

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:

**Tomaž Potrpin**

# **Uporaba programskega okolja Vico Control 2008 na primeru planiranja gradbenih del stanovanjsko poslovnega objekta**

Diplomska naloga št.: 311

**Mentor:**

izr. prof. dr. Jana Šelih

**Somentor:**

viš. pred. dr. Aleksander Srdić

Ljubljana, 24. 6. 2008

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Podpisani TOMAŽ POTRPIN izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom:  
**»UPORABA PROGRAMSKEGA OKOLJA VICO CONTROL 2008 NA PRIMERU  
PLANIRANJA GRADBENIH DEL STANOVANJSKO POSLOVNEGA OBJEKTA«.**

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

Ljubljana 12.06.2008

(podpis)

---

## **BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

- UDK:** 004.42:65.012.2:69(043.2)
- Avtor:** Tomaž POTRPIN
- Mentor:** doc. dr. Jana Šelih, univ. dipl. inž.grad.
- Naslov:** Uporaba programskega okolja Vico Control 2008 na primeru planiranja gradbenih del stanovanjsko poslovnega objekta.
- Obseg in oprema:** 87 str., 1 pregl., 47 sl., 2 prilog
- Ključne besede:** planiranje, Vico Control 2008, ciklogram

### **Izvelek:**

Namen naloge je predstaviti operativno planiranje v gradbeništvu ter tehnike planiranja z osredotočenjem na planiranje ponavljajočih se dejavnosti, ki se v praksi zelo pogosto pojavljajo. Teoretično bomo поблиže predstavili »ciklogramsko tehniko«, ki je hkrati teoretična podlaga računalniškega programa Vico Control 2008.

Drugi del naloge je obarvan nekoliko bolj praktično in sicer gre za predstavitev uporabe programskega okolja Viso Software. Pod omenjeno programsko okolje spada tudi program Control 2008, katerega uporabo bomo natančneje predstavili in hkrati uporabili za izdelavo konkretnega planiranja gradbenih del poslovno stanovanjskega objekta, z osredotočenjem na betonerska dela. Plan bo izdelan v več variantah, ki jih bomo med seboj primerjali in ustrezno interpretirali, s tem pa dokazali prednost uporabe programov za planiranje.

---

## **BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION**

**UDC:** 004.42:65.012.2:69(043.2)

**Author:** Tomaž POTRPIN

**Supervisor:** Assist. Prof. Dr. Jana Šelih

**Title:** Construction Scheduling of multi – storey buildings by using Vico Control 2008 software.

**Notes:** 87 pages, 1 tables, 47 figures, 2 add

**Key words:** planning, Vico Control 2008, cyclically plan

### **Abstract:**

The purpose of the task is to present operational planning in construction and planning techniques by focusing on recurrent activities that we often witness in practice. On the theoretical base I will explain “ciklogram theory”, which is also the basis of the software program Vico Control 2008. The second part of the enquiry is more practical as I present the Vico program software environment. Control 2008 program that is part of Vico software is presented in detail and used for developing a concrete plan of construction works in the case of business-residential facility with focus being on concrete works. Several versions of the plan are presented, discussed and interpreted to show the advantages of program usage in planning.

---

## **ZAHVALA**

Najprej gre zahvala moji družini za vsesplošno podporo v času študija, prav tako Nataši, tako za moralno podporo v času študija, kot tudi za pomoč pri oblikovanju besedil.

Hvala mentorici doc. dr. Jani Šelih in še posebej so mentorju dr. Aleksandru Srdić za pomoč in usmerjanje pri nastajanju diplomske naloge. Prav tako gre zahvala Bogdanu Košenina in Igorju Buh za pomoč pri pridobivanju informacij z gradbišča.

Na koncu gre zahvala vsem kolegom še posebej Marku in Alešu, ki so mi v času študija na kakršenkoli način priskočili na pomoč.

Hvala vsem!

---

## KAZALO VSEBINE

<b>1</b>	<b>UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1</b>	<b>Namen in cilj naloge .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>SPLOŠNO O OPERATIVNEM PLANIRANJU V GRADBENIŠTVU.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Planiranje .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>Vrste operativnih planov .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3</b>	<b>Terminski plani.....</b>	<b>5</b>
<b>2.4</b>	<b>Organizacijski pristop k operativnemu planiranju.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>TEHNIKE PLANIRANJA .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1</b>	<b>Planiranje projektov brez ponavljajočih se dejavnosti.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1.1</b>	<b>Mrežno planiranje .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1.2</b>	<b>Gantogramski prikaz terminskega plana.....</b>	<b>11</b>
<b>3.2</b>	<b>Planiranje projektov s ponavljajočimi se dejavnostmi .....</b>	<b>12</b>
<b>3.2.1</b>	<b>LOB planiranje (»line of balance«).....</b>	<b>12</b>
<b>3.2.2</b>	<b>RSM metoda.....</b>	<b>13</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Ortogonalno planiranje.....</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>OSNOVE OPERATIVNEGA PLANIRANJA PONAVLJAJOČIH SE DEJAVNOSTI .....</b>	<b>17</b>
<b>4.1</b>	<b>Splošno o ciklogramski tehniki planiranja.....</b>	<b>17</b>
<b>4.2</b>	<b>Osnove ciklogramske tehnike planiranja .....</b>	<b>18</b>
<b>4.3</b>	<b>Definicije pojmov in grafika ciklogramskega planiranja .....</b>	<b>19</b>
<b>4.3.1</b>	<b>Prekrivanje procesov.....</b>	<b>20</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Prikaz procesov in etap v ciklogramu .....</b>	<b>22</b>
<b>4.3.3</b>	<b>Ciklično, ritmično in taktno delo .....</b>	<b>23</b>
<b>4.3.4</b>	<b>Prostorska delitev dela in njen vpliv na čas gradnje in kapacitete.....</b>	<b>25</b>
<b>4.4</b>	<b>Vspostavitev cikličnega dela .....</b>	<b>26</b>
<b>4.5</b>	<b>Optimizacija cikličnega načina gradnje .....</b>	<b>26</b>
<b>4.5.1</b>	<b>Definiranje velikosti delovnih etap in izračun obsega dela v etapi.....</b>	<b>27</b>

---

<b>4.5.2</b>	<b>Opredelitev delovnih procesov.....</b>	<b>27</b>
<b>4.5.3</b>	<b>Dimenzioniranje kapacitet - delovnih skupin, mehanizacije in opreme.....</b>	<b>28</b>
<b>4.5.4</b>	<b>Smer gibanja kapacitet - sheme proizvodnega toka.....</b>	<b>28</b>
<b>4.5.5</b>	<b>Določanje optimalnega delovnega takta in delovnega koraka.....</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>PREDSTAVITEV PROGRAMSKE OPREME IZ DRUŽINE VICO SOFTWARE.....</b>	<b>33</b>
<b>5.1</b>	<b>Splošno.....</b>	<b>33</b>
<b>5.2</b>	<b>Vico Software Control 2008.....</b>	<b>34</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Načrtovanje z Vico Control.....</b>	<b>35</b>
<b>5.3</b>	<b>Vico Software Estimator 2008.....</b>	<b>41</b>
<b>5.4</b>	<b>Vico Software 5D Presenter 2008.....</b>	<b>42</b>
<b>6</b>	<b>PRIKAZ UPORABE PROGRAMA CONTROL 2008, NA PRIMERU GRADNJE STANOVANJSKO POSLOVNEGA KOMPLEKSA NA TRGU KOMANDANTA STANETA.....</b>	<b>45</b>
<b>6.1</b>	<b>Predstavitev projekta Stanovanjsko-poslovni kompleks Trg komandanta Staneta.....</b>	<b>45</b>
<b>6.2</b>	<b>Predstavitev predvidenega terminskega plana, ki je bil izdelan za objekt.....</b>	<b>50</b>
<b>6.3</b>	<b>Izdelava terminskega plana s pomočjo programa Control 2008.....</b>	<b>51</b>
<b>6.3.1</b>	<b>Osnovne nastavitve.....</b>	<b>51</b>
<b>6.3.2</b>	<b>Izdelava delovnih nalog.....</b>	<b>51</b>
<b>6.3.3</b>	<b>Vnos resursov.....</b>	<b>52</b>
<b>6.3.4</b>	<b>Ustvarjanje logičnih povezav.....</b>	<b>53</b>
<b>6.3.5</b>	<b>Končne nastavitve plana.....</b>	<b>54</b>
<b>6.3.6</b>	<b>Izpis pomembnih parametrov.....</b>	<b>55</b>
<b>6.3.7</b>	<b>Spremljanje plana s programom.....</b>	<b>56</b>
<b>6.4</b>	<b>Predstavitev variant terminskega plana.....</b>	<b>57</b>
<b>6.4.1</b>	<b>Terminski plan v katerem je bila aktivna le ena delovna ekipa.....</b>	<b>57</b>
<b>6.4.2</b>	<b>Terminski plan v katerem sta bili aktivirani dve delovni ekipi.....</b>	<b>59</b>
<b>6.4.3</b>	<b>Terminski plan v katerem so bile aktivirane štiri delovne ekipe.....</b>	<b>61</b>
<b>6.4.4</b>	<b>Primerjava posameznih variant plana.....</b>	<b>64</b>

---

<b>7</b>	<b>ZAKLJUČEK .....</b>	<b>67</b>
	<b>PRILOGA A : .....</b>	<b>69</b>
	<b>PRILOGA B : .....</b>	<b>71</b>
	<b>VIRI : .....</b>	<b>73</b>



## KAZALO SLIK

Slika 1 : Vpliv planiranja na racionalnost in krivulja stroškov. ....	3
Slika 2 : Prikaz področij uporabe grafičnih terminskih planov. ....	6
Slika 3 : Prikaz gantogramskega planiranja s pomočjo računalniškega programa .....	11
Slika 4 : Ciklogramski plan za štiri etažno zgradbo. ....	19
Slika 5 : Popolno zaporedno delo .....	21
Slika 6 : Delno zaporedno in delno vzporedno delo .....	21
Slika 7 : Neritmično, nevzporedno ciklično delo.....	23
Slika 8 : Ritmično nevzporedno ciklično delo .....	24
Slika 9 : Ritmično vzporedno ciklično delo, taktno .....	24
Slika 10 :a, b, c .....	25
Slika 11 : Smer izvajanja finalnih del po vertikali kot element ekonomičnosti gradnje. ....	29
Slika 12 : Določanje optimalnega delovnega takta. ....	30
Slika 13 : Vpliv dolžine takta in vstopnega časa na čas gradnje. ....	32
Slika 14 : Kadar s programom Control planiramo količine, lokacije in gr. območja(1), so recepti, postopki in viri (2) vključeni v delovne naloge (3) s prenosom načrtovanja podatkov. ....	35
Slika 15 : Okna s pomočjo katerih ustvarjamo etape in pa njihovo velikost. ....	36
Slika 16 : Programsko okno v katerem nastavljamo osnovne gabarite projekta. ....	36
Slika 17 : Prikazovanje ustvarjanja novih delovnih operacij s pomočjo risanja črt. ....	37
Slika 18 : Osnovno okno, s pomočjo katerega vnašamo resurse. ....	37
Slika 19 : Excelova datoteka za vnos resursov, katero program Control pravilno prebere. ..	38
Slika 20 : Slika prikazuje vrsto povezav in odvisnosti med posameznimi dogodki, kot tudi pot posamezne delovne skupine, ki jo določimo (črtkana črta). ....	39

---

Slika 21 : Okno se nam pojavi, ko spremenimo naklon dogodka, v njem lahko hitro spreminjamo potrebne gabarite za popravek plana. ....	40
Slika 22 : Slika prikazuje vpogledno okno spremljave gradnje projekta, s pomočjo barvnih oznak posameznih lokacij vidimo dejansko stanje projekta vsak trenutek gradnje .....	41
Slika 23 : Program Estimator in njegov klasičen pogled, ki omogoča preklapljanje in pregled vseh količin, materialov in dimenzij. ....	42
Slika 24 : Pogled 5D Presenter, v katerem vidimo zgoraj model, spodaj pa gantogram, objekt na sliki ni iz našega projekta. ....	43
Slika 25 : Vzdolžni prerez objekta SPC na Trgu komandanta Staneta .....	46
Slika 26 : Prerez na delu uvozne rampe objekta SPC na Trgu komandanta Staneta .....	46
Slika 27 : Prečni prerez objekta SPC na Trgu komandanta Staneta .....	47
Slika 28 : Sliki končanega objekta SPC na Trgu komandanta Staneta .....	49
Slika 29 : Okno osnovnih nastavitvev .....	51
Slika 30 : Okno v katerem se vidi poimenovanje in ostale omenjene nastavitve delovne operacije. ....	52
Slika 31 : Okno za vnos podatkov. ....	53
Slika 32 : Prikaz ustvarjanja povezav med delovnimi operacijami. ....	53
Slika 33 : Pogovorno okno ob ustvarjanju povezav. ....	54
Slika 34 : Pogovorno okno, v katerem je moč nastavljanje vse, kar se nanaša na delovno operacijo. Potrebno je le preklapljanje med zavihki, ki so označeni na sliki. ....	55
Slika 35 : Grafični prikaz spremljave projekta v programu. ....	56
Slika 36 : Terminski plan v programu Control 2008, kjer je prikazana tudi delovna sila, aktivna je ena delovna ekipa. ....	58
Slika 37 : Terminski plan v programu Control 2008, kjer je prikazana tudi delovna sila, aktivna je ena delovna ekipa – opcija »tako ko je mogoče«. ....	59
Slika 38 Terminski plan v programu Control 2008, kjer je prikazana tudi delovna sila, aktivni sta dve delovni ekipi. ....	60

---

Slika 39 : Terminski plan v programu Control 2008, kjer je prikazana tudi delovna sila, aktivni sta dve delovni ekipi – opcija »takoj ko je mogoče«.	61
Slika 40 : Terminski plan v programu Control 2008, kjer je prikazana tudi delovna sila, aktivne so štiri delovne ekipe.	62
Slika 41 : Terminski plan v programu Control 2008, kjer je prikazana tudi delovna sila, aktivne so štiri delovne ekipe – opcija »takoj ko je mogoče«.	63

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica različnih variant planiranja. ....	64
--	----

---

## **KAZALO PRILOG**

PRILOGA A .....	69
PRILOGA B.....	71

# 1 UVOD

Planirati v Slovenskem jeziku pomeni: vnaprej razmišljati o čem in predlagati, določati ustrezne ukrepe, načrtovati. Beseda izhaja iz latinskega jezika »*planere*«, ki pomeni v osnovi izravnava, lahko pa jo interpretiramo tudi kot sistemski zavestni proces razmišljanja in odločanja o ciljih, obnašanju ter ukrepanju v prihodnosti. Je pa tudi ugotavljanje, kateri dogodki in v kakšnem zaporedju se bodo odvili. (Ljubič, 2000) Planiranje je napovedovanje prihodnjih dogodkov, kar je v času hitrega tempa življenja in hitro odvijajočih se projektov zelo pomembno. V okviru gospodarskih panog je dober plan temelj za uspešno izvedbo projekta. To velja za vse panoge v gospodarstvu in nikakor ne samo za gradbeništvo. Kljub razvoju računalnikov in hitremu dostopu do informacij, je še vedno veliko podjetij, ki ne posvečajo nobene, ali pa zanemarljivo malo pozornosti planiranju. Prevladuje mnenje, da se s tem poveča administracija, pojavijo se potrebe po zaposlovanju ustreznega kadra, zaposleni nimajo ustreznega znanja in še bi lahko naštevali. Spremembe na trgu so danes zelo hitre, zato moramo velikokrat zelo hitro reagirati, kar pa včasih ni lahko. Brez ustreznih planov, ki nam omogočajo predvidevanja, se lahko kaj hitro odločimo na slepo, kar je lahko porazno za posamezne projekte. Planiranje nam omogoča: hitro odzivnost, zmanjšanje zalog, manj čakanja, dvig produktivnosti, krajšanje pretočnih časov, večanje tržnega deleža...

## 1.1 Namen in cilj naloge

Namen naloge je predstaviti operativno planiranje v gradbeništvu ter tehnike planiranja, ki se uporabljajo, pri tem pa poudariti njihove poglobitve prednosti. Osredotočili se bomo na planiranje ponavljajočih se dejavnosti oziroma »ciklogramsko planiranje«, ki se pojavlja pri gradnji več nadstropnih objektov, hiš v procesu gradnje naselja, cevovodov in cest. V drugem delu naloge bomo predstavili programe iz družine VicoSoftware za potrebe cikličnega planiranja in prikaza planov na različne načine. To bomo podkrepili s praktičnim primerom terminskega plana gradnje poslovno stanovanjskega objekta SPC v Ljubljani, ki smo ga izdelali s programom VicoSoftware Control 2008.

---

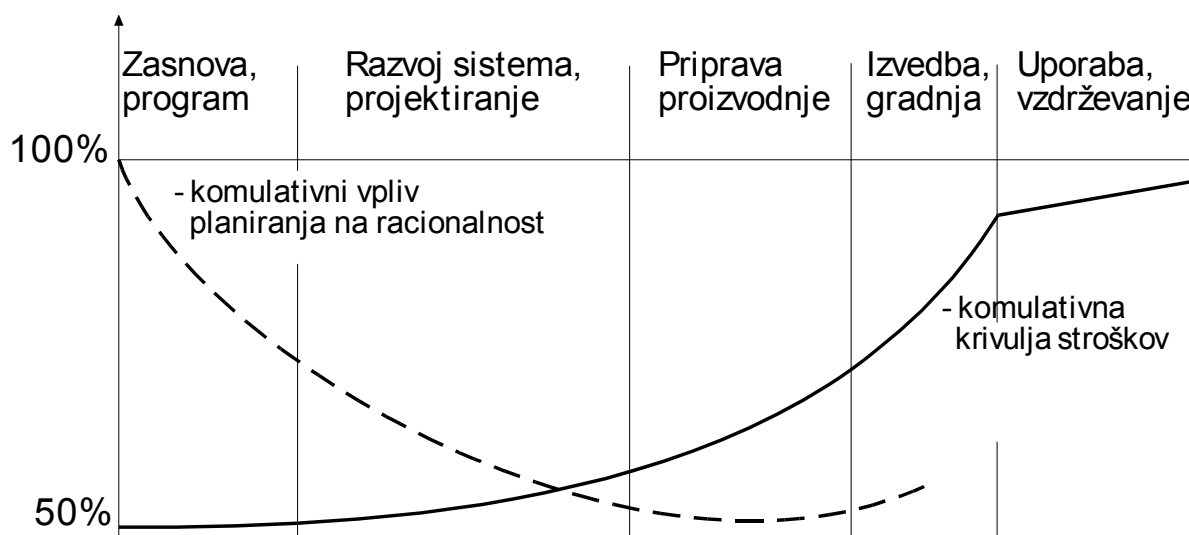
Cilj naloge je torej prikazati pomembnost planiranja na primeru iz prakse, ki plana skorajda ni imel ter ga ponazoriti z računalniškim programom Vico Control 2008. Najprej bomo pregledali teoretično podlago planiranja, nato pa predstavili program in njegovo uporabo, ter uporabnost na konkretnem primeru. Izdelali bomo več variant planov in jih med seboj primerjali in analizirali.

---

## 2 SPLOŠNO O OPERATIVNEM PLANIRANJU V GRADBENIŠTVU.

### 2.1 Planiranje

Za operativno planiranje v celoti velja načelo, da so učinki plana v smislu racionalnosti tem večji, čim zgodnejše se je planiranje začelo v okviru celotnega investicijskega procesa. To izhaja iz dejstva, da so v zgodnjih fazah možne in tudi nujne variantne rešitve, ki jih je nato treba optimizirati in ki so relativno poceni v primerjavi s stroški celotne investicije. Med samo izvedbo je seveda za variante prepozno in je vsaka večja sprememba načina dela lahko ekonomsko usodna, ker povzroči zastoj in podražitve. Približno lahko smatramo, da se 2/3 vseh potencialnih planskih racionalizacij lahko doseže pred začetkom gradnje objekta na terenu, kar kaže tudi naslednja skica, ki prikazuje zaporedne faze realizirane gradbene investicije:



Slika 1 : Vpliv planiranja na racionalnost in krivulja stroškov. (Vir: Rodošek, 1985)

Poleg pravočasnosti začetka planiranja so za plan načelno nujne lastnosti tudi: enotnost, celovitost in kontinuiteta planskega postopka. (Rodošek, 1985)



Osnovni cilji operativnih planov so opredeljeni s terminskim potekom proizvodnje, gradnje objektov, dodatni cilji pa se kažejo v zmanjševanju stroškov z racionalizacijo in kontinuirano izrabo delovnih sredstev, predmetov dela in delavcev ter z možnostmi učinkovitega usklajevanja tehnoloških procesov. Te cilje pa lahko dosežemo le s kvalitetnimi plani oziroma z izborom takšnih tehnik operativnega planiranja, s katerimi dosegamo maksimalno kontinuiteto in zveznost izrabe kapacitet.

## **2.2 Vrste operativnih planov**

Operativne plane v gradbeništvu lahko razvrščamo glede na namembnost in glede na predmet planiranja.

Glede na namembnost razvrščamo operativne plane v:

- generalne in
- detajlne

Generalne plane, imenovane tudi globalni ali okvirni plani, izdelujemo za potrebe investitorjev in proizvodnih enot oz. sektorjev, detajlne, imenovane tudi izvedbene plane, pa za potrebe obratov, delavnic in gradbišč.

Glede na predmet planiranja razvrščamo operativne plane v:

- terminske in
- spremljajoče plane.

Terminske plane, imenovane tudi časovni ali plani napredovanja del, izdelujemo za prikaz časovnega poteka proizvodnje (gradnje objekta), spremljajoče plane, imenovani tudi pomožni plani, pa za prikaz potreb po delavnicah (delovni sili), mehanizaciji, materialih in finančnih sredstvih. (Pšunder, 1990)

---

## **2.3 Terminski plani**

Terminski plani so najpomembnejši plani operativnega planiranja. Služijo kot osnova za izdelavo spremljajočih planov ter kot osnova za organizacijske ukrepe (vodenje, pravočasno izvajanje del, časovna kontrola izvajanja del).

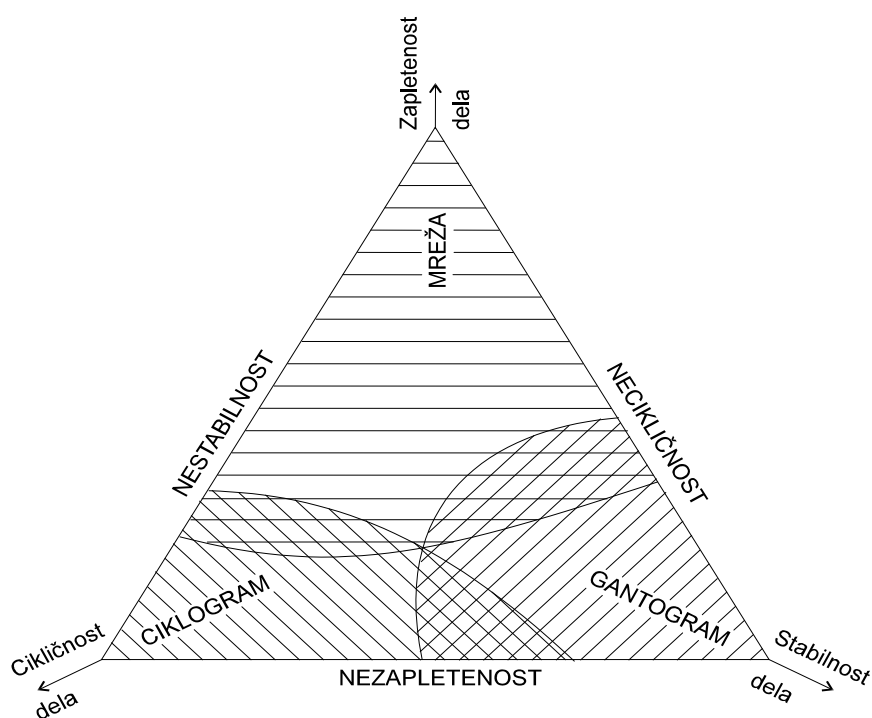
Terminske plane izdelujemo za različna razdobja. Pri generalnih terminskih planih se razdobje nanaša na trimesečje, na pol leta in na leto dni, pri detajlnih operativnih planih pa vedno na čas izgradnje gradbiščnega kompleksa ali objekta in pogosto tudi na krajša razdobja.

S terminskimi plani določimo:

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

Terminske plane izdelujemo grafično z naslednjimi tehnikami:

- gantogramske ali blokovne tehnike,
  - ciklogramske ali taktne tehnike,
  - tehnike mrežnega planiranja.
-



Slika 2 : Prikaz področij uporabe grafičnih terminskih planov. (Vir: Pšunder, 1990)

Rezultati uporabe naštetih tehnik so gantogrami, ciklogrami, ortogonalni plani in mrežni diagrami. Vsekakor imajo grafični terminski plani veliko prednost pred številčnimi terminskimi plani. Predvsem od tehnološke zapletenosti dela (aktivnosti) in od cikličnosti ponavljanja delovnih procesov je v glavnem odvisno, katero tehniko terminskega planiranja bomo izbrali. (Pšunder, 1990)

## 2.4 Organizacijski pristop k operativnemu planiranju

Brez operativnega planiranja je vsaka proizvodnja obsojena na nenatančnost izvajanja delovnih in tehnoloških procesov, kar vodi k neekonomičnosti in neproduktivnosti proizvodnje. Zato je operativno planiranje predpogoj načrtne in racionalne proizvodnje.

Priprava operativnih planov sodi na področje tehnološke priprave proizvodnje. Le na podlagi nadrobne preučitve planske naloge, tj. nadrobne preučitve tehnične dokumentacije,

tehnoloških in delovnih procesov in projekta organizacije gradbišča ter upoštevajoč proizvodne možnosti je mogoče izdelati kakovostne operativne plane.

Organizacijsko je primerno, da se lotimo izdelave operativnih planov timsko. V tim je potrebno pritegniti poleg strokovnjaka planerja še tehnologa in organizatorja dela, po možnosti pa tudi bodočega odgovornega vodjo projekta. Tako sestavljen delovni tim izdelava najprej statične spremljajoče plane (ki sestavljajo I. fazo operativnega plana) in šele zatem detajlni in generalni operativni plan s terminskim planom gradnje (ki predstavlja II. fazo operativnega planiranja) in s pripadajočimi oz. potrebnimi spremljajočimi plani (ki predstavljajo III. fazo operativnega planiranja).

Delovni tim pa svoje naloge ne konča z izdelavo operativnega plana. Njegova naloga je, da gradnjo spremlja (kontrolira izvajanje plana) in pripravlja spremembe operativnega plana, če razmere pri gradnji objekta to zahtevajo. (Pšunder, 1990)

---

### 3 TEHNIKE PLANIRANJA

Operativne plane v gradbeništvu lahko razvrščamo glede na trajanje obdobja, glede na namembnost in glede na predmet planiranja.

Glede na trajanje obdobja razvrščamo operativne plane v:

- dolgoročne (nad 5 do 15 ali 20 let), tudi perspektivni ali razvojni plani;
- srednjeročne (cca. 5 let) največkrat proizvodni ali vzdrževalni;
- kratkoročne (1 do 3 leta), plani gradnje konkretne investicije (objekta).

Glede na namembnost delimo plane na:

- globalne (okvirni, generalni, integralni, direktivni), ki zajemajo vsa področja gradbene investicije in so namenjeni splošnemu pregledu vodstvenih delavcev in organov;
- detajlne (področni, razčlenjeni, predmetni, podrobni, izvedbeni), ki zajemajo eno področje, en objekt ali njegov del, eno vrsto proizvoda ali gradbene storitve, oz. en tehnološki proces.

Glede na predmet planiranja delimo plane na:

- terminske plane (časovni plani ali plani napredovanja del), ki jih izdelujemo za prikaz časovnega poteka proizvodnje ali gradnje;
- spremljajoče plane (pomožni plani) pa za prikaz potreb po delavnicah, delovni sili, mehanizaciji, materialih in finančnih sredstvih. (Rodošek, 1985)

Glede na način izvajanja dejavnosti oziroma vrsto projekta lahko ločimo:

- tehnike in metode planiranja projektov brez ponavljajočih se dejavnosti
  - tehnike in metode planiranja projektov s ponavljajočimi se dejavnostmi
-

### **3.1 Planiranje projektov brez ponavljajočih se dejavnosti**

#### **3.1.1 Mrežno planiranje**

Mrežno planiranje temelji na celovitem prikazu v okviru projekta potrebnih diskretnih opravil, dejavnosti oziroma dogodkov s pomočjo mrežnega plana oziroma mrežnega diagrama. Le-ta v grafični obliki (v obliki mreže) predstavlja zaporedje in medsebojno odvisnost opravil, dejavnosti in dogodkov, ki so potrebni za realizacijo projekta. Osnovna delitev metod je delitev na deterministične in stohastične metode. Pri determinističnih metodah je denimo znano vse (cilj, dejavnosti za doseg cilja, zaporedje opravljanja dejavnosti, medsebojne odvisnosti). Pri stohastičnih metodah pa se pretežno operira z verjetnostjo ki je manjša ali (redko) enaka ena. Zatorej pri tej metodi ni nujno da je cilj eksaktno definiran in ne pomeni da je dosegljiv. Tudi dejavnosti za doseg cilja niso vedno znane, znana so le verjetna območja velikosti časa trajanja dejavnosti.

Osnovne metode mrežnega planiranja, ki se največkrat uporabljajo v praksi so:

**CPM** – Critical Path Method - metoda kritične poti

**PERT** – Program Evaluation and Review Technique - tehnika ocene in preverjanja projekta

**MPM** – METRA Potential Method - METRA metoda potencialov

**GERT** – Graphical Evaluation and Review Technique - grafična tehnika ocenjevanja in nadzora projekta

Osnovna elementa vsakega mrežnega plana sta:

- **dejavnost**
  - **dogodek**
-

**Dejavnost** je proces, ki se mora opraviti, da bi se na poti h končnemu cilju projekta prešlo z neke nižje stopnje na naslednjo, višjo stopnjo. Vsaka dejavnost traja določen čas, ima začetni in končni dogodek, povezuje dva in samo dva dogodka, se prične šele po nastopu dogodka ki pogojuje njen začetek in je pretežno vezana na vire.

Dejavnosti v nekem projektu so lahko:

- projektiranje
- nabavljanje
- nabavni roki
- izdelava
- kontroliranje
- čakanje na soglasja in dovoljenja

**Dogodek** je stanje, ki nastopi, ko se neka dejavnost začne ali konča oziroma stanje, ki nastopi, ko se opravi ena ali več dejavnosti, ki vodijo k njemu. Velja pa, da se z istim dogodkom lahko začne oziroma konča več dejavnosti in da med dvema zaporednima dogodkoma poteka lahko samo ena dejavnost.

Dogodek v nekem projektu je lahko:

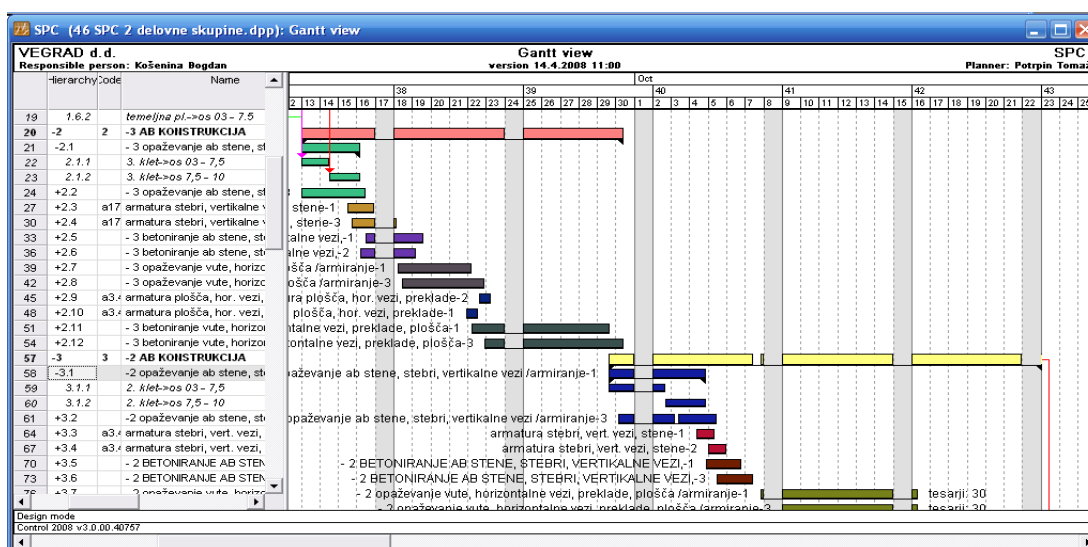
- začetek projektiranja
- končanje projektiranja
- pričetek naročanja materiala
- material je dobavljen
- izdano je soglasje

(Rant, 1995)

---

### 3.1.2 Gantogramski prikaz terminskega plana

Gantogramska tehnika je najstarejša tehnika terminskega planiranja. Osnovna ideja izdelave terminskih planov s pomočjo gantogramske tehnike je zelo enostavna: uporabiti moramo koordinatni sistem tako, da nam horizontalna os predstavlja čas, vertikalna os pa aktivnost (glej sliko 3).



Slika 3 : Prikaz gantogramskega planiranja s pomočjo računalniškega programa (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

Rezultat gantogramske tehnike izdelave terminskih planov so gantogrami, imenovani tudi Ganttovi diagrami, blokovni diagrami, linijski plani, paralelni plani ali koledarski plani.

Gantogrami so danes najbolj razširjena grafična oblika prikazovanja terminskih planov, ki pa je že dobro podprta z raznimi računalniškimi programi. Eden od najbolj razširjenih programov, ki temelji na omenjeni tehniki prikazovanja, je zagotovo Microsoft Project.

Iz tega planiranja je razvidno, kako si aktivnosti časovno sledijo, koliko časa je za posamezno aktivnost na razpolago, kako se nekatere od aktivnosti prekrivajo in kolikšen je čas za izvršitev aktivnosti. Prikaz je enostaven, lahko razumljiv in preprost za spremljanje oz. kontroliranje. To so glavne prednosti gantogramov.



Gantogramsko tehniko izdelave terminskih planov je smiselno uporabiti tudi za spremljavo dinamičnih spremljajočih planov: planov delovne sile, planov količin, mehanizacije in plana finančnih sredstev. Razlika je le v tem, da na vertikalno os koordinatnega sistema ne nanašamo več dejavnosti, temveč v ustreznem merilu delovno silo, mehanizacijo, glavne materiale in finančna sredstva.

Značilne aktivnosti v gantogramskem prikazu terminskih planov gantogramov so pri gradnji objekta lahko:

- etaže (kletne etaže, pritličje, I.nadstropje, itd.),
- konstrukcijski elementi (temelji, AB stebri, gobasta plošča, itd.),
- delovni procesi (izdelava opaža, armature, betona, itd.),
- delovne operacije (ravnanje, rezanje ali krivljenje armature, itd.);

Izbira aktivnosti je seveda odvisna od tega, za kakšne potrebe potrebujemo gantogram. V gradbeni praksi se najpogosteje srečujemo s potrebami po izdelavi gantogramov za gradnjo objektov v celoti, za aktivnosti v ta namen izberemo konstrukcijske ali delovne elemente tehnološkega procesa. Te je enostavno izbrati, če imamo tehnološki proces oblikovan z diagrami toka materiala ali pa s karto delovnega procesa.

## **3.2 Planiranje projektov s ponavljajočimi se dejavnostmi**

### **3.2.1 LOB planiranje (»line of balance«)**

»Linija ravnotežja« je variacija metod linearnega planiranja, ki omogočajo ravnotežje operacij, v smislu da vsaka aktivnost nastopa ponavljajoče. Bistvena korist metod LOB (linija izven ravnotežja) je, da omogoča hkraten vpogled v trajanje, lokacijo in stopnjo produktivnosti, kot tudi število in selitev delovnih skupin iz etape v etapo. Prav tako je omogočen jasen prikaz zgodovine napredovanja posameznih dejavnosti in tako zgodnje odkrivanje odstopanj od predvidenega plana. LOB metodologija je omejena na projekte s

---

ponavljajočimi se dejavnostmi, ki se lokacijsko ne prekrivajo preveč, sicer postane nepregledna.

Vrste možnih algoritmov za planiranje ponavljajočih se dejavnosti se delijo v dve glavni skupini. Prva, ki je primerna le za tipične ponavljajoče se dejavnosti, imenovana tudi LOB (Line Of Balance) in druga skupina, ki je enako primerna za tipične in atipične, imenovana tudi LSM (Linear Scheduling Methods). Vse te možne vrste planiranja ne morejo hkrati upoštevati vseh faktorjev, ki vplivajo na način planiranja.

Za definiranje posamezne ponavljajoče dejavnosti moramo poznati sledeče:

- ali je dejavnost tipična ali atipična,
- število skupin, ki so predvidene za simultano opravljanje dela,
- prekinjenost dela,
- časi, ko je delovna sila na voljo in
- vrstni red opravljanja ponavljajočih se dejavnosti;

### **3.2.2 RSM metoda**

Repetitive Scheduling Method (metoda planiranja ponavljajočih se dejavnosti). Vertikalne konstrukcije so ponavljajoče se etape, navadno diskretne, kot so hiše, skladišča ali nadstropja v stavbah, kjer se napredek pri delu meri v zaključenih enotah. Enote so navadno prikazane na y osi, čas pa na x osi. Za horizontalne konstrukcije, kot so avtoceste, cevovodi, kanali, tuneli, je napredek pri delu merjen v enotah dolžine in te enote so na x osi, čas je na y osi.

Ponavljajoče se etape projekta morajo biti urejene v nekem logičnem zaporedju po določeni osi, da je razviden njihov vzorec ponavljanja. Nadstropja v zgradbah so pretežno narejena eno nad drugim, gradnja hiš pa se lahko načrtuje (planira) tako, da sledi trgu prodajanja hiš.

---

Postaje ob cestah se lahko logično razporejajo z začetkom oziroma koncem trase, ali pa se jih planira glede na prometne pogoje. RSM metoda torej nudi:

- grafična metoda,
- RSM diagrami so zelo uporabni, saj lahko z njihovo pomočjo predvidimo karakteristike za uspešen ali pa tudi neuspešen projekt,
- vsebuje računalniški algoritem, ki izračunava začetni čas vsake aktivnosti in hkrati trajanje celotnega projekta, obenem pa upošteva tudi razne zaplete in potrebe po ponavljajočih se virih,
- preloži se končni čas predhodnika, da se sreča z začetim časom naslednika, tako da vmes ne pride do čakanja;

### **3.2.3 Ortogonalno planiranje**

Bistvo te tehnike planiranja je v tem, da na eno od koordinatnih osi nanese vzdolžni presek objekta, na drugo koordinatno os pa časovno skalo izvajanja del. Z daljicami (linijami) v tako skonstruiranem koordinatnem sistemu ponazarjamo dela (aktivnosti), ki so na eni od osi koordinatnega sistema opredeljena časovno, na drugi pa lokacijsko.

Rezultat ortogonalne tehnike planiranja so ortogonalni terminski plani. Ti so posebej primerni za terminsko planiranje izrazito longitudinalnih (razvlečenih) objektov: za ceste, železnice, regulacije voda, itd. V določenih primerih pa jih lahko uporabimo tudi za terensko planiranje objektov visokih gradenj, na primer industrijske hale, večstanovanjske objekte, itd.

Ortogonalne terminske plane lahko v praksi uporabljamo kot samostojne terminske plane, lahko pa tudi v kombinaciji z drugimi vrstami terminskih planov, predvsem v kombinaciji z mrežnimi plani in gantogrami.

Z ozirom na način terminskega prikazovanja del so ortogonalni plani podobni ciklogramom in jih zato nekateri uvrščajo v skupino teh planov. Za razliko od ciklogramov predstavlja

---

horizontalna os koordinatnega sistema pri ortogonalnih planih navadno delovne odseke (etape, polja) objekta, prikazane z vzdolžnim presekom objekta, vertikalna os pa časovno skalo izvajanja aktivnosti. Le pri izrazito visokih objektih (več etažnih objektih) sta osi zamenjani in se vertikalno nanaša objekt po višini, horizontalno pa čas izvajanja aktivnosti.

Ortogonalne terminske plane izdelujemo tako kot druge terminske plane po vrstnem redu opravil, ki so:

- določitev aktivnosti, njihovih količin in vrstnega reda izvajanja aktivnosti,
- določitev časa trajanja posameznih aktivnosti in
- konstruiranje ortogonalnega terminskega plana.

Za lažjo in preglednejšo izdelavo ortogonalnih planov je potrebno aktivnosti, ki jih nameravamo planirati, določiti vedno v minimalnem možnem številu za gradnjo nekega objekta. Obračunske postavke nikakor niso aktivnosti, temveč skupina obračunskih postavk, ki tvori neko tehnološko celoto oz. konstrukcijski element.

Osnova za konstruiranje ortogonalnega terminskega plana je koordinatni sistem, v katerem imata lahko osi dvojni pomen:

- Če planiramo objekte nizkih gradenj, potem predstavlja vodoravna os objektno in vertikalno časovno os. Vzdolž vodoravne osi narišemo potek objekta nizkih gradenj v obliki skice s prikazom vseh tistih pomembnih mest, na katerih izvajamo aktivnosti v določenem času. Skico objekta lahko prikažemo po izbiri planerja na dnu ali pa na vrhu ortogonalnega plana.
  - Če planiramo objekt visokih gradenj, potem predstavlja vodoravna os časovno in vertikalna objektno os. Vzdolž vertikalne objektne osi narišemo presek objekta nizkih gradenj v obliki skice s prikazom vseh tistih pomembnih mest na katerih izvajamo aktivnosti v določenem času. Skico objekta prikažemo vedno na levi strani plana. V tem primeru je ortogonalni plan zelo podoben ciklogramu, vendar je vsebinsko različen. (Pšunder, 1990)
-



## **4 OSNOVE OPERATIVNEGA PLANIRANJA PONAVLJAJOČIH SE DEJAVNOSTI**

### **4.1 Splošno o ciklogramski tehniki planiranja**

Po drugi svetovni vojni so pričeli v gradbeništvu v svetu in tudi pri nas uporabljati nove metode gradnje, ki so se zgledevale po industrijskem načinu proizvodnje drugih industrijskih panog.

Industrijski način proizvodnje po načelih verižne proizvodnje je gradbeništvo osvojilo najprej v proizvodnji gradbenih materialov in izdelkov ter nato v mejah zmožnosti še pri gradnji montažnih in drugih objektov, kjer je bilo možno opravljati delitev dela v nekem ritmičnem vrstnem redu opravljanja teh del oz. delovnih procesov.

Z razvojem industrializacije sta se pokazali dve možnosti verižne proizvodnje v gradbeništvu:

1. premika se gradbeni proizvod, na katerem opravljajo svoja dela specializirane delovne skupine in
2. premikajo se specializirane delovne skupine, ki opravljajo soje delo na proizvodu.

Prvo možnost imamo pri proizvodnji gradbenih izdelkov in gradbenih materialov, če je ta organizirana v obliki tekočega traku. Drugo možnost pa najdemo pri gradnji objektov, če je proizvodnja organizirana s tako imenovanim taktim načinom dela, ki zahteva delo specializiranih delovnih skupin, strokovno usposobljenih za izvrševanje določenih delovnih procesov.

---

Dokazano je, da niti gantogramska niti mrežna tehnika planiranja nista primerni za terminsko planiranje verižne proizvodnje. V ta namen je bila razvita nova tehnika planiranja - CIKLOGRAMSKA TEHNIKA. Na njej temeljijo tudi vse navedene tehnike v poglavju 2.7.

Rezultat ciklogramske tehnike terminskega plana so ciklogrami, imenovani tudi taktni plani, ki na preprost način grafično prikazujejo rešitve terminskega planiranja verižne proizvodnje. (Pšunder, 1990)

Odvisno od uporabljene tehnike se tudi ciklogramski prikazi med seboj rahlo razlikujejo, vse pa združuje princip prikaza lokacije in časa.

## **4.2 Osnove ciklogramske tehnike planiranja**

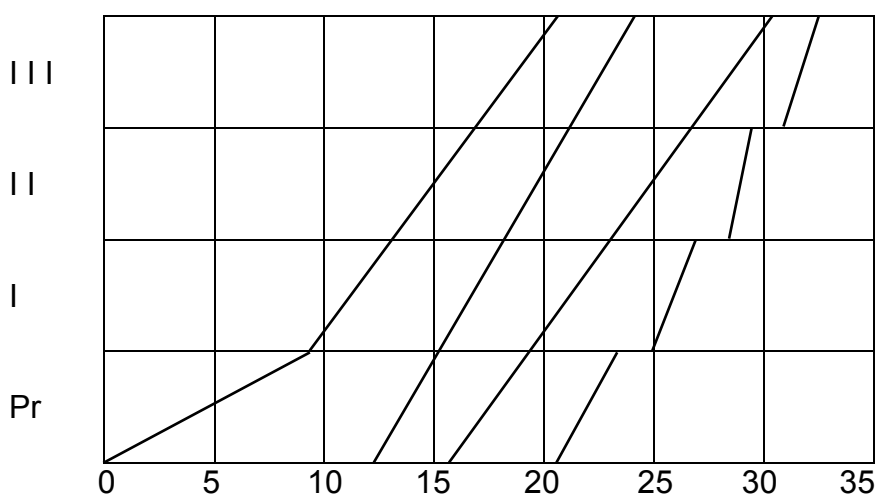
S pojavom industrializacije gradnje in razvojem prefabrikacije vse večjega števila konstrukcijskih delov zgradbe, se je pojavila težnja, kako čim uspešneje zajeti večkratne ponovitve dela v enakih časovnih presledkih, ki so krajevno spremenljivi. Odgovor na to so dale sodobne metode plana, ki se grafično izražajo s pomočjo ciklogramov (Sl. 4)

Ciklogrami ponazarjajo zaporedna dela (dejavnosti) s premicami, katerih naklon se spreminja glede na trajanje dela. Konstruira se za vse proizvodne procese, ki jih simbolizirajo poševne linije. Na absciso koordinatnega sistema se nanaša čas v merilu (navadno v delovnih dnevih), na ordinato pa se nanesejo delovne etape. Naklon premic je določen z začetnimi in zaključnimi točkami vsakega dela. Čim večji je naklon premic, v tem krajšem času, to je z večjo intenziteto, se mora delo opraviti.

Na osnovi ciklograma je možno proizvodnjo oziroma gradnjo zelo enostavno spremljati (časovno kontrolirati). Z nanašanjem dejanskega naklona napredovanja del lahko zelo hitro ugotovimo zamude ali prehitevanja pri izvajanju del.

---

To planiranje ima iste prednosti kot gantogram (prikaz je enostaven, lahko razumljiv in preprost za spremljanje), poleg tega pa ima še dodatno možnost, da se lahko uvrstijo v skupino vsa dela, ki se tičejo istega objekta in se lahko zasleduje isti delovni proces, predstavljen z nepretrgano črto (npr. zidovi). Obratno pa zahteva razumevanje tega planiranja več izkušenj kot razumevanje gantograma in spremembe so tu bolj zapletene. Odvisnosti se tu sorazmerno težko prikažejo.



Slika 4 : Ciklogramski plan za štiri etažno zgradbo. (Vir: Rodošek, 1985)

Ciklogramski plan prinaša bistvene prednosti, če ga primerjamo z gantogramom, zlasti na področju spremljanja gradnje. Tu je namreč z vnašanjem dejanskega naklona hitrosti napredovanja del možno izračunati zamude ali prehitevanja vseh tehnoloških tokov in obenem povzeti ustrezne protiukrepe. (Rodošek, 1985)

### 4.3 Definicije pojmov in grafika ciklogramskega planiranja

Na splošno lahko vsako delo, torej tudi gradnjo kakršnega koli objekta, razčlenimo na posamezne **delovne procese**, ki se med seboj razlikujejo po uporabljeni tehnologiji (načinu opravljanja nekega dela), s tem pa največkrat tudi po poklicu delavcev oz. po specialni opremi, mehanizaciji, ali po orodju za to specifično vrsto dela.



Ti procesi so lahko:

Med seboj odvisni in zato (pretežno) zaporedni. Ta odvisnost je lahko trojne narave:

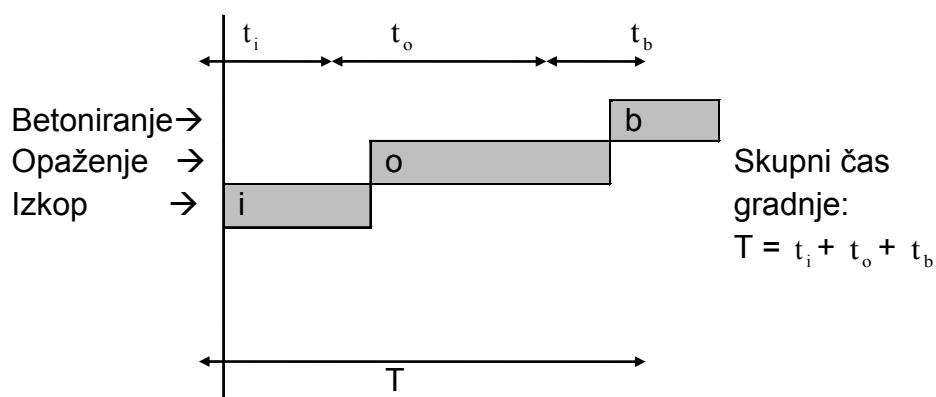
- logična ali krajevna (lokacijska) odvisnost npr.: transport opeke je pogoj za zidanje, montaža odra je pogoj za delo na odru, plošča kleti je pogoj za izdelavo plošče pritličja;
- kapacitivna odvisnost npr.: žerjav, ki je nujen tako za montažo, kot betoniranje pogojuje nujnost, da odločamo o tem, katero od obeh dejavnosti bomo opravili prej, ali pa, ena sama armiraška skupina mora najprej opraviti krivljenje, nato pa šele polaganje armature;
- tehnološka odvisnost npr.: zabetoniran betonski prefabriciran element zahteva določen čas odležavanja, preden ga smemo transportirati, barvanje zahteva čas sušenja ipd.

Med seboj neodvisni procesi, to so procesi, ki nimajo bodisi nobene soodvisnosti ali pa so prvotno odvisni procesi, ki jih napravimo neodvisne z organizacijskimi ali tehnološkimi posegi. (Rodošek, 1985)

### 4.3.1 Prekrivanje procesov

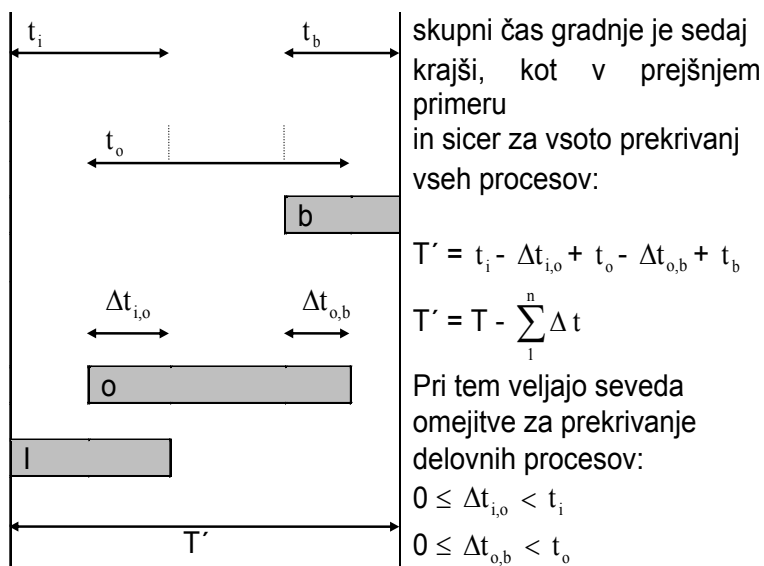
Najenostavnejša medsebojna razvrstitev je popolno zaporedje, ki je vedno možno, kar pomeni, da vsak proces popolnoma končamo, preden začnemo naslednjega. Primer prikazuje procese izkopa " i ", opaževanja " o " in betoniranja " b " nearmiranega temelja. Trajanje teh procesov je ustrezno indeksirano s simboli "  $t_i$  ", "  $t_o$  " in "  $t_b$  ".

---



Slika 5 : Popolno zaporedno delo (Vir: Rodošek, 1985)

Če je temelj zadosti velik, je tu možno vpeljati bistveno plansko racionalizacijo, ki tvori osnovo za vsa ciklična (ponavljajoča se) dela in sicer, da namesto vse predolgo trajajočega popolnega zaporedja skušamo vpeljati delno vzporedni potek procesov s tem, da procese delno prekrivamo. Prekrivanje je istočasni delni potek dveh različnih procesov, ki sta si sicer soodvisna (predhodni pogoj za naslednjega), vendar to ne pomeni popolnega dokončanja, ampak le delno dokončanje predhodnega procesa pred začetkom naslednjega:



Slika 6 : Delno zaporedno in delno vzporedno delo (Vir: Rodošek, 1985)

Za primer  $\Delta t_{i,o} = 0$  in  $\Delta t_{o,b} = 0$ , če torej prekrivanj ni, nastopi spet prvotni primer popolnoma zaporednega dela. Primer:  $\Delta t_{i,o} = t_i$  in  $\Delta t_{o,b} = t_o$  sta nemogoča, ker soodvisnost procesov izključuje njihovo popolno vzporednost. S tem se postavlja vprašanje, kako dolgi morajo biti neprekriti deli procesov, konkretno na zgornjem primeru torej vrednosti:

$$(t_i - \Delta t_{i,o}) \text{ in } (t_o - \Delta t_{o,b}).$$

Neprekriti deli morajo biti vsaj tako dolgi, da na nekem primerno velikem prostoru oz. odseku opravijo predhodni delovni proces izključno tisti delavci (stroj, naprava), ki so za to strokovno usposobljeni (specializirani).

Odsek je torej prostorsko oz. količinsko zaokrožen del "q<sub>i</sub>" objekta (gradbene naloge), na katerem lahko učinkovito dela v času "t<sub>i</sub>" ena sama, temu procesu "p<sub>i</sub>" dodeljena kapaciteta (delovna skupina, posameznik, stroj, naprava) "S<sub>i</sub>".

Odseku kot prostorskemu (količinskemu) pojmu ustreza torej korak "t<sub>i</sub>", to je čas, ko na procesu "p<sub>i</sub>" dela na odseku "q<sub>i</sub>" izključno ena sama kapaciteta "S<sub>i</sub>" brez prekrivanja z ostalimi procesi.

V interesu čim krajšega skupnega časa gradnje "T" težimo po eni strani za čim večjim prekrivanjem med posameznimi procesi, kar imenujemo tudi paralelizacija del, po drugi strani pa k čim večji učinkovitosti (produktivnosti) dela z dovolj velikimi odseki, ki to še omogočajo. Stopnjo paralelizacije je torej potrebno vselej optimizirati. (Rodošek, 1985)

### **4.3.2 Prikaz procesov in etap v ciklogramu**

Prikazani način prekrivanja procesov je nepregleden, ker je razvidno le, kdaj se dela, ne pa tudi kje se dela. Ciklogramsko planiranje je zato vpeljalo poleg časovne abscise še prostorsko ordinato.

Horizontalno torej nanašamo zaporedne neprekrivane dele (odseke) procesov "q<sub>ij</sub>", ki si sledijo v razmaku korakov "t<sub>i</sub>", vertikalno pa nizamo zaporedno razvrščene (nadaljnje) odseke.

---

Pri tem pomeni "i" vrsto procesa (pri skupnem številu procesov "n"), indeks "j" pa zaporednost odsekov (etap) procesa (pri skupnem številu etap "m").

Skupno količino dela "Q" lahko torej razdelimo:

- po vrstah procesov ( v ciklogramu diagonalno ):  $Q = \sum_{i=1}^n Q_{pi}$ ,

kjer pomeni:  $Q_{pi} = \sum_{j=1}^m q_{ij}$

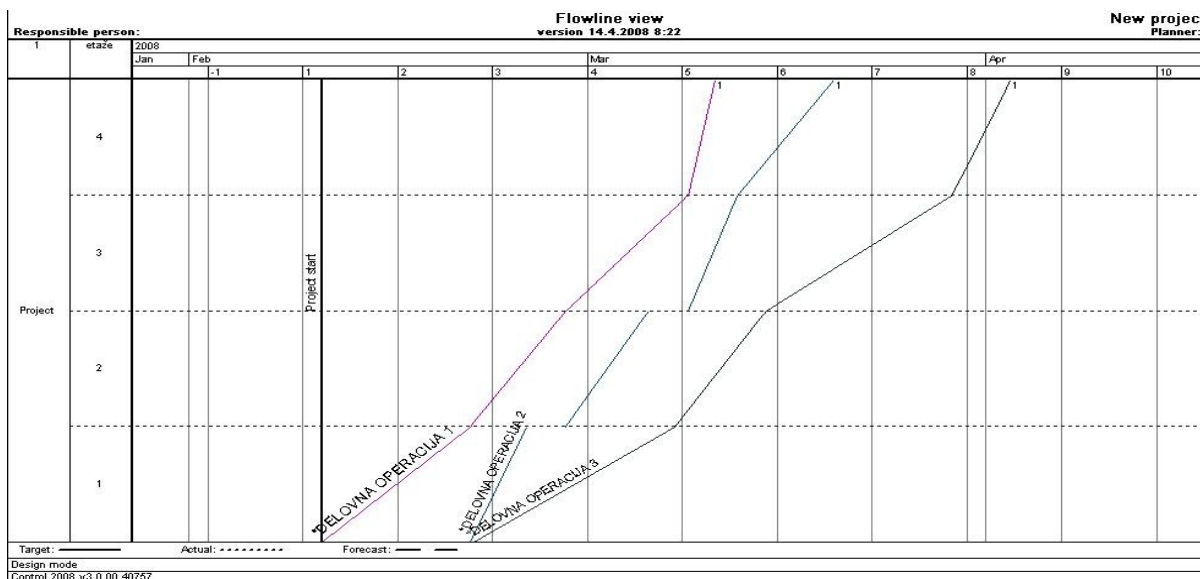
- po zaporedju etap ( v ciklogramu horizontalno ):  $Q = \sum_{j=1}^m Q_{ej}$ ,

kjer pomeni:  $Q_{ej} = \sum_{i=1}^n q_{ij}$

(Rodošek, 1985)

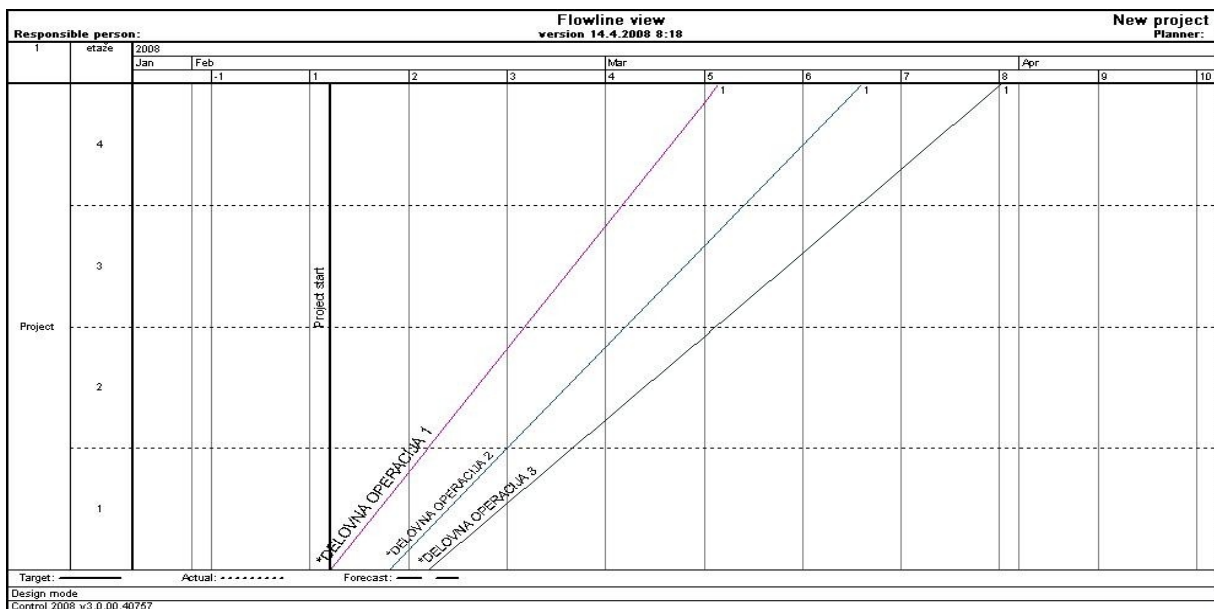
### 4.3.3 Ciklično, ritmično in taktno delo

Na slikah ponazarjamo primer, ki ga sestavljajo trije med seboj povezani tehnološki procesi. Delo je mogoče razdeliti na štiri različne etape.



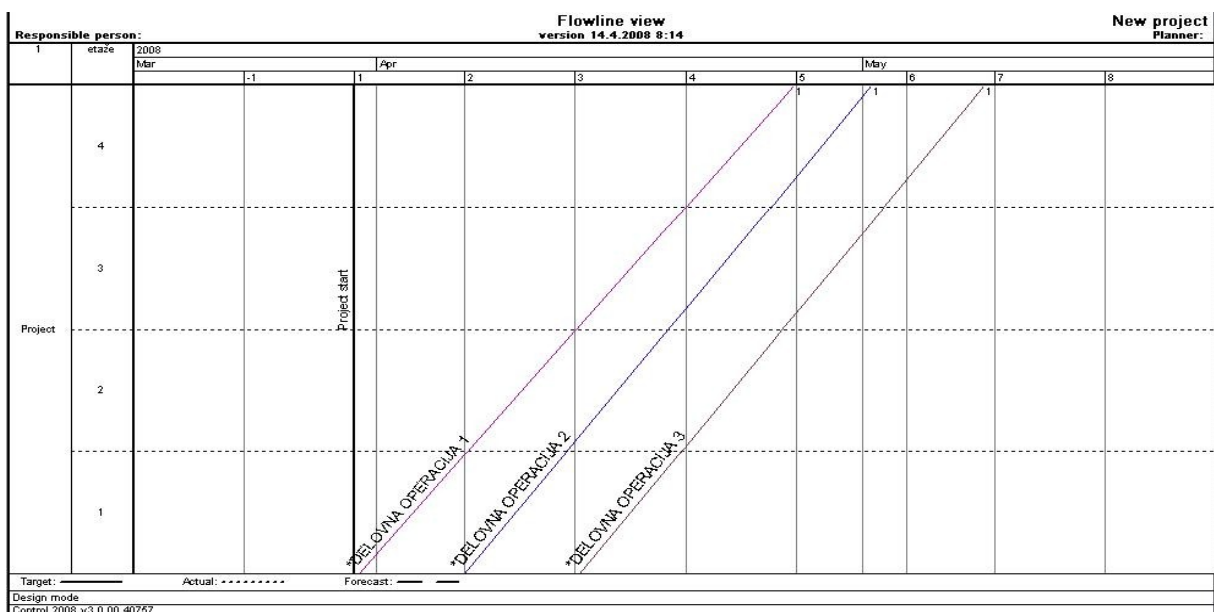
Slika 7 : Neritmično, nevporedno ciklično delo. (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

Na sliki 7 je prikazan najpogostejši primer, ko je delo le ciklično, ne pa tudi ritmično, niti vzporedno, zato nastopajo poleg časov dela tudi časi pavz in čakanja.



Slika 8 : Ritmično nevzporedno ciklično delo (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

Na sliki 8 je podan primer za isto delo, vendar pa smo tu že uspeli vzpostaviti ritmične tokove proizvodnje, ki pa so med seboj še nevzporedni.



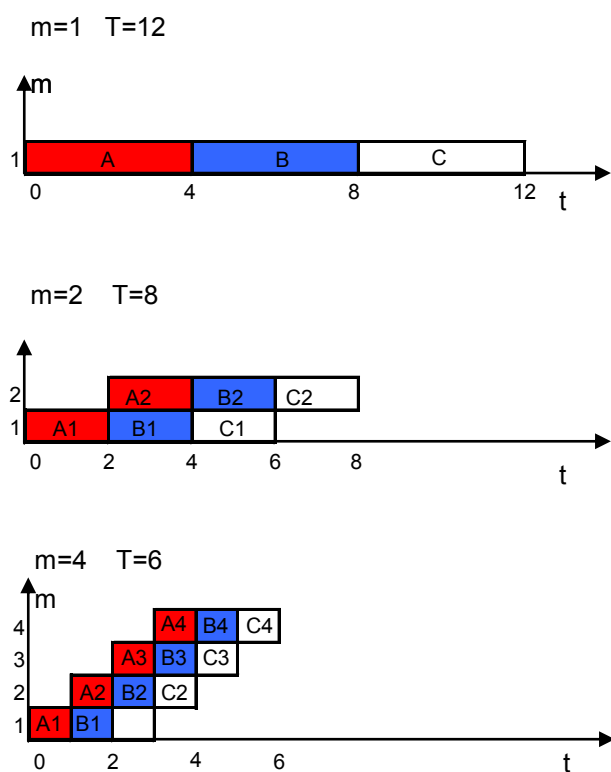
Slika 9 : Ritmično vzporedno ciklično delo, taktno (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

Na sliki 9 je podan primer za isto delo, vendar pa smo med seboj uspeli izenačiti še trajanje posameznih procesov in s tem dobili ritmično vzporedno delo, ki ga imenujemo tudi delo v taktu (taktno delo, verižno delo).

(Rodošek, 1985)

#### 4.3.4 Prostorska delitev dela in njen vpliv na čas gradnje in kapacitete

Namesto popolne zaporednosti odvisnih delovnih procesov lahko vpeljemo njihovo delno vzporednost oz. časovno prekrivanje, kar v bistvu pomeni vpeljavo delitve dela na prostorske dele (odseke) oz. na časovne dele (etape). Z rastočim številom odsekov (etap) "m" torej z rastočo paralelizacijo upada velikost odseka (trajanje etape), kar vpliva na skupni čas gradnje "T" in največje skupno angažirane kapacitete " $S_{max}$ ". To si najbolje prikažemo na primeru, ki ga kažejo slike 10.a, b in c.



Slika 10 :a, b, c (Vir: Rodošek, 1985)

Ugotovitev: Pri konstantni skupni količini dela "Q" in konstantnem številu delovnih procesov "n" se z večanjem števila etap "m" krajša takt dela  $t_0 = T_p / m$ . (Rodošek, 1985)

#### 4.4 Vspostavitev cikličnega dela

Pri določanju osnovnih parametrov cikličnega načina proizvodnje se po vrsti pojavljajo naslednje naloge:

- določanje najracionalnejše metode dela in izbor racionalnih materialov z ozirom na značaj in obliko objekta,
- na osnovi globalnega operativnega plana opredelitev vodilnih procesov gradnje in njihove dinamike s tem, da dosežemo predpisani rok gradnje,
- prilagajanje vodilne kapacitete dinamiki del oz. obratno in
- izvedba vzporednosti delovnih procesov v optimalnem obsegu; (Rodošek, 1985)

#### 4.5 Optimizacija cikličnega načina gradnje

Optimizacija cikličnega načina gradnje obsega vrsto obveznih postopkov, ki jih je treba praviloma opraviti, ne glede na specifičnosti konkretne naloge.

Vrstni red postopkov je navadno naslednji:

- definiranje velikosti delovnih etap in izračun obsega dela v etapi;
  - opredelitev delovnih procesov;
  - dimenzioniranje kapacitet: delovnih skupin, mehanizacije in opreme;
  - določanje smeri gibanja kapacitet (delovnih skupin in opreme);
  - določanje hitrosti (dinamike) dela za vse procese in vstopnega časa;
  - striktne zagotovitve vseh virov, kot so: delovna sila, mehanizacija in oprema, proizvodnja v obratu, zunanji transport, material in finančna sredstva. (Rodošek, 1985)
-

#### **4.5.1 Definiranje velikosti delovnih etap in izračun obsega dela v etapi**

Pri postopku določanja števila oziroma velikosti delovnih etap velja splošno pravilo, da skušamo v planu doseči potekanje čim več vzporednih (neodvisnih) procesov, namesto zaporednih (odvisnih) procesov. Pri tem uporabljamo naslednje planske prijeme, oz. ukrepe:

- lokacijske odvisnosti skušamo delno zmanjšati z vpeljavo novih napadnih mest, kar je še zlasti učinkovito v nizki gradnji (komunikacije, komunalni vodi, letališča, parkirišča, melioracije) kjer se delo odvija v enem horizontu;
- kapacitivne odvisnosti se lahko poleg vpeljave novih kapacitet dosežejo tudi z delnim prekrivanjem, oz. paralelizacijo. Pri tem postopku definiramo torej obseg dela na etapi "j":

$$Q_{ej} = \sum_{i=1}^n q_{ij} ; \text{ in se odločamo za število etap "m".}$$

- rastoče število etap zmanjšuje čas gradnje "T", vendar večja povprečne kapacitete " $\bar{S}$ " in kapacitetno konico " $S_{max}$ ";
- tehnološke odvisnosti najučinkovitejše omilimo s prehodom z mokrih postopkov vgrajevanja na suhe postopke prefabrikacije in montaže.

Če je le možno, skušamo iz cikličnega nevzporednega in neritmičnega dela oblikovati vsaj ritmično ciklično delo. (Rodošek, 1985)

#### **4.5.2 Opredelitev delovnih procesov**

Grupiranje opravil delovnih kapacitet pomeni v bistvu odločitev o številu procesov "n" v vsaki delovni etapi. Tu velja, da se pri rastočem številu procesov "n" zmanjšuje čas gradnje "T", vendar pa večja povprečne kapacitete " $\bar{S}$ " in kapacitetno konico " $S_{max}$ ". Dodatno velja, da se dosega pri konstantnem produktu [m.n] relativno najkrajše čase gradnje z relativno največjim kapacitetami pri pogoju  $m = n$ .

Da bi dosegli popolno sinhronizacijo delovnih procesov, ki si sledijo, je nujno, da se izenačijo tudi časi trajanja dela vseh procesov v delovni etapi. Tudi to merilo dovoljuje določena

---



odstopanja, ki jih kompenziramo z uvajanjem delno podaljšane izmene za nekatera obsežnejša dela, ali z uvajanjem dodatne mehaniziranosti oz. z modifikacijo tehnološkega postopka. Z realizacijo tega načela dobimo (iz nevzporednih ritmičnih tokov) vzporedne ritmične tokove ali delo v taktu. (Rodošek, 1985)

#### **4.5.3 Dimenzioniranje kapacitet - delovnih skupin, mehanizacije in opreme**

Za vsak proces je treba plansko predvideti take kapacitete, ki tvorijo tehnološko zaokroženo celoto s primerno notranjo strukturo. Velikost kapacitete je lahko bodisi mnogokratnik tako strukturirane tehnološke celote, ali večja tehnološka celota podobne strukture. (Rodošek, 1985)

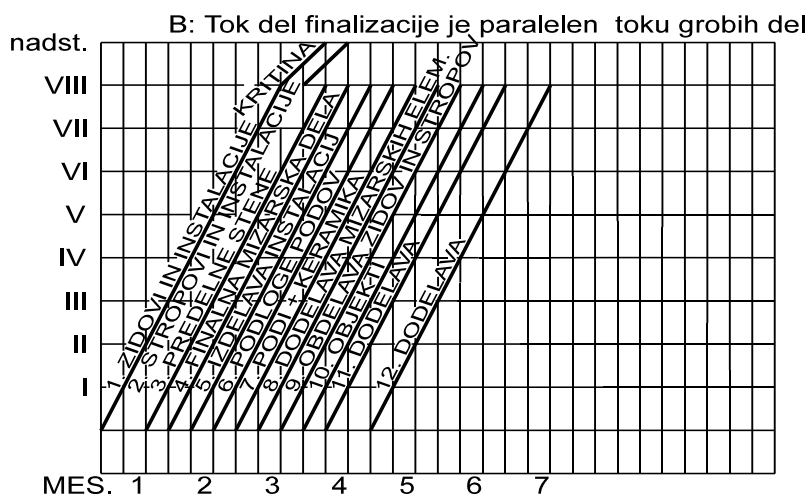
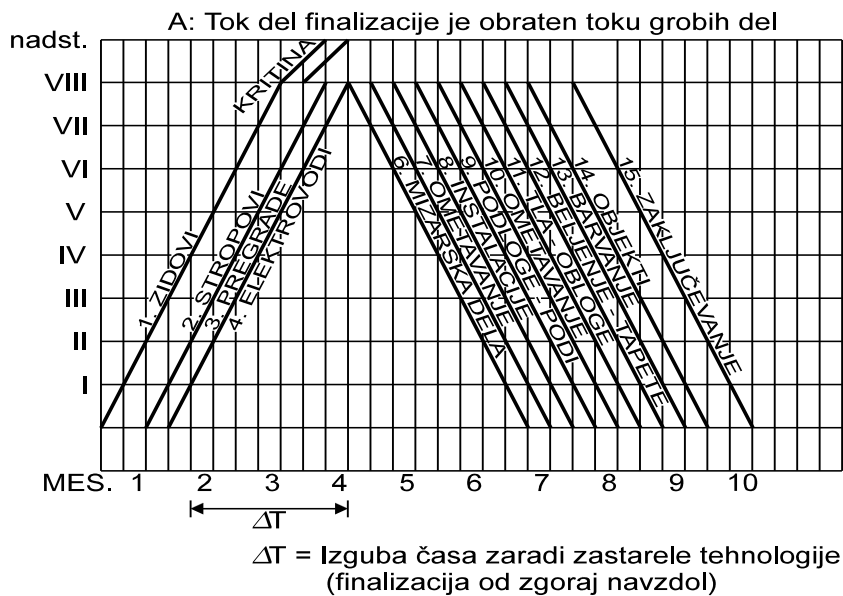
#### **4.5.4 Smer gibanja kapacitet - sheme proizvodnega toka**

Smer gibanja kapacitet ima lahko prav tako odločilni vpliv na lokacijske odvisnosti procesov in s tem na skupni čas gradnje "T". Še zlasti je pomembno zagotoviti pri objektih, ki se raztezajo tudi v višino (visoka gradnja), dosledno vzporednost smeri gibanja kapacitet in dovolj široko bazo dela v osnovnem (spodnjem) horizontu.

Ker se osnovna gradbena dela v visoki gradnji izvajajo najprej v horizontali, nato pa od spodaj navzgor, je v tehnološkem pogledu edina logična rešitev, da se tudi finalna dela izvajajo vzporedno, to je vertikalno navzgor. V nasprotnem slučaju, ki pa je pri nekaterih tehnologijah celo neizogiben, prihaja do relativno dolge prekinitve taktne proizvodnje " $\Delta T$ ", ker je treba čakati, da bo dokončana tudi najvišja etaža, da bi lahko začeli s finalizacijo nekaterih del od zgoraj navzdol (npr. ometavanje fasade). Oba primera prikazuje slika 11.

Čim višji je objekt, tem dalj traja ta neproduktivna prekinitev in v tem primeru ne ostane prav dosti od paralelizacije.

---



Slika 11 : Smer izvajanja finalnih del po vertikali kot element ekonomičnosti gradnje. (Vir: Rodošek, 1985)

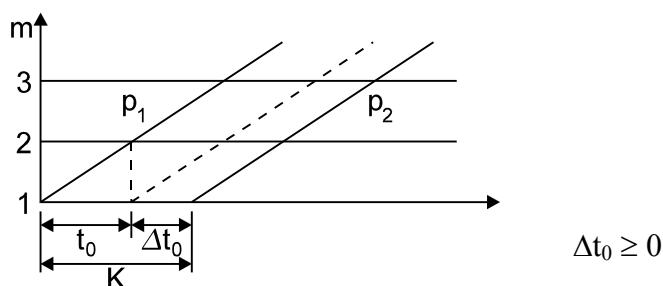
Vse navedeno dokazuje, da lahko organizacija gradnje bistveno vpliva na spremembe v tehnologiji in da prav s tega področja dobivajo tehnologi največ impulzov in idej o izboljšanju sistema gradnje. (Rodošek, 1985)

#### 4.5.5 Določanje optimalnega delovnega takta in delovnega koraka

Čas ciklusa " $t_{ij}$ " je trajanje dela za proces "i" v etapi "j", če to delo opravlja kapaciteta " $S_{ij}$ ", pri čemer na splošno velja:  $t_{ij} = q_{ij} / S_{ij}$ . Za delo v taktu je:  $q_{ij}' = q_i = \text{konst.}$  in  $t_{ij}' = t_0 = \text{konstantni čas dela, od katerega je direktno odvisen skupni čas gradnje:}$

$T' = t_0 (n + m - 1)$ , pa tudi procesni čas:  $T_{pi}' = m t_0 = \text{konst.}$  in etapni čas:  $T_e' = n t_0$ . To pomeni, da je takt dela osnovni parameter dinamike (intenzivnosti) gradnje.

Ker obenem velja da je:  $T = T_v + T_{pn}$ , lahko z različnimi razmerji med  $T_v$  in  $T_p$  pri njuni isti vsoti ( $T = \text{konst.}$ ) vplivamo tako na obliko ciklograma, kot tudi na velikost kapacitet (primerjaj rezultate na sliki 12 in 13). Delovni korak "K" je časovni interval med dvema zaporednima procesoma, ki je najmanj tako dolg kot takt dela:



Slika 12 : Določanje optimalnega delovnega takta. (Vir: Rodošek, 1985)

V primeru, da je  $\Delta t_0 = 0$ , je minimalni korak enak taktu dela, torej:  $K = t_0$ , kar pomeni, da proces " $p_1$ " ne sme zamujati, če noče povzročiti zamude še procesu " $p_2$ ". Pravimo, da sta procesa " $p_1$ " in " $p_2$ " kritično blizu. V primeru, da dodelimo vsakemu taktu " $t_0$ " še tolerantni pribitek  $\Delta t_0 > 0$ , dobimo tako imenovani koridor, to je razdaljo med črtkano označeno najzgodnejšo možno lego procesa " $p_2$ " in med polno označeno plansko lego tega procesa. Proces " $p_1$ " sme v tem primeru tudi nekoliko zamujati, ne da bi s tem povzročal še zamude procesa " $p_2$ ", vendar ne več, kot za vrednost " $\Delta t_0$ " v vsaki etapi. Ko (in če) doseže zamuda procesa " $p_1$ " vrednost " $\Delta t_0$ " pravimo, da nastopi kritično približanje med procesoma " $p_1$ " in " $p_2$ ".

Razlog za vpeljavo tolerance takta " $\Delta t_0$ " leži v bojazni, da bi lahko že neznatne motnje v poteku kakega procesa povzročile popolni razpad dela v taktu.

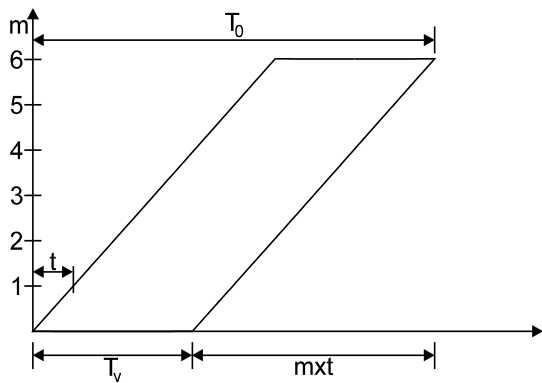
Bistvo planskih ukrepov, ki to lahko preprečijo, je v tem, da se za vsako delovno skupino pusti nekaj širši časovni interval, tako imenovani koridor napredovanja del, ki v normalnih prilikah vsebuje zadostne tolerance za konkretno situacijo.

Sprememba vsakega od obeh delov " $T_v$ " in " $T_p$ " ni enako pomembna za spremembo časa gradnje " $T$ ", ki je vsota obeh delov. Podaljšanje vstopnega časa:  $T_v + \Delta T_v$ , pri čemer je  $\Delta T_v = \Sigma \Delta t_0$ , (npr. zaradi vpeljave koridorjev) se namreč odraža linearno (aditivno), saj se za enako vrednost poveča tudi skupni čas:  $T + \Delta T_v$ . Podaljšanje  $T_p$  pa pomeni v bistvu podaljšanje takta dela oz. naklona procesne dinamike:  $t_0' = a \cdot t_0$ , pri čemer je  $a > 1,0$ .

V tem primeru pride do progresivnega (multiplikativnega) podaljšanja časa gradnje, ki znaša sedaj:  $T + m \cdot (t_0' - t_0)$ .

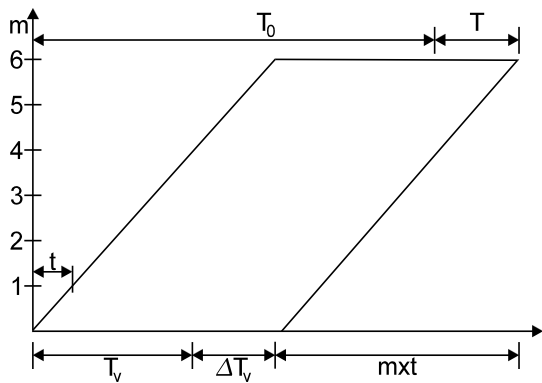
Oba primera pojasnjuje slika 12. (Rodošek, 1985)

---



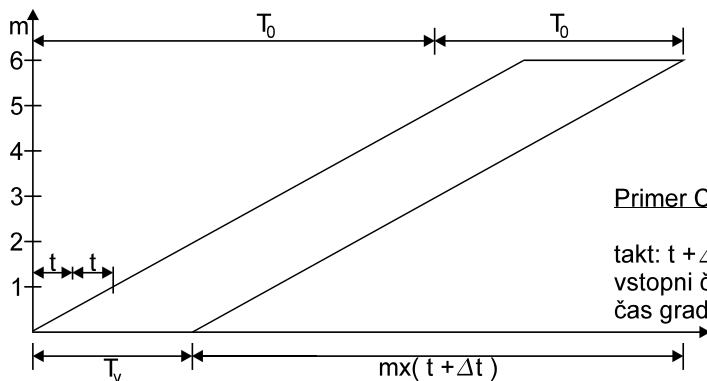
Primer A:

takt:  $t$   
 vstopni čas:  $T_v$   
 čas gradnje:  $T_0$



Primer B:

takt:  $t$   
 vstopni čas:  $T_v + \Delta T_v$   
 čas gradnje:  $T_0 + \Delta T_v$



Primer C:

takt:  $t + \Delta t$   
 vstopni čas:  $T_v$   
 čas gradnje:  $T_0 + m \cdot \Delta t$

Slika 13 : Vpliv dolžine takta in vstopnega časa na čas gradnje. (Vir: Rodošek, 1985)

## 5 PREDSTAVITEV PROGRAMSKE OPREME IZ DRUŽINE VICO SOFTWARE

### 5.1 Splošno

Vico Software je programska oprema, ki nudi vsestransko podporo na področju gradbeništva. V pomoč je tako investitorju kot izvajalcu za zmanjšanje tveganja, vodenje stroškov, optimizacijo planov. Ti programi so predvsem potrebni na velikih kompleksnih gradbenih projektih. Programi podpirajo 5D tehnologijo, ki nudi integracijo oblikovalskih, gradbenih in vodstvenih procesov, tako izpopolnjeni projekti nudijo predvidljivost in zgodnje odkritje nepravilnosti v zasnovi projekta. Omenjene nepravilnosti pa so lahko konstrukcijske, finančne ali planske narave, zato so nadvse pomembne odkrite napake v fazi projektiranja, saj nam predstavljajo zelo velik prihranek časa in denarja.

Komplet programske opreme zajema naslednje programe:

- Constructor 2008: ta program je namenjen risanju gradbenih objektov. Omogoča delo tako arhitektu kot tudi gradbeniku, predvsem služi za detajlno risanje. Program je zasnovan za 3D risanje in omogoča izdelavo vrsto aplikacij, ki so navadno namenjene investitorju ali podjetju, ki objekt trži.
  - Estimator 2008: je sistemski program, namenjen uporabi pri obdelavi količin (površin, prostornin...) katere pridobi v programu Control 2008 oz. prebere podatke v njegovi datoteki z oznako .pln.
  - Control 2008: je program, ki je namenjen uporabi v gradbenem planiranju pri večjih projektih, kjer se pojavljajo ponavljajoči delovni procesi vzdolž izgradnje projekta.
  - 5D Presenter 2008: je program, ki omogoča interaktiven realističen 3D pogled na projekt. (Vir: <http://www.vicosoftware.com>, 2008)
-

## 5.2 Vico Software Control 2008

Control 2008 je program, ki je namenjen planiranju v gradbeništvu. Plani zajemajo lokacije, količine in storilnost vendar je plan kljub vsemu še vedno pregleden in enostaven za interpretacijo. Nudi napovedi na podlagi dejanskih proizvodnih razmerij in analizira vir, kontrolira tveganje in izboljša predvidevanja ter s tem omogoča optimizacijo načrtovanja. Uporabniki lahko nalogo vodijo lažje saj hitreje identificirajo konflikte s pomočjo vizualizacije. Projektantu omogoči kot prvo izdelati odličen plan in kot drugo, hitro analizirati projekt in izvesti potrebne ukrepe na projektu ali že grajenem objektu, v kolikor prihaja do upočasnjenih dejavnosti ali drugih odstopanj od predvidenega.

Programska oprema je skupek komponent, ki se še dodajajo in razvijajo, trenutne komponente, ki sestavljajo program pa so:

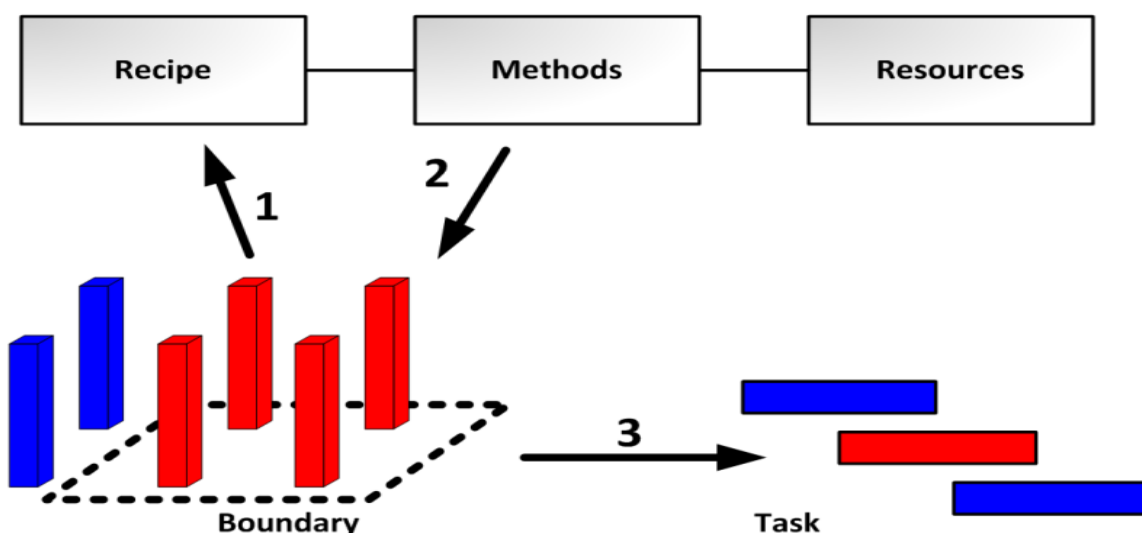
- oblikovalski način,
- simuliranje tveganja,
- preskrbovanje,
- nadzor in kontrola,
- vodenje,
- stroški,
- logistika in
- kvaliteta in prioritete;

Vico Control ima vse kar potrebuješ za povezavo (interakcijo) z ostalo programsko opremo, kot so Vico Software Constructor (5D modeling) in Estimator. Je tudi kompatibilen z drugimi programskimi paketi, kot je TCM in omejeno kompatibilen (uvoz in izvoz) z nekimi tretjimi programskimi paketi kot je najbolj razširjena programska oprema Primavera, Microsoft Project Planner in izvozni format XML datotek. (Vir: <http://www.vicosoftware.com>, 2008)

---

### 5.2.1 Načrtovanje z Vico Control

Če izberemo Vico programsko opremo za optimizacijo plana, optimalno izkoristimo lokacijsko utemeljen podatek na katerem smo ustvarjali svoj model. Z uporabo Constructorja, ki temelji na vhodnih podatkih za plan v Control-u, pomeni da prenašamo vse gradbeno znanje v svoj projekt v Constructorju (količine, kraj gradbenega območja), Estimator (postopki / dejavnosti, recepti in viri /sredstva).



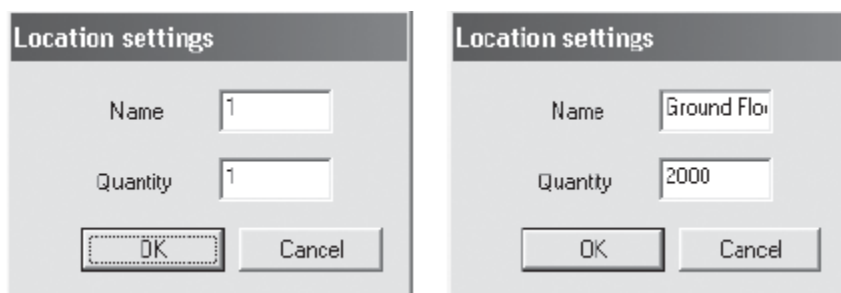
Slika 14 : Kadar s programom Control planiramo količine, lokacije in gr. območja(1), so recepti, postopki in viri (2) vključeni v delovne naloge (3) s prenosom načrtovanja podatkov.

(Vir: <http://www.vicosoftware.com>, 2008)

Z informacijami, ki so na razpolago v Constructor-ju in Estimator-ju, lahko naredimo plan s priložitvijo proizvodnih dejavnikov k nalogam v Controlu. Namesto definiranja začetka in konca omejitev lahko računamo in optimiziramo svoj razpored z uporabo control flowline tehnologije. (Vir: <http://www.vicosoftware.com>)

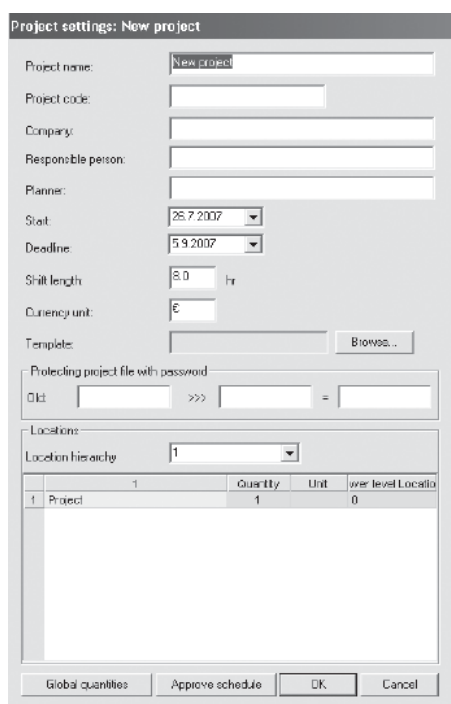
Ko zaženemo program Vico Control 2008, najprej nastavimo osnovne gabarite projekta, kot so etape in njihova velikost, podatki o projektu, vodji projekta, začetek projekta, konec projekta (kar ni nujno da določimo, odvisno od načina planiranja). Določimo velikost razdelkov plana (etape), ki pa jih lahko znotraj etape razdelimo na še več lokacij.





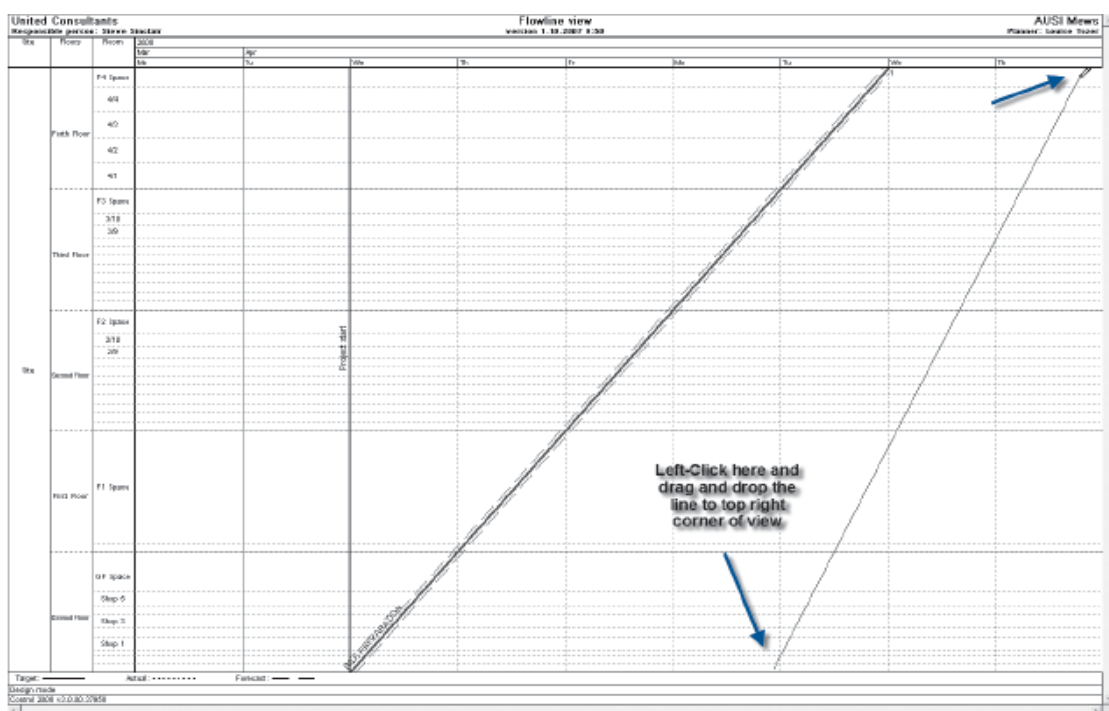
Slika 15: Okna s pomočjo katerih ustvarjamo etape in pa njihovo velikost. (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

Določanje smiselnih etap je zelo pomembno, saj s pomočjo le teh določimo lokacijo posameznih vnosnih podatkov, ta način lociranja pa je prisoten tekom planiranja celotnega projekta.



Slika 16: Programsko okno v katerem nastavljamo osnovne gabarite projekta. (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

Za tem pričnemo z vnosom posameznih dejavnosti katerim določimo lokacijo na projektu, te pa tvorijo nek delovni proces.



Slika 17 : Prikazovanje ustvarjanja novih delovnih operacij s pomočjo risanja črt. (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

Delovne operacije lahko tudi združimo v smiselno enoto in jo poimenujemo (nap. izkopavanje, opaževanje, armiranje, betoniranje, → poimenujemo temelji) to pa je v grafičnem pogledu »flowline view« videti kot črte, ki se združujejo in obratno. Sledi vnos resursov, ki se podobno kot ostali podatki vnašajo lokacijsko glede na projekt.

Site:		Site									
		Ground Floor	First Floor	Second Floor	Third Floor	Fourth Floor					
Code	Item	Consumpt	\$ J units	\$	Cost by type	Unit					
1	FC	Floor Construction	3.2	0	0	2000	2000	2000	2000	2000	M2
2											

Location	Select
-	Site
+1	Ground Floor
+2	First Floor
+3	Second Floor
+4	Third Floor
+5	Fourth Floor

Copy all Paste Show quantities on level Floors show only locations with quantities OK Cancel

Slika 18 : Osnovno okno, s pomočjo katerega vnašamo resurse. (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

To je lahko dolgotrajen postopek, v kolikor se ne poslužujemo opcije Import podatkov preko Officovega programa Excel, v katerem uredimo podatke na popolnoma preprost način in jih uvozimo.

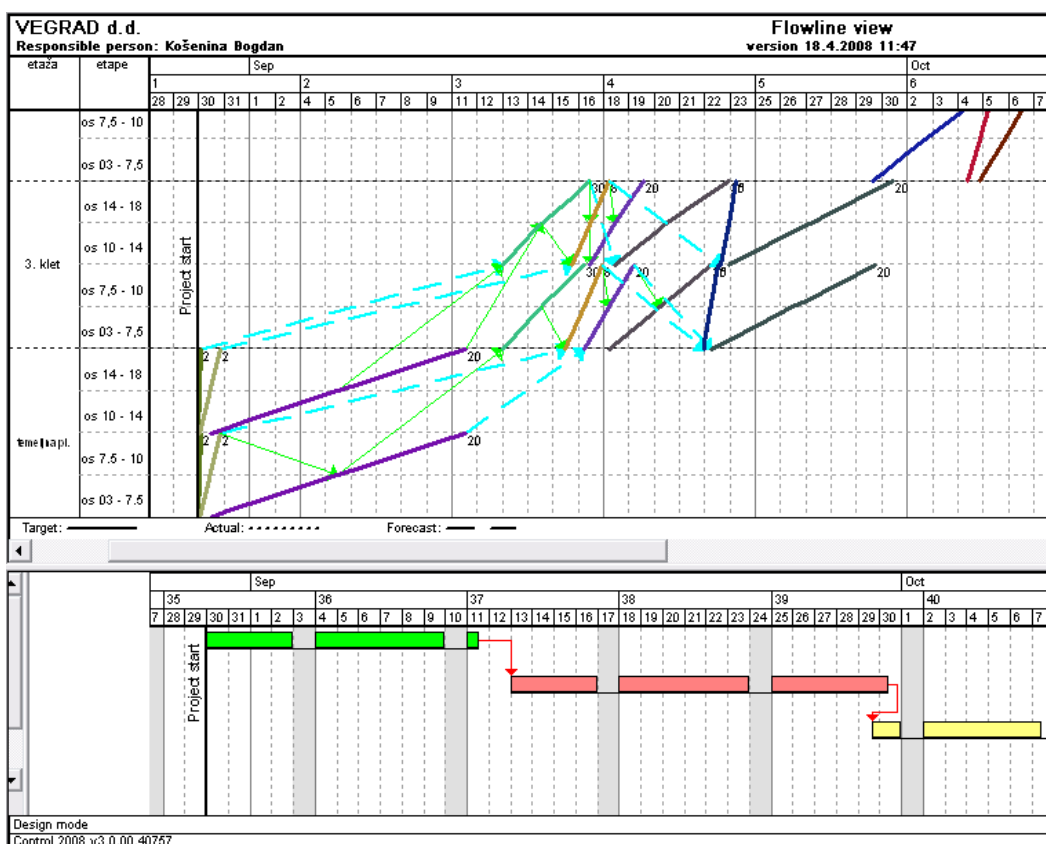
	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
1					Project													
2					5. Roof		4. Fourth Floor		3. Third Floor		2. Second Floor		1. First Floor		-1. Basement			
3	Consumption				Zone A	Zone B	Zone A	Zone B	Zone A	Zone B	Zone A	Zone B	Zone A	Zone B	Zone A	Zone B	Zone C	
4	person hours/units	£ / units	£	Cost type														
5	0,05	5,08	42.217	1, 2			893,1798	1016,197	1047,46	1303,44	742,2	928,22	804,66	1187,275		7,4	375,5	
6	0,2	9,29	8.537	1, 2			87,7279	98,5716	193,9984	223,913	82,4361	114,0672	40,3769	67,6807			10,3677	
7	0,6	11,44	5.851	2, 4												134,1405	66,6625	299,5712
8	0,4	12,51	697	1, 3, 4														
9	0,4	12,51	3.883	1, 3, 4														
10	0,1	3,13	2.928	1, 3, 4														
11	0,4	263,84	18.046	3														
12	0,025	1,11	17.239	1, 4														
13	0,2	12,55	6.249	1, 3, 4														
14	0,2	3,55	3.103	1, 4														
15	0,01	14,7	228.559	4														
16	0,08	20,84	43.906	1, 2, 3, 4														
17	0,2	45,39	20.845	1, 2	36,4491	47,5863	74,9211	60,1567	3,8373	6,6225		9,6037	36,9584	183,1017				
18	0,2	45,39	11.474	1, 2														
19	0,2	58,05	10.342	1, 2			0,3172	8,4298	0,2184	6,4685	0,2184	6,4685		3,1322		31,0798		47,0046
20	0,2	63,55	55.833	1, 2												182,625	118,8856	133,9322
21	0,2	63,55	3.540	1, 2														
22	0,2	63,55	18.454	1, 2			16,1626	27,1464	41,4188	29,6562	42,7649	29,6562	50,0584	53,5053				
23	0,2	58,05	19.321	1, 2			7,488	8	19,14	19,14	20,01	20,01	20,01	20,01		23,125	34,965	16,592
24	0,2	58,05	5.433	1, 2									11,203	34,896		3,851	21,4612	10,575
25	0,17	60,35	4.128	1, 2														
26	0,17	60,35	18.733	1, 2														
27	0,17	60,35	56.909	1, 2														
28	0,1	61,36	129.255	1, 2														
29	0,2	60,8	342.917	1, 2	106,0626	137,956	321,1162	305,8382	326,867	326,8221	326,8259	326,7941	398,526	759,0932		347,569	454,8415	409,039
30	0,25	61,57	2.383	1, 2								15,6056		7,9965			15,1112	
31	0,2	20,3	1.140	1, 2			0,94	17,62	0,824	13,048	0,824	13,048		9,8595				
32	0,05	17,56	385.297	1, 2	416,6746	541,97	1261,528	1201,507	1284,121	1283,944	1283,959	1398,275	1594,999	2802,43		1280,629	1819,484	1477,692
33	0,2	28,71	4.621	1, 2			1,9035	50,5785	1,3102	38,8111	1,3102	38,8111		28,233				
34	0,2	28,71	16.765	1, 2												118,5457		179,2955
35	0,02	7,21	61.400	1, 2												1274,548	1165,275	1222,026

Slika 19 : Excelova datoteka za vnos resursov, katero program Control pravilno prebere. (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

Za tem sledi ustvarjanje povezav, ki služijo ustvarjanju logičnega zaporedja delovnih operacij. To pomeni da ustvarimo pogoje, ki določijo, kateri dogodek se izvede pred določeno dejavnostjo. Nabor povezav, ki jih program omogoča:

- *Finish-to-Start (FS)*, aktivnost se lahko prične izvajati, ko so zaključene predhodne aktivnosti,
- *Start-to-Finis (SF)*, takoj po začetku predhodne aktivnosti se lahko konča naslednja aktivnost,
- *Start-to-Start (SS)*, aktivnosti se pričneta izvajata istočasno
- *Finish-toFinish (FF)*, aktivnosti se končata istočasno

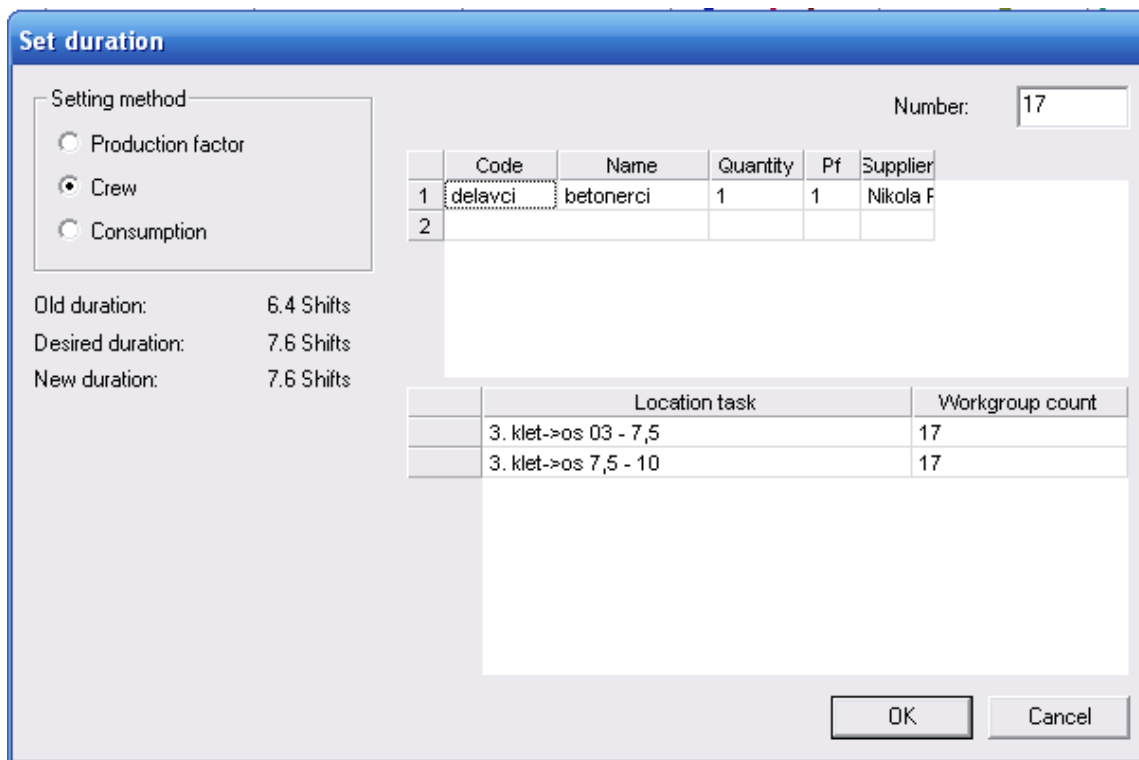
V programu obstaja tudi možnost, da definiramo delovne ekipe, ki bodo svoje delo vršile po etapah. Definiramo jim pot (na podoben način kot logične povezave dogodkov, ki smo jih opisali zgoraj), po kateri gre določena skupina in tako dosežemo največjo storilnost. V primeru ko gre za gradnjo na ponavljajoč način, pride do izraza efekt učenja. Učenje je pojav, kjer porabljen čas in vložen trud za dokončano ponavljajočo dejavnost, manjša število ponovitev. Z učno teorijo, ki dvoji izdelovalno kakovost izdelka in manjša povprečje delovnih ur z določenim odstotkom, povečujemo dobiček.



**Slika 20 :** Slika prikazuje vrsto povezav in odvisnosti med posameznimi dogodki, kot tudi pot posamezne delovne skupine, ki jo določimo (črtkana črta). (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

V zadnji fazi načrtovanja s programom Control pa pristopimo k planiranju velikosti delovnih skupin ter kdaj njihovo delo nastopi. Program na zelo preprost način prikazuje delovno operacijo kot črto pod določenim naklonom, ta pa nam pove, koliko časa traja neka delovna operacija. S pomočjo grafičnega prikaza se da odlično planirati, saj moramo imeti planiran tempo gradnje čimbolj enakomeren, to pa pomeni, da so črte delovnih operacij čimbolj vzporedne. Na ta način je najmanj čakanja, delo ter poraba virov pa potekata porazdeljeno. S predstavljanjem črte, ki predstavlja delovno operacijo, program avtomatsko preračunava,

koliko delavcev rabi, kakšna bo delovna storilnost, kolikšna bo produktivnost, kolikšen bo faktor učinka...

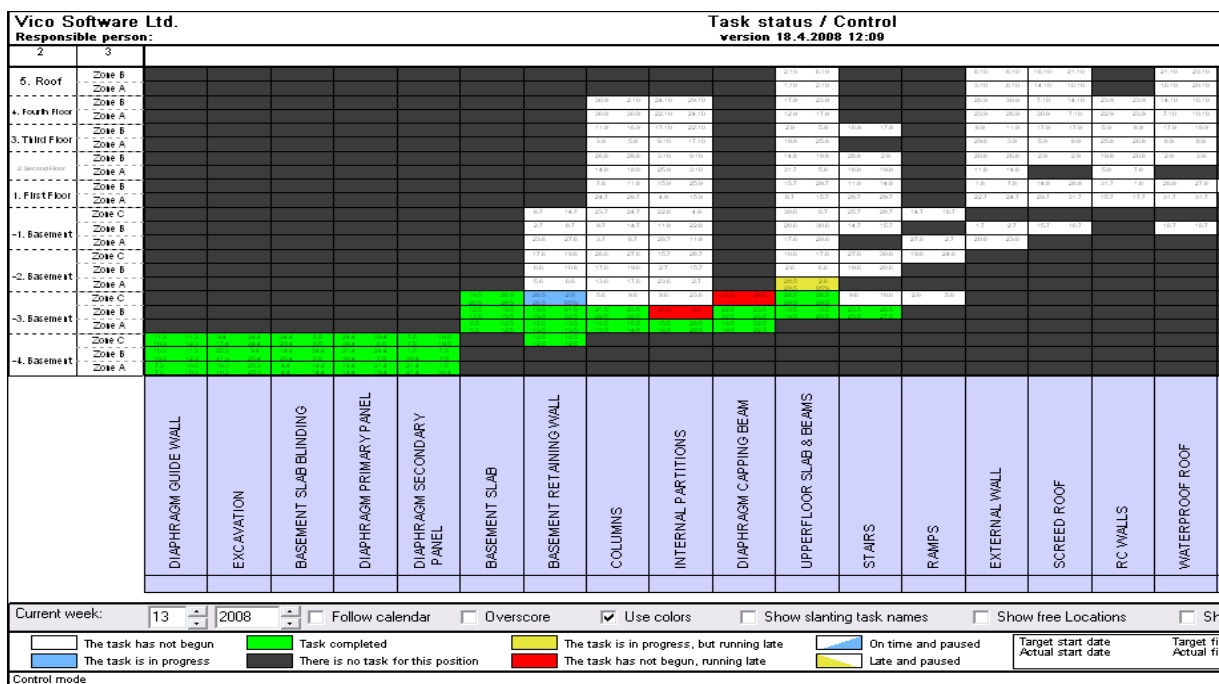


**Slika 21 : Okno se nam pojavi, ko spremenimo naklon dogodka, v njem lahko hitro spreminjamo potrebne gabarite za popravek plana. (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)**

Ko imamo izdelan plan, pa se lahko posvetimo analizam, ki jih program omogoča. V programu preklapimo v Control mode način, kjer lahko analiziramo časovne in finančne komponente projekta. Lahko se posvetimo posamezni delovni operaciji, sklopu delovnih operacij ali pa celotnemu projektu. Lahko pa si med planiranjem pomagamo z določitvijo kritične poti.

Poleg že omenjenih lastnosti, program podpira tudi spremljavo projekta, to pomeni spremljanje časovne in finančne komponente projekta med gradnjo. Funkcija Schedule task control chart nam omogoča pogled, kot ga prikazuje spodnja slika. Izrazita barvitost nam omogoča jasen pregled nad dejanskim stanjem. Spremljava poteka na zelo preprost način in sicer z dvoklikom na lokacijo, na kateri se vrši določena dejavnost, se nam odpre okno,

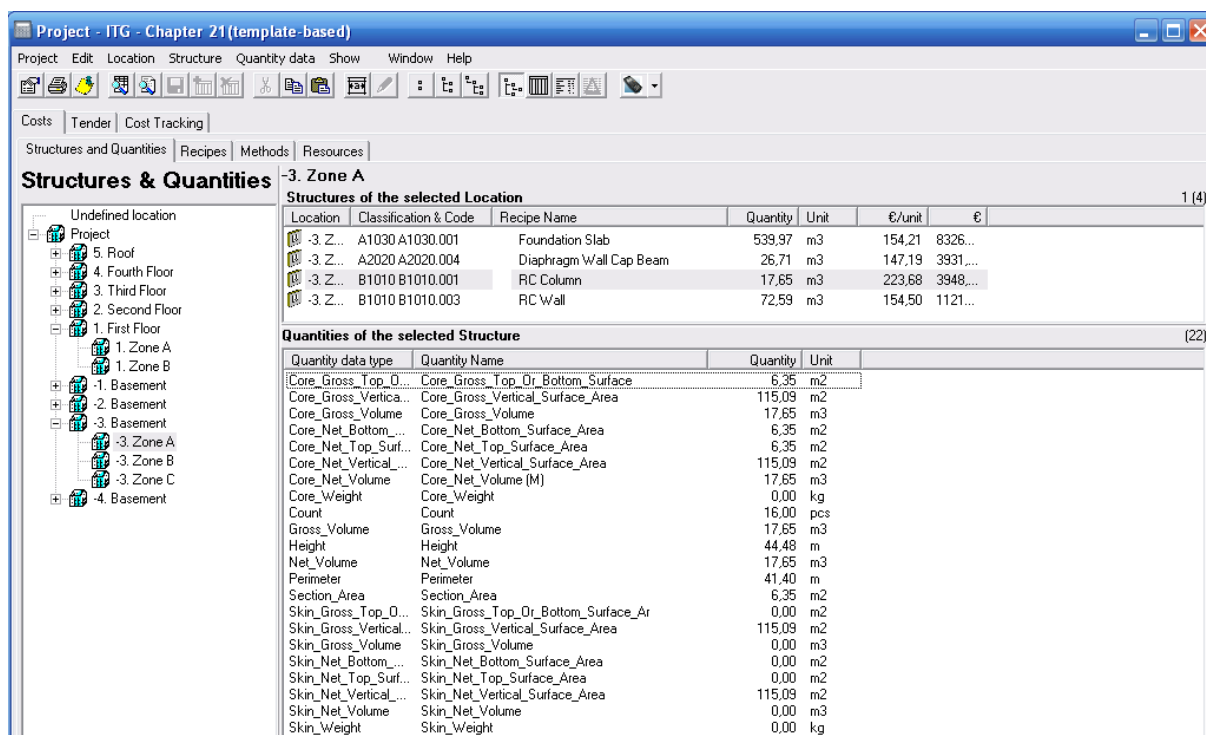
v katerem označimo koliko je dejansko izvedenega. Program sam nam s pomočjo raznolikosti barv označi razliko med dejanskim stanjem in stanjem, ki bi moral biti po planu. Na ta način lahko sprotno spremljamo, kje (lokacijsko) so dela v zaostanku, na način, ki ga zna prebrati vsak uporabnik, to pa je tudi poglobljena prednost tega programa. (Vir: <http://www.vicosoftware.com>, 2008)



Slika 22 : Slika prikazuje vpogledno okno spremljave gradnje projekta, s pomočjo barvnih oznak posameznih lokacij vidimo dejansko stanje projekta vsak trenutek gradnje (Vir: <http://www.vicosoftware.com>, 2008)

### 5.3 Vico Software Estimator 2008

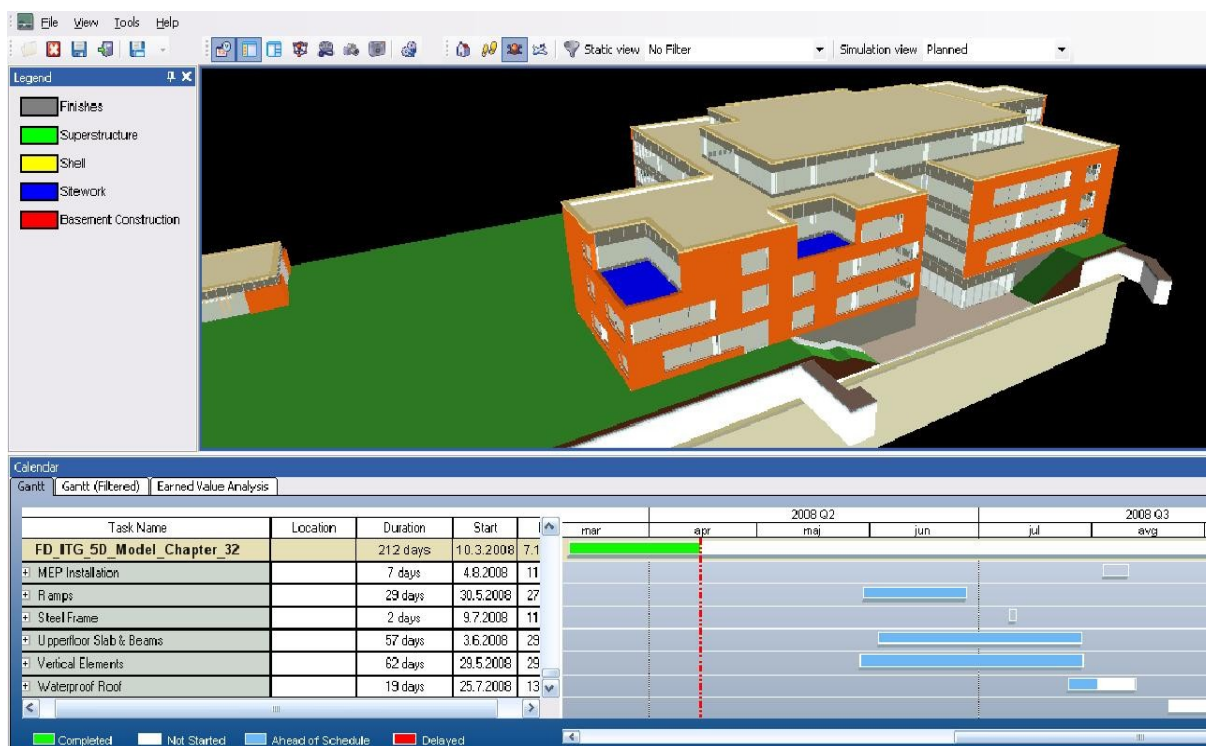
Je unikaten program, ki temelji na sistemu 3D modela. Zelo hitro in natančno izvleče podatke iz Constructorja, s pomočjo teh podatkov pa zmanjšamo tveganje. Program pomaga komunicirati na relaciji povezav med količinami, stroški in lokacijo. Ta program podpira velike projekte na način, da več manjših projektov združimo v enega velikega. Ponuja veliko ponudbo paketov orodij in razširljivo uporabnost, ki se še dopolnjuje in razvija. Omogoča tesno povezavo z vsemi programi iz družine Vico Software, stroške in planiranje sinhronizira in omogoča čisto vizualno komunikacijo 5D projektov. (Vir: <http://www.vicosoftware.com>, 2008)



Slika 23 : Program Estimator in njegov klasičen pogled, ki omogoča preklapljanje in pregled vseh količin, materialov in dimenzij. (Vir: <http://www.vicosoftware.com>, 2008)

## 5.4 Vico Software 5D Presenter 2008

Program je celostno vodstveno in komunikacijsko orodje, Vico Software 5D Presenter 2008 lahko uporablja celotna projektna ekipa, da vidi podatke modela, planiranja in stroškovnih informacij skozi realističen in interaktiven 3D pogled. To napredno orodje daje projektni ekipi poenoten in interaktiven 5D pogled napredovanja projekta. Opremljen je z zaslužno analizo zmožnosti. Vico Software 5D Presenter 2008 izboljša vodstvene sposobnosti projektnega tima, kar se prikazuje kot uspešnost napredovanja projekta in napoveduje stroške z odkritjem korelacije med predvidenimi/dejanskimi stroški in načrtovanim/dejanskim izvedenim delom. Uporabljač 5D Presenter, lahko preučimo svoj projekt, izboljšamo ekipno komunikacijo in primerjamo dejansko konstrukcijo z načrtovano v realnem interaktivnem pogledu. (Vir: <http://www.vicosoftware.com>, 2008)



Slika 24 : Pogled 5D Presenter, v katerem vidimo zgoraj model, spodaj pa gantogram, objekt na sliki ni iz našega projekta. (Vir: <http://www.vicosoftware.com>, 2008)





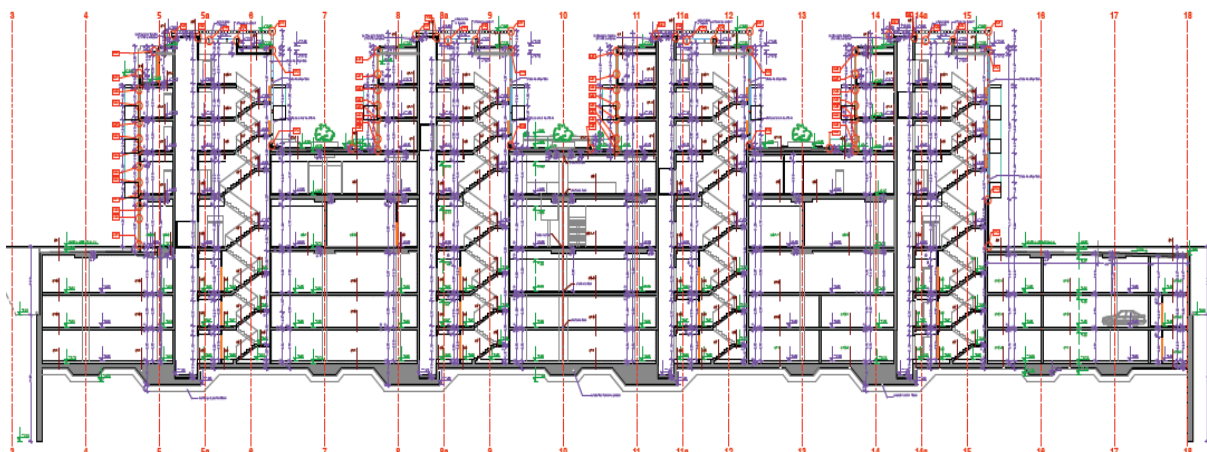
## **6 PRIKAZ UPORABE PROGRAMA CONTROL 2008, NA PRIMERU GRADNJE STANOVANJSKO POSLOVNEGA KOMPLEKSA NA TRGU KOMANDANTA STANETA.**

V tem poglavju bomo podrobneje opisali in pogloblje predstavili uporabo samega programa Control 2008 in njegovo uporabo na praktičnem primeru. Najprej smo hoteli datoteke vrste .pln iz programa ArchiCAD, v katerem je bil projekt zasnovan, uvoziti v program Estimator 2008, ki je namenjen izdelavi popisov količin. Te podatke bi uporabili pri planiranju v Control 2008 in na koncu izvozili v 5D Presenter, ki omogoča interaktivni pogled objekta z vključeno časovno in finančno komponento. Program ArchiCAD je popolnoma podoben programu Constructor 2008, tudi format datoteke je isti. Kljub kompatibilnosti načrtovalskih programov nam uvoz podatkov v Estimator 2008 nikakor ni uspel. Za to dejanje smo porabili veliko truda, a smo na koncu poizkus opustili. Domnevamo, da projektant ni risal pod določenimi nastavitvami, saj mora biti projekt risan na primeren način, v kolikor želimo doseči izmenljivost datotek med programi.

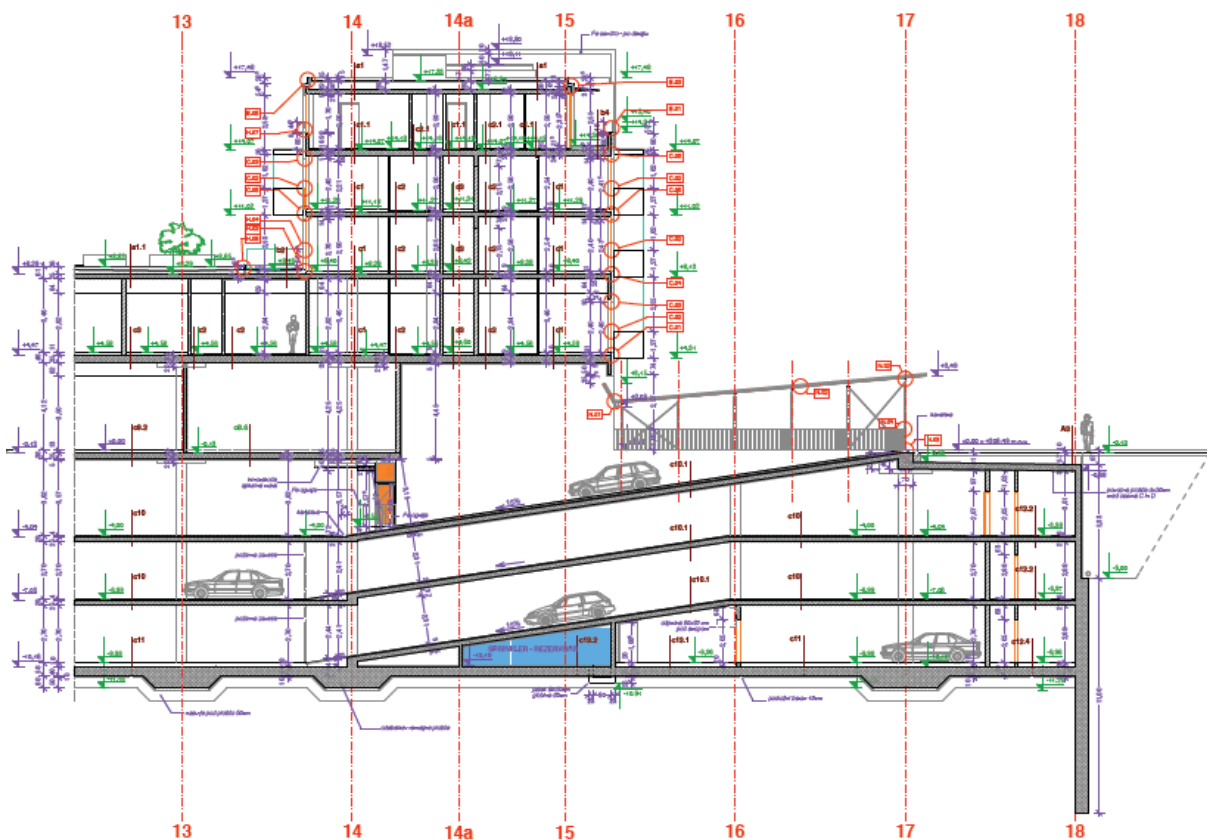
### **6.1 Predstavitev projekta Stanovanjsko-poslovni kompleks Trg komandanta Staneta**

Objekt se nahaja v Ljubljani v predelu Šiške. V objektu je 122 stanovanj, od tega jih je 35 varovanih. Pritličje je namenjeno poslovnim prostorom, salonom, trgovinam, lekarni, v sredini objekta pa knjižnici. Objekt ima tri kleti, katere so namenjene parkiranju, v njih pa se nahajajo tudi shrambe in tehnični prostori. V prvem, drugem, tretjem in četrtem nadstropju pa so stanovanja. Kletni prostori objekta se razprostirajo na slabih 5000 m<sup>2</sup>, medtem ko pritličje in prva etaža zavzemata 3250 m<sup>2</sup> od tega pa je 1400 m<sup>2</sup> površine knjižnica. Drugo, tretje in četrto nadstropje pa je locirano v štirih stolpičih in zajemajo cca. 2000 m<sup>2</sup> površine na etažo vključno z balkoni.

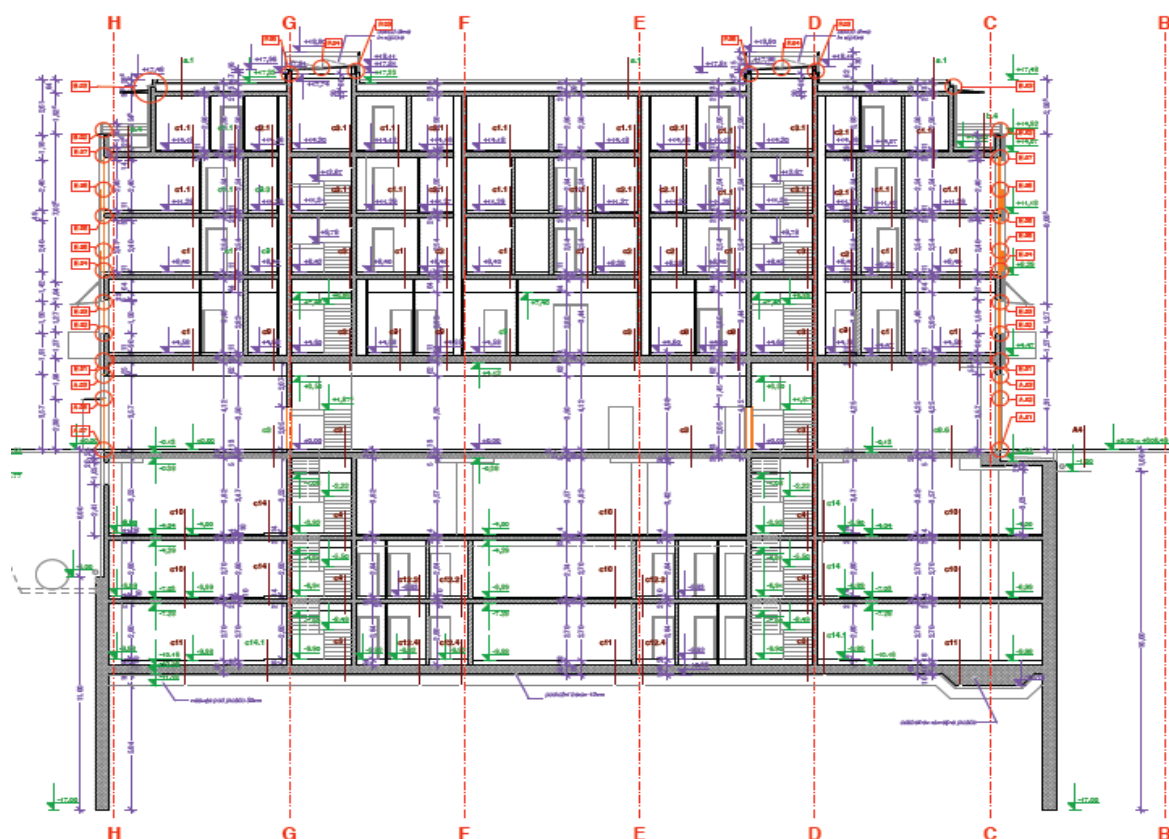
---



Slika 25 : Vzdolžni prerez objekta SPC na Trgu komandanta Staneta (Vir: dokumentacija gradbišča SPC 03 na Trgu komandanta Staneta, 2007)



Slika 26 : Prerez na delu uvozne rampe objekta SPC na Trgu komandanta Staneta (Vir: dokumentacija gradbišča SPC 03 na Trgu komandanta Staneta, 2007)



Slika 27 : Prečni prerez objekta SPC na Trgu komandanta Staneta (Vir: dokumentacija gradbišča SPC 03 na Trgu komandanta Staneta, 2007)

Gradnja se je pričela na koti  $-11.5$  m z izvedbo temeljne plošče. Gradbena jama se je ščitila z AB piloti v kombinaciji z jetgrouting sidranjem. Nosilna konstrukcija je armiranobetonska in se ciklično ponavlja do prvega nadstropja (grede, nosilci in manjši del nosilnih AB sten). Od vključno prvega nadstropja naprej pa je nosilna konstrukcija še vedno armiranobetonska, vendar so ključni nosilni elementi nosilne stene, ki se prav tako ciklično ponavljajo po nadstropjih. Sistem opaženja, ki se je na tem objektu uporabljal za opaženje sten je Doka, sistem za opaženje plošč pa je bil Alfort Faresin.

Predelne stene (hodnik – stanovanje ter stanovanje – stanovanje) so zidane iz betonskih zidakov, kateri so polnjeni z malto (kjer ni nosilne stene), zaradi zmanjšanja vpliva hrupa iz sosednjih, hrupno bolj obremenjenih prostorov. Zaključene so s tankoslojnim ometom in pleskane s polidisperzijsko barvo. Predelne stene znotraj stanovanja so grajene montažno –

mavčno kartonske stene. V stanovanjih je vgrajena montažna sanitarna kabina podjetja Varis, ki zahteva po montaži le priklop na inštalacijske vode in zapiranje revizijskih odprtin znotraj kabine, zunanje stene pa so se obložile z mavčnokartonskimi ploščami. V stanovanjih je položen klasičen parket, na balkonih, terasah in skupnih prostorih (kot so kolesarnice, skupne sanitarije,...) je položen granitogres, v vseh kletih pa je kot finalni tlak asfalt, prav tako tudi na novozgrajenem parkirišču pred objektom in na pešpoteh ob objektu. Vgrajena okna in balkonska vrata po stanovanjskem delu objekta so iz PVC materiala s kovinskimi jedri, medtem ko so v pritličju v celoti aluminijasta. Strehe so obrnjene ravne, ozelenjene z ekstenzivno ozelenitvijo, prav tako terase med stolpiči v drugem nadstropju. Fasada na južni in severni strani je pretežno opečna, prezračevana po sistemu Moeding s toplotno izolacijo in sekundarno zaščito, na vzhodni in zahodni strani pa je klasična DEMIT fasada s toplotno izolacijo in zaključnim slojem. Svojevrstna in zelo raznolika je zunanja ureditev na vzhodu in zahodu, saj gre za kombinacijo asfalta, zelenic, kovinskih korit za rože in metlanega betona na relativno majhni površini z ostrimi linijami. Kot smo že omenili, ima objekt štiri stolpiče in v vsakemu se nahajata po dve dvigali (severni in južni vhod), v objektu je skupno 8 dvigal, ki opravijo pot skozi 8 nadstropij (cca 28 m), plus tri dvigala v knjižnici, ki so popolnoma ločena in so manjša. Poleg vsakega dvigala je tudi stopnišče, ki je obloženo s pohorskim tonalitom, prav tako tudi hodniki. Nad knjižnico se razprostira odprtina večjih dimenzij (8m x 16m), pokrita je s kaljenim steklom, nosilna konstrukcija pa je jeklana in barvana. Balkonske ograje so kovinske ter pocinkane in kombinirane s kaljenim steklom, medtem ko so preostale ograje po stopniščih in terasah zgolj kovinske. Nad terasami v četrti etaži so nameščene strešine iz kaljenega stekla, pritrjene na kovinske konzole.

---





**Slika 28 : Sliki končanega objekta SPC na Trgu komandanta Staneta (Vir: dokumentacija gradbišča SPC 03 na Trgu komandanta Staneta, 2007)**

---

## **6.2 Predstavitev predvidenega terminskega plana, ki je bil izdelan za objekt**

Terminski plan je bil izdelan s pomočjo programa Microsoft Office Project, vendar kot slika, ki predstavlja gantogram. V omenjenem planu ni bilo uporabljenih nobenih virov ali norm, kljub temu, da program tovrstne tehnike dobro podpira. V gantogramu so navedene delovne operacije, ki pa niso popolne in razčlenjene v celoti, niti ni vzpostavljenih logičnih odvisnosti, ki jih program omogoča (FS, SF, SS, FF). Takšen plan je zgolj slika, saj ne vsebuje nobenih količin, norm, resursov, so preprosto naštete delovne operacije z določenim časom izvajanja, katerega predvidi planer.

Izkop in zaščita brežin gradbene jame je bil planiran 18.7.06, dokončanje pa 19.9.06, kar znaša 54 delovnih dni. Predviden pričetek betonerskih del je 30.8.06 ter končanje le-teh 15.3.07, zidarska dela so predvidena od 18.9.06 do 15.3.07, obrtniška pa od 31.1.07 do 4.7.07.

Če se osredotočimo na betonerska dela, trajajo skupaj 540 dni, to pa zajema delovne operacije opaženja, armiranja in betoniranja po posameznih etapah objekta.

Natančnejši podatki iz plana pa so prikazani v prilogi A-Terminski plan za objekt SPC na Trgu komandanta Staneta Ljubljana. (Vir: dokumentacija gradbišča SPC 03 na Trgu komandanta Staneta, 2007)

---

## 6.3 Izdelava terminskega plana s pomočjo programa Control 2008

### 6.3.1 Osnovne nastavitve

Project settings: SPC

Project name: SPC na Trgu komandanta Staneta, Ljubljana

Project code: 260155

Company: VEGRAD d.d.

Responsible person: Košenina Bogdan

Planner: Potrpin Tomaž

Start: 30.8.2006

Deadline: 30.3.2007

Shift length: 12.0 hr

Currency unit: eur

Template: Browse...

Protecting project file with password

Old: >>> =

Locations

Location hierarchy: etaža

	etaža	Quantity	Unit	wer level	Locatio
1	SPC->3. klet	5000	M2	4	
2	SPC->2. klet	5000	M2	4	
3	SPC->1. klet	5000	M2	4	
4	SPC->prtiličje	3422	M2	4	
5	SPC->1. nadstropje	3422	M2	4	
6	SPC->2. nadstropje	3422	M2	4	
7	SPC->3. nadstropje	2100	M2	4	
8	SPC->4. nadstropje	2100	M2	4	
9	SPC->temeljna pl.	5000	M2	4	

Global quantities Approve schedule OK Cancel

V prvi fazi izdelave terminskega plana so potrebne osnovne nastavitve (ime projekta, začetek projekta, konec projekta, št. delovnih ur/dan, nastavitve privzetih enot za čas, denar, površine in prostornine, nastavitve št. etaž in posameznih etap znotraj etaže, ter vnos velikosti etap in nadstropij). Nastavitve za naš primer so na sliki 29.

Nato je priporočljivo nastaviti koledar in v njem jasno definirati vse lokalne praznike in pa praznike, ki so specifični za delovno silo. V našem primeru so zelo pomembni večji muslimanski prazniki, saj pretežni del delovne sile v tem času emigrira domov, kljub neodobravanju vodij. Pripravimo si lahko več koledarjev, ki so pomembni za različne dejavnosti.

Slika 29 : Okno osnovnih nastavitvev (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

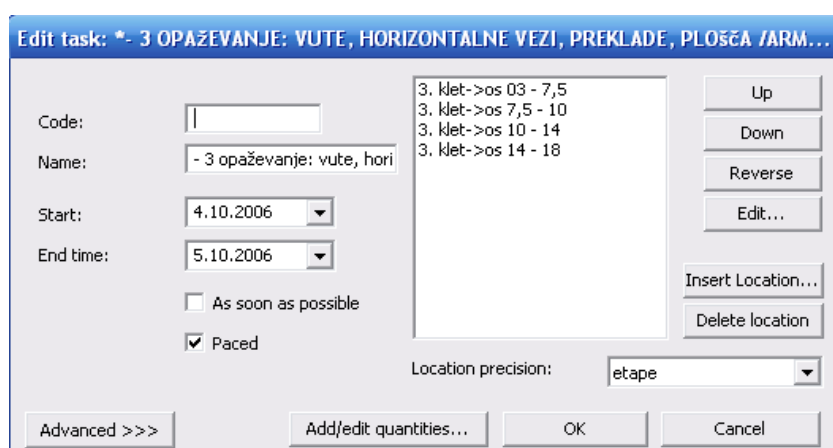
### 6.3.2 Izdelava delovnih nalog

Ko imamo podlogo pripravljeno, se lahko lotimo načrtovanja plana, to najlažje počnemo na grafični način v »flowline view« pogledu. Preprosto kliknemo ukaz »task drawing mode« in povlečemo črto, ki ji poljubno določimo naklon. Ko ukaz zaključimo, z dvoklikom na narisano daljico pričnemo s poimenovanjem in ostalim nastavljanjem. Začetek črte označuje pričetek delovne operacije, konec črte pa konec delovne operacije. Logično pa je, da hitrost napredovanja zavisi od naklona daljice. Vsaka narisana daljica predstavlja posamezno delovno operacijo, ki pa lahko teče skozi več nadstropij ali pa le skozi eno etapo. Ko izdelamo vse tako imenovane delovne naloge, ki so potrebne za posamezen plan, jih lahko združimo v



smiselne skupine z ukazom »combine schedule task«, na ta način dosežemo večjo preglednost znotraj grafičnega pogleda nad planom. Popolnoma do istega rezultata pa lahko pridemo, če preklopimo v pogled »gant view«. Gre za isti princip, le da grafični vmesnik v tem primeru prikazuje gantograme, kot na primer najbolj razširjen program za planiranje Microsoft Project.

V našem primeru smo se sklicevali na delovne naloge, ki so bile predvidene v prvotnem terminskem planu, osredotočili smo se le na tesarska (opaženje), armiraška (polaganje in vezanje armature) in pa betonarska dela (betoniranje). Narisana delovna naloga, katero program poimenuje »task« smo definirali po posameznih nadstropjih, zaradi kasnejšega določevanja poti delovnim skupinam po posameznih etapah. Omenjene delovne naloge smo



poimenovali (etaža, vrsta delovne operacije, vrsto elementov ki jih bomo izvajali), s tem smo zagotovili še dodatno preglednost nad posameznimi operacijami.

**Slika 30 : Okno v katerem se vidi poimenovanje in ostale omenjene nastavitve delovne operacije. (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)**

### **6.3.3 Vnos resursov**

To področje je eno najpomembnejših pri planiranju, saj na podlagi tega temeljijo vsi preračuni in predvidevanja. Preklopimo v »bill of quantities« pogled, v katerem so izpisane posamezne delovne operacije, ki smo jih izdelali. Z dvoklikom se odpre novo pogovorno okno, v katerega vnesemo količine, normo, ceno na enoto, osnovno mersko enoto in pa kar je najvažnejše, lokacijo. Ta program omogoča pri vnosu resursov, da pokažemo lokacijo, v katerem predelu objekta se dejansko nahaja potreba po določenem materialu, to nam kasneje zelo koristi pri sami spremljavi projekta.

Add method: - 3 OPAŽEVANJE VUTE, HORIZONTALNE VEZI, PREKLADE, PLOŠČA /ARMIRANJE										
						1:				
						3. klet				
						etaža:		etape:		
						os 03 - 7,5	os 7,5 - 10	os 10 - 14	os 14 - 18	os 03 - 7,5
Code	Item	Consumption person	eur / units	eur	Cost type					
1	4.24	Izdelava opaža AB ravnih	0.53	7.23	38 315	1324.8675	1324.8675	1324.8675	1324.8675	
2										

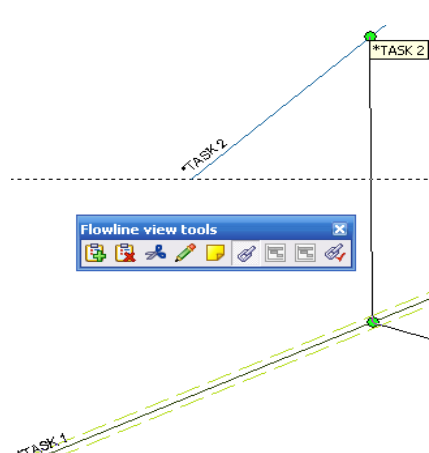
Slika 31 : Okno za vnos podatkov. (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

Program pa omogoča, da preko Excelove datoteke uvoziš vse resurse. V kolikor je projektant risal s programskim orodjem formata .pln, pa lahko preko programa Estimator 2008 uvozi vse resurse, vključno s podatki o lokaciji. V našem primeru to ni šlo, vzroke smo omenili že v uvodu tega poglavja, zato je bilo potrebno vnašati količine preko Excelove izmenljive datoteke v program, podatke pa smo dobili iz kalkulativenega izračuna, ki je bil izdelan za potrebe predračuna. S programom Excel si je smiselno pomagati, saj imamo vrsto funkcij, ki pripomorejo k hitremu in kakovostnemu urejanju podatkov večjega obsega.

### 6.3.4 Ustvarjanje logičnih povezav

Z logičnimi povezavami ustvarimo zaporedje delovnih operacij, oz. določimo, da si le-te logično sledijo. S pomočjo ukaza »dependency mode« lahko ustvarjamo logične povezave v vseh grafičnih pogledih. Program podpira osnovne logične povezave: FS (finish – start), SF (start – finish), FF (finish – finish), SS (start – start), omogoča pa tudi nastavitvev zamika.

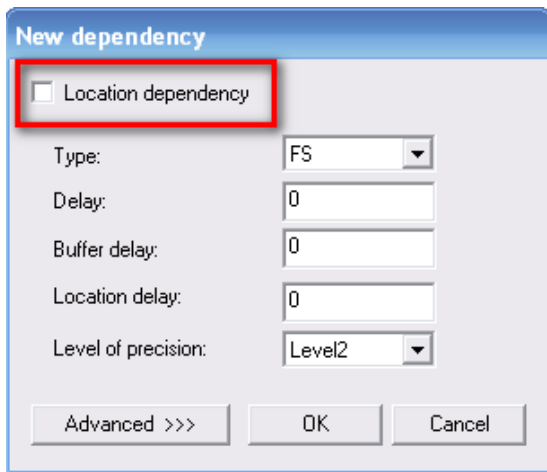
Na isti način z istim ukazom lahko formiramo delovne skupine, katere vodimo po etapah s podukazom »Location dependency«. Delovne skupine pa definiramo z ukazom »Location



grouping«. Najprej smo se lotili izdelave odvisnosti delovnih nalog in sicer v pogledu »flowline view«, ki omogoča najboljšo preglednost. Delovne naloge smo povezovali na sledeč način: ko so delavci zabetonirali temeljno ploščo, so tesarji lahko pričeli opaženje po preteku vsaj 48 urnega zamika. Ko tesarji zaključijo opaženje na nekem odseku, lahko pričnejo z delom armirači, potem nastopi betoniranje...

Slika 32 : Prikaz ustvarjanja povezav med delovnimi operacijami. (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

Ko smo delo na delovnih nalogah zaključili, smo se lotili izdelave povezav na delovnih ekipah in skupinah. V našem primeru smo definirali 4 delovne ekipe, v katerih so bile po 3 manjše delovne skupine, ki so vsebovale tesarje (za opaženje), armirače (za polaganje in vezanje armature) in pa betonerce (za betoniranje). Naredili smo več variant plana, v prvi smo aktivirali le eno delovno ekipo, v drugi varianti smo aktivirali dve delovni ekipi in v tretji



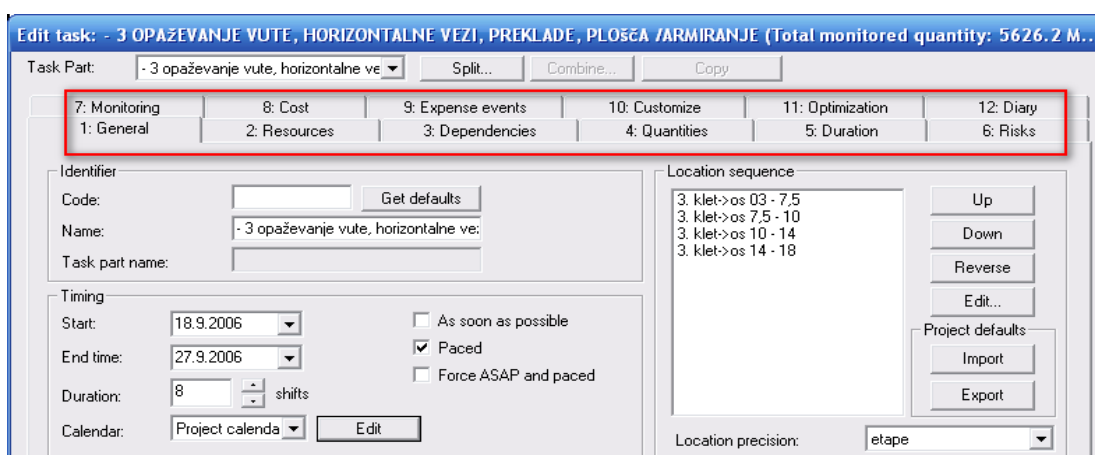
varianti štiri delovne ekipe, ki so se med seboj razlikovale po številu delavcev znotraj delovne skupine. Pri vseh variantah smo se skušali držati načela, da določena delovna skupina opravlja, kolikor se da, isto delo. To pomeni, da skupina A dela le na enem objektu, ki se ciklično ponavlja po nadstropjih. Na ta način je možno prihraniti kar nekaj časa, saj je manj učenja in uvajanja.

Slika 33 : Pogovorno okno ob ustvarjanju povezav. (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

### 6.3.5 Končne nastavitve plana

Ko imamo zgoraj omenjene zadeve končane, šele vidimo dejansko stanje našega planiranja. Iz grafičnega prikaza »flowline view« se lepo vidi enakomernost predvidenega napredovanja, ki je čim večja z vzporednostjo daljic, ki predstavljajo delovne operacije. V kolikor se je plan razvlekel preko predvidenega zaključka projekta ali če hočemo doseči boljšo enakomernost, moramo delovne operacije popraviti. To najlažje naredimo tako, da primemo z miško daljico v zgornjem kotu in spremenimo njen naklon, odpre se nam pomožno pogovorno okno, v katerem imamo opcijo nastavljanja št. delavcev, faktor produktivnosti, količine. S tem lahko uravnavamo hitrost napredovanja posamezne delovne naloge.

V kolikor imamo potrebo po nastavitvah katerekoli druge lastnosti, to naredimo z dvoklikom na daljico delovne operacije in se nam pokaže okno, v katerem imamo možnost spreminjati praktično vse nastavitve.



**Slika 34 :** Pogovorno okno, v katerem je moč nastavljeti vse, kar se nanaša na delovno operacijo. Potrebno je le preklapati med zavihki, ki so označeni na sliki. (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

Z omenjenim načinom smo si pri našem delu pomagali uskladiti plan, saj smo imeli podatke pričetka in pa končanja projekta, vmes pa smo morali prilagoditi plan tako, da se je odvijal čimbolj enakomerno. Podobno smo si pomagali, ko smo prvotni plan, v katerem je bila aktivirana le ena delovna skupina, preoblikovali v plan, v katerem so bile aktivirane dve in pa štiri delovne skupine.

### **6.3.6 Izpis pomembnih parametrov**

Pomembnejša opcija programa je tudi izpis resursov v pregledni obliki, kar nam omogoča z jasno in nedvoumno preglednico, s pomočjo katere si lahko naredimo izpise za posamezne materiale in iz njih točno vidimo količine in pa kdaj jih na gradbišču potrebujemo. Hkrati pa je ob desnem robu kazalec kumulativne porabe.

Do tega dejanja pridemo v pogledu »Resource histogram view« s podukazom »Settings«, kjer nastavimo poljubne filtre, ki so nam pomembni.

V našem planu smo pripravili izpise za posamezne vrste betona, kateri so bili predvideni za porabo. Prav tako smo pripravili izpis za opaže, ki so ločeni za plošče in stebre, stene in odprtine, isto smo naredili za armaturo.

Enako pomembno je spremljanje finančnih tokov in pa kumulativne porabe, ki jo aktiviramo v pogledu »Cash flow view« .

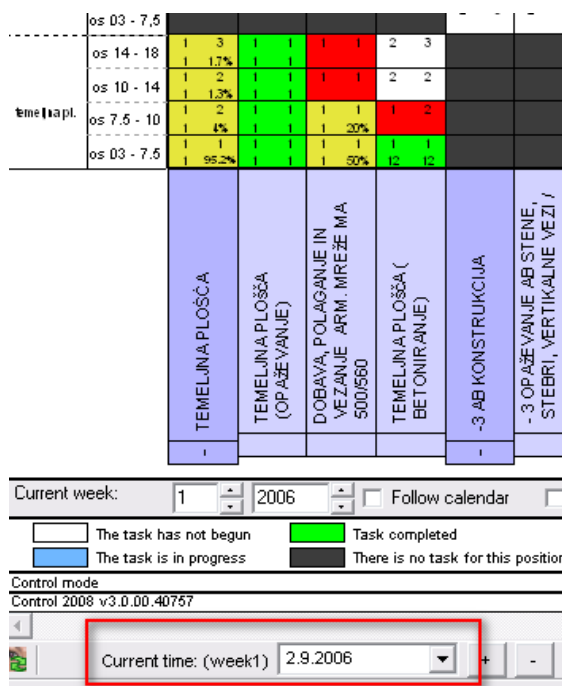
Zelo pomemben pa je tudi izpis delovne sile, ki ga program poda v podobni tabeli, kot prikaže resurse.

To opcijo najdemo v pogledu »Resource graph« in si nastavimo želen pogled. Omogoča pogled planirane delovne sile po definiranih delovnih nalogah ali pa po skupinah, ki so v našem primeru definirane kot skupine, ki jih vodi posamezen delovodja (tesarji, armirači, betonerci).

Nekaj omenjenih izpisov je pripetih v prilogi B-Terminski plan v programu Control 2008.

### 6.3.7 Spremljanje plana s programom

Ko je plan za nek projekt končan, še zdaleč ni njegova naloga končana, ampak je potrebno projekt ažurno spremljati in stremeti k izpolnjevanju planiranih rokov. Za spremljavo projekta si prav tako pomagamo s programom, tako da preklopimo v »Control mode« način, ki je namenjen le za razne analize in spremljanje stanja projekta. Nato aktiviramo »Control view« pogled, ki je pripravljen za sprotno ali vsakodnevno spremljavo projekta. Preprosto vsak dan



vpišemo, koliko posamezne delovne naloge je opravljeno. Na ta način nam sam program obarva območja, ki so kritična ali območja ki so že v zamudi. Prav tako jasno označi delovne operacije ki so končane. Iz raznolike obarvanosti posameznih etap na objektu, ali odsekov (odvisno kako smo grafično zasnovali plan) je interpretacija območij, na katerih se pojavljajo zamude, popolnoma enostavna. Hkrati pa lahko vidimo, kaj za celoten projekt pomeni zamujanje posameznih delovnih nalog.

Slika 35 : Grafični prikaz spremljave projekta v programu. (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

## 6.4 Predstavitev variant terminskega plana

Pri planiranju s programom Control 2008, smo se sklicevali na obstoječi plan, ki je predstavljen v poglavju 5.2 in v prilogi A-Terminski plan SPC na Trgu komandanta Staneta, Ljubljana. Glavne smernice so bile: začetek projekta, konec projekta in delovne naloge, ki spadajo pod betonerska dela.

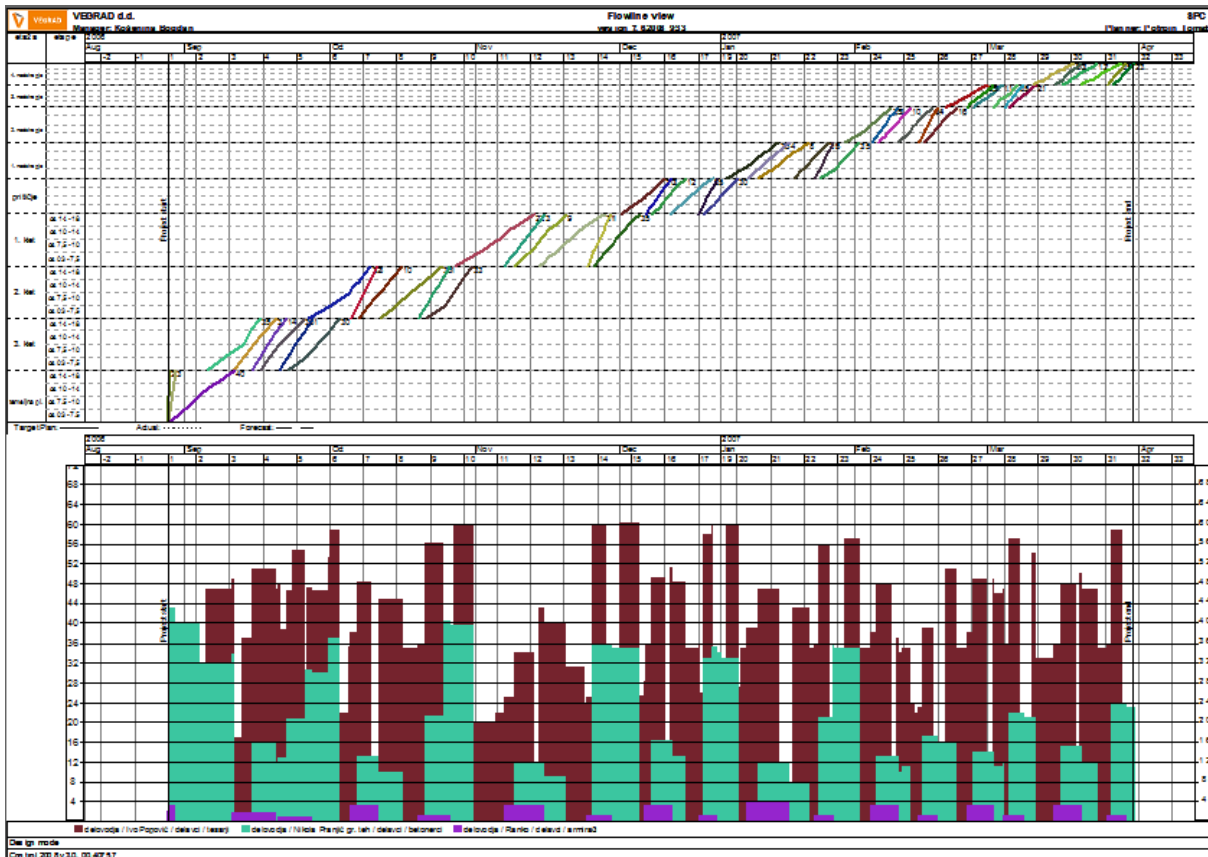
### 6.4.1 Terminski plan v katerem je bila aktivna le ena delovna ekipa

V nadaljevanju plan 1. Ena delovna ekipa zajema tri skupine: tesarje, armirače in pa betonerce. Ko končajo eno etažo se selijo v naslednjo, vendar pa delo opravlja vsaka skupina zase. Pričetek izvajanja delovnih nalog je 30.8.2006 s pričetkom izvajanja temeljne plošče, 31.3.2007 pa nastopi zaključek betonerski del v četrti etaži. Za to so delavci porabili:

Delovnih ur	Čas trajanja (dni)
83912	214

Pri sledečih velikostih delovnih skupin: Tesarji max 35 delavcev, armirači max 5 delavcev, betonerci max 40 delavcev. Največje število delavcev, ki so bili hkrati na gradbišču, pa je znašalo 65 delavcev.

---

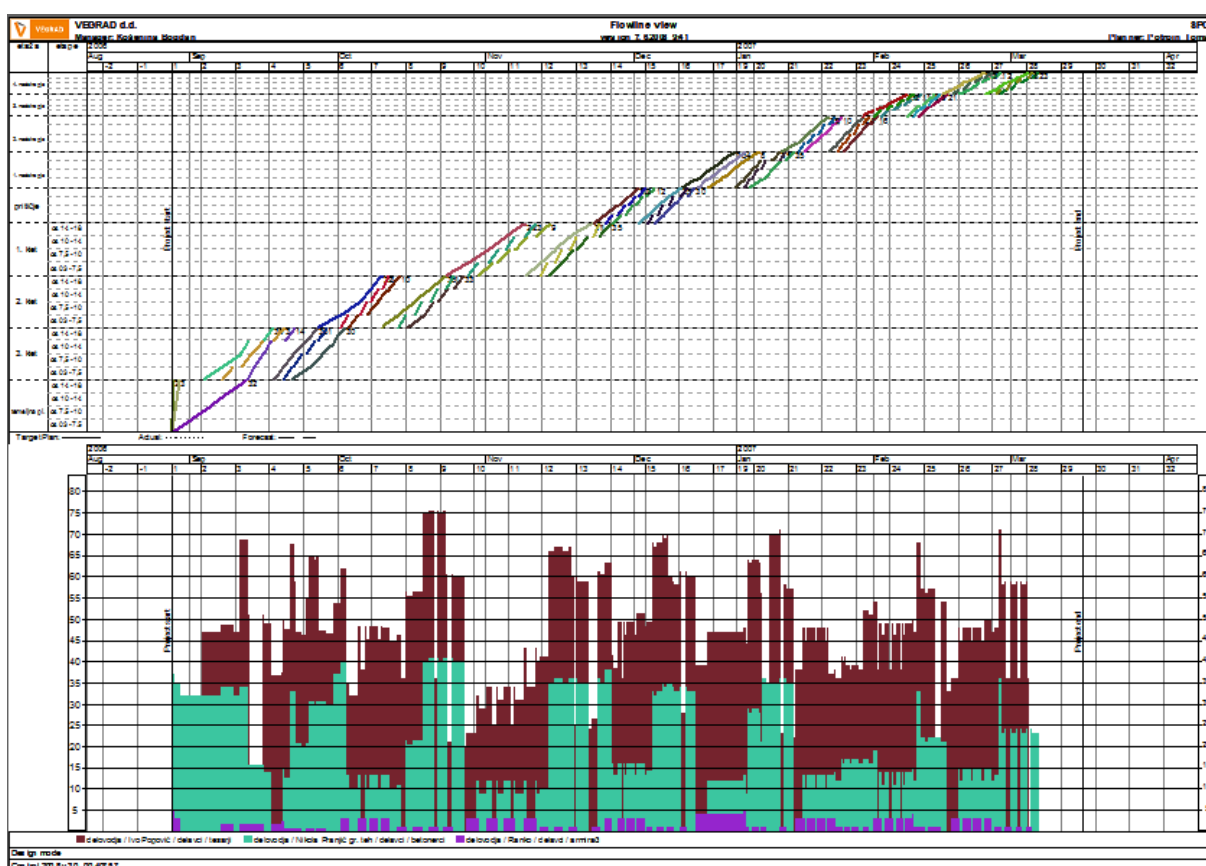


Slika 36 : Terminski plan v programu Control 2008, kjer je prikazana tudi delovna sila, aktivna je ena delovna ekipa. (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

Če vklopimo opcijo, da nastopi izvajanje delovne naloge takoj ko je to mogoče, se projekt zaključi 7.3.2007 in pri tem delavci potrebujejo:

Delovnih ur	Čas trajanja (dni)
85432	190

Velikosti delovnih skupin so ostale enake kot v prejšnjem primeru, vendar pa se je spremenilo največje število delavcev, ki so bili hkrati na gradbišču, ki znaša 76 delavcev. Ti podatki so na prvi pogled malce kontroverzni, vendar se pri drugem primeru pojavi efekt čakanja, če skupina opravi delo takoj, ko je to fizično mogoče, potem čaka predhodne naloge, da so zaključene.



Slika 37: Terminski plan v programu Control 2008, kjer je prikazana tudi delovna sila, aktivna je ena delovna ekipa – opcija »tako j ko je mogoče«. (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

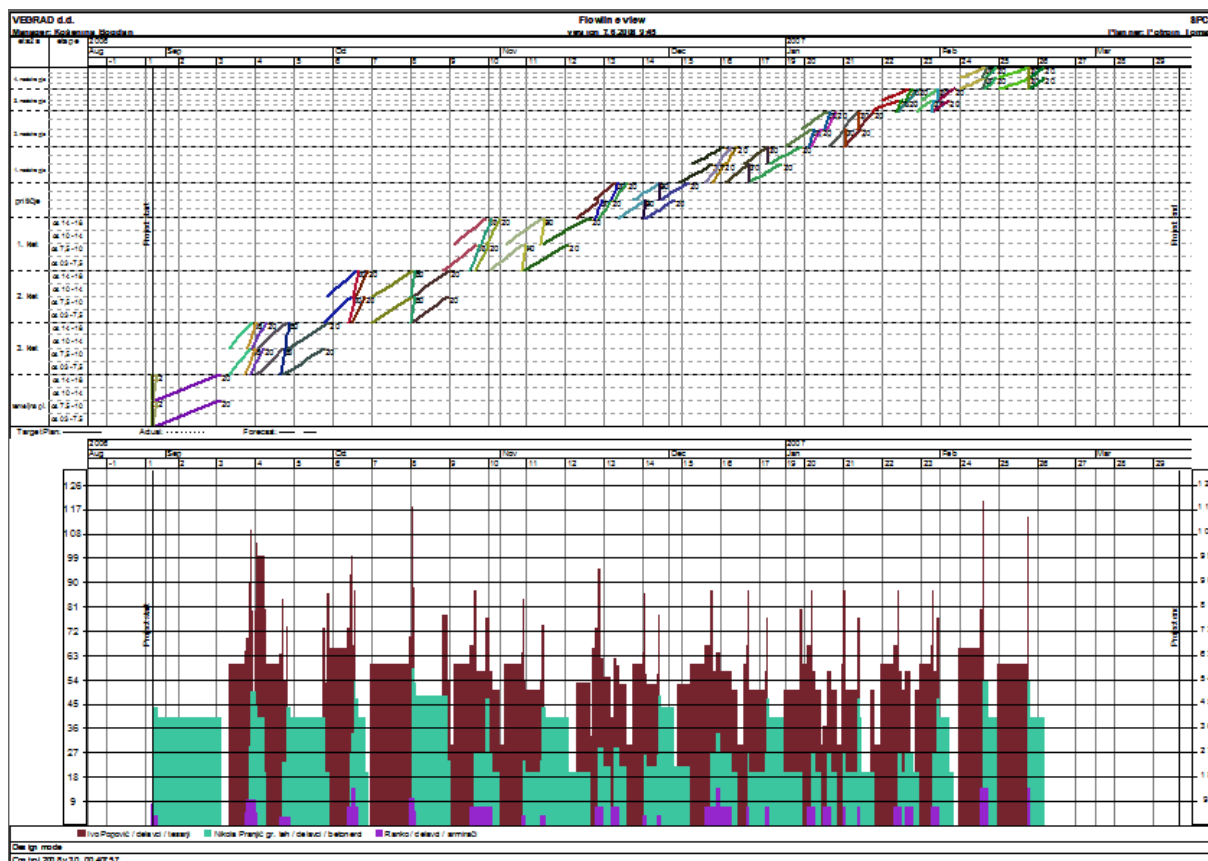
#### 6.4.2 Terminski plan v katerem sta bili aktivirani dve delovni ekipi

V nadaljevanju plan 2. Obe delovni ekipi prav tako zajemata tri skupine: tesarje, armirače in pa betonerce. Ko končajo eno etažo, se selijo v naslednjo, vendar pa delo opravlja vsaka skupina zase. Ker sta definirani dve ekipi, gradita vzporedno vsaka polovico objekta. Pričetek izvajanja delovnih nalog je 30.8.2006 s pričetkom izvajanja temeljne plošče, 20.2.2007 pa nastopi zaključek betonerskih del v četrti etaži. Za to so delavci rabili:

delovnih ur	Čas trajanja (dni)
88136	175



Pri sledečih velikostih delovnih skupin (skupini sta dve): tesarji max 33 delavcev, armirači max 7 delavcev, betonerci max 24 delavcev. Največje število vseh delavcev, ki so bili hkrati na gradbišču, pa je bilo 120. Če primerjamo s planom 1, je plan 2 hitrejši za 34 delovnih dni. Vendar pa gre tudi za večjo porabo delovnih ur, potrebno je več organizacije in večje število delavcev, ki ni nujno da so na razpolago.

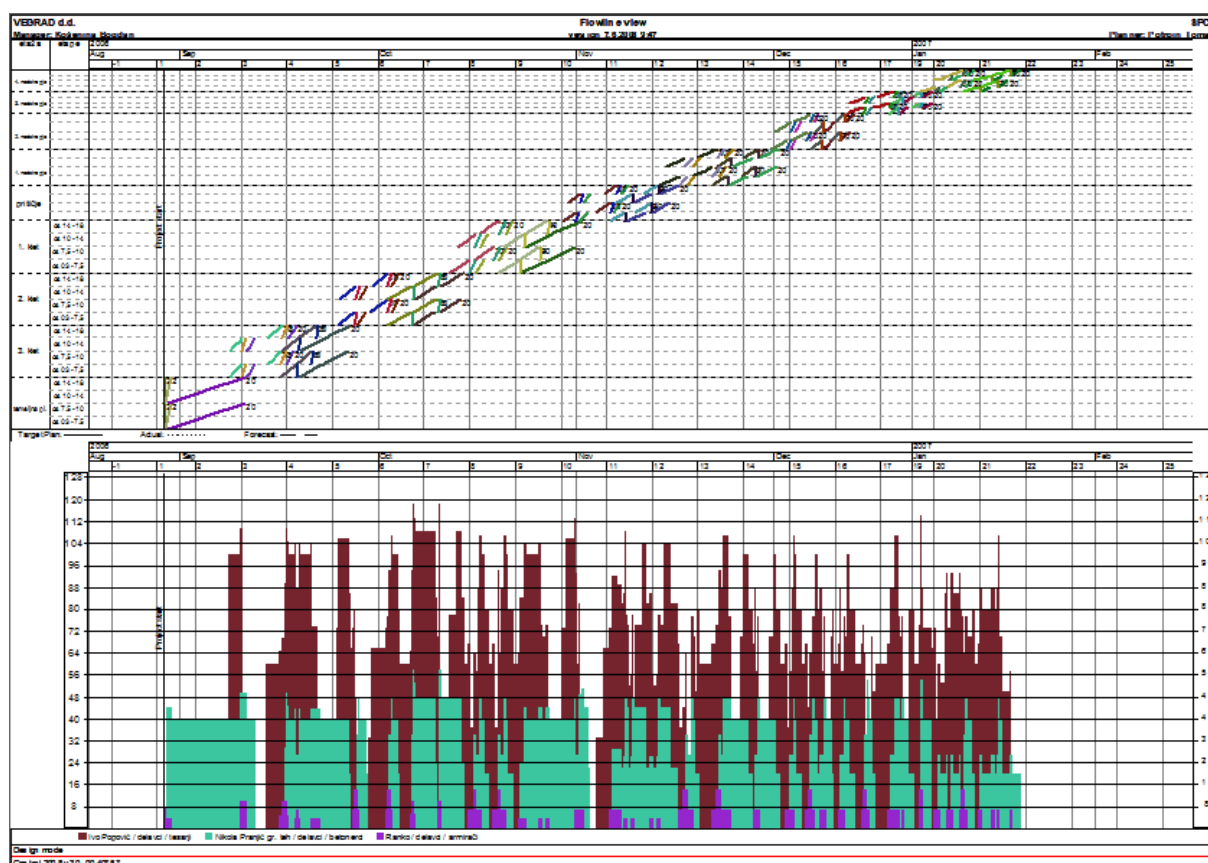


Slika 38 Terminski plan v programu Control 2008, kjer je prikazana tudi delovna sila, aktivni sta dve delovni ekipi. (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

Z uporabo opcije, da pričetek izvajanja delovne naloge nastopi takoj ko je mogoče, se projekt zaključi 20.1.2007 in pri tem potrebujejo delavci:

Delovnih ur	Čas trajanja
92121	144

Velikost obeh delovnih skupin so ostale enake kot v prejšnjem primeru, vendar pa se je spremenilo največje število delavcev, ki so bili hkrati na gradbišču, kar znaša 118 delavcev. V tem primeru smo prišli do ugotovitve, da projekt časovno zaključimo 24 delovnih dni prej, kot če je aktivna le ena ekipa. Vendar pa je zato večja poraba delovnih ur in tak projekt zahteva več dela v pripravi in sami režiji.



Slika 39 : Terminski plan v programu Control 2008, kjer je prikazana tudi delovna sila, aktivni sta dve delovni ekipi – opcija »takojo ko je mogoče«. (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

### 6.4.3 Terminski plan v katerem so bile aktivirane štiri delovne ekipe

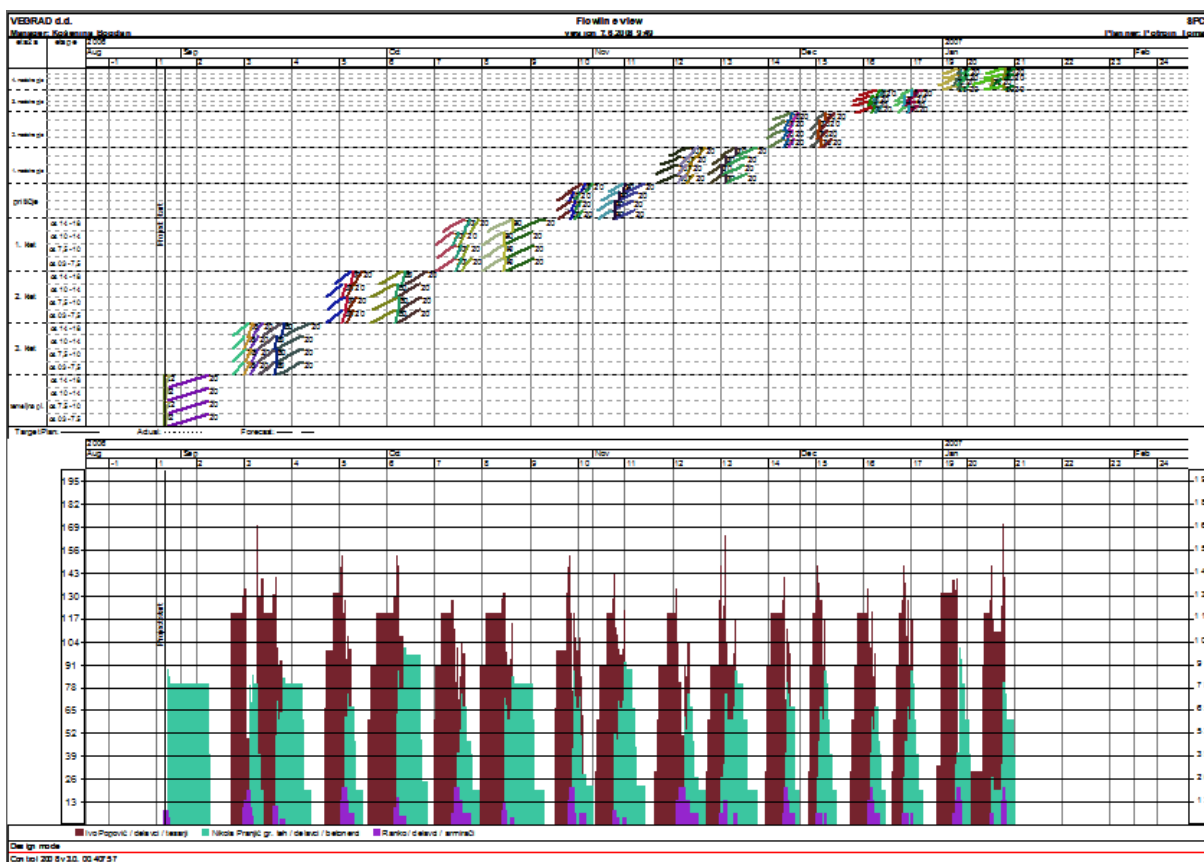
V nadaljevanju plan 3. Vse štiri delovne ekipe prav tako zajemajo tri skupine: tesarje, armirače in pa betonarce. Ko končajo eno etažo, se selijo v naslednjo, vendar pa delo opravlja vsaka skupina zase. Ker so definirane štiri ekipe, gradijo vzporedno vsaka svojo četrtno objekta oz. vsaka ekipa svoj stolpič. Pričetek izvajanja delovnih nalog je 30.8.2006 s

pričetkom izvajanja temeljne plošče, 15.1.2007 pa nastopi zaključek betonerskih del v četrti etaži. Za to so delavci potrebovali:

Delovnih ur	Čas trajanja
95167	139

Pri sledečih velikostih delovnih skupin: tesarji max. 33 delavcev, armirači max. 6 delavcev, betonerci max. 24 delavcev. Največje število delavcev, ki so bili hkrati na gradbišču, pa je znašalo 183 delavcev.

Če ga primerjamo s planom 1, je plan 3 hitrejši za 62 delovnih dni, od plana 2 pa za 30 delovnih dni. Vendar pa gre tudi za večje razpolaganje z viri in delovno silo.

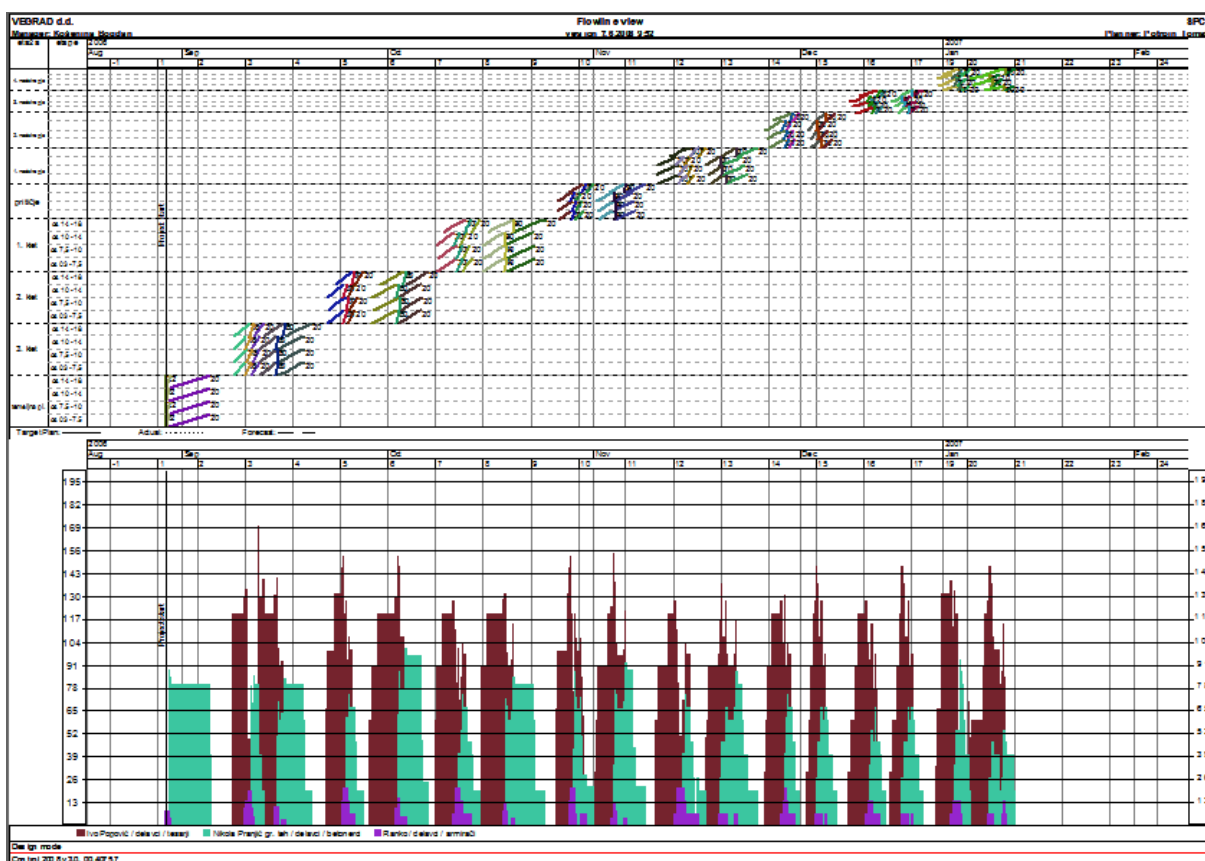


Slika 40 : Terminski plan v programu Control 2008, kjer je prikazana tudi delovna sila, aktivne so štiri delovne ekipe. (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

Z uporabo opcije »pričetek izvajanja delovne naloge nastopi takoj ko je mogoče«, se bistveno ne spremenijo karakteristike projekta, zaključni se na isti dan 15.1.2007 in pri tem potrebujejo delavci nekaj več delovnih ur:

Delovnih ur	Čas trajanja
95008	139

Velikosti delovnih skupin so ostale enake kot v prejšnjem primeru, največje število delavcev, ki so bili hkrati na gradbišču, ostaja isto, 183 delavcev. Ta varianta prihrani 195 delovnih ur, v primerjavi z zveznim planiranjem.



Slika 41 : Terminski plan v programu Control 2008, kjer je prikazana tudi delovna sila, aktivne so štiri delovne ekipe – opcija »takoj ko je mogoče«. (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)

#### 6.4.4 Primerjava posameznih variant plana

Na podlagi planiranih variant, smo izdelali preglednico s prikazom ključnih podatkov in odstopanj od plana, ki ima določeno le eno delovno ekipo in je po zasnovi najbolj podoben prvotnemu terminskemu planu, ki je bil izdelan za ta objekt.

**Preglednica 1: Preglednica različnih variant planiranja. (Vir: Tomaž Potrpin, 2008)**

	Ena delovna ekipa Plan I		Dve delovni ekipi Plan II		Štiri delovne ekipe Plan III	
	Zvezno	Opcija takoj ko je mogoče	Zvezno	Opcija takoj ko je mogoče	Zvezno	Opcija takoj ko je mogoče
Št.del. ur	83912	85432	88136	92121	95167	95008
$\Delta h$ (del.)	0	1250	4224	8209	11255	11096
Št.kol. dni	214	190	175	144	139	139
$\Delta$ Št.kol. dni	0	24	39	70	75	75
Čas konca	31.03.2007	07.03.2007	20.2.2007	20.1.2007	15.1.2007	15.1.2007
$\Delta t$ (dni)	0	24	29	70	75	75
S (max)	65	76	120	118	183	183
$\Delta S$ (max)	0	11	55	53	118	118

Plan I je bil zasnovan v okvirih prvotnega terminskega plana, ki je bil izdelan za ta objekt, poglobitni oporni točki sta začetek in konec gradnje. Na delu je ena delovna ekipa, ki šteje tri delovne skupine. Izvajanje del na objektu poteka po posameznih etažah. Delovne skupine so zato večje in štejejo do 40 delavcev, pod vodstvom enega delovodje. Za delovodjo je vodenje tolikšnega števila delavcev nekoliko zahtevnejše, medtem ko je tovrstni način zelo primeren za nemoteno oskrbo s materialom.

Tovrstni način gradnje zahteva daljši čas izgradnje, kar pomeni večje stroške režije, plačujemo dlje časa najemnine za: kontejnerje, opaže, odre, delovne stroje, silose, sanitarije, delovno silo, žerjave, gradbiščno električno energijo, gradbiščno vodo, varovalne ograde, delovno orodje... Ta strošek se pojavi, v kolikor seveda nimamo svojih virov, v nasprotnem primeru pa jih ne moremo uporabljati na drugih gradbiščih.

V planu I z opcijo »nastopanja del, takoj ko je mogoče«, se hitrost izgradnje res poveča, vendar pa je za to potrebna večja dinamika dela, pogosto prihaja tudi do zastojev in posamezne skupine morajo čakati, da se predhodna delovna naloga opravi. Pri takšnem načinu gradnje igrajo delovodje in ostalo vodstvo gradbišča zelo veliko vlogo, saj morajo v pravem času zagotoviti tako material in energijo kot tudi delovno silo na določeni lokaciji gradbišča. Preveriti moramo najpogostejše dejavnike ozkih grl, to je pogosto kapaciteta žerjava, kapaciteta betonarne in transport betona ter zaloge ostalih vgradnih materialov v skladišču.

Plan II je v primerjavi s planom I hitrejši v izgradnji za 31 delovnih dni, kar za konkreten primer pomeni 39 koledarskih dni, vendar je za to potrebno večje število delavcev. Na objektu sta dve delovni ekipi, zato so posamezne delovne skupine za spoznanje manjše in sicer največja šteje do 33 delavcev. S tem nastane potreba po dodatnih vodjih delovnih skupin, v našem primeru smo prešli iz treh na šest skupin. Prav tako se poveča potreba po opažu, odru, betonu in ostalih vgradnih materialih.

Z vzpostavitvijo opcije »nastopanja delovne operacije takoj ko je to mogoče«, plan II končamo še za 25 delovnih dni prej, oz. od prvotnega plana za 53 delovnih dni, če pretvorimo v koledarske dni to pomeni 10 tednov prej od predvidenega plana. Ob tem pa ne smemo spregledati povečane porabe 3985-ih delovnih ur, ob približno isti velikosti delovnih skupin. V takem primeru pa je potreba po zagotavljanju zadostnih količin: opažev, odrov, armature, betona, ter ostalih vgradnih materialov še posebej pomembna, prav tako je pomemben transport omenjenih materialov znotraj gradbišča na zeleno lokacijo v točno določenem času.

---

Plan III vključuje štiri delovne ekipe, katere še vedno vključujejo tri delovne skupine, kar pomeni da imamo najzahtevnejši organizacijski nivo do sedaj omenjenih planov, v katerem je 12 skupin in vsaka ima svojega vodjo. Iz vidika manjših skupin je vodenje nekoliko lažje, je pa za zagotavljanje tekočega dela potrebna dobra komunikacija med vodji skupin, saj poteka na gradbišču več istih del hkrati.

Delo ki je planirano v planu III, se konča 61 dni pred planom I in 30 dni pred planom II, ob vklopu opcije »nastopanja delovne operacije takoj ko je to mogoče«, pa plan skorajda ostane nespremenjen, gre le za prihranek 159 delovnih ur. Ta minimalna razlika je rezultat visoke razčlenitve delovnih operacij že v predhodnem primeru. V kolikor primerjamo omenjeni plan s planom II-opcija »nastopanja delovne operacije takoj ko je to mogoče«, pa se čas projekta skrajša le za 4 delovne dni, ob tem pa se porabi 3046 delovnih ur.

---

## 7 ZAKLJUČEK

Med nastajanjem naloge smo z vsakim nadaljnjim korakom potrjevali pomembnost planiranja v vseh pogledih. Čeprav smo se v nalogi pretežno osredotočili na obdelavo planiranja, ki se nanaša na armirano betonska dela, smo hkrati hoteli poudariti pomembnost planiranja tudi na ostalih področjih.

V praksi poznamo rek »plani se izdelujejo z namenom, da se rušijo«. Dobro izdelan terminski plan vzame izkušenemu planerju relativno malo časa, v primerjavi s posledicami, ki nastanejo z zamujanjem pogodbenih rokov.

Programsko orodje Vico Control 2008 je odlično orodje za načrtovanje planov zgradb, ali drugih objektov, ki vsebujejo ponavljajoče se delovne operacije ali taktno delo.

Prednost uporabe tega programa je predvsem enostavna interpretacija ter raznovrstnost pogledov plana, kot so:

- pogled plana (črtni, gantogramski)
- pregled količin materiala (razvrščenega po kvaliteti in vrsti) na časovni skali
- pregled delovne sile (razvrščene po skupinah in vrsti) na časovni skali
- pregled pritoka in odtoka financ gradbišča na časovni skali
- pregled delovnih nalog, ki sledijo (dnevni, tedenski, mesečni)
- analiziranje kritičnih poti in odsekov plana
- spremljava projekta s pomočjo grafičnega vmesnika

Vodstvu gradbišča za uporabo ni potrebno obiskovati obsežnih tečajev za spremljavo projekta ali izdelavo manjših popravkov. V tehnični stroki poznamo dejstvo, da ena sama daljica, ali če

---



hočete črta na diagramu, pomeni tisoč besed in ta teza je ob uporabi programa Control 2008 absolutno potrjena (glej prilogo B).

Cilj naloge je predstavitev programa na praktičnem primeru, pri tem smo prišli do zaključka, da lahko tudi brez posebnih finančnih analiz, s pomočjo relativno enostavnega plana, prihranimo na vseh stroških, ki nastajajo med gradnjo. S pomočjo več variant planov, ki smo jih izdelali, vidimo optimalno varianto načina gradnje. V našem primeru, ker plan ne razpolaga s popolnimi podatki, ne moremo govoriti o konkretnih številkah. Če pri planiranju dosežemo popolno kompatibilnost z risanim modelom (kot je opisano v poglavju 5), pa je vidna vsaka sprememba, oz. posledica ki jo sprememba prinese. Ta način nam zelo pomaga pri hipnih odločitvah, ki so posledica nenehnih sprememb in dopolnil projektov.

Investicija v planiranje, posledično to pomeni v programje in kader z ustrežno izobrazbo ter izkušnjami, se podjetju z vizijo hitro obrestuje. V prihodnje pa bo zagotovo faktor planiranja še bolj pomemben, saj se prav na tem področju nahaja še veliko zalog, ki jih bo za doseganje dobrih poslovnih rezultatov absolutno potrebno izkoristiti.

---

## **PRILOGA A :**

**Terminski plan za objekt SPC na Trgu komandanta Staneta  
Ljubljana.**



Priprava dela

ID	opis del	čas	prič.	dok.	delovna sila	Qtr 3, 2006		Qtr 4, 2006			Qtr 1, 2007			Qtr 2, 2007			Qtr 3, 2007			Q4				
						Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct			
1	<b>S.P.C. na TRGU KOMANDANTA STANETA</b>	<b>351,75 d</b>	<b>Tue 18.7.06</b>	<b>Sat 15.9.07</b>		S.P.C. na TRGU KOMANDANTA STANETA																		15.9.07
2	<b>IZKOPI, ZAŠČITA BREŽIN GRADB. JAME</b>	54 d	Tue 18.7.06	Tue 19.9.06		ČITA BREŽIN GRADB. JAME																		
31	<b>TEMELJNA PLOŠČA</b>	73,75 d	Wed 30.8.06	Sat 25.11.06		TEMELJNA PLOŠČA																		
32	Os 03 - 6( armatura, betoniranje)	7 d	Wed 30.8.06	Wed 6.9.06	4T,10 Z, 20 A	3 - 6( armatura, betoniranje)																		
33	Os 6 - 10	7 d	Thu 7.9.06	Thu 14.9.06	4T,10 Z, 20 A	Os 6 - 10																		
34	Os 10 - 13	7 d	Mon 25.9.06	Mon 2.10.06	4T,10 Z, 20 A	Os 10 - 13																		
35	Os 13 - 18/ E - H	0 d	Mon 23.10.06	Mon 23.10.06	4T,10 Z, 20 A	Os 13 - 18/ E - H																		
36	Os 13 - 18/ C-E	5,75 d	Mon 20.11.06	Sat 25.11.06	4T,10 Z, 20 A	Os 13 - 18/ C-E																		
37	<b>SPRINKLER BAZEN</b>	4 d	Thu 23.11.06	Mon 27.11.06		SPRINKLER BAZEN																		
38	<b>KLET 3.</b>	69,75 d	Thu 7.9.06	Wed 29.11.06		KLET 3.																		
39	Os 03 - 7,5	10 d	Thu 7.9.06	Mon 18.9.06		Os 03 - 7,5																		
40	ab stene, stebri, vertikalne vezi,	6 d	Thu 7.9.06	Wed 13.9.06	15 T, 5 Z, 4 D, 20 A	stene, stebri, vertikalne vezi,																		
41	vute, horizontalne vezi, preklade, plošča	6 d	Tue 12.9.06	Mon 18.9.06	15 T, 5 Z, 4 D, 20 A	horizontalne vezi, preklade, plošča																		
42	popuščanje sider in rušenje grede	6 d	Mon 11.9.06	Sat 16.9.06	15 T, 5 Z, 4 D, 20 A	uščanje sider in rušenje grede																		
43	Os 7,5 - 10	12 d	Fri 15.9.06	Thu 28.9.06		Os 7,5 - 10																		
44	ab stene, stebri, vertikalne vezi,	7 d	Fri 15.9.06	Fri 22.9.06	15 T, 5 Z, 4 D, 20 A	b stene, stebri, vertikalne vezi,																		
45	vute, horizontalne vezi, preklade, plošča	7 d	Thu 21.9.06	Thu 28.9.06	15 T, 5 Z, 4 D, 20 A	, horizontalne vezi, preklade, plošča																		
46	Os 10 - 14	12 d	Mon 16.10.06	Sat 28.10.06		Os 10 - 14																		
47	ab stene, stebri, vertikalne vezi,	7 d	Mon 16.10.06	Mon 23.10.06	15 T, 5 Z, 4 D, 20 A	ab stene, stebri, vertikalne vezi,																		
48	vute, horizontalne vezi, preklade, plošča	7 d	Sat 21.10.06	Sat 28.10.06	15 T, 5 Z, 4 D, 20 A	vute, horizontalne vezi, preklade, plošča																		
49	Os 14 - 18	14,75 d	Mon 13.11.06	Wed 29.11.06		Os 14 - 18																		
50	ab stene, stebri, vertikalne vezi,	11 d	Mon 13.11.06	Fri 24.11.06	15 T, 5 Z, 4 D, 20 A	ab stene, stebri, vertikalne vezi,																		
51	vute, horizontalne vezi, preklade, plošča	6 d	Wed 22.11.06	Wed 29.11.06	15 T, 5 Z, 4 D, 20 A	vute, horizontalne vezi, preklade, plošča																		
52	<b>KLET 2.</b>	72,75 d	Tue 19.9.06	Thu 14.12.06		KLET 2.																		
53	Os 03 - 7,5	10 d	Tue 19.9.06	Fri 29.9.06		Os 03 - 7,5																		
54	ab stene, stebri, vertikalne vezi,	6 d	Tue 19.9.06	Mon 25.9.06	15 T, 5 Z, 4 D, 20 A	ab stene, stebri, vertikalne vezi,																		
55	vute, horizontalne vezi, preklade, plošča	6 d	Sat 23.9.06	Fri 29.9.06	15 T, 5 Z, 4 D, 20 A	, horizontalne vezi, preklade, plošča																		
56	popuščanje sider in rušenje grede	2 d	Tue 19.9.06	Wed 20.9.06	15 T, 5 Z, 4 D, 20 A	puščanje sider in rušenje grede																		
57	Os 7,5 - 10	18,75 d	Mon 2.10.06	Mon 23.10.06		Os 7,5 - 10																		
58	ab stene, stebri, vertikalne vezi,	6 d	Mon 2.10.06	Sat 7.10.06	15 T, 5 Z, 4 D, 20 A	ab stene, stebri, vertikalne vezi,																		
59	vute, horizontalne vezi, preklade, plošča	6 d	Mon 16.10.06	Mon 23.10.06	15 T, 5 Z, 4 D, 20 A	vute, horizontalne vezi, preklade, plošča																		
60	popuščanje sider in rušenje grede	2 d	Mon 2.10.06	Tue 3.10.06	15 T, 5 Z, 4 D, 20 A	popuščanje sider in rušenje grede																		
61	Os 10 - 14	10 d	Thu 16.11.06	Mon 27.11.06		Os 10 - 14																		
62	ab stene, stebri, vertikalne vezi,	6 d	Thu 16.11.06	Wed 22.11.06	15 T, 5 Z, 4 D, 20 A	ab stene, stebri, vertikalne vezi,																		
63	vute, horizontalne vezi, preklade, plošča	6 d	Tue 21.11.06	Mon 27.11.06	15 T, 5 Z, 4 D, 20 A	vute, horizontalne vezi, preklade, plošča																		
64	Os 14 - 18	26,75 d	Tue 14.11.06	Thu 14.12.06		Os 14 - 18																		
65	ab stene, stebri, vertikalne vezi,	13 d	Tue 14.11.06	Wed 6.12.06	15 T, 5 Z, 4 D, 20 A	ab stene, stebri, vertikalne vezi,																		
66	vute, horizontalne vezi, preklade, plošča	13 d	Mon 20.11.06	Thu 14.12.06	15 T, 5 Z, 4 D, 20 A	vute, horizontalne vezi, preklade, plošča																		
67	<b>KLET 1.</b>	66,75 d	Mon 9.10.06	Fri 29.12.06		KLET 1.																		
68	Os 03 - 7,5	18,75 d	Mon 9.10.06	Mon 30.10.06		Os 03 - 7,5																		
69	ab stene, stebri, vertikalne vezi,	13 d	Mon 9.10.06	Mon 23.10.06	15 T, 5 Z, 4 D, 20 A	ab stene, stebri, vertikalne vezi,																		



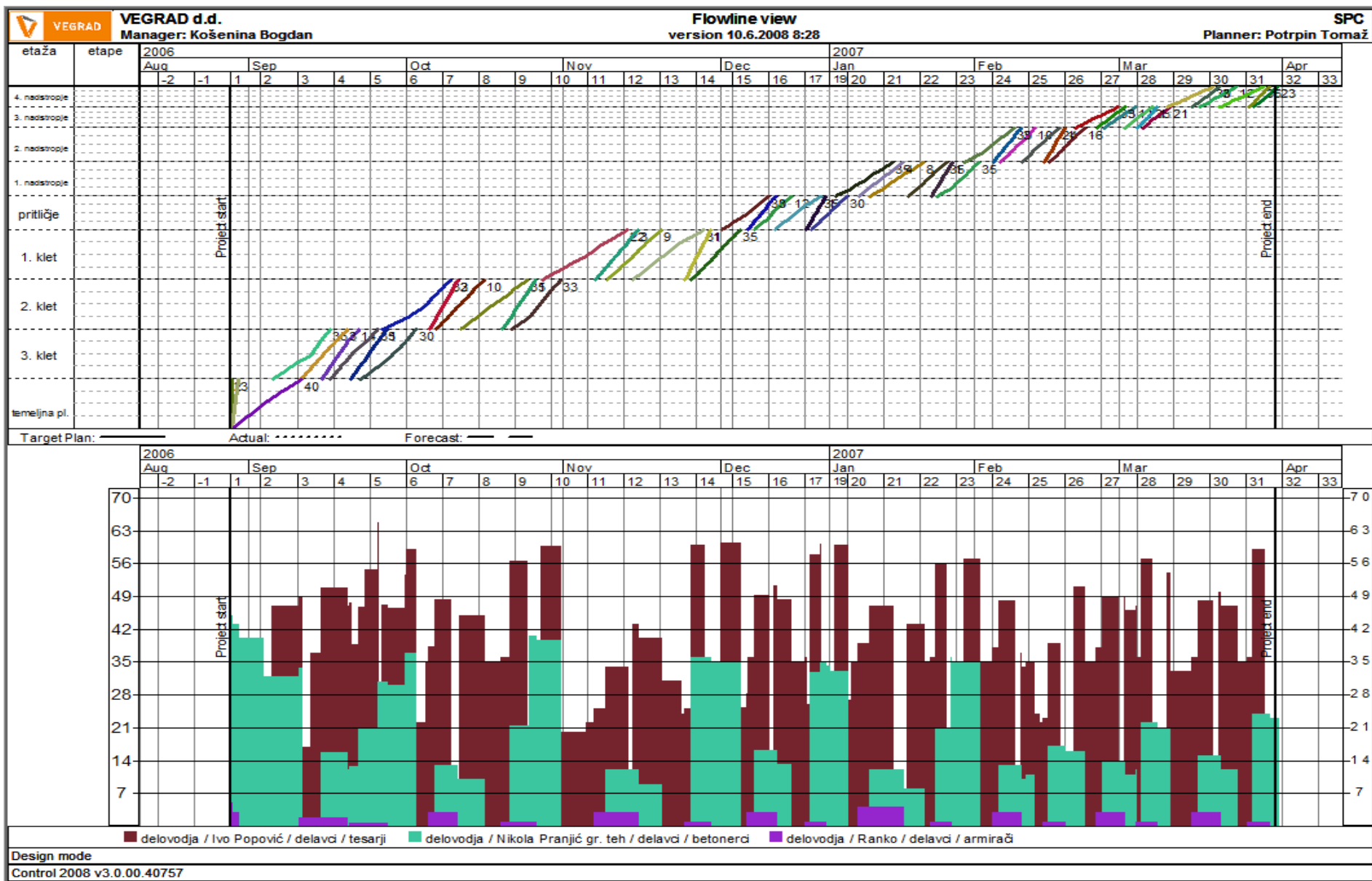


## **PRILOGA B :**

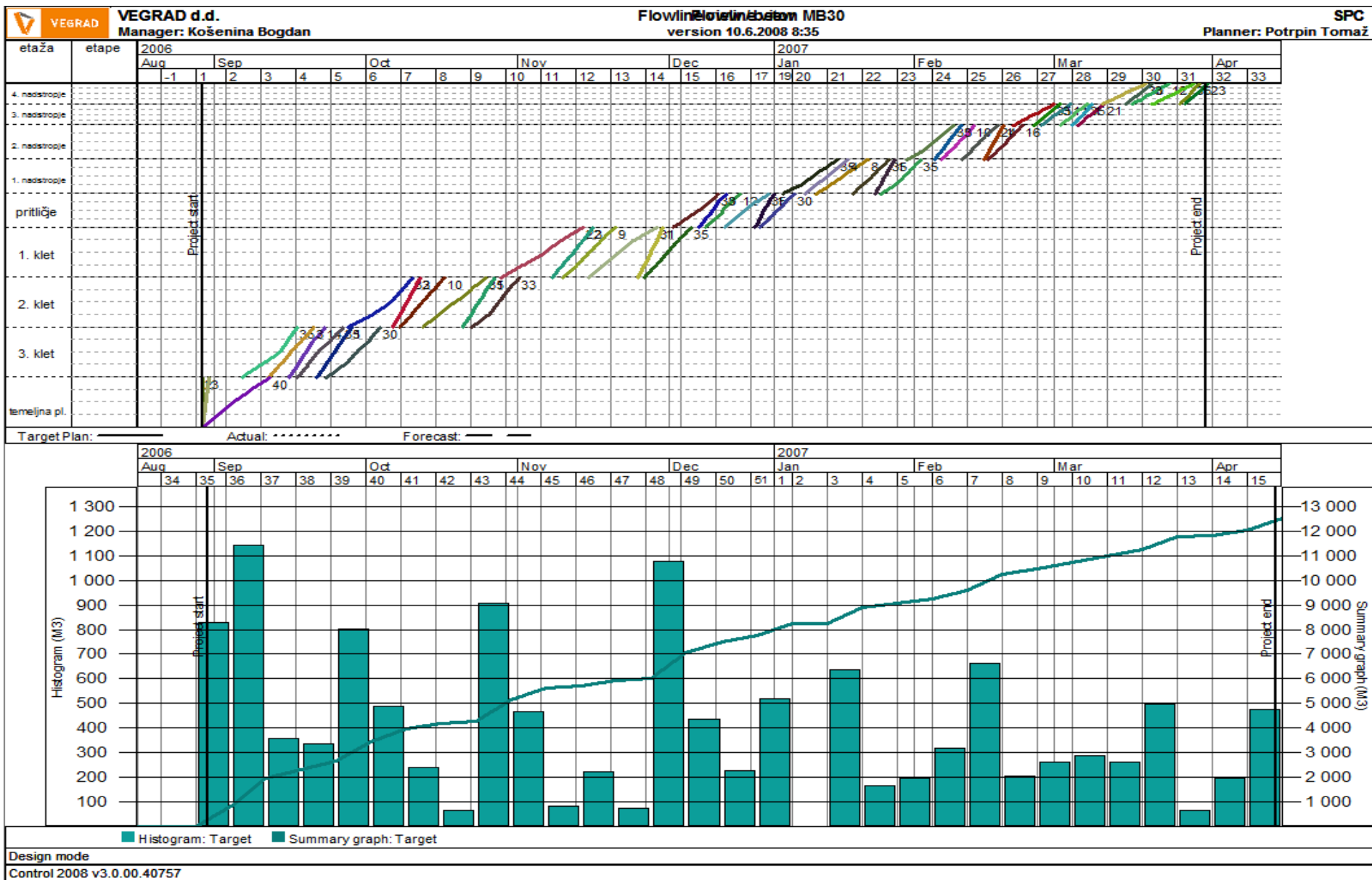
### **Terminski plan v programu Control 2008.**



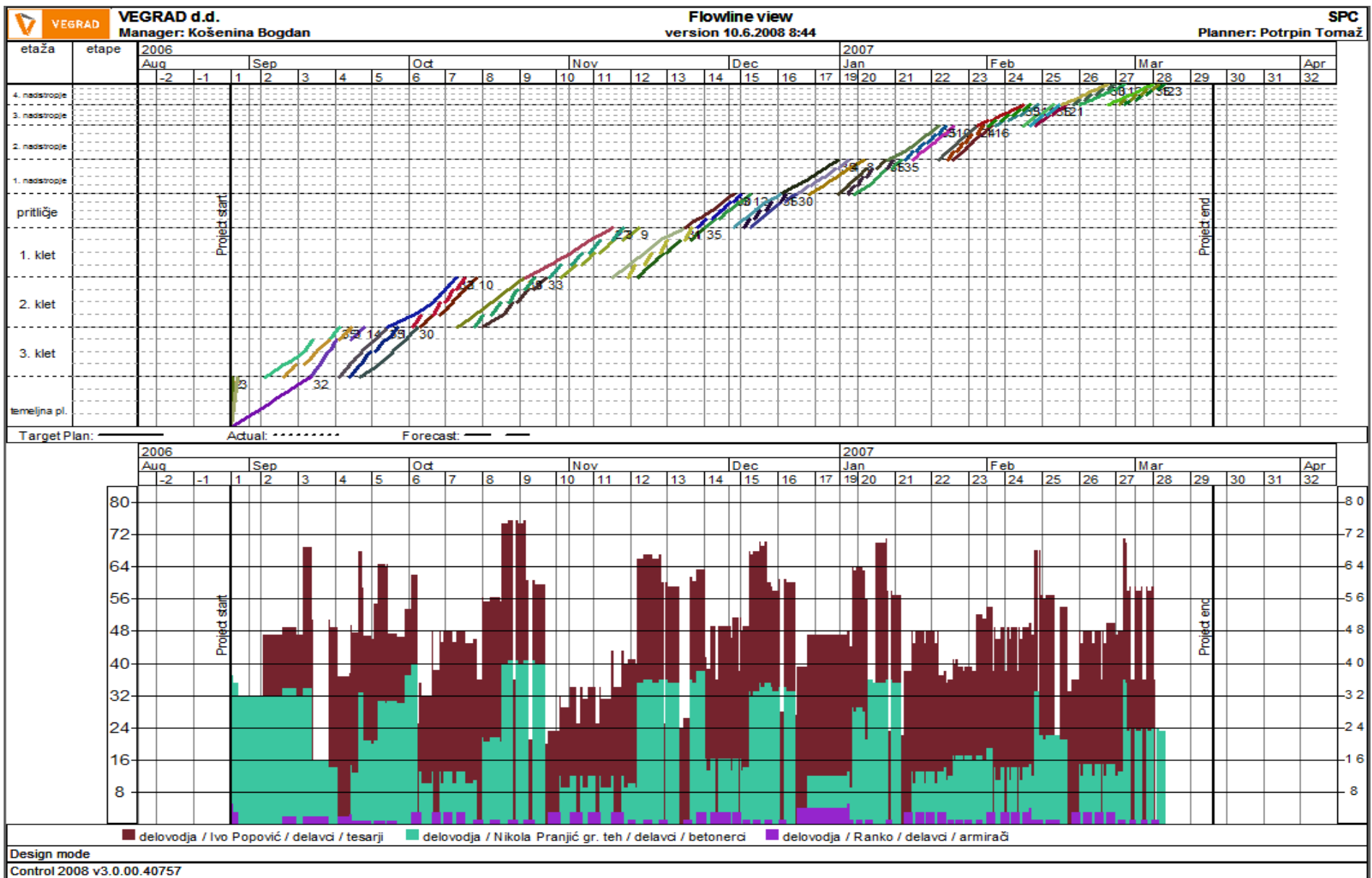




Plan I: črtni plan in graf delovne sile

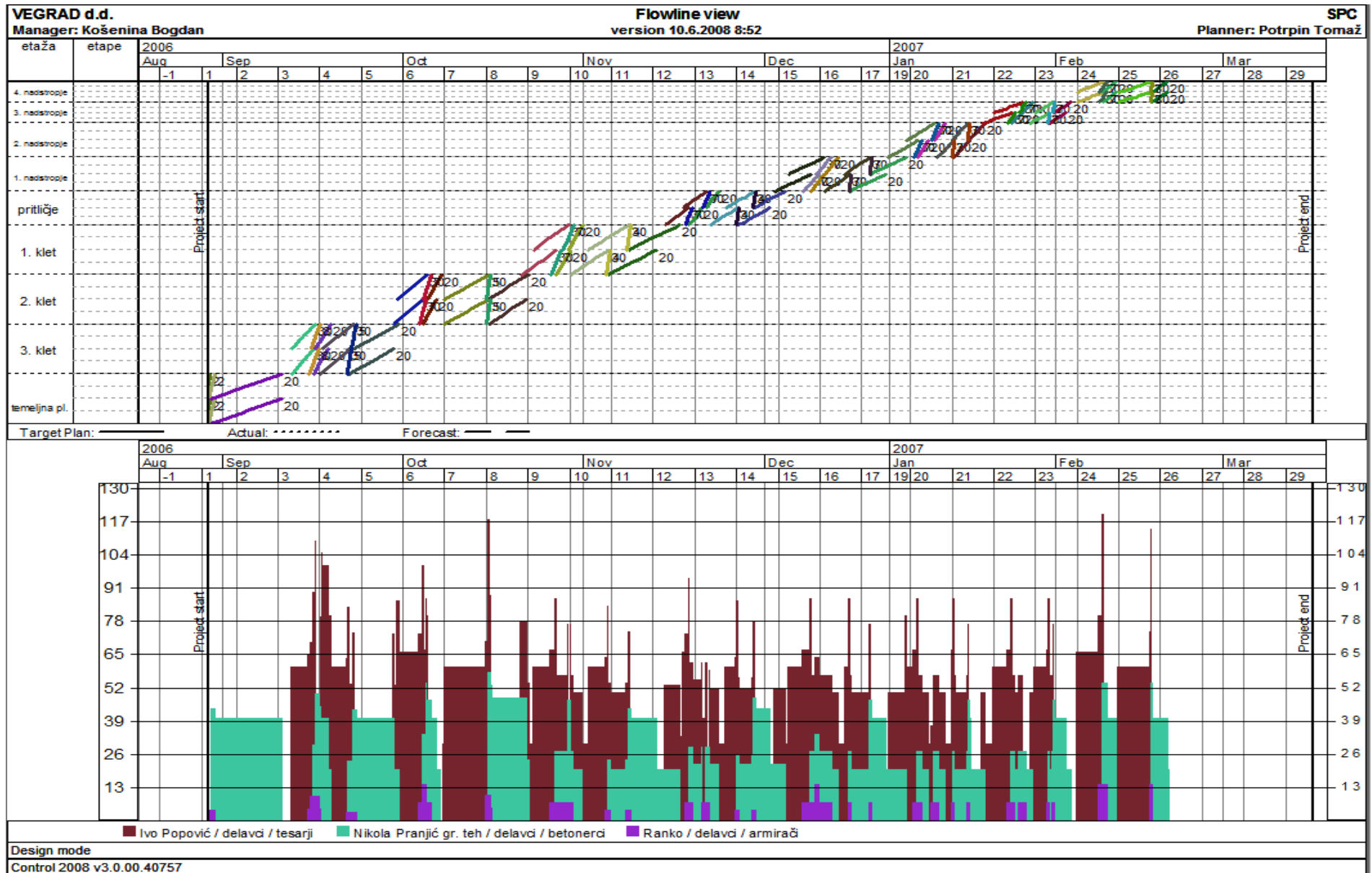


Plan I: črtni plan in graf porabe betona MB 30



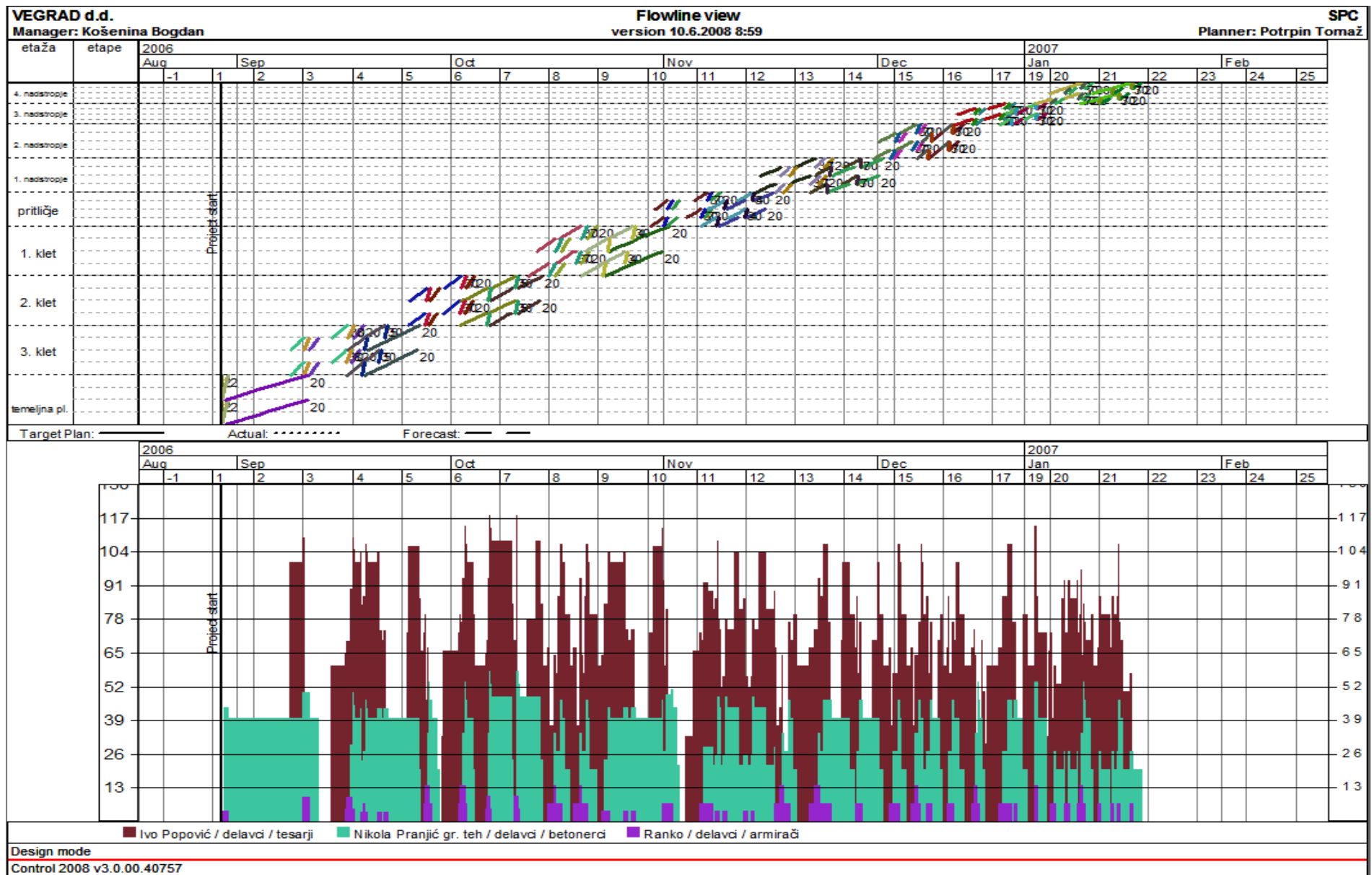
Plan I: (nastop del. operacije takoj ko je mogoče) črtni plan in graf delovne sile



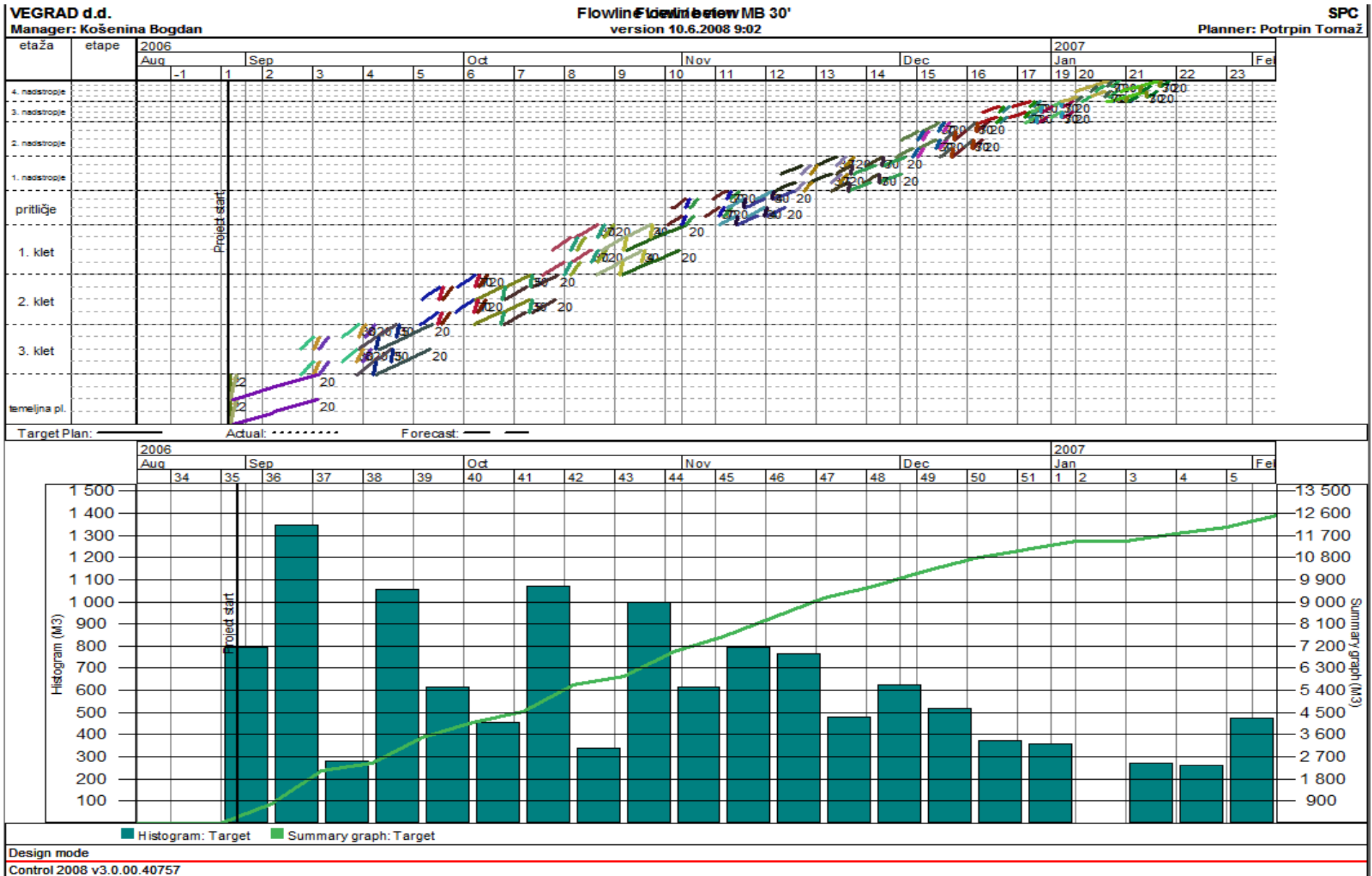


Plan II: črtni plan in graf delovne sile



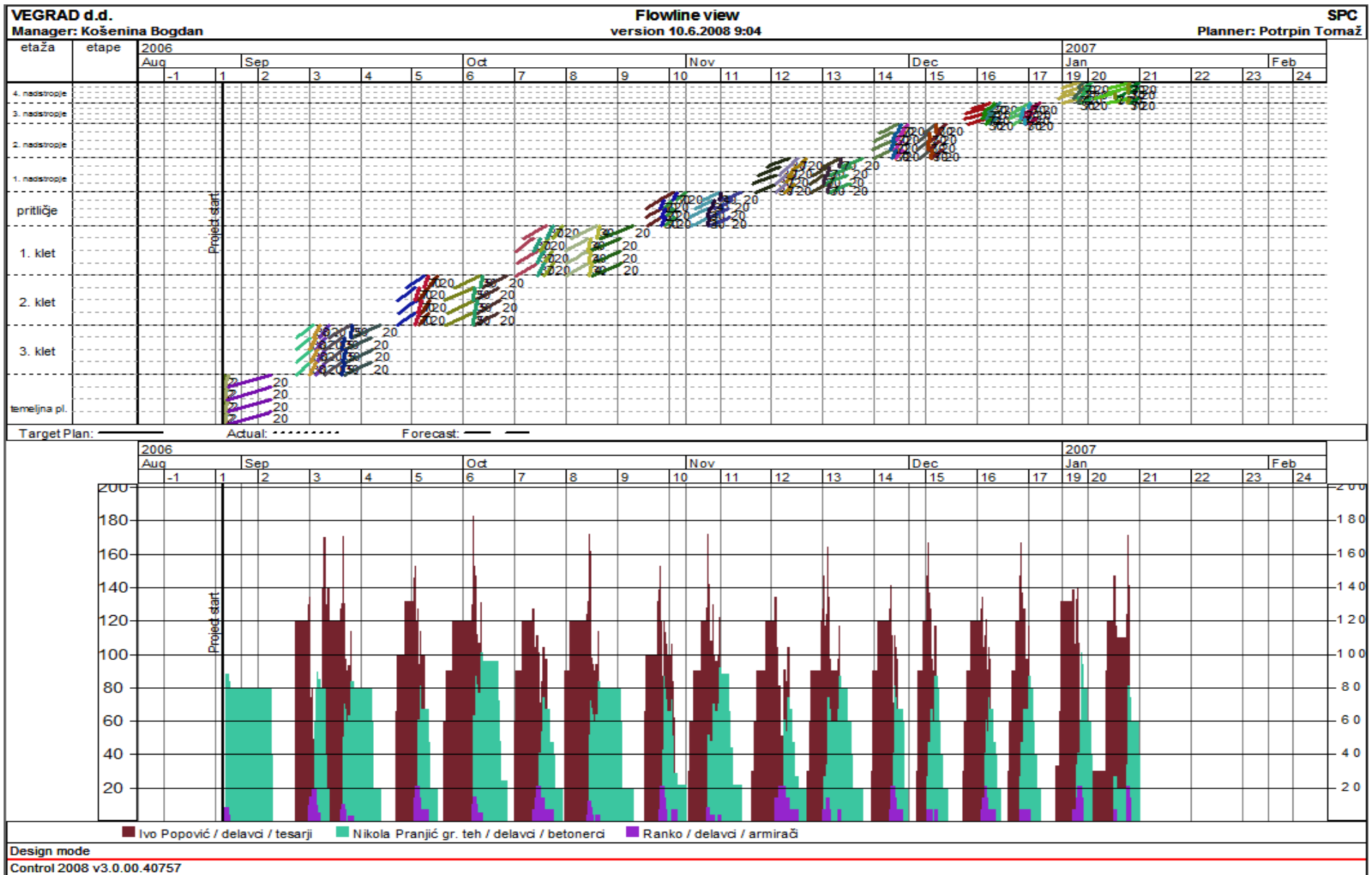


**Plan II:** (nastop del. operacije takoj ko je mogoče) črtni plan in graf delovne sile



**Plan II:** (nastop del. operacije takoj ko je mogoče) črtni plan in graf porabe betona MB 30





Plan III: črtni plan in graf delovne sile







## **VIRI**

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

Rodošek, E. 1985. Operativno planiranje. Ljubljana, FAGG: 237 str.

Rant, M., Jeraj, M., Ljubič, T. 1998. Vodenje projektov. Radovljica, ORFIN d.o.o.: 276 str.

Dokumentacija gradbišča SPC na Trgu komandanta Staneta, 2007

Slovar slovenskega knjižnega jezika, elektronska oblika, Ljubljana, 1998

## **UPORABLJENE SPLETNE STRANI**

Spletna stran programskega okolja Vico Software

<http://www.vicosoftware.com>, 20.04.2008