name	Baseline Start	Baseline Finish	Actual Start	Actual Finish	Actual Duration	December												January							
								F	S	S	M	T	F	S	S	M	T	F	S	S	M	T	F	S	S	M	T
1		NASTOP ZASTOJA - KONEC GRADNJE	Sat 23.10.10	Tue 23.11.10	Tue 26.10.10	Thu 20.1.11	70,31 d																				
2																											
3		ETAŽA S3	Sat 23.10.10	Fri 5.11.10	Tue 26.10.10	Tue 23.11.10	23,44 d																				
35																											
36		ETAŽA S4	Tue 2.11.10	Mon 15.11.10	Fri 19.11.10	Mon 13.12.10	19,69 d																				
68																											
69		ETAŽA S5	Fri 12.11.10	Tue 23.11.10	Thu 9.12.10	Thu 20.1.11	34,69 d																				
70		Etaža S5	Fri 12.11.10	Tue 23.11.10	Thu 9.12.10	Thu 20.1.11	34,69 d																				
71		JEDRA S5	Fri 12.11.10	Fri 19.11.10	Thu 9.12.10	Thu 13.1.11	29,06 d																				
72		JEDRO J1 v S5	Fri 12.11.10	Wed 17.11.10	Thu 9.12.10	Fri 17.12.10	7,5 d																				
73		Armiranje J1 v S5	Fri 12.11.10	Mon 15.11.10	Thu 9.12.10	Thu 16.12.10	6,56 d																				
74		Opažanje J1 v S5	Sat 13.11.10	Tue 16.11.10	Sat 11.12.10	Thu 16.12.10	4,69 d																				
75		Betoniranje J1 v S5	Tue 16.11.10	Tue 16.11.10	Thu 16.12.10	Thu 16.12.10	0,94 d																				
76		Razopažanje J1 v S5	Wed 17.11.10	Wed 17.11.10	Fri 17.12.10	Fri 17.12.10	0,94 d																				
77		JEDRO J3 v S5	Fri 12.11.10	Wed 17.11.10	Tue 14.12.10	Thu 16.12.10	2,81 d																				
78		Armiranje J1 v S5	Fri 12.11.10	Sat 13.11.10	Tue 14.12.10	Wed 15.12.10	1,88 d																				
79		Opažanje J1 v S5	Sat 13.11.10	Tue 16.11.10	Tue 14.12.10	Wed 15.12.10	1,88 d																				
80		Betoniranje J1 v S5	Tue 16.11.10	Tue 16.11.10	Wed 15.12.10	Wed 15.12.10	0,2 d																				
81		Razopažanje J1 v S5	Wed 17.11.10	Wed 17.11.10	Thu 16.12.10	Thu 16.12.10	0,94 d																				
82		JEDRO J4 v S5	Mon 15.11.10	Fri 19.11.10	Thu 16.12.10	Thu 13.1.11	23,44 d																				
83		Armiranje J4 v S5	Mon 15.11.10	Wed 17.11.10	Thu 16.12.10	Tue 21.12.10	4,69 d																				
84		Opažanje J4 v S5	Tue 16.11.10	Thu 18.11.10	Mon 20.12.10	Wed 22.12.10	2,81 d																				
85		Betoniranje J4 v S5	Thu 18.11.10	Thu 18.11.10	Wed 22.12.10	Wed 22.12.10	0,94 d																				
86		Razopažanje J4 v S5	Fri 19.11.10	Fri 19.11.10	Mon 10.1.11	Thu 13.1.11	3,75 d																				
87		PLOŠČE NAD S5	Wed 17.11.10	Tue 23.11.10	Fri 17.12.10	Thu 20.1.11	28,13 d																				
88		Plošča nad S5 - jedro 1	Wed 17.11.10	Sat 20.11.10	Mon 20.12.10	Mon 17.1.11	23,44 d																				
89		Opažanje pl nad S5 J1	Wed 17.11.10	Fri 19.11.10	Mon 20.12.10	Thu 13.1.11	20,63 d																				
90		Armiranje pl nad S5 J1	Thu 18.11.10	Fri 19.11.10	Wed 22.12.10	Thu 13.1.11	18,75 d																				
91		Betoniranje pl nad S5 J1	Fri 19.11.10	Fri 19.11.10	Thu 13.1.11	Thu 13.1.11	0,94 d																				
92		Razopažanje pl nad S5 J1	Sat 20.11.10	Sat 20.11.10	Fri 14.1.11	Mon 17.1.11	2,81 d																				
93		Plošča nad S5 - jedro 3	Wed 17.11.10	Fri 19.11.10	Fri 17.12.10	Sun 9.1.11	18,75 d																				
94		Opažanje pl ad S5 J3	Wed 17.11.10	Thu 18.11.10	Fri 17.12.10	Thu 23.12.10	5,63 d																				
95		Armiranje pl nad S5 J3	Thu 18.11.10	Thu 18.11.10	Mon 20.12.10	Thu 23.12.10	3,75 d																				
96		Betoniranje pl nad S5 J3	Thu 18.11.10	Fri 19.11.10	Thu 23.12.10	Thu 23.12.10	0,94 d																				
97		Razopažanje pl nad S5 J3	Fri 19.11.10	Fri 19.11.10	Sat 8.1.11	Sun 9.1.11	0,94 d																				
98		Plošča nad S5 - Jedro 4	Fri 19.11.10	Tue 23.11.10	Fri 14.1.11	Thu 20.1.11	5,63 d																				
99		Opažanje pl nad S5 J4	Fri 19.11.10	Mon 22.11.10	Fri 14.1.11	Sat 15.1.11	1,88 d																				
100		Armiranje pl nad S5 J4	Sat 20.11.10	Mon 22.11.10	Sat 15.1.11	Sat 15.1.11	0 d																				
101		Betoniranje pl nad S5 J4	Mon 22.11.10	Mon 22.11.10	Sat 15.1.11	Sat 15.1.11	0,94 d																				
102		Razopažanje pl nad S5 J4	Tue 23.11.10	Tue 23.11.10	Thu 20.1.11	Thu 20.1.11	0,94 d																				
103																											
104		ZASTOJ ŽERJAVA ŠT. 2	Mon 25.10.10	Sat 13.11.10	Mon 25.10.10	Sat 13.11.10	16,88 d																				

PRILOGA C: Spremljanje terminskega plana  
Obdobje: Nastop zastoja-konec gradnje

Critical		Split		Baseline Milestone		Project Summary	
Critical Split		Task Progress		Milestone		External Tasks	
Critical Progress		Baseline		Summary Progress		External Milestone	
Task		Baseline Split		Summary		Deadline	



## **PRILOGA D: Tabela izračuna parametrov zamude**



