



**УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У ЧАЧКУ**

Мр Александар Драгашевић, проф. техн. и инф.

***МЕТОДОЛОШКИ АСПЕКТИ ОПТИМИЗАЦИЈЕ
РЕСУРСА У МРЕЖНОМ ДИЈАГРАМУ***

- Докторска дисертација -

Чачак, 2013. године



УНИВЕРЗИТЕТ У КРАГУЈЕВЦУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У ЧАЧКУ

*МЕТОДОЛОШКИ АСПЕКТИ ОПТИМИЗАЦИЈЕ
РЕСУРСА У МРЕЖНОМ ДИЈАГРАМУ*

- Докторска дисертација -

Ментор:

Др Зоран Нешић, доцент

Кандидат:

Мр Александар Драгашевић

Чачак, 2013. године

ПРИЛОГ

Програмски код софтверске подршке
Оптимизација мрежног дијаграма
Прорачун корелативних зависности

САДРЖАЈ

| | |
|---|-----------|
| САДРЖАЈ | 1 |
| РЕЗИМЕ | 3 |
| АВСТРАСТ | 4 |
| БИОГРАФИЈА..... | 5 |
| ВІОГРАPHУ | 6 |
| 1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА | 7 |
| 1.1 ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА | 7 |
| 1.2 ПРЕГЛЕД СТАЊА У ПОДРУЧЈУ ИСТРАЖИВАЊА | 8 |
| 1.3 ЗНАЧАЈ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА СА СТАНОВИШТА АКТУЕЛНОСТИ У ОДРЕЂЕНОЈ НАУЧНОЈ ОБЛАСТИ | 10 |
| 1.4 ВЕЗА СА ДОСАДАШЊИМ ИСТРАЖИВАЊИМА | 12 |
| 1.5 МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА | 13 |
| 1.6 ОЧЕКИВАНИ РЕЗУЛТАТИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ | 13 |
| 1.7 ОБРАЗЛОЖЕЊЕ ПЛАНА ДИСЕРТАЦИЈЕ..... | 15 |
| 1.8 НАУЧНА ОБЛАСТ ДИСЕРТАЦИЈЕ..... | 16 |
| 2. ДЕФИНИСАЊЕ ПРОЈЕКТА..... | 17 |
| 2.1 ОСНОВНИ ЕЛЕМЕНТИ СВАКОГ ПРОЈЕКТА | 19 |
| 2.2 ПЛАНИРАЊЕ ПРОЈЕКТА | 24 |
| 2.2.1 Природа планирања | 25 |
| 2.2.2 Врсте планова..... | 26 |
| 2.2.3 Кораџи у планирању..... | 27 |
| 2.2.4 Рационални приступ остварењу циљева..... | 27 |
| 2.3 ОРГАНИЗАЦИОНЕ ФОРМЕ ЗА УПРАВЉАЊЕ ПРОЈЕКТИМА | 29 |
| 2.3.1 Функционална организација..... | 30 |
| 2.3.2 Пројектна организација | 31 |
| 2.3.3 Матрична организација | 32 |
| 3. МЕТОДОЛОГИЈА МРЕЖНОГ ПЛАНИРАЊА | 34 |
| 3.1 ГРАФ МРЕЖЕ | 34 |
| 3.2 МЕТОДА КРИТИЧНОГ ПУТА (СРМ)..... | 37 |
| 3.3 PERT МЕТОДА | 38 |
| 3.4 МОДИФИКОВАНА PERT МЕТОДА..... | 39 |
| 3.5 PDM МЕТОДА | 40 |
| 3.6 МЕТОД АНАЛИЗЕ И ГРАФИЧКЕ ПРОЦЕНЕ-GERT | 40 |
| 4. ВРЕМЕ-ТРОШКОВИ У МРЕЖНОМ ДИЈАГРАМУ | 45 |
| 4.1 ЗАВИСНОСТ ТРОШКОВА ОД ВРЕМЕНА ИЗВРШЕЊА ОПЕРАЦИЈА | 45 |
| 4.2 ОПТИМИЗАЦИЈА ВРЕМЕ-ТРОШКОВИ ПОМОЋУ ЛИНЕАРНОГ ПРОГРАМИРАЊА..... | 47 |
| 4.2.1 Математичка формулација проблема | 47 |
| 4.2.2 Смањење напрегнутости плана..... | 48 |
| 4.2.3 Скраћивање времена помоћу теореме критичности..... | 48 |
| 4.3 ФИНАНСИЈСКА ОСТВАРИВОСТ ПРОЈЕКТА | 49 |
| 5. МИНИМИЗАЦИЈА ТРОШКОВА ПРОЈЕКТА..... | 51 |
| 5.1 ОПТИМИЗАЦИЈА ВРЕМЕНА ТРАЈАЊА ПРОЈЕКТА | 53 |
| 5.2 KELLEY-ЕВА МЕТОДА..... | 54 |
| 5.3 ОПТИМАЛНА РАСПОДЕЛА ОГРАНИЧЕНИХ РЕСУРСА У ФУНКЦИЈИ ВРЕМЕНА | 55 |
| 5.4 GRAY-KIDDOV АЛГОРИТАМ..... | 56 |
| 5.5 ОПТИМАЛНА РАСПОДЕЛА РЕСУРСА ПРИ ЗАДАТОМ ВРЕМЕНУ ТРАЈАЊА ПРОЈЕКТА..... | 56 |
| 6. РАСПОРЕД РЕСУРСА У МРЕЖНОМ ДИЈАГРАМУ | 58 |

| | |
|--|------------|
| 6.1 РАСПОРЕД НЕОГРАНИЧЕНИХ РЕСУРСА | 58 |
| 6.2 РАСПОРЕД ВИШЕ ВРСТА НЕОГРАНИЧЕНИХ РЕСУРСА..... | 61 |
| 6.3 КРИТЕРИЈУМ ЗА ПРАВИЛА ПРЕДНОСТИ | 62 |
| 6.4 ОПТИМАЛНО РЕШЕЊЕ ПРОБЛЕМА РАСПОРЕДА РЕСУРСА..... | 63 |
| 7. СПЕЦИФИЧНОСТИ РАСПОРЕДА РЕСУРСА У МРЕЖНОМ ДИЈАГРАМУ | 64 |
| 7.1 ОПТИМАЛНО ПОДЕШАВАЊЕ РАСПОРЕДА РЕСУРСА ЗА МРЕЖНИ ПЛАН | 65 |
| 7.2 ХЕУРИСТИЧКИ АЛГОРИТАМ РАСПОРЕДА РЕСУРСА ЗА ВЕЛИКЕ МРЕЖНЕ ДИЈАГРАМЕ..... | 67 |
| 8. АСПЕКТИ ПЛАНИРАЊА ПРОЈЕКТА У РЕСУРСНОМ ДИЈАГРАМУ | 68 |
| 8.1 АНАЛИЗА ТРОШКОВА ПО МЕТОДИ PERT/COST | 68 |
| 8.2 СКРАЋИВАЊЕ ВРЕМЕНА ТРАЈАЊА АКТИВНОСТИ-ПРИМЕНА МЕТОДЕ PERT/COST | 70 |
| 9. АНАЛИЗА ВРЕМЕНА КОРИШЋЕЊЕМ МОДИФИКОВАНЕ PERT МЕТОДЕ..... | 71 |
| 10. ОПТИМИЗАЦИЈА ВРЕМЕ/ТРОШКОВИ У МРЕЖНОМ ДИЈАГРАМУ | 77 |
| 10.1. ПРИМЕР ОПТИМИЗАЦИЈЕ ВРЕМЕ/ТРОШКОВИ У МРЕЖНОМ ДИЈАГРАМУ..... | 85 |
| 10.2. РАСПОРЕД РЕСУРСА У МРЕЖНОМ ДИЈАГРАМУ | 87 |
| 10.3. ВРЕМЕ-ТРОШКОВИ У МРЕЖНОМ ДИЈАГРАМУ | 88 |
| 10.4. ОПТИМИЗАЦИЈА МРЕЖНОГ ДИЈАГРАМА | 89 |
| 10.5. ПОЧЕТНИ МРЕЖНИ ДИЈАГРАМ | 90 |
| 10.6. I ИТЕРАЦИЈА | 91 |
| 10.7. II ИТЕРАЦИЈА..... | 92 |
| 10.8. III ИТЕРАЦИЈА..... | 93 |
| 11. АНАЛИЗА ПРИМЕНЕ МРЕЖНИХ ДИЈАГРАМА У УПРАВЉАЊУ ПРОЈЕКТИМА | 95 |
| 11.1. ЈЕДАН ПРИСТУП АНАЛИЗИ МРЕЖНОГ ДИЈАГРАМА | 97 |
| 12. ПРИМЕНА ИНФОРМАЦИОНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ У УПРАВЉАЊУ ПРОЈЕКТИМА | 105 |
| 12.1. АНАЛИЗА МРЕЖНИХ ДИЈАГРАМА..... | 107 |
| 13. ПОСЛОВИ ИНТЕГРИСАНОГ ИНФОРМАЦИОНОГ СИСТЕМА УНИВЕРЗИТЕТА | 116 |
| 13.1 ДИЈАГРАМ КОНТЕКСТА ПОСЛОВА ИНТЕГРИСАНОГ ИНФОРМАЦИОНОГ СИСТЕМА УНИВЕРЗИТЕТА | 116 |
| 13.2 ПОСЛОВИ УПРАВЕ | 120 |
| 13.3 ПОСЛОВИ ОБРАЗОВАЊА | 120 |
| 13.4 ПОСЛОВИ СТУДЕНТСКЕ СЛУЖБЕ..... | 121 |
| 13.5 ПОСЛОВИ НАУЧНОИСТРАЖИВАЧКЕ И ИЗДАВАЧКЕ ДЕЛАТНОСТИ..... | 122 |
| 13.6 КАДРОВСКИ ПОСЛОВИ | 124 |
| 13.7 ПОСЛОВИ ЛОГИСТИКЕ..... | 124 |
| 14. СОФТВЕРСКА ПОДРШКА ОПТИМИЗАЦИЈИ МРЕЖНОГ ДИЈАГРАМА..... | 126 |
| 15. ДОКАЗ ХИПОТЕЗА..... | 161 |
| 16. ПРАВЦИ ДАЉЕГ ИСТРАЖИВАЊА..... | 165 |
| 17. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА..... | 166 |
| ПРЕГЛЕД СЛИКА..... | 168 |
| ЛИТЕРАТУРА..... | 172 |

РЕЗИМЕ

У овој дисертацији биће приказани основни елементи сваког пројекта као и животни циклус пројекта. Анализираће се организационе форме за управљање пројектима као и методологија мрежног планирања. Приказаће се минимизација трошкова пројекта, распоред ресурса у мрежном дијаграму, као и анализа трошкова по методи PERT/COST и анализа времена коришћењем модификоване PERT методе.

Овај рад представља надоградњу и наставак истраживања започетих у магистарском раду под називом "Неке могућности оптимизације ресурса у мрежном дијаграму".

На примеру информационог система Факултета приказаће се оптимизација мрежног дијаграма. Анализираће се трајање, број критичних путева и број активности на критичном путу, посматрана корелација је испитивана по линеарној регресији и криволинијској геометријској прогресији. Испитиваће се и вишеструка корелација између поменутих величина.

За сваку активност у пројекту биће приказани одговарајући декомпозициони дијаграми у програму BPWin. За посматрани информациони систем биће креиран програмски код у програму Visual Basic, такође ће посматрани пројекат бити анализиран у програму MS Project.

Кључне речи: Техника мрежног планирања, Оптимизација мрежног дијаграма, Трошкови, Декомпозициони дијаграми

ABSTRACT

This dissertation will present the basic elements of any project as well as project life cycle. It will be analyzed organizational forms of project management methodology of network planning. It will be displayed minimal cost, schedule resources in the network diagram, and cost analysis according to the method PERT / cost analysis, using the modified PERT methods.

This paper is an upgrade and further exploration initiated in MA thesis titled Some optimization capabilities of resources in a network diagram.

On example of the Faculty information system will be displayed optimization of network diagrams. It will be analyzed duration, the number of critical paths, number of activities on the critical path, the observed correlation was tested by linear regression and geometric progression. It will be examined and multiple correlation between these quantities.

For each activity in the project will be presented an appropriate decomposition diagram in BPwin program. The observed information system will be created the code in Visual in Basic, the project will also be analyzed and observed in MS Project.

Key words: techniques of network planning, optimization of network diagrams, costs, decomposition diagrams

БИОГРАФИЈА

Мр Александар Драгашевић је рођен 21. 11. 1973. год. у Чачку. Основну школу и гимназију, завршио је у Чачку. Технички факултет у Чачку одсек Педагошко-технички, уписао је 1992. год. Где је и дипломирао 1997. год. са просечном оценом 8,10 и стекао звање професор технике и информатике.

Од 31. 03. 1998. год. до 31. 03. 1999. год. радио је преко Завода за тржиште рада у рачунском центру Техничког факултета у Чачку. Од 01. 09. 2000. год. до 01.09. 2001. год. радио је као професор рачунарства и информатике у Машинској школи у Чачку. Након тога, од 17. 09. 2001. год., прелази на Технички факултет у Чачку, где и сада ради у својству асистента.

На Техничком факултету уписује постдипломске студије на смеру Техника и информатика. За ментора му је одређен проф. др Мирослав Радојичић, редовни професор Техничког факултета у Чачку.

Магистарски рад под називом *“Неке могућности оптимизације ресурса у мрежном дијаграму”* успешно је одбранио 29. 01. 2007. год. на Техничком факултету у Чачку и стекао звање магистра педагошко-техничких наука.

Кандидат поседује сертификат: *“Training and consulting project aimed at the administration and entrepreneurial community of the Čačak District”*, Ministero degli Affari Esteri, Fondazione cassa di risparmio di Venezia, Venice, december 2004.

Учествовао је на научно-истраживачком пројекту: *Развој и примена логистичких система за коришћење биомаса и отпадног дрвета као енергента у домаћинствима и индустрији.*

У протеклом периоду изводио је вежбе из предмета Менаџмент информациони системи, Менаџмент развојем, Информационо комуникационе технологије I и II, Организација рада и управљања, Операциона истраживања у индустрији, Организација производње, Методика технике и информатике, Компјутерска графика, Основи рачунарства и информатике, Менаџмент развоја предузећа.

BIOGRAPHY

Mr. Aleksandar Dragašević was born on 21. The 11th 1973. year. in Cacak. Elementary and high school he ended up in Cacak. Technical Faculty in Cacak, Educational and Technical Department, enrolled in 1992. years. Where he graduated in 1997 year. with average grade of 8.10 and became a professor of computer science technology.

From 31 03. 1998 year. to 31 03. 1999 year. worked through the Institute for Labour Market in computer lab at the Technical Faculty Cacak. From 01 09 2000 year. to 01.09. 2001 year. worked as a professor of computer science at Mechanical School in Cacak. After 17 09 2001 year., exceeding the Technical Faculty in Cacak, where he now works as an assistant.

On the Technical Faculty enrolled post graduate study at the Department of Technics and Computer Science . Mentoring is determined by prof. Miroslav Radojicic full professor at the Technical Faculty Cacak.

Master's thesis entitled "Some possibilities to optimization of resources in a network diagram" successfully defended the 29th 01. 2007th year. at Technical Faculty in Cacak, and gained the title Master of pedagogical and technical sciences.

The candidate is certified in: *“Training and consulting project aimed at the administration and entrepreneurial community of the Čačak District”*, Ministero degli Affari Esteri, Fondazione cassa di risparmio di Venezia, Venice, december 2004.

He has participated in scientific project "Development and implementation of logistics systems for the use of biomass and wood waste as fuel in households and industry".

In the past, he has been in subjects of practice management information systems, management development, information communication technology I and II, work organization and management, operational research in industry, production processes methods and techniques of computer science, computer graphics, Fundamentals of Computing and Informatics, Management of company Development.

1. УВОДНА РАЗМАТРАЊА

1.1 Предмет истраживања

Предмет научног истраживања докторске дисертације укључује комплексну анализу утицајних чинилаца на проблематику управљања пројектима (project management) која има за циљ усклађивање потребних ресурса у функцији постизања оптималних резултата у реализацији пројекта. Управљање пројектом подразумева успостављање такве организационе форме која омогућава најефикасније коришћење расположивих метода, ресурса и људи у процесу планирања и контроле реализације пројекта. Овим се подразумева да пројекат представља заокружен целовит подухват, чије се карактеристике и циљеви могу јасно дефинисати. Потребне ресурсе за реализацију сваког пројекта неопходно је дефинисати по квалитету и квантитету. Нарочито је то важно учинити уколико су у било ком погледу недостајући, или пак условљавају висока финансијска средства. Планирање реализације пројекта је потребно ради предвиђања будућих стања и кретања при реализацији пројекта, у складу са захтевима, потребама и реалним могућностима, односно ради рационалног долажења до постављеног циља. Анализа пројекта се врши од идеје до завршетка и има за карактеристику смањење ризика, раст трошкова, појаву сложених и бројних управљачких проблема и неопходност примене поузданих метода управљања.

Предмет истраживања докторске дисертације представља техника мрежног планирања у управљању пројектима, развијена на основу теорије графова, алгебре, математичке статистике и вероватноће, као и на рачунарским и организационим наукама.

У раду ће се анализирати фактори који утичу на мрежно планирање, распоред ресурса, процену трошкова. Анализираће се различити кориснички захтеви релевантни за проблеме планирања. У раду ће се истражити и описати како ти захтеви утичу на процес организовања и планирања. За сваки пројекат потребно је дефинисати циљ који треба реализовати, временски рок и ресурсе који треба да се ангажују.

Докторска дисертација настоји да пружи одговор на савремене концепте примене информационе технологије за ову намену, која је постала незаобилазан чинилац подршке управљања пројектима. Примена информатичке технологије ствара услове примене нових концепција подршке управљању мрежним дијаграмима са циљем да модели процеса пословања што верније одсликају реалност.

У раду су такође анализирани утицајни елементи савремене информационе технологије за подршку управљању пројектима. Истраживање у овом раду се базира и на разматрању аспеката примене компјутерске технологије на проблематици управљања пројектима. Кроз практичну

реализацију елемената информационе технологије даје се осврт на теоретске аспекте у појединим фазама примене ове технологије. Акцент се поставља на анализу самог проблема, као и стање доступних алата.

Основне хипотезе од којих ће се полазити у истраживању су:

- скраћивањем мрежног дијаграма постиже се ефикасније коришћење расположивих ресурса,
- оптимизација мрежног дијаграма омогућава примену оптималних решења у реализацији пројекта,
- итеративним поступком скраћивања постиже се изналажење најбољих могућности при скраћивању мрежног дијаграма,
- приказивањем корелативне зависности између посматраних параметара (трошкова, трајања пројекта, броја критичних путева и броја активности на критичном путу) показује се које су од разматраних величина највише повезане,
- постизање одрживости пројекта се може остваривати у реалном окружењу,
- побољшање ефикасности пројекта реализује се скраћивањем трајања реализације пројекта, смањивањем трошкова финансирања пројекта,
- примена широког спектра савремених концепата ИТ, метода пословне интелигенције, уноси знатна унапређења у анализи и унапређењу мрежних дијаграма.

У раду ће бити доказано да је реализацијом постављених хипотеза могуће постићи наведене циљеве дисертације.

1.2 Преглед стања у подручју истраживања

У савременом пословању све више се примењују методе које су неопходне за ефикасно решавање проблема планирања и управљања сложеним системима, као и оптимално коришћење расположивих ресурса и финансијских средстава. Методе које ће бити коришћене у докторској дисертацији биће засноване на Техници мрежног планирања и графоаналитичких метода планирања које се заснивају на графичком приказу међусобних зависности и редоследа активности при планирању реализације неког пројекта.

Скоро свакодневно се налазимо пред изазовима решавања различитих проблема, задатака и подухвата. Модерна технологија и методологија менаџмента третира све ове послове, задатке као пројекте и омогућава да се одређеним организационо-управљачким концептом (*project management*) управља овим пројектима како би се ефикасно довели до циља.

Техника мрежног планирања је настала крајем педесетих година у САД за потребе планирања и контроле дугорочних пројеката. Прво је

развијена примена у области планирања и контроле рокова, а касније и на подручју планирања и контроле трошкова и ресурса.

Првобитне методе мрежног планирања које су настале су CPM и PERT, које су временом ушле у широку примену и данас представљају незаменљиво средство за планирање, праћење и контролу. Независно од развоја CPM и PERT методе, настала је 1958. године у Француској метода MDM (Метода Potencial Methode), тзв. Потенцијална метода. У задње време све више се користи метода PD (Precedence Diagramming) која као и MPM метода користи блок мрежни дијаграм за графички приказ пројекта.

Метода мрежног планирања највише се користи при:

- увођењу новог технолошког процеса,
- увођењу новог производа,
- планирању истраживачких пројеката,
- планирању и терминирању производних задатака,
- управљању изградњом индустријских објеката,
- планирању и реализацији сложених развојних програма, итд.

Предност примене методе мрежног планирања су значајне и огледају се у следећем:

- израда мрежног дијаграма захтева детаљну претходну студију целог пројекта,
- примена технике мрежног планирања доноси временске и материјалне уштеде,
- уска грла се могу унапред утврдити и предвидети мере за њихово отклањање.

Међутим, велики значај за процес планирања имају релевантне информације из интерних и екстерних извора. Оне се првенствено односе на планирање ресурса, економске и техничке информације.

Компјутерска технологија има примарну улогу при управљању пројектима услед потреба менаџера за информацијама. Улога и задатак менаџера у систему пословног одлучивања поставља захтеве за добијањем тачних и правовремених информација. Информација представља полазну основу која мора да буде организована у смислу да има адекватан значај за менаџера. Информациона технологија тиме добија кључну улогу обради и анализи информација. Те информације представљају кључни чинилац и за доношење пословних одлука. Савремено пословање наметнуло је менаџерима интензивну потребу за информацијама. Поседовање информација и управљање њима представља основу на којој се заснива пословно одлучивање, као и целокупно управљање пројектима. Велики избор савремених компјутерских технологија омогућују манипулацију подацима као никада раније.

Развој информационе технологије је достигао изузетне размере. То је условило да она постане незаобилазан елемент савременог концепта управљања пројектима. Може се са сигурношћу сматрати да ће ова

технологија наставити интензиван развој у будућности. Ова чињеница намеће разматраној теми изузетну актуелност.

Предмет истраживања у овом раду представља и истраживање примене информатичке технологије у менаџмент информационом систему при управљању пројектима. Ово истраживање се првенствено односи на анализу и унапређење мрежних дијаграма, што захтева и одговарајући приступ изучавању. Развој информатичке технологије ствара услове нових концепција примене савремене технологије у подршци управљању пројектима. Ова подршка је веома значајна почевши од прикупљања информација до њиховог коришћења у мрежним дијаграмима.

Информациона технологија пружа велике могућности у циљу одговора на карактеристике менаџерског пословања. Тиме се истиче потреба за решавањем мање структурираних проблема.

Значајне предности оваквом моделу при управљању пројектима представља и могућност повезивања софтверских алата при анализи и обради података. У раду ће бити сумиране неке опште одреднице које би описале њихове актуелне могућности. У раду ће бити превасходно размотрен тренутно актуелни тренд компјутерске технологије заснован на персоналним рачунарима и најактуелнијим софтверским алатима.

Комплексност и управљање пројектима намеће потребу имплементације у менаџмент информационом систему који је прилагођен овим специфичним захтевима. Предложени систем се може посматрати као информатичка подршка потребама управљања пројектима у смислу анализе мрежних дијаграма. Услед природе менаџерског пословања, за овакав систем од великог значаја је и начин приказивања информација.

Основа за формирање система за анализу података у овом раду представљају декомпозициони дијаграми послова универзитета. Овакав систем омогућава интерактивно кретање и анализу послова и активности по хијерархији информационог система. Сумарно приказивање почетних података омогућава слику генералних информација. Међутим, намеће се и потреба добијања детаљнијих података о специфичним пословима и активностима. Применом декомпозиционих дијаграма се омогућава анализа информација визуелним путем. Осим тога се омогућава и интерактивно трагање за информацијама (Data Mining).

1.3 Значај и циљ истраживања са становишта актуелности у одређеној научној области

Основни циљ рада је усавршавање приступа у мрежном планирању и оптимизацији ресурса у мрежном дијаграму. Такође допринос се огледа и у методолошким аспектима анализе мрежног дијаграма, као и у оптимизацији ресурса и скраћивању трајања мрежног дијаграма. Приказаће се корелативна

зависност између времена трајања, трошкова, броја критичних путева и броја активности на критичном путу пројекта.

Циљ истраживања је да се изврши компаративна анализа и усавршавање метода и програма за мрежно планирање и њихове примене у управљању пројектима. Дат је и теоријски приказ досадашњег развоја технике мрежног планирања. У докторској дисертацији биће приказани резултати истраживања и њихова анализа са релевантним закључцима. Истраживања ће обухватити методолошке аспекте оптимизације ресурса у мрежном дијаграму пројекта. Основна сврха процеса планирања је да дефинише сет упутстава којим ће пројектном тиму бити дефинисано шта мора бити урађено, када то мора бити урађено и са којим ресурсима, да би се успешно остварили циљеви пројекта. Један од циљева истраживања је повећање ефикасности и ефективности управљања пројектима уз смањење времена и ресурса потребних за реализацију пројекта. Следећи циљ је смањење потребе за ангажовањем већег броја експерата из области мрежног планирања. Такође је циљ и смањење броја итерација при оптимизацији мрежног дијаграма, као и интеграција информационих токова унутар одређене организације. На једном практичном примеру приказаће се оптимизација мрежног дијаграма. Биће успостављена узајамна корелација између трајања, трошкова пројекта, броја критичних путева и броја активности на критичном путу пројекта. Поменуте зависности ће бити анализирани преко линеарне регресије, криволинијске геометријске регресије.

Такође ће бити приказана вишеструка корелација између анализираних параметара, која ће исто тако бити приказана графички. Акцент рада биће постављен и на управљање документацијом која успоставља директу везу за проблематиком управљања мрежних дијаграма. На тај начин се проширује анализа разматране проблематике управљања мрежних дијаграма и омогућава њихова анализа на вишем концептуалном нивоу. Савремени концепти информатичке технопогије имају велику подршку коришћењем метода пословне интелигенције и графички представљени у том смислу.

У овом раду, пажња се посвећује добијању и анализи релевантних информација за оптимизацију ресурса у мрежном дијаграму. Компјутерска подршка се огледа у анализи примене компјутерске технологије на основу чега ће доносилац одлука имати једноставан и брз приступ свим значајнијим информацијама у циљу формирања мрежних дијаграма. Применом декомпозиционих дијаграма информацијама се омогућава и приступ графичким путем.

Овај рад има за циљ унапређење система за подршку одлучивању при оптимизацији ресурса у мрежном дијаграму. Оно се у великој мери односи и на добијање информација. Информациони систем у том смислу свакако представља незаобилазан чинилац у циљу добијања релевантних

информација. Тежиште овог рада у овом смислу представља управљање мрежним дијаграмима и њихово анализирање методама пословне интелигенције.

Основа за формирање система за анализу података у овом раду представљају декомпозициони дијаграми послова универзитета. Овакав систем омогућава интерактивно кретање и анализу послова и активности по хијерархији информационог система. Сумарно приказивање почетних података омогућава слику генералних информација. Међутим, намеће се и потреба добијања детаљнијих података о специфичним пословима и активностима. Применом декомпозиционих дијаграма се омогућава анализа информација визуелним путем. Осим тога се омогућава и интерактивно трагање за информацијама (Data Mining).

Добијени филтрирани подаци из претходне анализе се могу затим интерактивно експортирати. Тиме се омогућава њихова даља анализа у другим алатима опште намене, чиме се омогућава у потпуности њихово независно коришћење.

Оптимизација ресурса у мрежном дијаграму представља једну од најзначајнијих активности менаџера и управо због тога се овој проблематици поклања велика пажња. С обзиром да су на почетку саме информације непознате, методе пословне интелигенције представљају подршку за задовољење оваквих захтева, уз коришћење декомпозиционих дијаграма.

1.4 Веза са досадашњим истраживањима

Овај рад представља надоградњу и наставак истраживања започетих у магистарском раду под називом *Неке могућности оптимизације ресурса у мрежном дијаграму*. Претходна истраживања су указивала да планирање пројеката представља врло сложен процес, који условљава посматрање контрадикторних параметара (времена трајања, трошкова, ресурса). Сложеност процеса планирања условљава примену различитих метода техника мрежног планирања. За наведене организационе форме кандидат је вршио анализу недостатака и предности сваке организационе форме, као и графичких приказа. Основни циљ рада и постигнути допринос је усавршавање метода мрежног планирања и оптимизације ресурса у мрежном дијаграму. Ово указује на могућност даљих истраживања, у циљу усавршавања методологије оптимизације ресурса у пројектима који су скупи, ризични и имају дужи рок реализације.

Сваки пројекат је посебан и јединствен, због тога што пројекти имају различите циљеве, обим, рокове, трошкове и др. и што се реализују у различитој околини. Постоје одређене особине које су заједничке за све пројекте, а то су:

1. Циљ – сваки пројекат појединачно мора да оствари неки специјални циљ
2. Рокови – сви пројекти имају дефинисан одређени циљ који се мора остварити у оквиру одређеног времена
3. Комплексност - комплексност пројекта је повезана са технологијом којом се остварују циљеви пројекта
4. Обим и природа задатка

Основна поставка дисертације везана је за концепт примене информационе технологије у подршци оптимизацији мрежних дијаграма. Због тога се овакав концепт може сматрати незаобилазним елементом менаџмент информационог система. Неоспорно је да примена савремене информатичке технологије ствара услове нових концепција подршке управљању пројектима.

У раду је представљена анализа савремене информационе технологије за подршку управљању пројектима. Истраживање у овом раду представља разматрање аспеката примене информационе технологије на проблематици управљања пројектима.

1.5 Методе истраживања

У раду ће истраживањем бити доказана веза између трајања и трошкова пројекта, као и веза између трајања и броја критичних путева и веза између трајања и броја активности на критичном путу. Поменути истраживања биће реализована на практичном примеру који је реализован у организационој јединици где се помоћу прорачуна и скраћивања мрежног дијаграма и графичког приказа представљају поменуте зависности. На примеру информационог система Техничког факултета у Чачку биће приказана оптимизација мрежног дијаграма, где ће бити посматране зависности између активности преко линеарне регресије, криволинијске параболичне регресије и вишеструка корелација између посматраних параметара.

1.6 Очекивани резултати докторске дисертације

Основни циљ рада и постигнути допринос је усавршавање метода мрежног планирања и оптимизације ресурса у мрежном дијаграму. Приказана је корелативна зависност између времена трајања, трошкова, броја критичних путева и броја активности на критичном путу пројекта.

Спроведено је истраживање чији резултати показују да је добијена висока корелативна зависност између испитиваних параметара. Испитивана је зависност трошкова и трајања пројекта, трајања пројекта од броја

критичних путева, трајања пројекта од броја активности на критичном путу. Поменуте зависности су испитиване по линеарној регресији, криволинијској геометријској прогресији.

Практична презентација коришћена на конкретном примеру дефинисала је поступак оптимизације време/трошкови. Применом одговарајућих алгоритама могуће је рационално (оптимално) коришћење временских, финансијских и људских ресурса.

Ово указује на могућност даљих истраживања, у циљу усавршавања методологије оптимизације ресурса у пројектима који су скупи, ризични и имају дужи рок реализације.

У једном делу овог рада биће приказане неке могућности анализе мрежног дијаграма. Разматрања ће се односити на дефинисање критичног пута и скраћења мрежног дијаграма до усиљеног трајања.

Други део анализе ће се односити на:

- посматрање зависности трошкова и трајања пројекта по линеарној регресији,
- посматрање зависности трајања и броја критичних путева пројекта по криволинијској геометријској прогресији

Коришћењем обе математичке методе, дијаграмским путем ће се приказати упоредни резултати зависности између:

- трајања и броја критичних путева пројекта,
- трајања и броја активности на критичном путу пројекта,
- трошкова и броја активности на критичном путу пројекта

На једном примеру ће се приказати део информационог система Техничког факултета у Чачку. На основу прорачуна, кроз више итерација, приказаће се велика корелативна зависност између дужине трајања пројекта и трошкова. Доказаће се да, са смањењем трајања пројекта повећава се број активности на критичном путу односно број критичних путева што ће бити графички приказано.

Предмет истраживања у овом раду представља анализа система за подршку оптимизацији ресурса у мрежном дијаграму применом Интернет технологије.

Научни допринос истраживања у овом раду представљао је анализу утицајних чинилаца на развој савремене компјутерске технологије за подршку менаџмент информационог систему у циљу оптимизације мрежних дијаграма. Истраживање је обухватало оквир за примену одговарајуће компјутерске технологије за подршку управљања пројектима. Резултати ових истраживања су исказани савременим концептом система за управљање мрежним дијаграмима. Доказом постављених хипотеза може се закључити да приказана концепција примене компјутерске технологије пружа значајне могућности за анализу мрежних дијаграма.

Акцент у раду представља анализа практичног решења при чему су разматрани аспекти примене компјутерске технологије на унапређењу

подршке проблематици управљања пројектима у циљу оптимизације мрежних дијаграма. Компјутерска подршка се односи на анализу информација коришћењем декомпозиционих дијаграма.

Правац даљих истраживања би се односио на усавршавање постављеног решења укључивањем и других софтверских решења са циљем унапређења методологије управљања пројектима. Првенствени акценат би се постављао на коришћење информација доступних из система за управљање документацијом, базираног на коришћењу декомпозиционих дијаграма факултета.

Примена научних метода може помоћи при конкретизацији неопходних елемената методологије у одговарајућим фазама истраживања:

- поставка проблема,
- решавање проблема,
- примена решења у пракси.

Резултати истраживања имају теоријски и апликативни карактер. Посматрајући теоријски карактер истраживања значајни су резултати који се односе на методологију дизајнирања мрежних дијаграма применом софтверских алата.

Апликативни карактер резултата истраживања посебно је изражен у следећим областима:

- доношење правовремених управљачких одлука на оперативном нивоу,
- повећање ефикасности реализације пројекта,
- већа транспарентност организационих процеса,
- смањење броја нивоа одлучивања и планирања,
- интеграција информационих токова унутар производног система.

Изложена проблематика очекује се да буде реализована коришћењем савремених софтверских алата.

1.7 Образложење плана дисертације

Циљ истраживања у овом раду представља анализа утицајних чинилаца савремене информационе технологије, у процесу подршке анализи мрежних дијаграма. Истраживање и усавршавање система за подршку проблематици управљања пројектима првенствено се односи на примену актуелне компјутерске технологије у овој области.

1.8 Научна област дисертације

Предложена докторска дисертација представља допринос у циљу анализе унапређења управљања мрежних дијаграма уз примену информационе технологије. Ужа научна област представља подручје операционих истраживања у циљу и оптимизације ресурса мрежних дијаграма. Примена информатичке технологије у управљању пројектима условљава и одговарајући приступ изучавању. Савремена софтверска решења омогућавају да модели мрежних дијаграма што верније одсликају реалност у свим сегментима пословања. Динамичан развој информатичке технологије омогућава и развој нових концепција подршке управљању пројектима. У том смислу се отвара предмет истраживања примене информационе технологије у подршци управљања пројектима.

Са правом се може очекивати актуелност ове теме с обзиром да ће ова технологија бити незаобилазни извор информација менаџера, подршке менаџерском пословању у свим његовим сегментима.

2. ДЕФИНИСАЊЕ ПРОЈЕКТА

Скоро свакодневно се налазимо пред изазовима решавања различитих проблема, задатака. То може да буде изградња нове фабрике, увођење нове технолошке опреме, развој новог производа и др. Савремена технологија и методологија менаџмента третира све ове послове, задатке као пројекте и омогућава да се одређеним организационо-управљачким концептом који се зове *project management*, и који управља овим пројектима како би се они ефикасно довели до циља.

Керзнер, пројекат дефинише као подухват који има дефинисане циљеве, користи ресурсе и функционише под временским, трошковним и квалитативним ограничењима. Према другој дефиницији, пројекат представља алокацију ресурса усмерених ка постизању специфичних циљева користећи планирани и организовани приступ.¹ Једна од дефиниција је специфична зато што укључује и корисника резултата пројекта, под пројектом се подразумева група активности које треба да буду извршене у логичном редоследу да би се остварили унапред постављени циљеви дефинисани од стране корисника.² Мало шира и другачија дефиниција пројекта може се изложити на следећи начин. Пројекат је:

- група задатака, која се извршава у дефинисаном временском периоду, са сврхом да се оствари дефинисани скуп циљева,
- он има животни циклус са почетком и крајем,
- он има дефинисани обим рада распоређен у одређене задатке,
- он има буџет,
- он најчешће захтева коришћење вишеструких ресурса,
- он може захтевати успостављање специфичне организације.³

Пројекат можемо посматрати као организован рад, усмерен ка реализацији претходно дефинисаних циљева или задатака, за чију реализацију су потребни ресурси. Може се издвојити неколико дефиниција пројекта: [15]

- пројекат је јединствен и непоновљив подухват,
- пројекти се спроводе у сврху остваривања претходно дефинисаних циљева,
- за реализацију пројекта су неопходни ресурси и то из различитих области,
- за реализацију пројекта је предвиђен одређен износ средстава,

¹ Lientz, B., Rea K.: "Project Management For 21st Century", Academic Press, New York, 1998., стр. 12.

² Burke, R.: "Project Management Planning and Control", Wiley, 1998, стр. 9.

³ Levine, H.: "Practical Project Management, Tips, Tactics and Tools", John Wiley & Sons, New York, 2002, стр. 3.

- пројекат укључује велики број активности и учесника, он се реализује у одређеном временском периоду, то резултује неопходношћу израде терминског плана,
- реализација целокупног пројекта подразумева сет активности које морају бити квалитетно урађене, јер од њих зависи квалитет реализације пројекта,
- код великог броја пројеката постоји потреба за координацијом активности већег броја учесника, за одређивање рокова реализације појединих задатака, неопходан је одговарајући информациони и контролни систем.

Пројекти су скуп активности који имају дефинисан почетак и завршетак, дефинисан циљ и скуп ресурса који ће се користити [17].

"Инвестициони пројекат представља комплексан техничко-технолошки, организациони, финансијски и правни подухват чији је циљ изградња и опремање објекта или објеката за које је у претходним инвестиционим студијама показано и доказано да су својом функцијом неопходни инвеститору или да му, као такви, доносе профит".⁴

Под процесом инвестирања подразумева се "скуп свих активности у целокупном периоду планирања, припреме и реализације једне инвестиције, односно целокупан процес реализације инвестиције, од стварања идеје за инвестирањем, до коначног завршетка инвестиционог подухвата и његовог пуштања у експлоатацију".⁵

- Са становишта најопштијег разматрања, пројектом се може сматрати "скуп активности (послова) које треба изводити да би се остварио одређени циљ". [74]
- Пројекат представља заокружен, целовит подухват за који су дефинисани: циљ, време и потребни ресурси.⁶
- Термин пројекат представља "појам за одређену намеру, задатак, подухват, посао или процес за који треба сачинити план извођења"⁷ и вршити контролу реализације уз ефикасне корекције када се процени да ће наступити одступање или је наступило одступање од текућег плана.⁸
- "Пројекат представља посебан подухват који се не може поновити. Он обично подразумева остваривање планираних резултата у оквиру одређеног временског периода и буџета. Сваки пројекат је јединствен и стога се његов исход не може

⁴ Ивковић, Б., Поповић, Ж., *Управљање пројектима у грађевинарству*, Југоимпорт-СДПР ИП "Наука", Београд, 1994.

⁵ Јовановић, П., *Менаџмент-Project Management*, ФОН, Београд, 1997.

⁶ Булаг, В., *Индустријски менаџмент*, ИЦИМ, Крушевац, 1999, стр. 101.

⁷ Петрић, Ј., *Операциона истраживања (књига I и II)*, Научна књига, Београд, 1988.

⁸ Николић, И. и др., *Управљање пројектима и коришћење софтвера CA-Super Project 2*, Институт за бакар, Бор, 1998.

предвидети са потпуном сигурношћу. Зато су пројекти подухвати који садрже ризик".⁹

Пројекти се могу предузимати у различитим типовима организација, али и на различитим нивоима у организацији. Можемо разликовати следеће врсте пројеката:¹⁰

- пројекти развоја новог производа или услуге,
- пројекти којима се мења персонал, структура или стил у организацији,
- развој или увођење новог или модификација постојећег, информационог система,
- изградња грађевинских објеката различите намене,
- имплементација нове пословне процедуре или процеса,
- војни планови (изградња и одржавање објеката и средстава, асигнација ресурса и координација активности у времену и простору, праћење развоја),
- управљање људским ресурсима (планирање послова),
- друштвене, културне и стручне делатности (организовање семинара, саветовања, конгреса) итд.

За креирање успешног пројекта неопходно је узети у обзир обим, време и трошкове.

Постоје четири основне карактеристике на бази којих се може одредити да ли се посматрани задатак може третирати као пројекат. То су: делокруг подухвата, непоновљивост, комплексност и подршка подухвату.

Да би се један подухват третирао као пројекат он треба да укључује велики број активности и задатака. Постоје одређене особине које су заједничке за све пројекте, а то су: [12]

1. Циљ – сваки пројекат појединачно мора да оствари неки специјални циљ.
2. Рокови – сви пројекти имају дефинисан одређени циљ који се мора остварити у оквиру одређеног времена.
3. Комплексност – комплексност пројекта је повезана са технологијом којом се остварују циљеви пројекта.
4. Обим и природа задатка – сваки пројекат има одређени обим и специфичност.

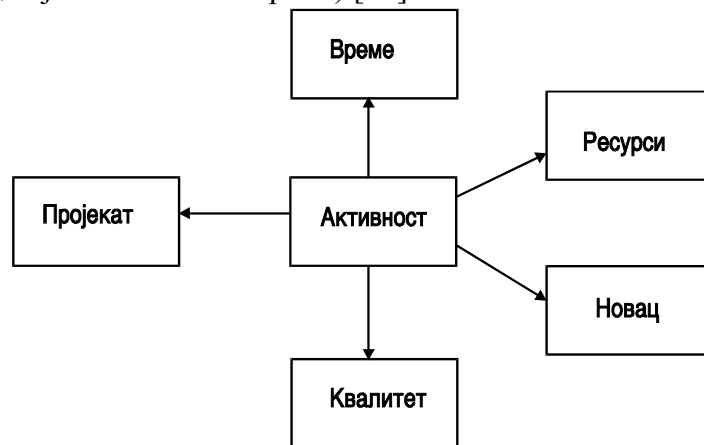
2.1 Основни елементи сваког пројекта

Основни елементи сваког пројекта су активности, време, ресурси, трошкови и квалитет (слика 1). У суштини, и време и трошкови су ресурси, али се услед њиховог значаја издвајају од осталих ресурса.

⁹ Lock, D., *Project Management*, Gower Press, London, 1977.

¹⁰ *Project management Body of Knowledge*, Upper Darby, PA: Project management Institute, 1996, стр. 8

- Активност представља јасно одређену етапу радног процеса која захтева време и средства, односно ресурсе, али то може да се односи и на следећа два честа случаја:
 - чекање, процес који тражи само утрошак времена,
 - зависност која не троши време ни средства или ресурсе (тзв. фиктивна активност) [12].
- Ресурсима на пројекту сматра се све што је потребно да се изведу одговарајуће активности у планираном времену, то су првенствено људски ресурси (одређене категорије радне снаге), затим разни материјали и делови, опрема, енергија и остало [12].
- Време је основна карактеристика сваке активности, као и пројекта, за исказивање дужине периода у коме се врши ангажовање ресурса [12].
- Трошкови су посебан вид ресурса, исказани као висина финансијских средстава за прибављање потребних ресурса на активностима, а тиме и на пројекту, у захтеваном времену [12].
- Квалитет је битан елемент пројекта исказан захтевом да се активности у свим фазама реализације пројекта изводе без одступања од прописаних стандарда квалитета, како би се обезбедио потребан квалитет завршеног пројекта (нпр., квалитет термоенергетског постројења захтеван од стране наручиоца или самонаметнути стандард који се жели остварити) [12].



Слика 1. Основни елементи и ограничавајући фактори пројекта [12]

Управљање пројектом подразумева успостављање такве организационе форме која омогућава најефикасније коришћење расположивих метода, ресурса и људи у процесу планирања и контроле реализације пројекта.

Управљање пројектима укључује потребне области из низа других научних дисциплина (слика 2), као што је општи менаџмент, мрежно планирање, финансије, машинство, технологија, информациони системи, рачунарска технологија и др. Укључивање појединих научних дисциплина врши се у зависности од специфичности сваког конкретног пројекта.



Слика 2. Управљање пројектима и друге научне дисциплине [17]

Животни циклус пројекта

Управљање пројектом подразумева успостављање такве организационе форме која омогућава најефикасније коришћење расположивих метода, ресурса и људи у процесу планирања и контроле реализације пројекта.

Управљање пројектом представља процес који се одвија кроз одговарајуће фазе: планирање, организација реализације, праћење реализације, поређење плана и реализације, корекције у случају одступања реализације од плана.

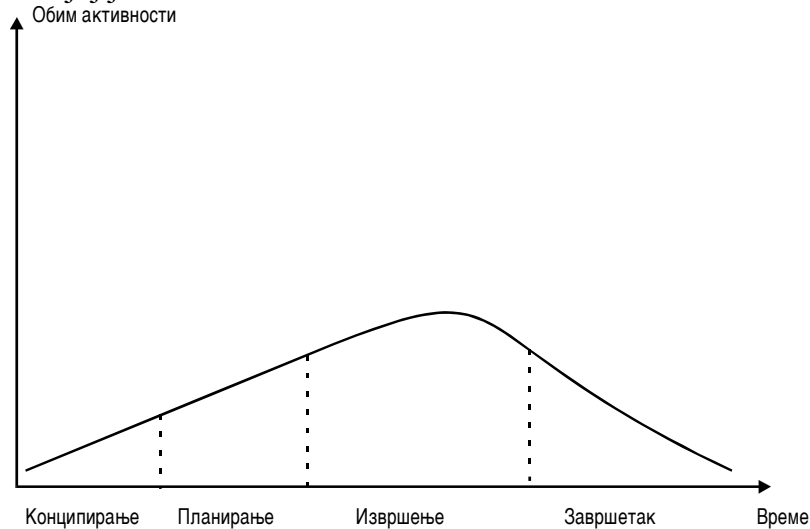
Да би се одредили најбољи методи и поступци за ефикасно извођење пројекта подесно је разматрати животни циклус пројекта као континуирани процес у временском периоду извођења пројекта. То се постиже одговарајућим рашчлањавањем пројекта на глобалне и мање делове, а затим проучавањем појединих делова циклуса и целовитог циклуса.

Животни циклус пројекта се најчешће дели на фазе према врсти послова које треба обавити. У општем случају могу се разматрати четири такве фазе (слика 3) [17].

- Фаза конципирања, као полазна фаза, утврђује основне активности за дефинисање разматраног пројекта, идентификовање потреба и могућности, одређивање алтернатива и дефинисање организације пројекта.
- Фаза планирања је најзначајнија фаза у којој се елементи претходне фазе конкретизују у потребне припремне планове и скице, детаљна техничка и технолошка решења, и целовит план извођења пројекта.
- Фаза извршења (извођења, реализације) је битна фаза и најдужа фаза која укључује извршење и координацију потребних

активности и ресурса да би се изводио пројекат и обезбедио планирани завршетак пројекта.

- Завршна фаза (фаза окончања) обједињује завршне активности за привођење пројекта његовом крају, односно стављања у функцију којој је намењен.

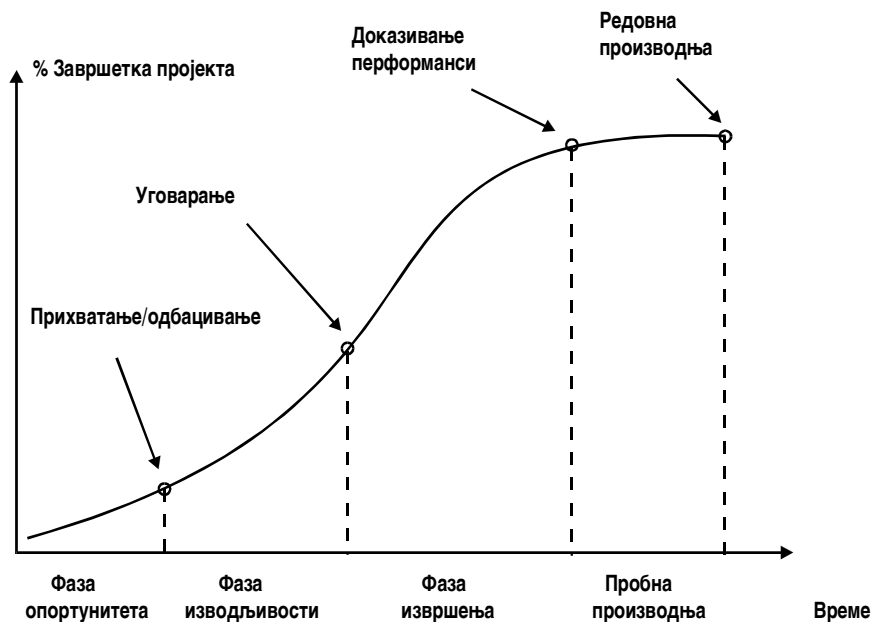


Слика 3. Животни циклус пројекта са становишта обима активности (посла) [17]

Свака фаза има одговарајуће учешће у укупном раду на пројекту, имајући на уму све активности од стварања идеје о пројекту до њене реализације (слика 4).

Велико учешће тзв. “папирних фаза”, односно фаза пре почетка конкретних активности на извођењу, у којима се улаже и до половине укупног рада на одређеном пројекту (слика 4), да би се вршило испитивање његове оправданости и изводљивости, указује на велики значај ових фаза за успешно одвијање таквог пројекта, увођење у функцију која му је намењена и даље остваривање очекиваних економских резултата током коришћења. Може се догодити да се после сваке од ове две фазе одустане од извођења пројекта (нема оправданости, оправдано а није изводљиво) и поред извршених великих улагања рада и финансијских средстава. Зато је корисно да се животни циклус инвестиционих пројеката који имају производни или услужни карактер, посматра и као што следи [12]:

- У фази **опортунитета** оцењује се идеја о пројекту, кроз процену губитка који би настао не предузимањем пројекта и поставку евалуације пројекта, што обухвата дефинисање ранга пројекта на бази његових циљева, односно расположивости ресурса за извођење када су циљеви прихватљиви. Ова фаза се завршава одлуком “прихватити/одбацити”.



Слика 4. Животни циклус пројекта са становишта акумулираног рада [12]

- У фази **изводљивости** врши се детаљна анализа оправданости предузимања пројекта (са позитивно оцењеном идејом) на бази технолошко-економске анализе (специфичности техничких решења, локација и сл.), економске анализе (тржиште набавке и продаје, прибављивост ресурса, друштвени ефекти), и финансијске анализе (финансијска изводљивост – “финансијско здравље” инвеститора, рентабилност пројекта и модел финансирања пројекта). Одлука је, и овде, типа “прихватити/одбацивати”.
- У фази **извршења** врши се превођење прихваћеног пројекта у реални објекат који има динамику напредовања док не буде завршен. Израда одговарајућих планова може се вршити у претходној или на почетку ове фазе пре уговарања конкретних радова.
- Следи **пробна производња**, односно тестирање и доказивање перформанси. Ако је пројекат завршен у складу са студијом изводљивости, прелази се на редовну експлоатацију, а у супротном следе потребне корекције.

Трансформација пројекта од идеје до завршетка има за карактеристику смањење ризика, раст трошкова, појаву сложених и бројних управљачких проблема и неопходност примене поузданих метода управљања. На почетку је велики ризик и мали трошкови пројекта, док се касније ризик смањује (наредна фаза се предузима на основу позитивне оцене у претходној) и трошкови расту (наставља се са улагањем рада и средстава).

Карактеристични методи управљања наведеним фазама на пројекту су следећи:

- Методи на бази експертних оцена и контролних листа, економских индекса и портфолио модела, у фази опортунитета,¹¹
- Методи буџетирања средстава (нето садашња вредност и њене варијанте) у фази изводљивости,¹²
- Методи на бази мрежних модела (CPM, PERT, PDM) у фази извршења.

2.2 Планирање пројекта

Планирање је мисаона радња која предходи свакој организованој делатности и која омогућава рационално долажење до постављеног циља. Планирати значи предвиђати будућа стања и кретања неког система, у складу са жељама, потребама и реалним могућностима.¹³

Ако се дуже посматра феномен процеса планирања може се доћи до закључка да постоје три међусобно повезана плана: стратегијски план, функционални планови и пројектни планови. Пројектни планови представљају рефлексију стратешког плана предузећа. Функционални планови нам помажу при коришћењу ресурса за остварење сврхе. Пројектно планирање је рационално одређивање како иницирати, одржати и завршити пројекат.

Концептуални модел описује стратегијски контекст организационог планирања које укључује и стратешко планирање и имплементацију стратегије. Овај модел обухвата следеће кораке:

- Визија - Планирање почиње са визијом. За менаџера који има интелигентну способност предвиђања, неуобичајену компетентност и оштроумност у запажању, можемо рећи да има визију.
- Организациона мисија - је највиша стратешка тачка свих организационих активности. Организациона мисија мора да понуди одговор на најважније питање: У ком послу се организација налази?
- Организациона сврха - Напредовање и остваривање циљева у дугорочном периоду представља организациону сврху, дефинисану у квантитативном или квалитативном смислу.
- Организациони циљеви - организациони циљеви су кључни догађаји. Циљеви су основни елементи мерења остварења постављених циљева у организацији. Комплетирање трошкова

¹¹ Буричин, Д., *Управљање помоћу пројеката*, Deloitte & Touche и Економски институт, Београд, 1996.

¹² Winkofsky, E., Mason, R. and W. Souder, R&D budgeting and project selection: A review of practices and models, in B. Dean and J. Godhar (eds.), *Management of Research and Innovation*, North Holland, Amsterdam, 1980.

¹³ Божин, М., Радојичић, М., *Организација и управљање*, Технички факултет, Чачак, 1997, стр. 57

пројекта, терминског плана и техничких перформанси значи да су организациони циљеви комплетирани.

- Организациона стратегија - је начин како се користе ресурси у остварењу сврхе.
- Организациона структура - Под организационом структуром подразумевамо сврставање хуманих ресурса и функција организације. Рад се организовао од класичне пирамидалне-командно-контролне-хијерархиске форме у друге модалитете.¹⁴

Основна сврха процеса планирања је да дефинише сет упутстава којим ће пројектном тиму бити дефинисано шта мора бити урађено, када то мора бити урађено и са којим ресурсима, да би се успешно остварили циљеви пројекта. Под циљевима се подразумева много више од описивања производа или услуга које испоручујемо клијенту. Овде су укључени и време и трошкови који су неопходни да би се пројекат комплетирао. Пројекат мора бити тако конципиран да његови резултати буду у сагласности са циљевима матичног предузећа.

Сврха планирања је да олакша касније остварење пројекта. Управљање пројектом је компликован процес и планови представљају мапе тих процеса. Ове мапе морају детаљно обрађивати шта треба да буде урађено после.

Какав год процес био резултат мора омогућити следеће:

- технички делокруг пројекта мора бити дефинисан,
- основна подручја извршне одговорности морају бити прихваћена од партиципаната у послу,
- свако пробно прекорачење буџета и терминског плана мора одмах бити одбачено.

2.2.1 Природа планирања

Важност планирања може се нагласити ако се испитују његова четири главна аспекта [12]:

1. допринос планирања сврси и циљевима,
2. примат планирања међу менаџерским задацима,
3. стална присутност планирања и
4. ефикасност створених планова.

Сваки план и сви његови пратећи планови треба да доприносе остварењу сврхе и циљева предузећа. Менаџер мора планирати да би знао које су врсте организационих односа и квалификација потребне.

Планирање и контролисање су нераздвојни процеси менаџмента. Планови осигуравају стандарде контроле.

Планирање је функција свих менаџера. Ако менаџерима није допуштен одређени степен слободе одлучивања и планирања, онда они нису

¹⁴ Бобера, Д., *Пројектни менаџмент*, Економски факултет, Суботица, 2003, стр. 155

прави менаџери. Док врховни руководиоци планирају општу орјентацију пројекта, менаџери свих осталих нивоа морају припремити своје планове тако да они придонесе укупном напретку предузећа.

Успешност плана се односи на степен до кога он остварује сврху или циљеве, а ефикасност плана на његов допринос сврси и циљевима у упоређењу са трошковима и другим чиниоцима потребним за његово формулисање и извођење. План може побољшати остварење циљева, али уз непотребно високе трошкове. Планови су ефикасни ако остварују своју сврху уз разумне трошкове који се мере не само временом, новцем или производњом већ и степеном индивидуалног и групног задовољства. [12]

2.2.2 Врсте планова

План обухвата било који правац будуће акције, може се уочити да постоје разне врсте планова. Могу се класификовати као [171]:

- сврхе или мисије,
- циљеви,
- стратегије,
- политике,
- процедуре,
- правила,
- програми и
- прорачуни.

Мисија или сврха идентификује основну функцију или задатак предузећа. Свака врста организационог деловања има или би требала имати сврху или мисију [171].

Циљеви су крајње тачке према којима су усмерене активности.

Стратегија се може дефинисати као детерминисање основних дугорочних циљева предузећа, усвајање правца акција и алокација ресурса неопходних за њихово остварење.

Политике дефинишу подручје унутар којег треба доносити одлуке, осигуравају конзистентност одлука са циљевима и доприносе да се одлуке остваре.

Процедуре су планови који представљају неки нови начин поступања у будућим активностима [171].

Правила су обично најједноставнији вид плана. Процедуре можемо посматрати као низ правила.

Програми представљају скуп циљева, процедура, правила, додељених задатака, корака које треба предузети, ресурса које треба запослити и других елемената неопходних за извођење неке активности.

Прорачун је исказ очекиваних резултата изражених бројчано.

2.2.3 Кораци у планирању

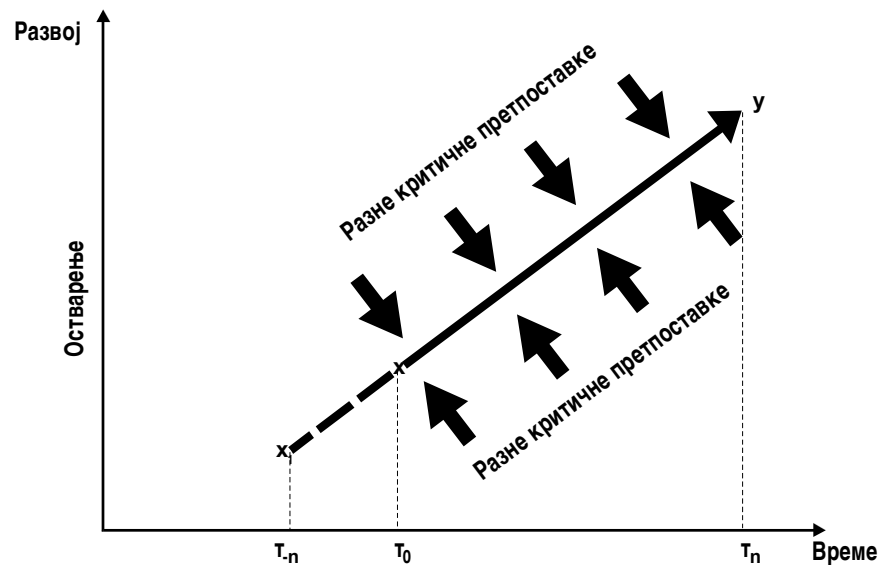
Процес планирања обухвата следеће кораке (слика 6):

1. Бити свестан шанси
2. Постављање циљева
3. Разматрање претпоставки планирања
4. Одређивање алтернативних праваца акције
5. Вредновање алтернативних праваца акције
6. Избор правца акције
7. Формулисање изведених планова
8. Квантификација планова стварањем прорачуна¹⁵

2.2.4 Рационални приступ остварењу циљева

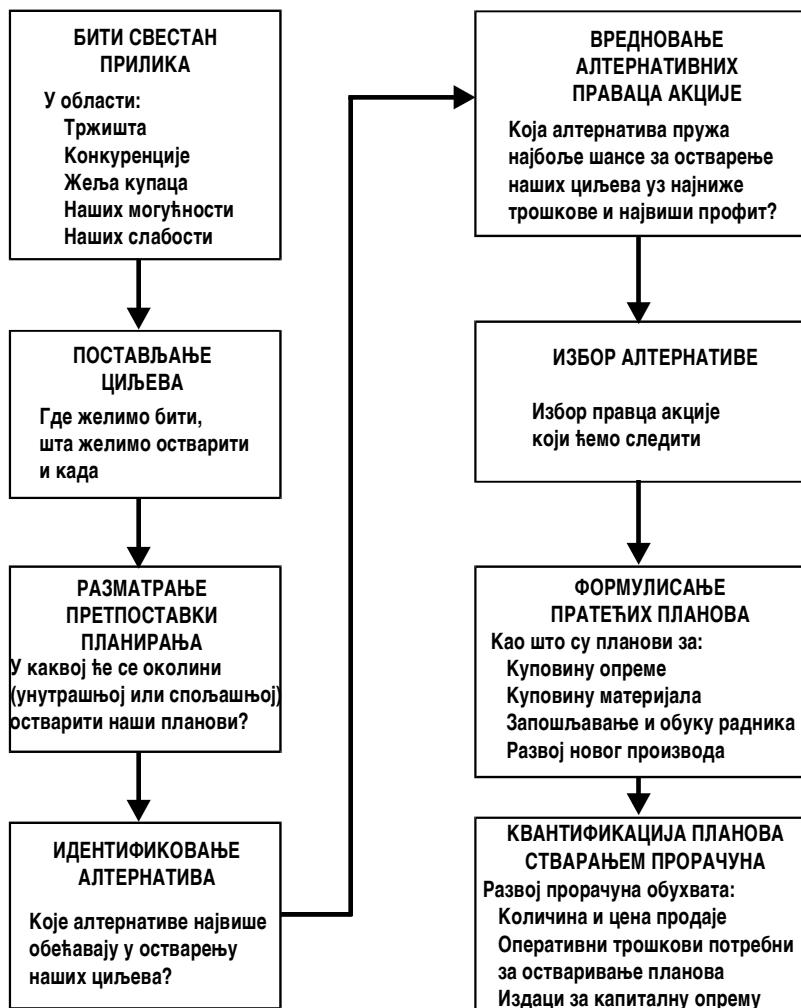
Планирање је, као што показују кораци планирања, рационални приступ испуњењу циљева. То је процес илустрован сликом 6. Напредак је приказан на ординати, а време на апсциси. Слово x означава где смо сада (y t_0 или “нултом времену”), а y где желимо бити у неком будућем времену (y t_n).

Кад би будућност била извесна, релативно би лако било нацртати криву xu . У стварности мноштво нас чинилаца може гурати према или од жељеног циља. Основа логике планирања важи без обзира на временски интервал између t_0 и t_n [171].



Слика 5. Рационални приступ остварењу циљева [171]

¹⁵ Weihric, H., Koontz, H., *Menedžment*, “MATE”-Zagreb, 1998, стр. 130



Слика 6. Кораци у планирању [171]

Начело везаности одлукама

Кључ избора правилног раздобља планирања лежи у начелу везаности одлукама. Логичко планирање обухвата будуће временско раздобље потребно да се низом акција, остваре одређена садржана у донесеним одлукама [171].

Начело везаности одлукама имплицира да дугорочно планирање није планирање будућих одлука већ уствари планирање будућег одраза данашњих одлука. Одлуке леже у језгру планирања. Док студије и анализе предходе одлукама, постојање било које врсте плана значи да је нека одлука донесена.

Према начелу везаности одлукама, планови треба да обухвате временско раздобље које је довољно дугачко да се испуне обавезе створене данас донесеним одлукама. Краткорочни планови морају бити кординирани са дугорочним плановима [171].

Циљеви

Циљеви изражавају крајње резултате и укупни циљеви требали би бити подржани циљевима нижег ранга. Циљеви стварају хијерархију исто као и мреже. Организација и менаџери имају вишеструке циљеве који су често инкомпатибилни и могу водити конфликтима унутар организације [171].

2.3 Организационе форме за управљање пројектима

Процеси реализације пројекта су веома сложени процеси којима је потребно управљати да би се ефикасно одвијали. Управљање реализацијом пројекта, које карактерише велики број разноврсних активности, велики број учесника и значајна средства која се улажу, намеће потребу коришћења савремених метода и техника заснованих на научној основи. Концепт пројект манаџмента се базира на успостављању такве организације која омогућава да се на најбољи начин искористе расположиве методе планирања и контроле за ефикаснију реализацију пројекта, односно омогућава најефикасније коришћење расположивих метода, ресурса и људи у процесу реализације инвестиционог пројекта.

Сложеност процеса, од идеје за изградњом једног производног објекта, што представља једну од највећих и најкрупнијих инвестиција, па до пуштања у рад овог објекта, намеће потребу успостављања такве организационе форме која ће остваривати ефикасно управљање пројектом. Управљање оваквим процесом није могуће остварити класичним концептом организације јер он не омогућава да се ускладе многобројне активности, које у оквиру пројекта обавља велики број учесника. Концепт управљања пројектом због тога развија одговарајућу, односно најпогоднију организациону форму за управљање реализацијом пројекта, која омогућава усклађивање ових активности и координацију свих учесника, што доводи до ефикасне реализације пројекта.

У теорији постоје различити приступи који се користе за успостављање адекватне организације за управљање пројектом. Један од опште прихваћених приступа је класични приступ организацији за управљање пројектима који подразумева три основне организационе форме: функционалну, пројектну и матричну организацију.¹⁶

¹⁶Bojković R., Vesić J., Radojičić M., *Comparative Evaluation Of Organization Forms For Project Management Investment*, Conference: Installation For Building And The Ambiental Comfort, VIII-th Edition with international participation, University "Politehnica", Timisoara, Romania, 1999., стр. 345-348

2.3.1 Функционална организација

Функционална организација подразумева поделу на специјализоване организационе јединице. Свака организациона јединица задужена је за одређену групу истоврсних послова које обављају чланови тих организационих јединица у складу са својим стручним знањима и способностима.

Управљање инвестиционим пројектом, због сложености и свеобухватности процеса, није могуће поверити само једној организационој јединици, већ је неопходно учествовање више одговарајућих јединица. Односно, управљање пројектом се остварује парцијалним учешћем стручњака из одговарајућих различитих организационих јединица. Поред својих основних задатака, ова организациона јединица, добила би и посебне задатке везане за сам пројекат, уз координацију руководиоца пројекта.

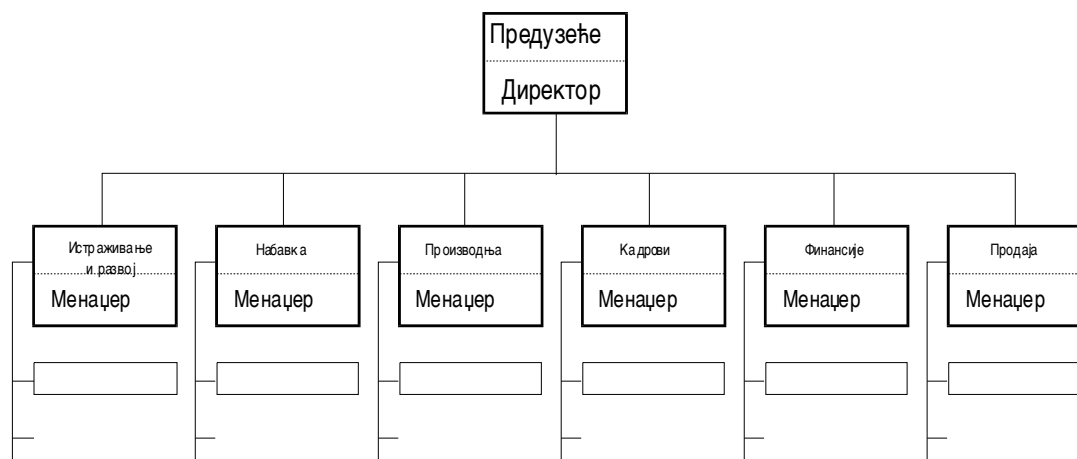
Оваквим приступом организацији обезбеђује се да у реализацији одређеног инвестиционог пројекта учествују најбољи специјалисти за одређене проблеме, што представља једну од основних предности овог приступа.

Функционална организација је честа у пракси, те се доста користи у управљању инвестиционим пројектима и то за управљање мањим пројектима, који не захтевају велика средства и краће трају.

Међутим, ова организациона форма има одређене недостатке и слабости које се огледају у следећем:

- није директно усмерена на реализацију инвестиционог пројекта,
- ствара уска грла због секвенцијалног карактера процеса рада,
- доводи до сукоба око приоритета извршења одређених послова,
- тешкоће у одређивању домета одговорности и процени резултата.

Упрошћен пример функционалне организације у управљању реализацијом пројекта дат је на слици 7.



Слика 7. Функционална организација

2.3.2 Пројектна организација

Пројектна организација подразумева формирање посебне организационе јединице - пројектног тима чије би активности биле усмерене само на управљању пројектом. Чланови пројектног тима, специјалисти за одређене послове на челу са руководиоцем пројекта радили би искључиво на реализацији пројекта. Пројектни тим делује независно од осталих организационих јединица у предузећу и самостално реализује одређени пројекат.

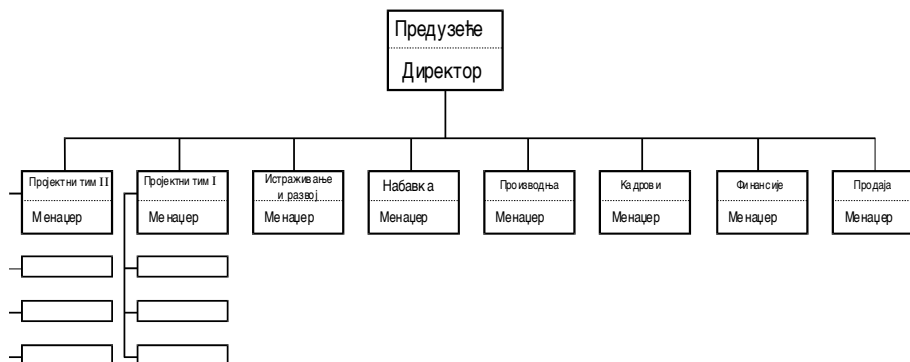
Пројектни тим формиран за управљање инвестиционим пројектом може бити сталног и привременог карактера. Пројектни тим привременог карактера се гаси након завршеног пројекта. Пројектни тим сталног карактера представља сталну организациону јединицу која има мање организационе јединице задужене за обављање специјализованих послова на управљању пројектом. У задње време се све више предлаже овај организациони облик, нарочито код великих организација које се баве извођењем великих и дуготрајних пројеката.

Пројектном организацијом, као обликом организовања за управљање пројектом, остварује се добра координација, пошто су све активности, ресурси и специјалности груписани на једном месту, у оквиру исте организационе јединице и у надлежности су само руководиоца пројекта. Руководилац пројекта има потпуна овлашћења, али и пуну одговорност за ефикасну реализацију пројекта.

И поред низа предности који ову организациону форму препоручују за ефикасно управљање инвестиционим пројектима, пројектна организација има и слабости које се огледају у томе што се формирањем пројектног тима умножавају људски и организациони ресурси те тако долази до слабијег искоришћења расположивих организационих и кадровских потенцијала.

Како је само усмерена на ефикасно управљање инвестиционим пројектима, пројектна организација се у пракси користи углавном за управљање оним инвестиционим пројектима који су обимни, комплекснији и дуже трају.

Пример пројектне организације дат је на слици 8.



Слика 8. Пројектна организација

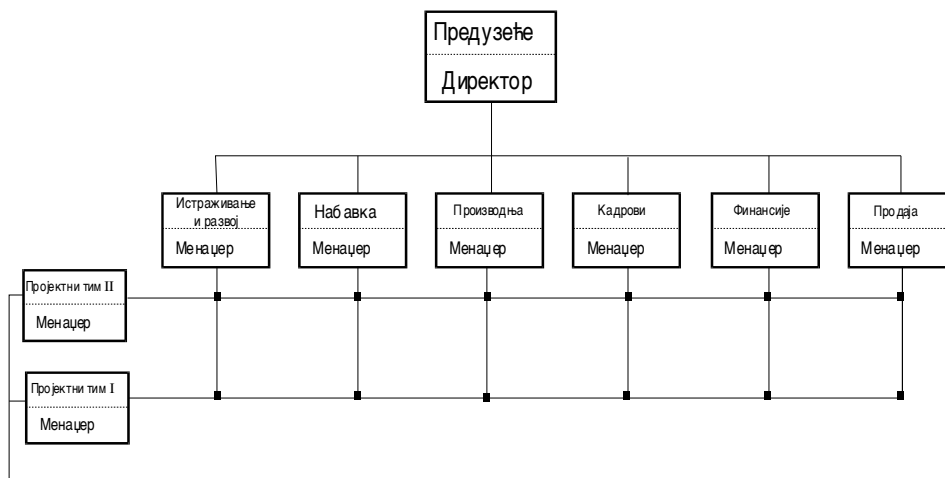
2.3.3 Матрична организација

У циљу премошћавања уочених слабости и искоришћења предности функционалне и пројектне организације за управљање пројектима, формирана је матрична организација. Матрична организација представља комбинацију функционалне и пројектне организације, са циљем да се смање недостаци и искористе предности ових организационих структура.

Код матричне организације у реализацији пројекта учествују истовремено специјализоване организационе јединице из сталног састава функционалне организационе структуре предузећа и пројектни тимови формиран за сваки пројекат посебно. Свака функционална организациона јединица обавља део послова на пројекту за који је специјализована, док све остале послове везане за пројекат обављају посебно организовани пројектни тимови. Ову организациону форму најчешће користе она предузећа која истовремено реализују неколико пројеката, а немају довољно кадрова за пројектну организацију.

Основни недостатак матричне организације је у томе што може доћи до преплитања овлашћења и одговорности између руководиоца специјализованих организационих јединица и руководиоца пројекта. У циљу премошћавања овог проблема утврђује се висина овлашћења за оба руководиоца, на основу чега је могуће разликовати "јаку" и "слабу" матричну организацију. Код јаке матричне организације већа овлашћења има руководиоца пројекта, а код слабе руководиоца специјализоване организационе јединице.

На слици 9 је представљена типична структура матричне организације.



Слика 9. Матрична организација

Реализација инвестиционих пројеката захтева ангажовање великог броја учесника различитих у погледу технолошке опремљености и ефикасности рада. Због тога је неопходно управљати инвестиционим

пројектима да би се ефикасно реализовали, односно да би се реализовали у предвиђеном времену и са предвиђеним трошковима. Њихово ефикасно одвијање није могуће без свесног и смишљеног усмеравања и вођења ка дефинисаном циљу, односно без успостављања и одговарајуће организације која би била задужена за управљање инвестиционим пројектом.

Избор адекватне организационе форме за управљање инвестиционим пројектом је услов и претпоставка ефикасној реализацији инвестиционог пројекта.

Функционална организација се најчешће користи за управљање мањим пројектима, који не захтевају велика средства и краће трају. С друге стране, пројектна организација се у пракси користи углавном за управљање оним инвестиционим пројектима који су обимни, комплекснији и дуже трају. Док матричну организацију најчешће користе она предузећа која истовремено реализују неколико пројеката, а немају довољно кадрова за пројектну организацију.

3. МЕТОДОЛОГИЈА МРЕЖНОГ ПЛАНИРАЊА

О методама Технике мрежног планирања може се наћи доста написаног у датој литератури, нпр. [13], [14], [95]. Код технике мрежног планирања разликујемо већи број метода и техника од којих се највише примењују:

- Метода критичног пута-CPM (Critical Path Method),
- PERT метода (Program Evaluation and Review Technique),
- Модификована PERT метода,
- Метод “првенства”-PDM (Precedence Diagramming Method),
- Метод анализе и графичке процене-GERT (Graphical Evaluation and Review Technique).

3.1 Граф мреже

Ако се елементима скупа чворова N и елементима скупа лукова L коначног графа $G = (N, L)$ придруже одређени бројеви или одређене функције, онда се такав граф назива *мрежом*.

Мрежа може да се дефинише и на други начин. Нека су испуњени следећи услови [27]:

- Граф $G = (N, L)$ је коначан граф.
- Сваком или појединим чворовима графа G придружен је један или више реалних бројева са одређеним особинама.
- Сваком или појединим луцима графа G придружен је један или више бројева са одређеним особинама.
- Сваком или појединим чворовима графа G придружена је једна или више функција реалних променљивих са одређеним особинама.
- Сваком или појединим луцима графа G придружена је једна или више функција реалних променљивих са одређеним особинама.

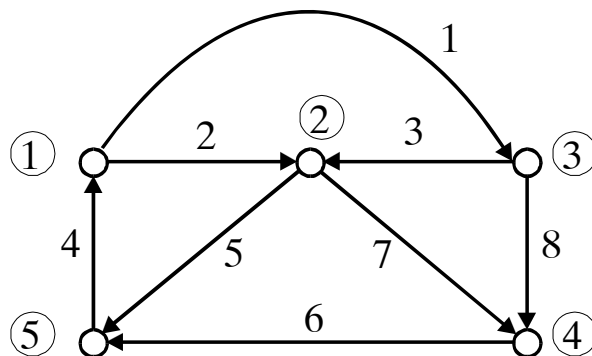
Овакав граф назива се мрежа.

Код графа мреже веома је важно на који начин су елементи међусобно повезани. Појам графа мреже добијамо заменом сваког елемента мреже једним орјентисаним линијским сегментом који се зове грана. Орјентација гране је иста као орјентација елемента који она замењује, то значи да је граф мреже орјентисани граф [27].

Крајеви неке гране су чворови на слици 10 означени заокруженим бројевима. Ако се граф састоји само од једног дела, као на слици 10, тада се он назива повезан граф. Неповезан граф је онај код којег постоје бар два чвора између којих не постоји ни један ланац. Такви графови имају више одвојених делова. Одвојеним деловима се сматрају и чворови за које није везана ниједна грана.

Неки подскуп грана образује субграф. Појам повезаног графа се по дефиницији преноси и на субградове. Укупан број правих субградова који се могу образовати од b грана неког графа је $2^b - 2$ [27].

Од свих могућих субградова који се могу формирати од једног повезаног графа најважнији су контура, стабло и сноп.

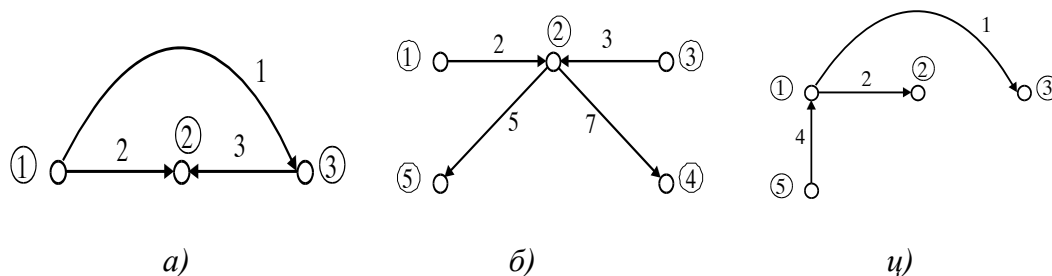


Слика 10. Повезани граф [27]

Контура графа је повезан субграф образован од грана тако да се у сваком чвору стижу тачно две гране¹⁷. Нпр. (1, 2, 3), (1, 4, 5, 3) су контуре графа на слици 10. (слика 11а)

Стабло графа је повезан субграф образован од грана које повезују све чворове графа али не образују контуре. За један граф са укупно c чворова свако стабло садржи тачно $n = c - 1$ грана. Ако граф G има укупно b грана, тада свако стабло T дели гране графа у два скупа: $n = c - 1$ грана које се налазе у стаблу и $m = b - n = b - c + 1$ грана које се налазе у њему. Ових m грана чине спојнице датог стабла T . За њих се још каже да образују комплемент стабла или краће ко-стабло. Нпр. субграф (1, 2, 4, 6), (2, 3, 5, 7) су стабла графа на слици 10 (слика 11б) [27].

Сноп графа је субграф који садржи минимални број грана које је потребно уклонити из графа G да би се овај раставио тачно на два дела. При томе један или оба растављена дела могу бити и чворови, тада се говори о сноповима око чворова. На пример, субграфови (1, 2, 5, 6), (4, 5, 7, 8), (1, 2, 4), (2, 3, 5, 7) су снопови на графу на слици 10, при чему је (1, 2, 4) сноп око чвора 1, а (2, 3, 5, 7) сноп око чвора 2. (слика 11ц)¹⁸



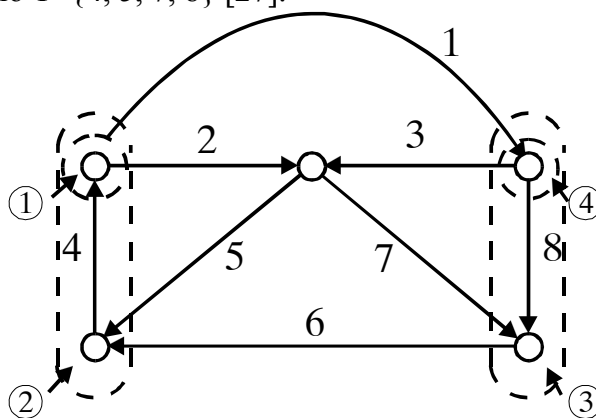
Слика 11. Приказ субградова [25]

¹⁷Цветковић, Д. и др. *Теорија графова и њене примене*, Научна књига, Београд, 1977, стр.165

Изналажење неког снопа у графу G једноставније је ако се скуп свих чворова V подели на два дисјунктна подскопа V_1 и V_2 ($V_1 \cup V_2 = V$, $V_1 \cap V_2 = \emptyset$). Тада гране чији се један крај налази у V_1 а други крај у V_2 представљају сноп. Други начин је да се граф пресеке неком затвореном површином тако да једна група чворова буде унутар површине, а друга ван ње. Ова површина која се назива пресеком сече гране које образују један сноп.

У односу на стабло T , основна контура дефинисана спојницом s представља јединствену контуру коју ова спојница затвара са неким гранама стабла T . Основна контура се орјентише у истом смеру као и спојница која је дефинише. Ако је b број грана графа G , а број грана стабла n ($n=c-1$), тада је број основних контура $m=b-n$. Број n се назива и рангом графа, а број m нултошћу графа.

У односу на стабло T , основни сноп дефинисан граном стабла t представља јединствени сноп који садржи само ову грану стабла и неке спојнице. Основни сноп се орјентише према позитивној орјентацији гране стабла која га дефинише. На слици 12 приказана су сва четири основна снопа у односу на стабло $T=\{4, 5, 7, 8\}$ [27].



Слика 12. Приказ четири основна снопа у односу на стабло T [27]

Нека основна контура дефинисана спојницом s садржи оне и само оне гране стабла који дефинишу основне снопове што садрже спојницу s . Неки основни сноп, дефинисан граном стабла t , садржи оне и само оне спојнице које дефинишу основне контуре што садрже грану стабла t .

Анализа мрежног дијаграма почиње одређивањем најдужег пута између чворова x_1 до x_n . чворовима x_i се придружују бројеви λ_i . У почетку се узима $\lambda_i=0$, $i=1, 2, \dots, n$. Величине $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$ се редом замењују величинама λ'_i . λ_1 се не мења, тј. $\lambda_1 = \lambda'_1 = 0$. Остале величине λ'_j се одређују по формули:

$$\lambda'_j = \max_i (\lambda'_i + t_{ij})$$

где се максимум узима по свим гранама (x_i, x_j) које улазе у чвор x_j . Овако одређене величине λ'_i не подлежу даљим променама и представљају најраније могуће тренутке за наступање догађаја x_i . Величина λ'_n означава дужину најдужег пута између x_1 и x_n , тј. најранији могући тренутак

наступања догађаја x_n . Затим се одређују сви најдужи путеви (тзв. критични путеви) од x_1 до x_n [27].

3.2 Метода критичног пута (CPM)

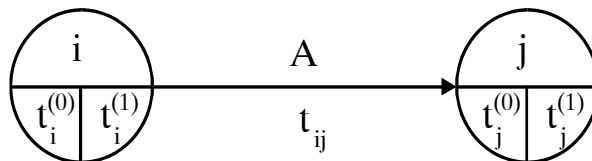
Метода критичног пута (CPM) се користи у случајевима када је време појединих активности у пројекту познато и може се једнозначно одредити. Ова метода је детерминистичка у погледу времена схватања активности и третира време трајања као егзактну мерљиву величину.

За сваку активност (i-j) користи се само једна процена трајања и то је време трајања активности t_{ij} . Почетни догађај активности (i-j) обележава се индексом (i), а завршни догађај индексом (j).

Анализа времена по CPM методи врши се тако што се прво одреде времена трајања активности, прорачуна најранији почетак и најкаснији завршетак активности, одреди критичан пут и временске резерве. За сваку активност одређују се [13]:

- најраније време почетка активности (i-j)- $t_i^{(0)}$
- најкасније време завршетка активности (i-j)- $t_j^{(1)}$
- најкаснији почетак активности (i-j)- $t_i^{(1)}$
- најранији завршетак активности (i-j)- $t_j^{(0)}$

На слици 13 приказан је начин уписивања временских параметара у мрежни дијаграм.



Слика 13. Начин уписивања временских параметара у МД

Најраније време почетка $t_i^{(0)}$ активности (i-j) одређује се као максимална вредност збира трајања претходних активности:

$$t_i^{(0)} = \max \left(\sum_0^i t_{ij} \right) \quad (1)$$

Најкасније време завршетка $t_j^{(1)}$ активности (i-j) одређује се као минимална вредност разлике између рока завршетка пројекта и збира времена трајања активности по најдужем путу идући уназад од завршног n-тог до j-тог догађаја:

$$t_j^{(1)} = \min \left(t_{j=n}^{(1)} - \sum_n^j t_{ij} \right) \quad (2)$$

CPM метода ставља акценат на активност. Најдужи пут у мрежном дијаграму представља критичан пут.

3.3 PERT метода

PERT метода се употребљава у случајевима када време трајања појединих активности није познато. Метода PERT је стохастичког типа и узима у обзир несигурност у процени времена трајања активности.

Због тога се код ове методе врши процена три вредности времена појединих активности – оптимистичко (a_{ij}), највероватније (m_{ij}) и песимистичко (b_{ij}), и на основу њих врши прорачун времена реализације целокупног пројекта.

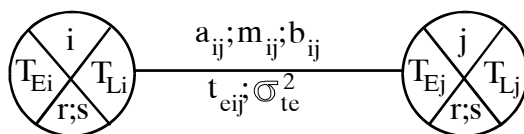
На основу ових процењених времена одређује се очекивано трајање активности према формули:

$$t_{e_{ij}} = \frac{a_{ij} + 4m_{ij} + b_{ij}}{6} \quad (3)$$

Варијанса, показатељ несигурности са којом су процењени полазни подаци, одређује се следећим изразом:

$$\sigma_{t_{e_{ij}}}^2 = \left(\frac{b_{ij} - a_{ij}}{6} \right)^2 \quad (4)$$

Приказивање времена у мрежном дијаграму по методи PERT приказано је на слици 14. Процењена времена (a_{ij} , m_{ij} , b_{ij}) уписују се изнад стрелице, док се вредности очекиваног времена и варијансе уписују испод. Догађај се представља кругом подељеним у четири сегмента: у горњем се уписује редни број догађаја, у левом се уписује најраније, а у десном најкасније време догађаја, у доњем сегменту уписује се број догађаја на основу ког је израчунато најраније време датог догађаја, уколико имамо две ознаке друга се односи на редни број чвора преко ког се утврдило најкасније време.



Слика 14. Начин уписивања временских параметара у МД

За сваки догађај у МД може се израчунати вероватноћа $P(Z)$, а одређује се у функцији фактора вероватноће Z који се израчунава по формули:

$$Z = \frac{T_p - T_{E(i)}}{\sqrt{\sigma_{T_E}^2}} \quad (5)$$

где су:

- T_p - планирани рок наступања неког i -тог догађаја,
- $T_{E(i)}$ - најраније време наступања i -тог догађаја,

- $\sigma_{T_E}^2$ -припадајућа варијанса најранијем времену наступања i -тог догађаја.¹⁸

У мрежном дијаграму за сваки догађај може се израчунати и вероватноћа појаве временске резерве $P(Z)$. Како је очекивана временска резерва разлика очекиваног најкаснијег времена T_L и најранијег остварења догађаја T_E , то је и дистрибуција по нормалној расподели па се фактор за ту вероватноћу одређује по формули:

$$Z_{(i)} = \frac{T_{L(i)} - T_{E(i)}}{\sqrt{\sigma_{T_{E(i)}}^2 + \sigma_{T_{L(i)}}^2}} \quad (6)$$

где су:

$T_{E(i)}$; $T_{L(i)}$ – очекивано најраније, најкасније време i -тог догађаја,
 $\sigma_{T_{E(i)}}^2$ - припадајућа варијанса најраније очекиваном времену i -тог догађаја,
 $\sigma_{T_{L(i)}}^2$ - припадајућа варијанса најкасније очекиваном времену i -тог догађаја.

Постоји већи број модификованих верзија ових метода па ће у даљем тексту бити приказана једна од модификованих верзија.

3.4 Модификована PERT метода

Модификована PERT метода се заснива на процени могућих времена трајања активности као и вероватноћи њиховог остварења. Код ове методе очекивано време одређује се као математичко очекивање:¹⁹

$$t'_e = \sum_{i=1}^n x_i p(x_i) \quad (7)$$

где је: x_i -процењено време трајања активности (не морају бити само три временске алтернативе може бити и већи број),
 $p(x_i)$ -припадајућа вероватноћа, вероватноћа да се активност оствари у процењеном времену.

Такође можемо да одредимо дисперзију користећи се одговарајућом формулом:

$$\sigma^2(t'_e) = E(t_e'^2) - [E(t'_e)]^2 \quad (8)$$

где је

$$t_e'^2 = \begin{pmatrix} x_1^2 & x_2^2 & \dots & x_n^2 \\ p(x_1) & p(x_2) & \dots & p(x_n) \end{pmatrix} \quad (9)$$

¹⁸ [13], стр.81

¹⁹ Жижовић, М., Радојичић, М., *Једно проширење PERT методе*, часопис “Техника”, Организација рада 7-8, Београд, 1995.

3.5 PDM метода

За разлику од претходних *PDM метода* представља успостављање комплекснијих релација између активности у мрежном дијаграму.

Прорачун временских параметара код PDM везан је за активности, а не за догађаје. Чворови у мрежи представљају дефинисане активности. PD метод користи за основу AON технику (Activity On the Node) односно технику “активност на чвору”. У табели 1 приказана је основна структура мрежног дијаграма PDM [95].

Табела 1

| | | |
|-----------------|-------------|-----------------|
| Активност (i-j) | | t_{ij} |
| $t_i^{(0)}$ | $t_j^{(0)}$ | Δu_{ij} |
| $t_i^{(1)}$ | $t_j^{(1)}$ | |

где је ΔU_{ij} временска резерва у догађајима $\Delta U_{ij} = T_i^1 - T_i^0$, остале ознаке су исте као код методе CPM.

Не постоје специјална правила за конструкцију орјентисаног графа PDM, јер се активности спајају линијама и стрелицама директно. Код PD методе почетак и/или завршетак мрежног плана може бити представљен са једним или већим бројем активности.

У мрежи нема фиктивних активности. Преклапајуће активности и активности са временском резервом на једноставан начин се приказују у мрежном дијаграму.

3.6 Метод анализе и графичке процене-GERT

Ова метода се користи онда када је могуће проценити време извршења активности. Пројекти типа освајања нових производа често користе процењивање алтернативних вредности помоћу моделирања.

Основу примене методе GERT чини коришћење стохастичких мрежа. Стохастичка мрежа има следећа својства [122]:

1. Грана се састоји из догађаја (чворова), који остварују логичке функције и грана операција.
2. Грана исказује вероватноћу извршења операције коју представља.
3. Операције представљене гранама карактеришу се скупом параметара.
4. Под реализацијом мрежног дијаграма подразумева се реализација одређеног скупа операција и догађаја.

5. Ако је време операције случајна величина, онда се за сваку операцију, сагласно датом распореду вероватноће, бира нова вредност тога времена²⁰.

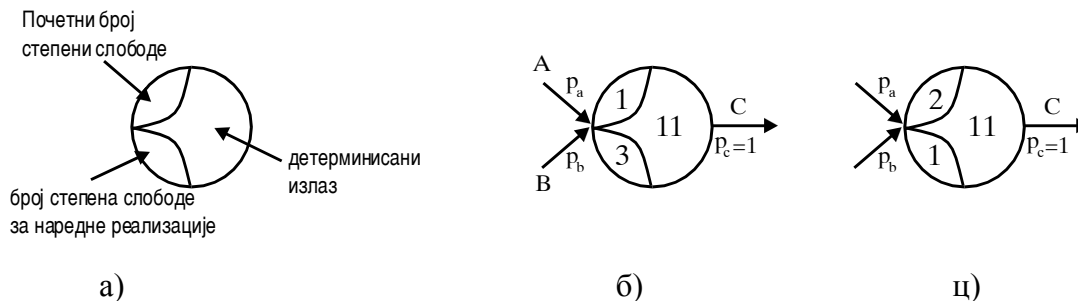
GERT представља синтетичку процедуру, која за решавање стохастичких проблема користи теорију орјентисаних графова, теорију случајних процеса и PERT.

Циљ било ког мрежног метода је моделирање пројекта путем одређене логичке организације његових операција. GERT моделирање, које се разликује од осталих мрежних метода постојањем како стохастичких, тако и детерминистичких догађаја, користи специјалне симболе за њихово означавање. GERT допушта не само једнострану орјентацију дијаграма, већ дозвољава и петље (затворене кругове), које могу почети од било којег догађаја и завршити се у било ком претходном догађају. То је у сагласности са итеративним карактером операција код реализације пројекта. Због тога се у GERT-у посебна пажња поклања графичком представљању [122].

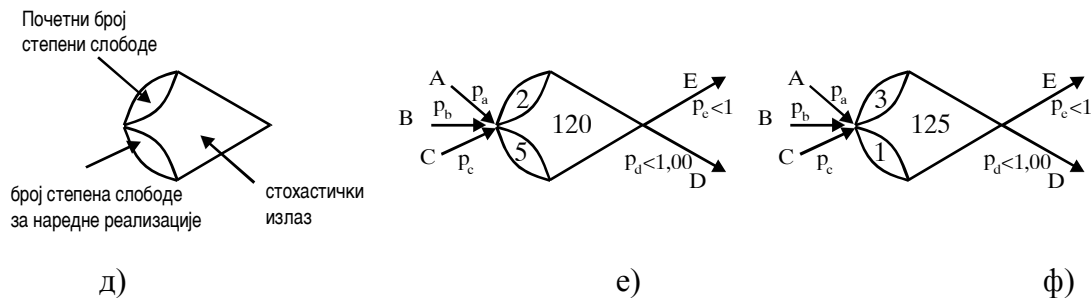
Код GERT модела свака грана (операција) реализује се путем моделирања више пута (унапред одређени број) у различитим ситуацијама. То нам омогућава да се прикупе статистички подаци за догађаје у циљу анализе пројекта.

Мрежа GERT састоји се из догађаја (чворова) и усмерених операција-грана, за чије карактеристике, тј. описе користи се појам-број степени слободе. Број степени слободе показује колико њему инцидентних (непосредно претходних) операција треба извршити, да би догађај био реализован. На пример, ако је број степени слободе једнак јединици, а догађају је инцидентно четири операције, онда је за његову реализацију, довољна реализација било које од четири операције. Ако је број степени слободе једнак четири, онда ће се догађај реализовати само када се изврше све четири њему инцидентне операције [122].

Број степени слободе може бити већи од броја догађаја инцидентних активности. На пример, ако је датом догађају инцидентна једна операција, али за реализацију догађаја њу треба извршити три пута, онда је број степени слободе једнак три [122].



²⁰ [122], стр.385



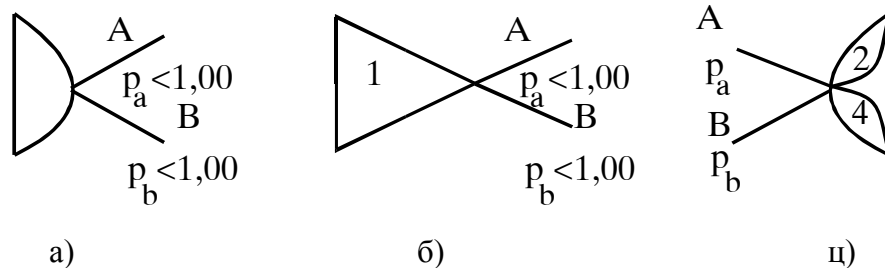
Слика 15. Приказ догађаја помоћу методе GERT [122]

Кружни лук у десном делу догађаја одговара детерминисаном излазу, као што је приказано на слици 15б и 15ц, где је вероватноћа излазних операција једнака 1. Подаци о инцидентним гранама уписују се у два сегмента у левом делу догађаја, што је његов улаз. У горњем сегменту догађаја на слици 15а, означен је број степена слободe догађаја, неопходан за његову прву реализацију. У доњем сегменту уписује се број степена слободe датог догађаја за његове наредне реализације. Догађај на слици 15б има две инцидентне гране. За реализацију догађаја први пут довољно је извршити било које од ове две операције. За даље реализовање догађаја потребно је да се њему инцидентне операције реализују три пута у било којој комбинацији [122].

Код методе GERT разликујемо следеће типове догађаја²¹:

1. Почетни догађај
2. Завршни догађај
3. Статистички догађај
4. Догађај за означавање

Операције које излазе из почетног догађаја почињу у нултом моменту времена. Тај догађај нема улазних операција. Завршни догађај нема излазних операција. Мрежни план се сматра реализованим ако је реализован потребан број завршних догађаја. Различити почетни и завршни догађаји приказани су на слици 16 [122].



Слика 16. Различити почетни и завршни догађаји [122]

²¹ [120] стр.387

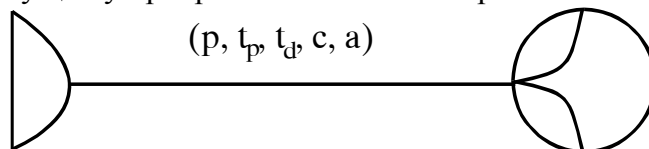
Приликом GERT моделирања значајна је статистика броја реализација догађаја. Прикупљају се и други статистички подаци који се односе на моменат реализације. Догађај за који се прикупља такав статистички материјал, назива се статистички догађај. Сви завршни догађаји су статистички догађаји [122].

За статистичке догађаје прикупља се пет типова информација [122]:

1. Моменат (време) прве реализације догађаја, F
2. Моменти (времена) свих реализација догађаја, A
3. Временски интервали међу реализацијама догађаја, B
4. Интервали времена између реализације два догађаја мреже, I
5. Кашњење у реализацији догађаја у односу на моменат завршетка прве операције, инцидентне том догађају, D .

Неки пут је потребно израчунати време између реализације два догађаја. У том случају моменат реализације претходног догађаја, узима се као време почетка одбројавања (почетка прорачуна), што омогућава да се код моделирања региструју одговарајућа времена у мрежном плану до статистичког догађаја. За разлику од завршног догађаја, обележени догађај и статистички догађај немају специјалних ознака. Такви догађаји се обично разликују према, око њих уписаним основним карактеристикама [122].

Имамо још две карактеристике операције. То су показатељи броја реализација операције и број операције. Бројеви операција се уписују на одговарајућим стрелицама, што олакшава модификацију мрежног плана и омогућава разликовање операција са једнаким почетним и завршним догађајима. Модификација мрежног плана може укључити замену једнога догађаја другим у циљу привремене или сталне промене логике мреже [122].



Слика 17. Приказ операција у GERT мрежи [122]

Операцију у GERT мрежи потпуно описују следећи параметри [122]:

1. Вероватноћа реализације- p ,
2. Укупност параметара за време операције- t_p ,
3. Тип распореда- t_d ,
4. Показатељ броја реализација- c ,
5. Број операција- a .

Подаци неопходни за GERT моделирање могу се поделити у три категорије²²:

- 1) Подаци који се односе на мрежни план. У њих спадају означавање пројекта, број и типови догађаја, означавање догађаја

²²Новаковић, В., *Квантитативни методи у грађевинском менаџменту*, Часопис “Изградња”, Београд, 2002., стр.391

(почетних, завршних, статистичких, и догађаја за бележење), број операција, број потребних експеримената, као и подаци о модификацији мрежног плана.

- 2) Подаци који се односе на догађаје. Овде спада број степени слободе за сваки догађај (почетни и наредни), тип излаза, вероватне карактеристике и тип статистичке информације коју треба прикупити.
- 3) Подаци који се односе на гране-операције. То су параметри временских променљивих-времена операција, вероватноћа реализације и тип распореда [122].

Када се располаже наведеним подацима, GERT моделирање мрежног плана се врши прелазећи од једног догађаја на други. За реализацију операција које излазе из реализованог догађаја или из почетног догађаја, користи се основна GERT процедура, која се састоји у добијању (кумулативне) функције распореда, полазећи од укупности параметара и типа распореда [122].

4. ВРЕМЕ-ТРОШКОВИ У МРЕЖНОМ ДИЈАГРАМУ

Мрежни план се може подвргнути различитим организационим променама чак и онда када се нормално време извршења операција не мења. После провере физичке остваривости треба проверити економску оправданост мрежног плана, цена треба да је минимална. Како укупни трошкови садрже и индиректне трошкове који зависе од дужине времена извршења пројекта, свако кашњење у извршавању пројекта обично доводи до повећања трошкова.

Анализом економске исплативости пројекта своде се на минимум трошкови сваке његове компоненте и разматра се утицај тог смањења на укупну цену пројекта. Те компоненте у мрежном плану су операције – активности. Време и трошкови сваке операције бирају се тако да укупни трошкови буду минимални. У процесу минимизације трошкова сачињава се неколико варијанти плана, од којих свака има различито време извршења пројекта и њему одговарајуће трошкове. Бира се најприхватљивије решење [122].

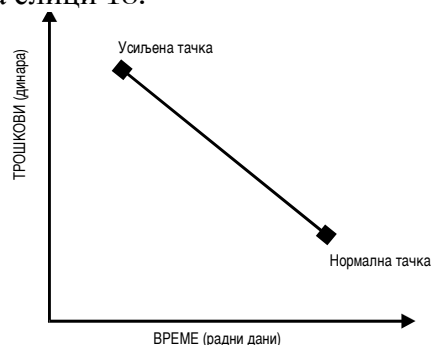
4.1 Зависност трошкова од времена извршења операција

Код мрежног планирања одређује се нормално трајање сваке операције (активности). Поред нормалног трајања одређују се и одговарајући нормални трошкови извршења операције. Такође се одређује и форсирано (усиљено) време и одговарајући форсирани (усиљени) трошкови извршења операције. Усиљени трошкови операције су они трошкови који одговарају усиљеном времену извршења операције.

Могућа су четири типа зависности између времена и трошкова [122]:

1. Линеарна зависност између времена и трошкова

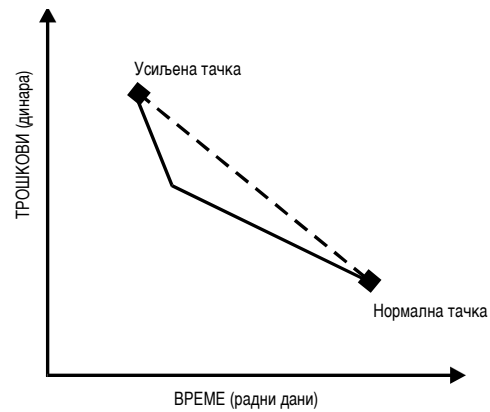
Овај тип зависности представља случај када за сваки дан скраћења времена извршења пројекта повећава трошкове за исти износ. Што је графички приказано на слици 18.



Слика 18. Линеарна зависност између времена и трошкова [122]

2. Изломљено – линеарна зависност

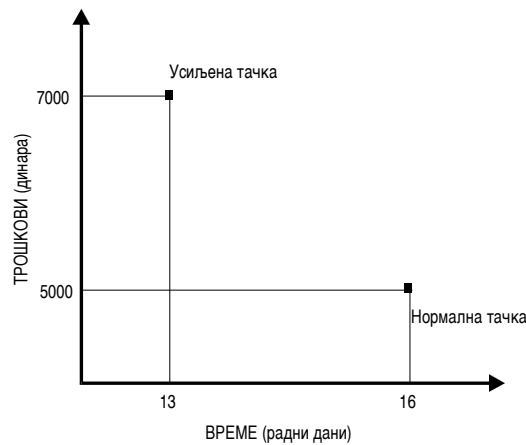
У овом случају допунски трошкови за један уштеђени дан нису једнаки за цео временски период. Графички је приказано на слици 19.



Слика 19. Изломљено-линеарна зависност [122]

3. Дискретна зависност

Код дискретне зависности не постоји веза између нормалних и усиљених трошкова. Операција се може извршити или за нормално време уз нормалне трошкове или за усиљено време уз усиљене трошкове (слика 20). На пример, при грађењу неког објекта коришћењем класичне технике време извршења износи 16 радних дана и трошкови 5000 новчаних јединица, а при коришћењу савремене технике трошкови се повећавају на 7000 новчаних јединица, а време се смањује на 13 радних дана [122].

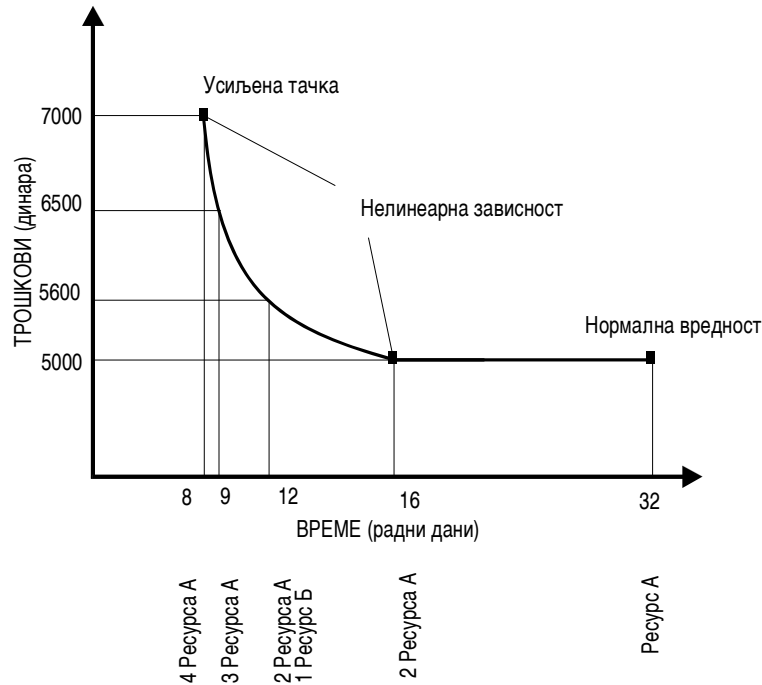


Слика 20. Дискретна зависност [122]

4. Нелинеарна непрекидна зависност

У овом случају веза међу различитим варијантама плана исказује се непрекидном нелинеарном функцијом.²³

²³ [120], стр. 470



Слика 21. Нелинеарна непрекидна зависност [122]

Коришћењем једног ресурса А рад се може извршити за 32 радна дана, а коришћењем два ресурса А за 16 радних дана. Даље скраћење на 12 радних дана може се обезбедити по цени од 5600 новчаних јединица, користећи 2 ресурса А и 1 ресурс Б. Коришћењем 4 ресурса А рад се може извршити за 8 радних дана уз трошкове од 7000 новчаних јединица.

4.2 Оптимизација време-трошкови помоћу линеарног програмирања

Време реализације пројекта уз најниже трошкове може се одредити помоћу линеарног програмирања ако постоји линеарна зависност време-трошкови. Тада се мрежни план може представити у виду линеарног програма ради решавања симплекс методом.

4.2.1 Математичка формулација проблема

За одређивање времена извршења пројекта уз најниже трошкове потребно је извршити формулисање у виду модела линеарног програмирања. У случају нелинеарне зависности крива зависности замењује се праволинијским сегментима који апроксимирају ту криву.²⁴

²⁴ [120], стр. 484

Пошто права трошкова има негативни нагиб, теоријска висина трошкова може се изказати једначином

$$a_{ij} = b_{ij} + S_{ij}N_{ij}$$

Једначина директних трошкова има облик

$$d_{ij} = a_{ij} - S_{ij}t_{ij}$$

Где је $S_{ij} = (a_{ij} - b_{ij})/N_{ij}$. Збир директних трошкова за све операције са временима t_{ij} ($M_{ij} \leq t_{ij} \leq N_{ij}$) за одговарајуће ij једнак је

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m d_{ij} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_{ij} - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m S_{ij}t_{ij}$$

Први члан израза за укупне директне трошкове представља неизменљиве трошкове. Директни трошкови биће минимални при максимуму израза [122]:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m S_{ij}t_{ij}$$

4.2.2 Смањење напрегнутости плана

Супротно форсирању је смањење напрегнутости плана, када је потребно олакшати услове извршавања операција, посебно некритичних, да би се пројекат учинио економичнијим. Операција која се извршава 6 дана за 2100 новчаних јединица, уз коришћење прековременог рада, може се извршити за 9 дана по цени од 1800 новчаних јединица, без прековременог рада. Ако се продужење времена извршења ове операције за 3 дана не одражава на време-рок извршења пројекта, онда прековремени рад не треба користити. Смањење напрегнутости плана у овом случају доводи до уштеде од 300 новчаних јединица [122].

4.2.3 Скраћивање времена помоћу теореме критичности

Процедура скраћивања времена извршења пројекта садржи низ корака [122]:

1. Одредити нормално време и нормалне трошкове извршења пројекта.
2. Одредити критични пут при нормалним временима операција.
3. Саставити табелу нормалних и форсираних времена и трошкова операција.
4. Израчунати коефицијенте трошкова за сваку операцију по формули.
5. Наставити одређивање зависности трошкова од дужине-времена извршења, путем скраћивања времена критичних операција, почевши од операција са најмањим коефицијентом трошкова.

6. Када се појави нови критичан пут скраћује се време комбинације критичних операција које имају најмањи укупни коефицијент трошкова.
7. На сваком кораку врши се провера да ли се јавила резерва времена за неку операцију. Ако се јавила онда је за њу могуће продужити време извршења и смањити трошкове.
8. После сваког циклуса скраћења времена операција израчунавају се нови трошкови и време извршења пројекта.
9. Овај процес наставља се све док је скраћивање времена могуће, тј. док се не постигне усиљено трајање.
10. Саставља се план-дијаграм промена посредних трошкова.
11. Сабирају се директни и индиректни трошкови и одређују се укупни трошкови извршења пројекта за свако време.
12. Користи се крива укупних трошкова за одређивање оптималне дужине трајања пројекта.

4.3 Финансијска остваривост пројекта

План пројекта треба да је физички остварив. За проверу физичке остваривости треба упоредити ресурсе неопходне за извршење пројекта са расположивим стањем ресурса. За одређивање новчаних средстава, потребних за извршење пројекта, треба извршити анализу финансијске остваривости пројекта.

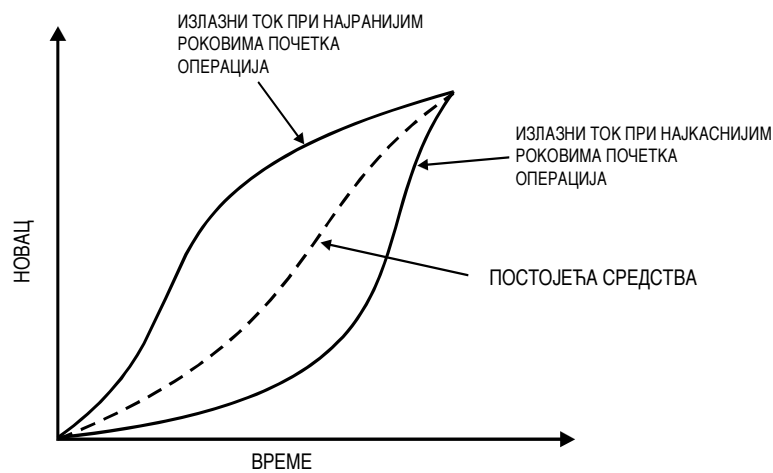
Анализа финансијске остваривости врши се за два типа проблема. У првом случају извођач жели да одреди да ли су новчана средства којим располаже довољна за извршење пројекта. Он зна величину свог капитала и периодичних наплата од наручиоца за различите етапе извршења пројекта и жели да уравнотежи трошкове пројекта са расположивим средствима [122].

Циљ извођача је обезбедити финансијску остваривост пројекта уз што мање ангажовање зајмова-плаћање камата. Ова два проблема могу се формулисати на следећи начин: уравнотежити расходе и приходе; минимално коришћење зајмова [122].

За одређивање финансијске остваривости пројекта извођач треба брижљиво проанализирати новчане токове. У сваком пројекту постоје како улазни тако и излазни новчани токови. Плаћања наручиоца извођачу представља за извођача улазни новчани ток. Плаћање извођача испоручиоцима материјала, подизвођачима за њега су излазни ток.

За прогнозу новчаних токова користе се временске процене свих улаза-прихода и свих излаза-расхода, засноване на планираном кретању средстава. Новчани токови могу бити позитивни (имамо више средстава него што потражујемо) и негативни (супротна ситуација) [122].

Илазни новчани ток представљен је на слици 22. Горња крива означава новчани ток-исплате при најранијим роковима почетка извршења операција, а доња крива-при најкаснијим допуштеним роковима почетка операција. Растојање међу кривима на слици 22 представља еластичност финансијске карактеристике пројекта. Испрекидана линија-крива одговара планираном улазном новчаном току, укључујући зајмове кредите и друге изворе средстава. Ако је крива улазног тока између две криве излазног тока, онда је финансијска остваривост пројекта реална. Када је крива улазног тока близу криве излазног тока која одговара најкаснијим роковима почетка операција, онда постоји велики ризик за обезбеђење пројекта новчаним средствима.²⁵



Слика 22. Еластичност финансијске карактеристике пројекта [122]

Улазна крива може се померати ка излазној кривој која одговара најранијим роковима почетка операција путем краткорочних зајмова од банака и других финансијских установа. На улазни ток средстава такође утиче и добит коју извођач остварује на пројекту.

²⁵ [120], стр. 495

5. МИНИМИЗАЦИЈА ТРОШКОВА ПРОЈЕКТА

При минимизацији трошкова пројекта коришћене су познате референце и литература [128]. Код ове анализе полази се од претпоставке да је одређено време t_{ij} сваке активности (i-j), као најраније и најкасније време наступања свих догађаја $(T_E)_i$ и $(T_L)_j$, (j=1, 2, ..., n). Узима се да је позната зависност директних трошкова $(C_d)_{ij}$ сваке активности (i-j) у функцији времена њеног трајања t_{ij} , која се може представити изразима:

$$(C_d)_{ij} = -a_{ij}t_{ij} + b_{ij}; (a_{ij} \geq 0; b_{ij} > 0) \quad (10)$$

односно

$$(C_d)_{ij} = \frac{a_{ij}}{t_{ij}}; (a_{ij} > 0) \quad (11)$$

Израз (10) представља линеарну варијанту, док израз (11) одражава конвексну варијанту.

Коефицијент правца a_{ij} у једначини праве (10) која пролази кроз тачку $A[(t_u)_{ij}, (C_u)_{ij}]$ и $B[(t_n)_{ij}, (C_n)_{ij}]$ израчунава се по формули за просечан прираст трошкова [128]:

$$a_{ij} = (\Delta C)_{ij} = \frac{(C_u)_{ij} - (C_n)_{ij}}{(t_n)_{ij} - (t_u)_{ij}} \quad (12)$$

док се слободни члан b_{ij} израчунава помоћу израза

$$b_{ij} = \frac{(C_u)_{ij}(t_n)_{ij} - (C_n)_{ij}(t_u)_{ij}}{(t_n)_{ij} - (t_u)_{ij}} \quad (13)$$

До ових израза се долази ако се нађе једначина праве која пролази кроз тачке А и В, одакле се види да коефицијенти a_{ij} и b_{ij} зависе само од познатих података, нормалног и усиљеног трајања и нормалних и усиљених трошкова активности (i-j).

Смањење укупних трошкова пројекта, могуће је остварити ако продужимо време трајања свих некритичних активности на рачун коришћења расположивих временских резерви. Проблем се састоји у следећем: треба наћи минималне трошкове пројекта користећи се временским резервама некритичних активности, при чему трајање пројекта остаје непромењено. На тај начин свака активност пројекта постаје критична, тако да је за сваки догађај $(T_E)_j = (T_L)_j$.

Код ове оптимизације узима се да је непознато време збивања догађаја $(T)_j$, (j=1,2,...,n), док је време трајања сваке активности (i-j) могуће изразити на следећи начин [128]:

$$T_{ij} = T_j - T_i$$

Означи ли се скуп догађаја J који леже на критичним путевима са K , а скуп активности чији бар један догађај не лежи на критичним путевима са R ,

тада се проблем минимизације трошкова пројекта, када је његово трајање задато, може математички формулисати као проблем линеарног, односно конвексног програмирања. То значи треба наћи минимум функције

$$Z = \sum_{(i-j) \in R} [-a_{ij}(T_j - T_i) + b_{ij}] \quad (14)$$

($a_{ij} \geq 0$, $b_{ij} \geq 0$), (линеарна варијанта),
односно функције

$$Z = \sum_{(i-j) \in R} \frac{a_{ij}}{T_j - T_i} \quad (15)$$

($a_{ij} \geq 0$), (конвексна варијанта),
при ограничењима

$$\left. \begin{array}{l} T_j - T_i \geq d_{ij}, \text{ за све активности } (i-j) \in R \\ T_j = (T_E)_j = (T_L)_j, \text{ за све догађаје } j \in K \end{array} \right\} \quad (16)$$

Која се односе на функције (14) и (15). У формулацијама од (10)-(14) предпоставља се да је d_{ij} строго позитивно [128].

У случају када је фиксирано време трајања пројекта, његова математичка формулација (10)-(16) може се уопштити на следећи начин.

Претпоставимо да је за сваку активност (i-j) одређеног пројекта задато минимално време пројекта. Нека је задато и укупно време T трајања пројекта које није мање од минималног могућег времена које је једнако критичном времену трајања пројекта [128].

Потребно је наћи време T_j наступања свих догађаја j ($j=1,2,\dots,n$), како би између свих могућих решења реализације пројекта за време T нашли оно решење које има минималне трошкове тј. треба наћи минимум функције²⁶

$$Z = \sum_{(i-j)} [-a_{ij}(T_j - T_i) + b_{ij}] \quad (17)$$

($a_{ij} \geq 0$, $b_{ij} \geq 0$), (линеарна варијанта),
или функција

$$Z = \sum_{(i-j)} \frac{a_{ij}}{T_j - T_i} \quad (18)$$

($a_{ij} \geq 0$), (конвексна варијанта),
при ограничењима

$$\left. \begin{array}{l} T_j - T_i \geq d_{ij}, \\ T_i = 0, T_n \leq T. \end{array} \right\} \text{ за све активности } (i-j) \quad (19)$$

²⁶ Петрић, Ј. *Операциона истраживања (књига II)*, "Савремена администрација", Београд, 1976, стр. 214

Често је време трајања t_{ij} свих активности пројекта ограничено и са доње и са горње стране [128].

$$(t_u)_{ij} \leq t_{ij} \leq (t_n)_{ij}$$

где је $(t_u)_{ij}$ – усиљено време трајања активности (i-j), а $(t_n)_{ij}$ – њено нормално трајање. Ако предпоставимо да је T време трајања пројекта унапред задато. Кад тога не би било, онда би за $t_{ij}=(t_n)_{ij}$ имали минималне трошкове пројекта. Зато при наведеним предпоставкама треба наћи минимум функције [128]:

$$Z = \sum_{(i-j)} (-a_{ij}t_{ij} + b_{ij}) \quad (20)$$

$(a_{ij} \geq 0, b_{ij} \geq 0)$, (линеарна варијанта),

или функције

$$Z = \sum_{(i-j)} \frac{a_{ij}}{t_{ij}}, (a_{ij} > 0) \quad (21)$$

(конвексна варијанта),

при ограничењима

$$\left. \begin{array}{l} T_j - T_i - t_{ij} \geq 0 \\ (t_u)_{ij} \leq t_{ij} \leq (t_n)_{ij} \end{array} \right\} \text{ за све активности (i-j)} \quad (22)$$

$$T_1 = 0; T_n \leq T$$

5.1 Оптимизација времена трајања пројекта

Математичка формулација овог задатка може се исказати на следећи начин [128]: Наћи минимум функције

$$Z = T_n \quad (23)$$

при ограничењима

$$\left. \begin{array}{l} T_j - T_i - t_{ij} \geq 0 \\ 0 \leq (t_u)_{ij} \leq t_{ij} \leq (t_n)_{ij} \end{array} \right\} \text{ за све активности (i-j)} \quad (24)$$

$$T_1 = 0$$

$$\sum_{(i-j)} (-a_{ij}t_{ij} + b_{ij}) \leq C, \text{ (линеарна варијанта)}$$

или

$$\sum_{(i-j)} \frac{a_{ij}}{t_{ij}} \leq C, \text{ (конвексна варијанта)} \quad (25)$$

Стављајући да су времена трајања активности пројекта $t_{ij}=(t_n)_{ij}$, могу се наћи одговарајући трошкови пројекта C_m . Ако је $C > C_m$ задатак није решив. Ако се стави да је $T_n=m$ (где је m усиљено трајање пројекта) и ако се нађе одговарајуће C_m -које одговара усиљеном трајању пројекта, очигледно је да ће за $C \geq C_m$, $T=m=T_n$ бити максимално време. Било да се ради о линеарној или конвексној варијанти, оба ова алгоритма заснована су на методи Kelley [128].

5.2 Kelley-ева метода

Kelley-ева метода односи се на λ -параметарску минимизацију, која се своди на решавање помоћу метода линеарног програмирања.

У оптималном плану реализације пројекта трајање t_{ij} било које активности (i-j) може имати само једну од следећих вредности [128]:

$$a) t_{ij}=(t_n)_{ij}=T_j-T_i$$

када активност (i-j) има нормално трајање и не располаже временском резервом;

$$b) t_{ij}=T_j-T_i < (t_n)_{ij}$$

када активност (i-j) има трајање мање од њеног нормалног трајања и не располаже временском резервом и

$$c) t_{ij}=(t_n)_{ij} < T_j-T_i$$

када активност (i-j) има нормално трајање и када располаже временском резервом која не може бити искоришћена.

Решавајући проблем λ -параметарске минимизације, Келлеу-ева метода полази од претпоставке да је за неку вредност $T_n=\lambda$ решен проблем формулисан следећим изразима:

$$Z = \sum_{(i-j)} (-a_{ij}t_{ij} - b_{ij}) \quad (26)$$

при ограничењима која важе за све активности (i-j)

$$\left. \begin{aligned} T_j - T_i - t_{ij} &\geq 0, \\ (t_u)_{ij} &\leq t_{ij} \leq (t_n)_{ij}, \end{aligned} \right\} \quad (27)$$

$$T_1 = 0, T_n = \lambda$$

При чему су нађене вредности:

$$\{\tilde{t}_{ij}, \tilde{T}_j\} \text{ за које је}$$

$$Z_{\min} = \sum (-a_{ij}\tilde{t}_{ij} + b_{ij}) = C.$$

Полазећи од датог оптималног плана пројекта, чије је трајање $\tilde{T}_n = \lambda$, потребно је одредити нови оптимални план пројекта [128]:

$$\{t'_{ij}, T'_j\} = \{\tilde{t}_{ij}, \tilde{T}_j\} - \theta \{\zeta_{ij}, \eta_{ij}\} = \{t_{ij} - \theta \zeta_{ij}, T_j - \theta \eta_j\}$$

чије је трајање $T_n' = \lambda - 0$, где је $\lambda > \theta > 0$.

5.3 Оптимална расподела ограничених ресурса у функцији времена

При овим разматрањима узете су исте ознаке као у коришћеној референци [128]. Ако предпоставимо да се дати пројекат реализује употребом “с” различитих ресурса, чија је свакодневна зависност од времена задата функцијама $A_1(t), A_2(t), \dots, A_s(t)$. Нека се свака од активности (i-j) извршава само помоћу једног од наведених ресурса. При томе је познат константан интензитет $r_{ij}^{(k)}$ k-тог ресурса који се ангажује на активности (i-j). Под појмом интензитета ресурса подразумева се количина ресурса у јединици времена која се ангажује за извршење једне активности, на основу чега се одређује трајање дате активности која се обележава са t_{ij} .

Оптимална расподела ограничених ресурса у функцији времена која утиче на извршење било које активности састоји се у одређивању времена почетка сваке активности, које при задатим ограниченим ресурсима обезбеђује извршење пројекта у најкраћем року [128].

Обим активности (i-j) може се представити изразом:²⁷

$$W_{ij}^{(k)} = r_{ij}^{(k)} \cdot t_{ij}$$

Укупне потребе k-тог ресурса на једном пројекту су:

$$\sum_{(i-j)} w_{ij}^{(k)} = \sum_{(i-j)} r_{ij}^{(k)} t_{ij}$$

где се збир k-тог ресурса рачуна само по активностима (i-j) на којима се тај ресурс ангажује. У већини случајева узима се да су ресурси $A_k(t)$ ($k=1,2,\dots,S$) константни, $A_k(t)=A_k$ израз

$$\max_k \left\{ \frac{1}{A_k} \sum_{(i-j)} W_{ij}^{(k)} \right\}$$

одређује доњу границу времена T-трајања пројекта. Ово време T не може бити мање од критичног времена трајања пројекта T_{kr} када су ресурси неограничени, због чега се може писати

$$T \geq \max \left\{ T_{kr}, \max_k \left\{ \frac{1}{A_k} \sum_{(i-j)} W_{ij}^{(k)} \right\} \right\}$$

²⁷ [126], стр. 226

5.4 Gray-Kiddov алгоритам

Gray-Kiddov алгоритам се користи код распоређивања ресурса у пројекту. Он омогућава да у сваком тренутку видимо колико је ресурса ангажовано и које активности је потребно померити да не би дошло до прекорачења у расположивим ресурсима [128].

Gray-Kiddov алгоритам је хеуристичког типа и састоји се у следећем:

Прво се саставља линијски дијаграм датог пројекта, испод кога се приказује дијаграм свакодневних потреба у одговарајућем ресурсу. Затим се одређује први временски интервал и нумеришу активности према величини временске резерве, чиме се одређује њихов приоритет непомерања, односно померања њиховог почетка. После тога се процењују ресурси потребни за извођење активности које припадају првом временском интервалу и помера њихов почетак са гледишта ограничености ресурса.

У другом кораку узима се крај првог временског интервала као почетак наредног и на њему се пројектују почечи и завршеци свих преосталих активности, при чему се одређује нови временски интервал и нумеришу активности као у првом кораку, а затим се процењују ресурси.

Овај процес се понавља све док се не постигне да збир свих временских интервала не буде једнак дужини трајања пројекта [128].

5.5 Оптимална расподела ресурса при задатом времену трајања пројекта

Задатак оптималне расподеле ресурса при задатом времену трајања пројекта у неком смислу је обрнут од задатка оптималне расподеле ограничених ресурса у времену. Овде се ради о размештању активности пројекта чији је рок завршетка фиксиран, узимајући у обзир њихову технолошку зависност, да би употреба ресурса била оптимална.

У процесу анализе расподеле ресурса прво треба израчунати средњу вредност потребних ресурса, што се остварује сумирањем производа интензитета и времена трајања сваке активности пројекта [128]

$$\sum_{(i-j)} r_{ij} t_{ij}$$

Делећи ову суму са Т-бројем дана, за које је неопходно реализовати дати пројекат, добија се средња вредност потребног ресурса по једном дану

$$R_{sr} = \frac{1}{T} \sum_{(i-j)} r_{ij} t_{ij}$$

Као мера неравномерне употребе ресурса у датом пројекту може да послужи средње квадратно одступање потребног ресурса $R(t)$, у тренутку t , од његове очекиване вредности R_{sr} , t_j .

$$\frac{1}{T} \int_0^T [R(t) - R_{sr}]^2 dt = \frac{1}{T} \int_0^T R^2 - \frac{2R_{sr}}{T} \int_0^T R(t) dt + R_{sr}^2 = \frac{1}{T} \int_0^T R^2(t) dt - R_{sr}^2 \quad (28)$$

У том случају план реализације пројекта за време T при минимизацији израза (19) назива се оптимумом. Минимизација израза (28) своди се на минимизацију

$$\int_0^T R^2 dt$$

Други појам оптимизације ресурса добија се ако се под мером неравномерности употребе ресурса $R(t)$ подразумева његово, по апсолутној вредности, највише одступање од средње очекиване вредности ресурса R_{sr} што се представља изразом²⁸

$$\max_{t \in [0, T]} |R(t) - R_{sr}| \quad (29)$$

Тада је оптималан план при коме се постиже минимум израз (29).

²⁸ [126], стр. 235

6. РАСПОРЕД РЕСУРСА У МРЕЖНОМ ДИЈАГРАМУ

Код састављања мрежног дијаграма пројекта не треба истовремено планирати редослед извршавања операција у пројекту и потребне ресурсе. У почетној фази треба се концентрисати на логику пројекта – редослед операција. Питања која се најчешће постављају у току ове фазе су: да ли и које активности претходе датој активности, које активности следе после дате активности, које се активности могу извршавати истовремено и сл. У овој фази не размишља се о ресурсима [122].

После сваке фазе планирања неопходно је поставити питање – постоје ли сви потребни ресурси за извршење плана? Ако постоје, план се може користити. У фази истраживачког планирања може се јавити потреба за провером да ли постоји довољан број радника за одређене послове. У фази контролног планирања треба проверити да ли на терену постоји неопходна опрема.

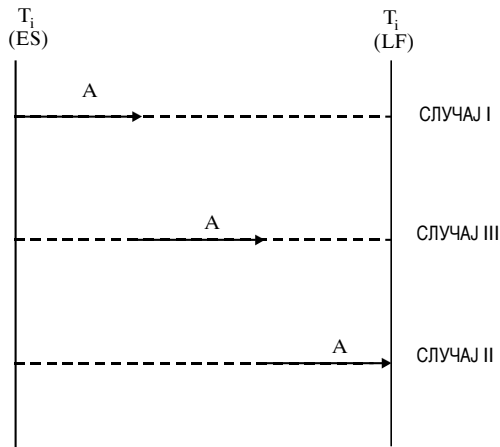
Из наведеног може се закључити да је распоред ресурса суштински део планирања. Њиме се одговара на питање – да ли је план физички остварив. План се претвара у дело само када постоје потребни ресурси за његову реализацију [122].

6.1 Распоред неограничених ресурса

Операција мрежног плана која има резерву времена може почети у различитим временским тачкама. Време које се може користити за извршење операције је збир њеног трајања и њене пуне резерве времена.

Треба обезбедити најбоље коришћење постојећих ресурса. Сваку операцију треба планирати тако да се ресурси пројекта користе на оптималан начин. То се може решити помоћу једноставне варијанте распореда ресурса када операција почиње у најранијем или у најкаснијем року почетка [122].

Мрежни дијаграм, критичан пут и израчунати рокови почетка и завршетка активности представљају део планирања пројекта. Код анализе физичке остваривости пројекта значајно је одређивање укупних потреба у ресурсима за сваки појединачни временски интервал. За то је потребно имати дијаграм мрежног плана у којем је дат редослед операција и утврдити потребе сваке операције у радној снази, опреми (машинама и материјалима) [122].



Слика 23. Распоред ресурса [122]

Процедура решавања за најраније могуће рокове почетка операција састоји се у следећем [122]:

1. разматра се свака активност,
2. време почетка операције узима се да је једнако најранијем могућем року почетка,
3. распоређују се сви ресурси потребни за извршење операције.

После завршетка распореда ресурса утврђују се укупне свакодневне потребе за одговарајућим ресурсима. На крају се саставља дијаграм свакодневне потреба у ресурсима познат под именом – *ресурсни профил пројекта*.²⁹

Распоред орјентисан на најраније рокове почетка операција захтева неоправдано велики број радника на почетку извршавања пројекта што неповољно утиче на економичност коришћења ресурса. Ресурси се могу распоредити полазећи од најкасније допуштених рокова почетка операције (LST). У том случају ангажовање ресурса одгађа се до најкасније могућег рока почетка операција и тако све операције постају критичне. Затим се одређују свакодневне потребе у ресурсима. Ресурсни профил зависи од коришћења најранијег почетка операције (EST) или најкаснијег почетка операције (LST) као рока почетка операција [122].

У пракси ресурси су често ограничени и треба их распоређивати водећи рачуна о датим условима. Почетак операција може се планирати водећи рачуна о расположивости потребних ресурса (случај III на слици 23). При томе се могу јавити три ситуације [122]:

- а) Ресурси су ограничени а пројекат треба завршити, користећи постојеће ресурсе, за најкраће време;

²⁹ [120], стр. 410

- b) Време реализације пројекта је одређено и треба одредити минимални ниво ресурса;
- c) Треба распоред сачинити тако да се постигне интензивно ангажовање радника на минималном нивоу.

Распоред ресурса представља планирање радова сагласно расположивим ресурсима у датом времену. Поступни метод реализује ову идеју распоређујући постојеће ресурсе по операцијама постепено. Паралелни метод распоређује ресурсе свакодневно по свим операцијама које се тога дана извршавају. При томе је допуштено да се ресурси који су намењени за извршење неке операције једног дана, следећег дана пребацују на извршење друге операције [122].

Расуђивање на основу којих руководилац доноси одлуке о распореду ресурса могу се формулисати као следећа правила [122]:

1. усмерити ресурсе на извршење операције која има најмању пуну резерву времена. Ако је овај услов једнак за више операција, онда:
2. усмерити ресурсе на извршење операције која захтева највећи број ресурсо-дана. Ако је тај услов једнак за више операција:
3. усмерити ресурсе на операцију са мањим бројевима за и-ј, тј. на операцију која је ближа почетку реализације пројекта.³⁰

Ако се сумирају подаци у колони ресурсо-дана добија се број човек-дана потребан за извршење пројекта. Овај збир треба поделити са временом извршења пројекта и резултат показује просечни дневни број радника ангажованих на извршењу пројекта.

Прво, просечан број не треба да је мањи од количине ресурса потребних за било коју операцију. У противном таква операција не може бити обезбеђена потребном количином ресурса. Друго, ако се дељењем добије разломак он се заокружује на већи цели број [122].

Код извршавања операција мрежног плана неопходно је пратити време током којег трошење ресурса одговара њиховом планском распореду, јер овај фактор је одлучујући код планирања рокова почетка наредних активности. Истовремено је потребно водити евиденцију о количинама слободних ресурса јер одлука о почетку операција зависи од постојања неопходних ресурса.

Први циљ постиже се помоћу казаљке пројекта. Изнад колона – дани пројекта, уписују се вертикалне стрелице. Казаљка се прво ставља на нулу. Затим се казаљка сваки пут помера напред. То се чини све док се не испуни један од два услова [122]:

1. нема слободних ресурса,
2. нема операција за које се могу користити слободни ресурси.

³⁰ [120], стр. 412

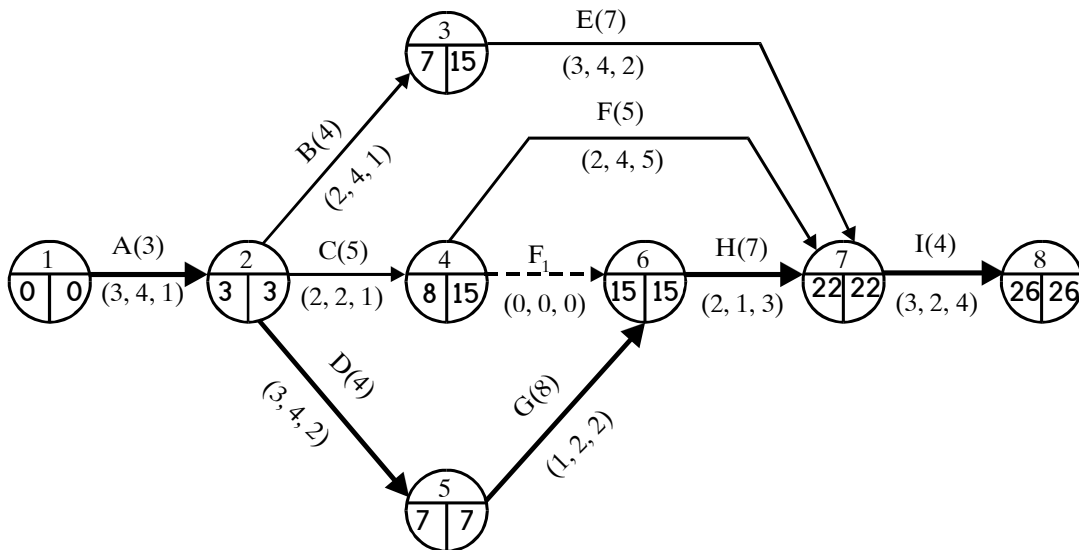
Када се казаљка пројекта заустави врши се корекција рокова почетка и резерви времена за све операције којима нису распоређени ресурси. Рок почетка било које такве операције никада не може да буде пре рока.

За распоред ресурса прво се одређује њихова количина и просечни темпо трошења. Количина слободних ресурса смањује се за величину ресурса распоређених по операцијама.

6.2 Распоред више врста неограничених ресурса

До сада је разматран распоред једне врсте ресурса. У већини реалних пројеката треба распоредити ресурсе различитих врста. За сваку операцију може бити потребно више врста ресурса, при чему њихова структура и количине могу бити различите за различите операције пројекта [122].

Ако посматрамо мрежни дијаграм на слици 24, можемо видети да свака операција захтева три врсте ресурса (X, Y и Z). Количина потребних ресурса уписана је испод стрелице, редом X, Y и Z. Једина разлика овог случаја састоји се у томе да се распореде три врсте ресурса. Зато одговарајуће табеле имају три колоне, по једну за сваку врсту ресурса.



Слика 24. Мрежни дијаграм разматраног примера

Код распореда према најранијим роковима почетка операција распоред ресурса врши се за сваку операцију од њеног најранијег почетка. Распоред ресурса може да се добије полазећи од најкаснијих рокова почетка операција с тим што се почетак извршавања операција планира у најкаснијем року почетка. За сваки ресурс добијају се два профила распореда (према најранијем и најкаснијем року почетка операција), који се међусобно могу упоредити као и за један ресурс [122].

За распоред више врста ресурса могу се користити оба метода – поступни и паралелни. Прво се одређује разумни ниво за сваку врсту ресурса. Време завршетка пројекта израчунава се помоћу процене времена операција [122].

6.3 Критеријум за правила предности

Постојање различитих правила предности омогућава да се моделирају различити услови реализације пројекта. На пример, руководилац пројекта може бити заинтересован за завршетак оних операција за које је потребно ангажовати неки материјални ресурс. Што пре тај ресурс буде расположив мање ће се платити на име његове закупнине. Зато се виши приоритет даје оним операцијама за које је потребан закупљени ресурс. Исто тако се поступа када је део опреме потребан за извршење другог пројекта.

У другим околностима руководилац пројекта може дати предност најтежим радовима. У том случају предност се даје управо тим радовима. У датој ситуацији руководилац може дати предност оним операцијама за које је потребно најмање рада за њихово извршавање [122].

Приоритетима се могу сматрати и операције чији завршетак омогућава наплату извршених радова од инвеститора. Коришћење одређених ресурса може олакшати коришћење другог ресурса којих има прилично.

Критеријум при распореду ресурса може бити неодређеност времена потребног за извршење операција. Нови пројекти имају два типа операција – оне за које се тачно може одредити време извршења и операције за које је то тешко одредити. Уместо резерве времена, или упоредо са њом, као критеријум за упоређивање операција може се узети степен неодређености времена за њихово извршење. Операције са великим степеном неодређености добијају виши приоритет код распореда ресурса. Операције чије је време извршења тачно одређено могу се одгодити све до њиховог најкаснијег допуштеног рока почетка [122].

Повезивање операција у ланац значи да по завршетку једне операције одмах треба почети другу. Пошто прва операција прође кроз процедуру распореда ресурса, операција која за њом следи у ланцу добија највећи приоритет код распореда ресурса [122].

Ако операција захтева стални састав ресурса током целог времена њеног извршавања, онда се предвиђају промене неких ресурсних потреба у одређеним временским тачкама. У зависности од броја додељених радника за одређену операцију зависи и време завршетка те операције.

Непотрошиви ресурси, као што су радници и опрема, могу се поново користити за наредне операције чим се ослободе са претходних операција. Други ресурси као што су цигла, бетон, и сл., троше се неповратно. Зато се

код распореда различито посматрају ресурси различитих врста. Ресурси се распоређују узимајући у обзир циклични профил [122].

6.4 Оптимално решење проблема распореда ресурса

Поступци распореда ресурса обезбеђују њихово планско коришћење. У процесу планирања могу се јавити различите варијанте коришћења ресурса. Ове варијанте зависе од критеријума распореда као што су: ниво ресурса, најкраће време реализације пројекта или најефектније коришћење ресурса. Планирани рокови почетка и завршетка операције пројекта у случају фиксираних нивоа ресурса зависе од избора правила предности [122].

Теоријски је могуће сваком критеријуму одредити коефицијент значаја и одредити оптимално решење. Пошто је број променљивих у проблему распореда ресурса велики, строго математичко решење је тешко добити, али приближно тачно решење је могуће добити [122].

Код распореда ресурса обично се разматра радна снага, опрема-машине и материјали. Понекад се распоред примењује и на друге факторе, на пример за простор. Када је простор ограничен њега такође треба користити економично.

Пре коришћења програма за распоред ресурса неопходно је извршити временску анализу мрежног плана. Потом се план обезбеђује подацима о потребама у ресурсима и ограничењима за њих.

7. СПЕЦИФИЧНОСТИ РАСПОРЕДА РЕСУРСА У МРЕЖНОМ ДИЈАГРАМУ

Профил потреба у ресурсима – ресурсни профил, добијен помоћу процедуре распореда ресурса упоређује се са профилом расположивих ресурса и ако се поклопе може се закључити да је пројекат физички остварив. Циљ било које процедуре подешавања ресурсних профила састоји се у планирању свих некритичних радова тако да потребе у ресурсима расту до максимума (када се користи одређени ресурс) и да се затим потреба за њим постепено смањује до нуле (када је завршена одређена операција и користи се други ресурс). Због тога је неопходно [122]:

1. планирати извршење критичних радова,
2. почети некритичне активности само онда када долази до смањивања ангажовања ресурса,
3. тенденцију пораста ангажовања радне снаге подржавати до момента када се постигне максимум у њеном коришћењу, а после тога тежити ка постепеном смањењу ангажовања.

Подешавање распореда постиже се само путем померања рокова почетка некритичних операција. Зато се укупно време извршења пројекта не повећава.

У првом реду планирају се све критичне операције. Са другим операцијама које у процесу планирања постају критичне поступа се на исти начин.

Код распореда ресурса може се уочити да нема постепеног повећања ангажовања ресурса до максималног нивоа. Одређен број радника је потребан одмах, од првог радног дана. Ако је за овај пројекат потребан подешени ресурсни профил он се може добити помоћу паралелног метода распореда ресурса. Код подешавања распореда за ресурсе се дају допунска ограничења. После планирања свих критичних операција почетак некритичних операција помера се на најкасније допуштени рок почетка и тако се оне претварају у критичне. Максимум коришћења ресурса постиже се онда када допунски ресурси нису потребни за извршавање наредних радова – операција. Циљ је да се достигне максимални ниво ангажовања ресурса и да се одржи што дуже време, због чега се почетак следећих некритичних операција помера на најранији могући рок почетка [122].

Казалка пројекта прво показује време 0. Операција која има нулту резерву у том моменту је критична. Она добија потребне јединице ресурса. Других критичних операција у том моменту нема и казалка се зауставља на 1 [122].

За избор најподеснијег распореда ресурса може се користити збир квадрата потреба у ресурсима за сваки дан. Овај збир је утолико мањи

уколико су мање измене потреба у ресурсима код преласка од једног на други радни дан. Најмањи збир квадрата одговара најбољем решењу [122].

7.1 Оптимално подешавање распореда ресурса за мрежни план

Ограничења која су наметнута операцијама утичу на реализацију сваког пројекта. Свака операција има фиксирану дужину – време извршења, захтева фиксирану количину ресурса и потчињава се редоследу операција у мрежном плану. Операције се извршавају без прекидања. Битан фактор код решавања овог задатка је да се могу мењати рокови почетка само некритичних операција.

У даљем тексту користиће се исте ознаке као у наведеној референци [122].

Користе се следећи симболи: $A(j)$ – некритична операција ($j = 1, \dots, k$); $D(j)$ – време извршења операције $A(j)$; $R(j)$ – дневна потреба у ресурсима операције $A(j)$; $ES(j)$ – најранији рок почетка операције $A(j)$; $S(j)$ – планирани рок почетка операције $A(j)$; $X(j)$ – рок почетка операције $A(j)$ у односу на време $ES(j)$; $FL(j) = LS(j) - ES(j)$ број дана између $LS(j)$ и $ES(j)$; $L(i)$ – фиксирана ресурсна промена за дан i због критичних операција; $Y(i)$ – ресурсна промена на дан i ; $a(i,j)$ – ресурсне промене за операцију $A(j)$ на дан i ; K – број некритичних операција; X – скуп свих ресурсних промена у пројекту; N – време извршења пројекта; $1 \leq i \leq N+1$; $1 \leq j \leq K$ [122].

У следећој табели дати су уопштени изрази – симболи за ресурсне промене за некритичне операције у данима $i=1, \dots, N+1$. У табели 2 наведени су симболи за потребне ресурсе и време операција.

Tabela 2

| $i \backslash A(j)$ | A(1) | A(2) | ... | A(K) | L(i) |
|---------------------|----------|----------|-----|----------|--------|
| 1 | a(1,1) | a(1,2) | ... | a(1,K) | L(1) |
| 2 | a(2,1) | a(2,2) | ... | a(2,K) | L(2) |
| 3 | a(3,1) | a(3,2) | ... | a(3,K) | L(3) |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| N | a(N,1) | a(N,2) | ... | a(N,K) | L(N) |
| N+1 | a(N+1,1) | a(N+1,2) | ... | a(N+1,K) | L(N+1) |
| R(j) | R(1) | R(2) | ... | R(K) | - |
| D(j) | D(1) | D(2) | ... | D(K) | - |

Проблем се формулише на следећи начин: $X(j)$ узима вредности између 1 и $FL(j)$, па имамо

$$1 \leq X(j) \leq FL(j) \quad (30)$$

где је

$$FL(j) = LS(j) - ES(j) + 1 \quad (31)$$

и

$$X(j) = S(j) - ES(j) + 1 \quad (32)$$

Ако узмемо да су $A(i)$ и $A(j)$ поступне операције, при чему операција $A(i)$ претходи операцији $A(j)$. Односи претхођења формулишу се на следећи начин [122]:

$$S(i) = D(i) \leq S(j) \quad (33)$$

$$ES(i) + D(i) \leq ES(j) \quad (34)$$

Из једначина (30) и (31) добија се

$$X(i) \leq X(j) \quad (35)$$

За $Y(i)$ може се написати

$$Y(i) = \sum_{j=1}^k a(i, j) + L(j) \quad (36)$$

где је: $a[S(j), j] = R(j) \quad (37)$

$$a[S(j) + D(j), j] = -R(j) \quad (38)$$

$$H \cap \{a[S(j), j], a[S(j) + D(j), j]\} = 0 \quad (39)$$

Потребно је минимизирати варијансу ресурсних промена, функција циља је збир квадрата ресурсних промена. Из једначине (18) добија се следећи израз [122]:

$$Z = \sum_{i=1}^{N+1} Y(i)^2 = \sum_{i=1}^{N+1} \left\{ \left[\sum_{j=1}^{N+1} a(i, j) \right] + L(i) \right\}^2 \rightarrow \min \quad (36a)$$

У завршном облику проблем се формулише на следећи начин:³¹

минимизирати израз
$$Z = \sum_{i=1}^{N+1} \left\{ \left[\sum_{j=1}^K a(i, j) + L(i) \right] \right\}^2 = \min \quad (40)$$

при ограничењима:

$$1 \leq X(j) \leq FL(j) \quad (30)$$

$$X(i) \leq X(j) \quad (35)$$

Уз узимање у обзир односа (31)-(34) и (36)-(39).

Потребно је одредити резерву $FL(j)$ за сваку операцију помоћу једначине (31). Израчунати збир квадрата ресурсних промена помоћу

³¹ [120], стр. 435

једначине (31), мењајући резерву времена сваке операције, уз ограничења (30) и (35). Између свих остваривих комбинација рокова почетка операција бира се план са најмањом вредношћу израза (40).

7.2 Хеуристички алгоритам распореда ресурса за велике мрежне дијаграме

Циљ коришћења овог прилаза за подешавање распореда ресурса у великим мрежним плановима састоји се у смањењу броја комбинација које се формирају из мноштва могућих рокова почетка великог броја некритичних операција.

Хеуристички алгоритам се састоји из следеће процедуре [122]:

Утврђују се сви ланци операција мрежног плана. Ланац операција је повезани низ некритичних операција које имају исту почетну резерву времена. Такав низ операција посматра се као један елемент система. Унутар ланца наредна операција почиње одмах после завршетка претходне операције.

Прво се планирају све критичне операције и региструју се њихове ресурсне промене. Код избора ланца-низа операција за распоред ресурса користе се правила предности [122].

За сваки радни дан од најранијег до најкаснијег почетка ланца израчунава се дисперзија ресурсних промена, при чему се узима у обзир укупна дисперзија (варијанса). После анализе свих ланаца операција распоред се поново разматра и ако ресурсни профил није одговарајући предузимају се мере за подешавање и смањење дисперзије ресурсних промена.

Поступно извршавање операција без прекида даје минималну вредност дисперзије ресурсних промена. Правила предности која се користе у овом алгоритму односе се на најранији рок почетка, почетну укупну резерву времена, укупно време извршења и број који означава ланац операција [122].

8. АСПЕКТИ ПЛАНИРАЊА ПРОЈЕКТА У РЕСУРСНОМ ДИЈАГРАМУ

Код примене Технике мрежног планирања није циљ само усклађивање међусобних зависности активности већ и да трошкови реализације буду минимални. Потребно је пронаћи оптималну зависност трошкова и реализације пројекта.

Методе за решавање овог проблема су хеуристичког типа. Велики је значај представљања зависности трошкова и времена извођења активности.

8.1 *Анализа трошкова по методи PERT/COST*

Постоји више метода за анализу трошкова које се међусобно разликују, а све су познате под једним називом PERT/COST. Код планирања пројекта веома је значајно прогнозирање укупних трошкова. Такође је веома значајна и правилна расподела расположивих ресурса нарочито када су она ограничена.

Анализа времена помоћу методе мрежног планирања омогућује да се скрати време трајања одређених активности. Код ове анализе потребно је узети у обзир и податке којима се карактеришу материјалне могућности, радна снага и средства која се користе за одређени пројекат.

Анализа трошкова по методи PERT не може се третирати одвојено од анализе времена. Трошкови извођења различитих активности пројекта зависе и од времена трајања тих активности, као и од времена трајања пројекта у целини.

Применом методе PERT/COST могуће је добити реалнију процену трошкова и експлицитно побољшање у контроли и економичности трошења планираних средстава.

Све до појаве методе PERT/COST био је у примени класичан начин графичког приказивања планираних и стварних трошкова. На апцису је наношено време трајања пројекта, а на ординату укупни трошкови.

Метода PERT/COST има за циљ да успостави везу између трошкова и времена трајања пројекта. Потребно је проценити трошкове сваке активности у функцији времена њеног трајања, или трошкове групе сродних активности.

Груписање активности може да се врши тако што се групишу активности које изводи један извођач радова. Ако се посматра анализа трошкова пројекта груписањем појединих активности неопходно је за сваку групу активности одредити почетни и завршни догађај.

Анализа трошкова се најчешће изводи на истом мрежном дијаграму који се користи у анализи времена. Метода се своди на анализу укупних трошкова или потреба у радним и материјалним капацитетима, са циљем да

се они минимизирају. То се изводи сравњивањем првобитних процена трошкова и времена за сваку активност са могућим варијантама тих величина.

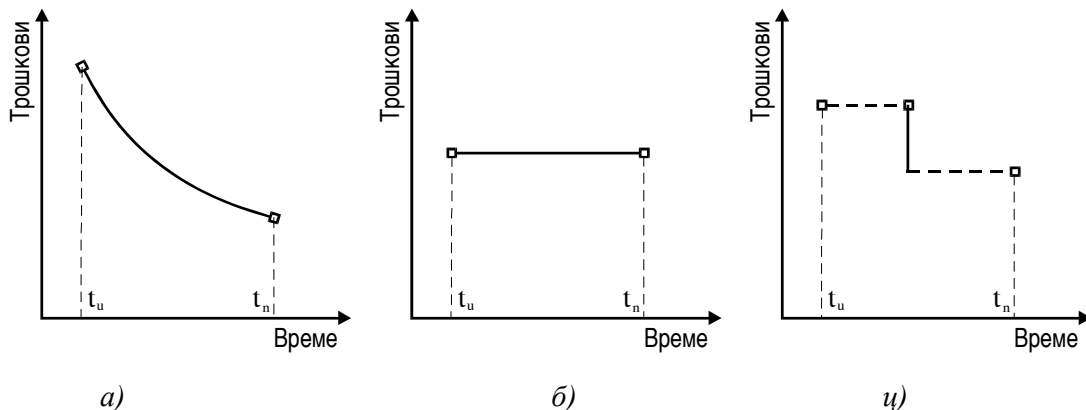
Приликом ових сравњивања долази се до најрационалније расподеле финансијских, радних и материјалних резерви. Тако ће се одстранити нерационални трошкови, боље искористити снага и средства посебно она која су ангажована на некритичним активностима. Посебну пажњу треба обратити на активности које се налазе на критичним путевима, како би се на време уклониле тешкоће извршења тих активности.

Редослед обраде података код оптимизације трошкова има својих специфичности, које зависе од сложености пројекта и захтева који су постављени. Свака активност може бити скраћена до одређене границе. Када се улагањем додатних средстава оствари та граница, тада никаква накнадна улагања (додатна улагања) не могу утицати на даље скраћење трајања активности. То минимално трајање активности назива се усиљено трајање активности, а трошкови који настају при таквом трајању називају се усиљени трошкови.

Активност се карактерише и неким средњим оптималним трајањем које се назива нормално трајање активности. Трошкови извршења активности које имају нормално трајање су минимални.

Зависност између времена трајања пројекта и трошкова може се представити сликом 25. Ова зависност може бити:

- криволинијска-са повећањем трошкова (улагањем средстава) смањује се време трајања пројекта (слика 25а),
- константна-на пример, када се уводи прековремени рад, при чему се плаћа по нормалној, а не по увећаној тарифи (слика 25б),
- прекидна-која се испољава кад једна активност има нормално трајање, а при ангажовању додатних средстава има усиљено трајање (слика 25ц).



Слика 25. Зависност између времена трајања и трошкова пројекта

8.2 Скраћивање времена трајања активности-примена методе PERT/COST

При скраћивању времена трајања активности, треба се придржавати следећих правила:

1. Скратити активности које леже на критичном путу све док не дође до преношења критичности, тј. док се не појави још неки критичан пут.
2. Прво треба скратити време најјефтинијих активности.
3. Код мрежног дијаграма који имају више критичних путева врши се скраћење сваког критичног пута за исти број временских јединица, при томе се прво скраћују најјефтиније активности.
4. Овај процес се продужава све док се не постигне жељени рок завршетка пројекта, или док све активности на неком критичном путу не буду имале усиљено трајање.

Примена методе ПЕРТ/ВРЕМЕ код мањих пројеката са мањим бројем активности ($max=30$) може се користити ручни поступак, а код већег броја активности потребно је коришћење готових рачунарских програма.

Додатни трошкови који настају услед примене методе ПЕРТ/ТРОШКОВИ већи су неколико пута од додатних трошкова који настају услед примене методе ПЕРТ/ВРЕМЕ. У поређењу са методом ПЕРТ/ТРОШКОВИ, примена методе ПЕРТ/ВРЕМЕ проузрокује додатне трошкове.

За ефикасну анализу трошкова пројекта, неопходна је анализа трошкова по методи ПЕРТ/ТРОШКОВИ и ПЕРТ/ВРЕМЕ, јер ове две методе су међусобно зависне. Ангажовањем додатних средстава, по правилу, повећавају се трошкови извођења одређених активности, а истовремено се скраћује време трајања пројекта.

9. АНАЛИЗА ВРЕМЕНА КОРИШЋЕЊЕМ МОДИФИКОВАНЕ PERT МЕТОДЕ

Ова метода представља проширење класичног приступа тако да се очекивано време одређује као математичко очекивање:

$$t'_e = \sum_{i=1}^n x_i p(x_i) \quad (41)$$

где је: x_i – процењено време трајања активности,
 $p(x_i)$ – припадајућа вероватноћа, вероватноћа да се активност оствари у процењеном времену.

За сваку активност врше се процене времена трајања активности и њена релативна учесталост – вероватноћа онако како се за дату активност захтева.

Дисперзија се рачуна користећи се одговарајућом формулом:

$$\sigma^2(t_e'^2) = E(t_e'^2) - [E(t_e')]^2 \quad (42)$$

где је:

$$t_e'^2 = \begin{pmatrix} x_1^2 & x_2^2 & \dots & x_n^2 \\ p(x_1) & p(x_2) & \dots & p(x_n) \end{pmatrix} \quad (43)$$

Пример практичне примене овог модификованог поступка биће приказан користећи се матрицом зависности (табела 3). Модификовани приступ даје шире могућности у дефинисању полазних података, односно у проценама времена и вероватноћа, што је дато у табели 3, где је показано како се одређује очекивано време (као математичко очекивање) и дисперзија. На слици 30 приказан је МД одређена најранија и најкаснија времена догађаја, критичан пут: А-С-F-J-F6-L-N (1-2-4-7-8-9-11-12) у укупном трајању од 91,8 временских јединица.

Очекивано време извршења активности нпр. А(1-2) добија се као математичко очекивање:

$$t'_e = \sum_{i=1}^n x_i p(x_i) = 13 \cdot 0,2 + 14 \cdot 0,4 + 15 \cdot 0,3 + 16 \cdot 0,1 = 14,3$$

$$\begin{aligned} \text{а припадајућа дисперзија активности А: } \sigma^2(t_e'^2) &= E(t_e'^2) - [E(t_e')]^2 = \\ &= 13^2 \cdot 0,2 + 14^2 \cdot 0,4 + 15^2 \cdot 0,3 + 16^2 \cdot 0,1 - 14,3^2 = 0,81 \end{aligned}$$

Очекивани трошак извршења активности нпр. А(1-2) добија се као математичко очекивање:

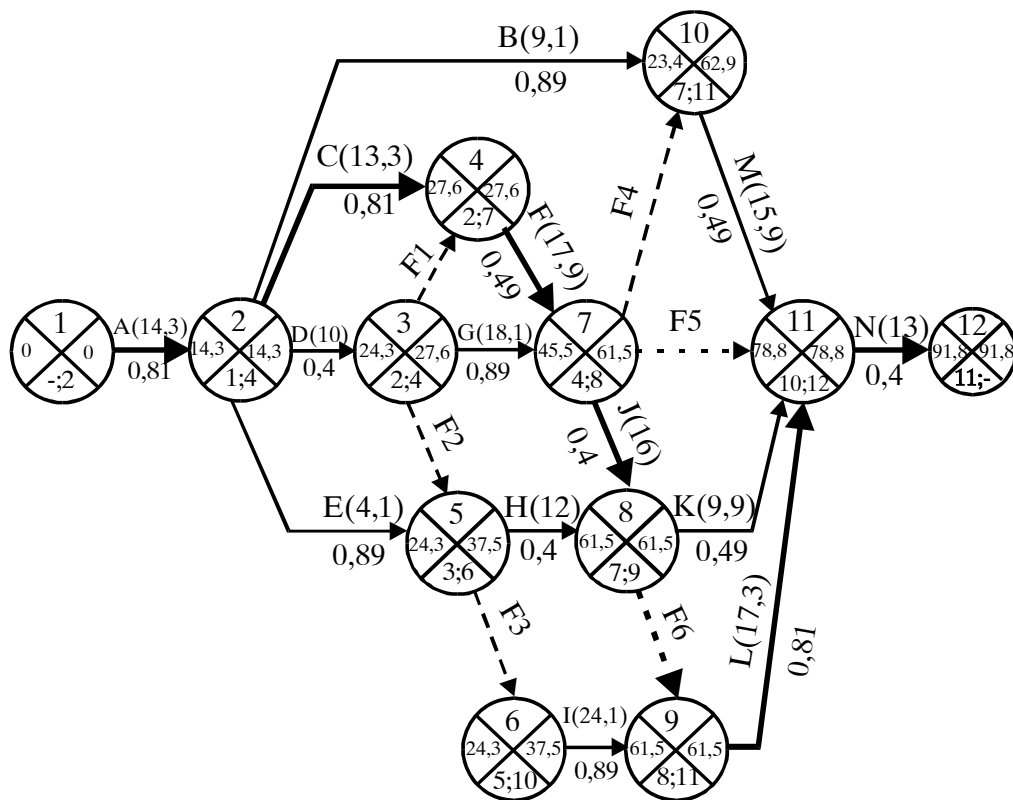
$$C'_e = \sum_{i=1}^n C_i \cdot p(x_i) = 500 \cdot 0,2 + 400 \cdot 0,4 + 300 \cdot 0,3 + 200 \cdot 0,1 = 370$$

Даљи прорачуни изводе се по уобичајеном поступку PERT методе.

Tabela 3

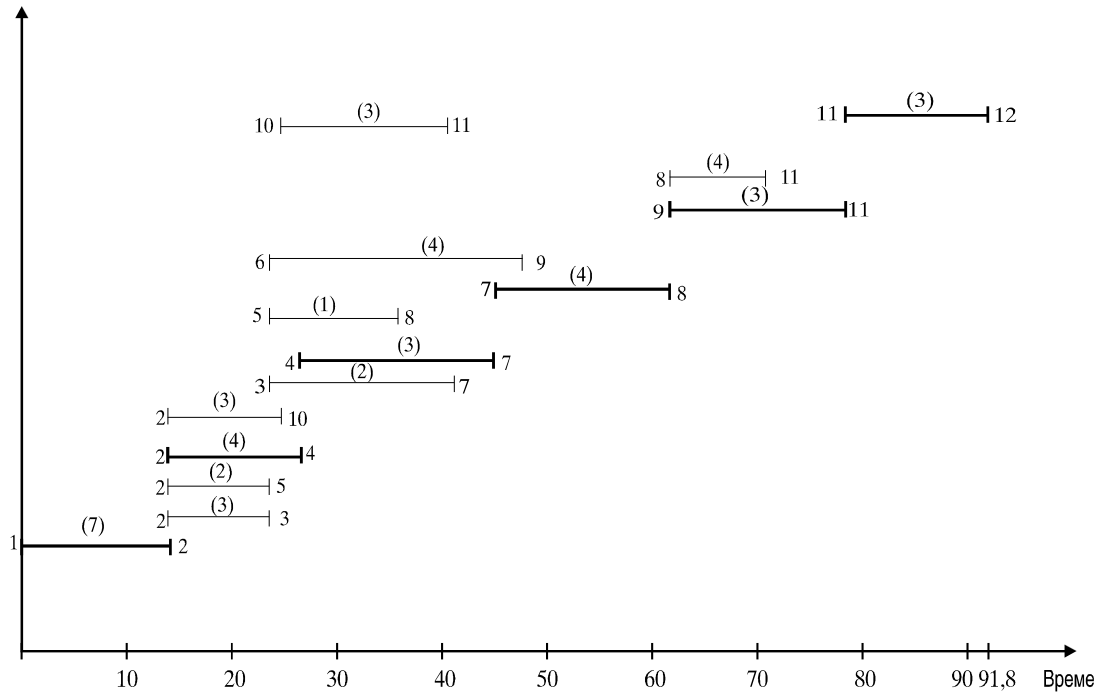
| Акт. | "i-j" | Процена времена x_i | Вероватноћа $p(x_i)$ | Очекивано време t_e | Дисперзија $\sigma^2(t_e)$ | Трошкови C | Очек. трошак C_e |
|------|-------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------|--------------|--------------------|
| А | 1-2 | 13 | 0,2 | 14,3 | 0,81 | 500 | 370 |
| | | 14 | 0,4 | | | 400 | |
| | | 15 | 0,3 | | | 300 | |
| | | 16 | 0,1 | | | 200 | |
| В | 2-10 | 7 | 0,1 | 9,1 | 0,89 | 700 | 490 |
| | | 9 | 0,7 | | | 500 | |
| | | 10 | 0,1 | | | 400 | |
| | | 11 | 0,1 | | | 300 | |
| С | 2-4 | 12 | 0,2 | 13,3 | 0,81 | 500 | 370 |
| | | 13 | 0,4 | | | 400 | |
| | | 14 | 0,3 | | | 300 | |
| | | 15 | 0,1 | | | 200 | |
| D | 2-3 | 9 | 0,2 | 10 | 0,4 | 500 | 400 |
| | | 10 | 0,6 | | | 400 | |
| | | 11 | 0,2 | | | 300 | |
| E | 2-5 | 2 | 0,1 | 4,1 | 0,89 | 900 | 670 |
| | | 4 | 0,7 | | | 700 | |
| | | 5 | 0,1 | | | 500 | |
| | | 6 | 0,1 | | | 400 | |
| F | 4-7 | 16 | 0,1 | 17,9 | 0,49 | 1000 | 710 |
| | | 18 | 0,8 | | | 700 | |
| | | 19 | 0,1 | | | 500 | |
| G | 3-7 | 16 | 0,1 | 18,1 | 0,89 | 800 | 660 |
| | | 18 | 0,7 | | | 700 | |
| | | 19 | 0,1 | | | 500 | |
| | | 20 | 0,1 | | | 400 | |
| H | 5-8 | 11 | 0,2 | 12 | 0,4 | 1000 | 820 |
| | | 12 | 0,6 | | | 800 | |
| | | 13 | 0,2 | | | 700 | |
| I | 6-9 | 22 | 0,1 | 24,1 | 0,89 | 600 | 460 |
| | | 24 | 0,7 | | | 500 | |
| | | 25 | 0,1 | | | 300 | |
| | | 26 | 0,1 | | | 200 | |
| J | 7-8 | 15 | 0,2 | 16 | 0,4 | 1100 | 800 |
| | | 16 | 0,6 | | | 800 | |
| | | 17 | 0,2 | | | 500 | |
| K | 8-10 | 8 | 0,1 | 9,9 | 0,49 | 1000 | 710 |
| | | 10 | 0,8 | | | 700 | |
| | | 11 | 0,1 | | | 500 | |

| Акт. | "i-j" | Процена времена x_i | Вероватноћа $p(x_i)$ | Очекивано време t_e | Дисперзија $\sigma^2(t_e)$ | Трошкови C | Очек. трошак C_e |
|------|-------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------|--------------|--------------------|
| L | 9-10 | 16 | 0,2 | 17,3 | 0,81 | 700 | 570 |
| | | 17 | 0,4 | | | 600 | |
| | | 18 | 0,3 | | | 500 | |
| | | 19 | 0,1 | | | 400 | |
| M | 10-11 | 14 | 0,1 | 15,9 | 0,49 | 1000 | 780 |
| | | 16 | 0,8 | | | 800 | |
| | | 17 | 0,1 | | | 400 | |
| N | 11-12 | 12 | 0,2 | 13 | 0,4 | 1200 | 920 |
| | | 13 | 0,6 | | | 900 | |
| | | 14 | 0,2 | | | 700 | |

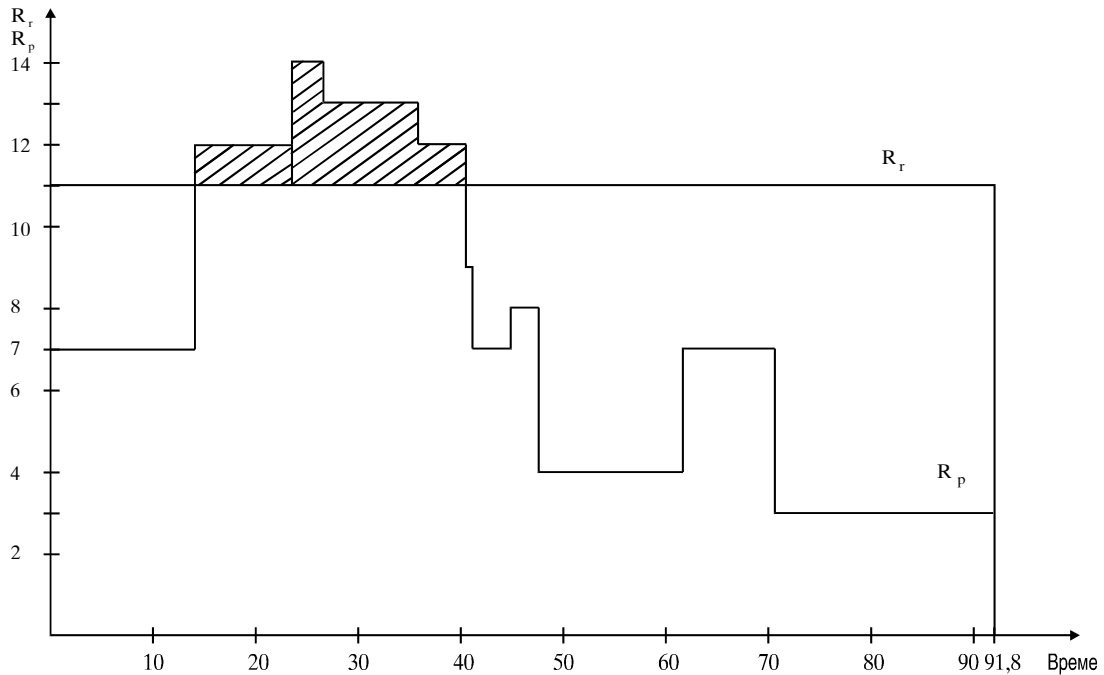


Слика 26. Мрежни дијаграм посматраног примера

На истом примеру приказан је и Gray-Kiddov алгоритам. У овом пројекту ангажовано је 11 радника. За активност (2-3) потребно је 3 радника, за активност (2-5) потребна су 2 радника. У том интервалу укупно је потребно 12 радника (слика 27).

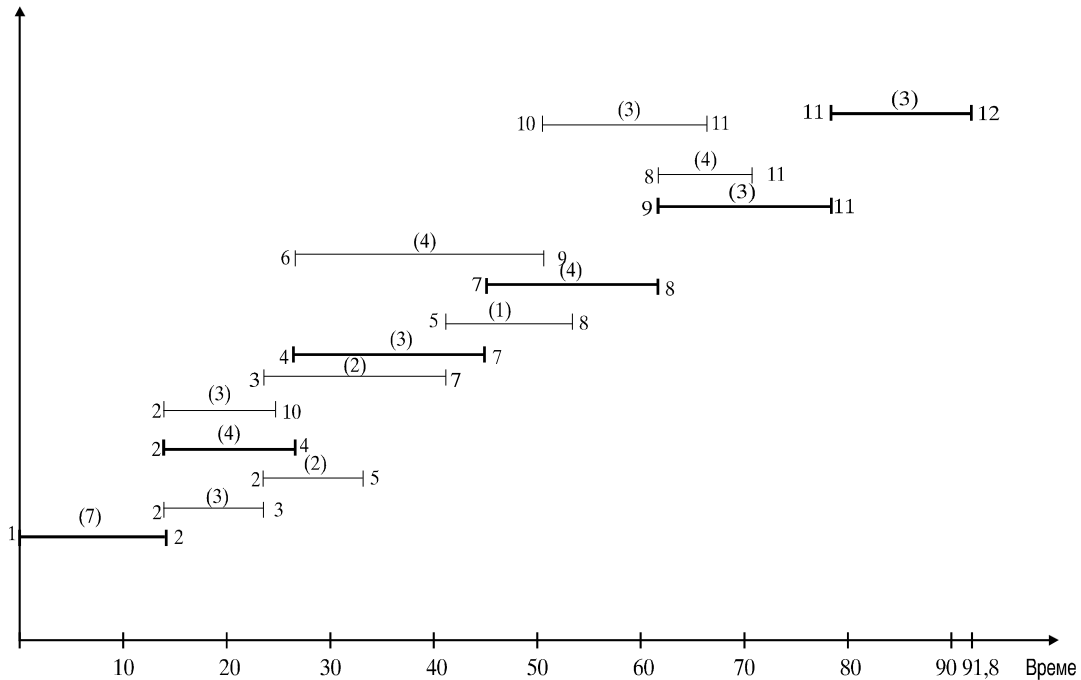


Слика 27. Гантограм почетног мрежног дијаграма



Слика 28. Хистограм почетног мрежног дијаграма

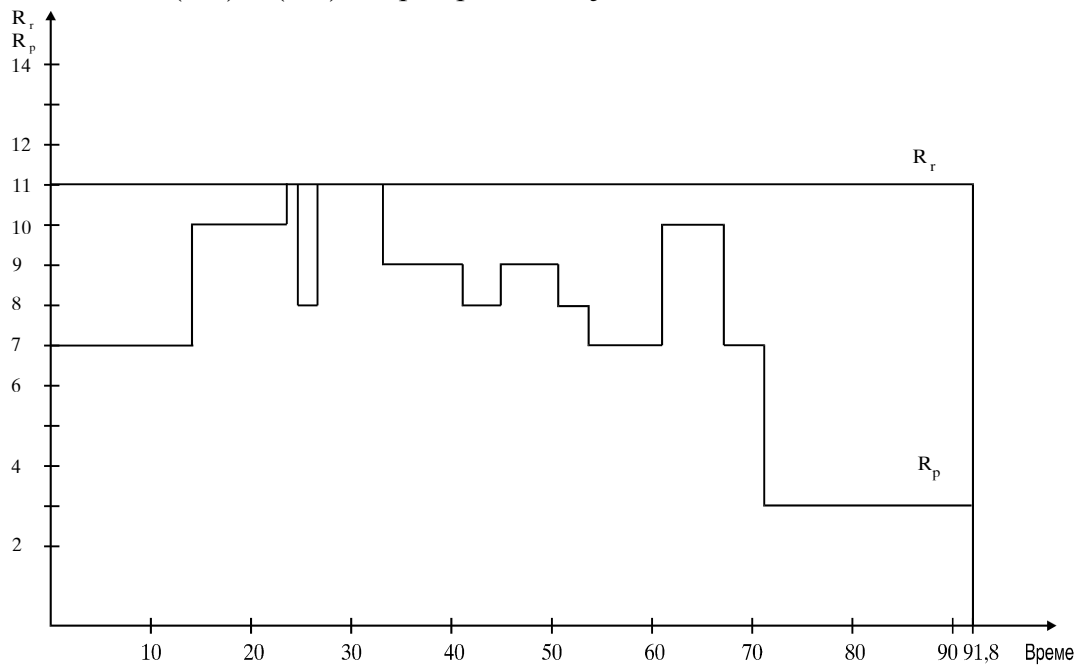
Као што видимо на слици 28 имамо прекорачење броја радника, што значи да морамо извршити померање одређених активности.



Слика 29. Гантограм МД након померања активности

Прекорачење у расположивим ресурсима (11 јединица) је у периоду од 13-тог до 40-тог дана. Потребно је извршити померања одређених активности које нису критичне.

Извршена су померања активности (2-5) после завршетка активности (2-3), (5-8) после завршетка активности (3-7), (10-11) после завршетка активности (6-9) и (6-9) за три временске јединице.

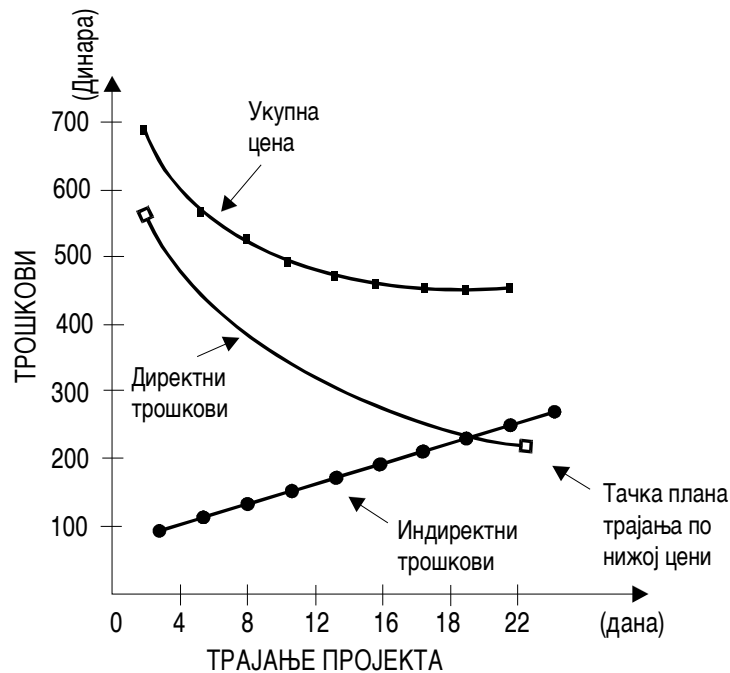


Слика 30. Хистограм МД након померања активности

Добили смо ангажовани број радника 11 колико је и дозвољено, а трајање пројекта је остало исто.

Објашњење трошкова пројекта представљено је на слици 31. Укупна цена пројекта је сума индиректних и директних трошкова. Индиректни трошкови трају онолико колико траје пројекат. Свако смањење трајања пројекта је смањење у индиректним трошковима.

Директни трошкови на слици 31 брзо расту, док је трајање пројекта смањено у односу на планирано трајање пројекта. Директни трошкови су директно укључени у радни процес и зависе од времена извршења пројекта. Индиректни трошкови пројекта представљају прекорачене трошкове. Индиректни трошкови не могу да се повежу са директном производњом.



Слика 31. Зависност трајања и трошкова пројекта

Три важна корака која су потребна да би се конструисао овај график су:

1. Наћи укупан директан трошак за одређено трајање пројекта
2. Наћи укупан индиректан трошак за одређено трајање пројекта
3. Наћи укупан директан и индиректан трошак за одређено трајање пројекта

Као најтежи задатак у прављењу дијаграма трошкови-време је пронаћи укупан директан трошак за трајање пројекта. Потребно је одлучити који рад треба да се скрати и колико ће да траје тај скраћени рад.

10. ОПТИМИЗАЦИЈА ВРЕМЕ/ТРОШКОВИ У МРЕЖНОМ ДИЈАГРАМУ

На једном примеру приказан је део информационог система Факултета. У табели 4 приказано је време трајања активности (при нормалном и усиљеном трајању), трошкови (при нормалном и усиљеном трајању), просечан прираст трошкова и број потребних извршилаца за активности.

Табела 4

| Бр. акт. | Назив активности | t_n | t_u | C_n | C_u | ΔC | z |
|----------|---|-------|-------|-------|-------|------------|-----|
| 1 | Послови интегралног информационог система факултета | 11 | 8 | 1700 | 2000 | 100 | 7 |
| 2 | Послови образовања | 10 | 8 | 800 | 1400 | 300 | 5 |
| 3 | Послови управе | 11 | 7 | 900 | 1700 | 200 | 6 |
| 4 | Послови студентске службе | 12 | 6 | 1100 | 2900 | 300 | 8 |
| 5 | Научно-истраживачка делатност | 15 | 11 | 900 | 2500 | 400 | 10 |
| 6 | Кадровски послови | 10 | 9 | 400 | 700 | 300 | 6 |
| 7 | Послови логистике | 10 | 10 | 7000 | 7000 | - | 7 |
| 8 | Послови обезбеђења | 11 | 7 | 1300 | 2100 | 200 | 5 |
| 9 | Послови набавке | 5 | 4 | 1400 | 1900 | 500 | 3 |
| 10 | Израда и доношење студијских програма осталих облика образовања | 9 | 8 | 600 | 1200 | 600 | 7 |
| 11 | Фиктивна активност | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 12 | Евидентирање реализације студијског програма | 11 | 5 | 1600 | 4600 | 500 | 7 |
| 13 | Одлучивање и планирање | 10 | 5 | 1000 | 4000 | 600 | 6 |
| 14 | Фиктивна активност | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 15 | Фиктивна активност | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 16 | Послови планирања и вредновања научно-истраживачке делатности | 20 | 13 | 1300 | 4100 | 400 | 11 |
| 17 | Организовање научних скупова и научно стручних конференција | 10 | 7 | 1500 | 3000 | 500 | 8 |
| 18 | Издавачка делатност | 30 | 21 | 1700 | 3500 | 200 | 14 |
| 19 | Фиктивна активност | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 20 | Прелазак и признавање испита | 10 | 7 | 700 | 1900 | 400 | 7 |
| 21 | Обједињавање потреба за кадровима | 12 | 7 | 1500 | 3000 | 300 | 8 |
| 22 | Фиктивна активност | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 23 | Признавање стране високошколске исправе | 10 | 10 | 5000 | 5000 | - | 5 |
| 24 | Послови информационог система | 13 | 9 | 1600 | 3200 | 400 | 9 |
| 25 | Фиктивна активност | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 26 | Решавање рекламације корисника у реализацији образовања | 8 | 6 | 1000 | 2000 | 500 | 4 |
| 27 | Послови набавке | 5 | 3 | 2000 | 3200 | 600 | 3 |
| 28 | Послови физичког обезбеђења | 10 | 8 | 2000 | 3400 | 700 | 7 |
| 29 | Фиктивна активност | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 30 | Фиктивна активност | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 31 | Фиктивна активност | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 32 | Фиктивна активност | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |

| Бр. акт. | Назив активности | t_n | t_u | C_n | C_u | ΔC | z |
|----------|---|-------|-------|-------|-------|------------|-----|
| 33 | Вредновање наставе | 11 | 8 | 1500 | 3000 | 500 | 5 |
| 34 | Покретање набавке | 10 | 7 | 2000 | 4100 | 700 | 4 |
| 35 | Фиктивна активност | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 36 | Персонално праћење студента | 5 | 5 | 2000 | 2000 | - | 3 |
| 37 | Дефинисање предлога студијског програма | 15 | 12 | 1800 | 3600 | 600 | 9 |
| 38 | Усвајање структуре и садржаја студијског програма | 11 | 7 | 1500 | 4300 | 700 | 8 |
| 39 | Усвајање структуре и садржаја плана и програма предмета | 21 | 14 | 1000 | 4500 | 500 | 12 |
| 40 | Избор добављача и уговарање | 10 | 7 | 800 | 2000 | 400 | 7 |
| 41 | Фиктивна активност | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 42 | Праћење испита | 5 | 4 | 1400 | 2100 | 700 | 2 |
| 43 | Фиктивна активност | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 44 | Планирање реализације студијског програма | 25 | 19 | 1600 | 4600 | 500 | 13 |
| 45 | Извођење реализације студијског програма | 18 | 13 | 1200 | 4200 | 600 | 11 |
| 46 | Фиктивна активност | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 47 | Анализа реализације студијског програма | 5 | 3 | 900 | 2100 | 600 | 3 |
| 48 | Фиктивна активност | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 49 | Вођење матичне књиге студената | 40 | 30 | 1000 | 4000 | 300 | 14 |
| 50 | Израда решења о промени статуса студента | 15 | 10 | 1500 | 3500 | 400 | 11 |
| 51 | Фиктивна активност | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 52 | Анализа успешности студирања | 45 | 37 | 1000 | 4200 | 400 | 19 |

Укупно 56200 112500

Мрежни дијаграм на основу података из табеле 4 изгледа као у прилогу 2.

Трошкови пројекта при нормалном трајању су 56200 новчаних јединица при трајању пројекта од 201 временске јединице. На почетном мрежном дијаграму имамо један критичан пут који се састоји од 16 активности. (прилог 2)

Извршена је оптимизација мрежног дијаграма (кроз седам итерација) до усиљеног трајања.

У I итерацији скраћена је активност 1 за три временске јединице и активност 52 за осам временских јединица, и даље имамо један критичан пут који се састоји од 16 активности (прилог 3). После I итерације трошкови пројекта су $56200 + (3 \cdot 100 + 8 \cdot 400) = 59700$ новчаних јединица. Трајање пројекта је 190 временских јединица.

У II итерацији скраћена је активност 2 за две временске јединице, активност 21 за пет временских јединица и активност 20 за три временске јединице. Сада имамо два критична пута који се састоје од 17 активности (прилог 4). Након II итерације трошкови пројекта су $59700 + (2 \cdot 300 + 5 \cdot 300 + 3 \cdot 400) = 63000$ новчаних јединица. Трајање пројекта је 183 временске јединице.

У III итерацији скраћена је активност 24 за три временске јединице. Сада имамо четири критична пута који се састоје од 18 активности (прилог 5). После III итерације трошкови пројекта су $63000 + 3 \cdot 400 = 64200$ новчаних јединица. Трајање пројекта је 180 временских јединица.

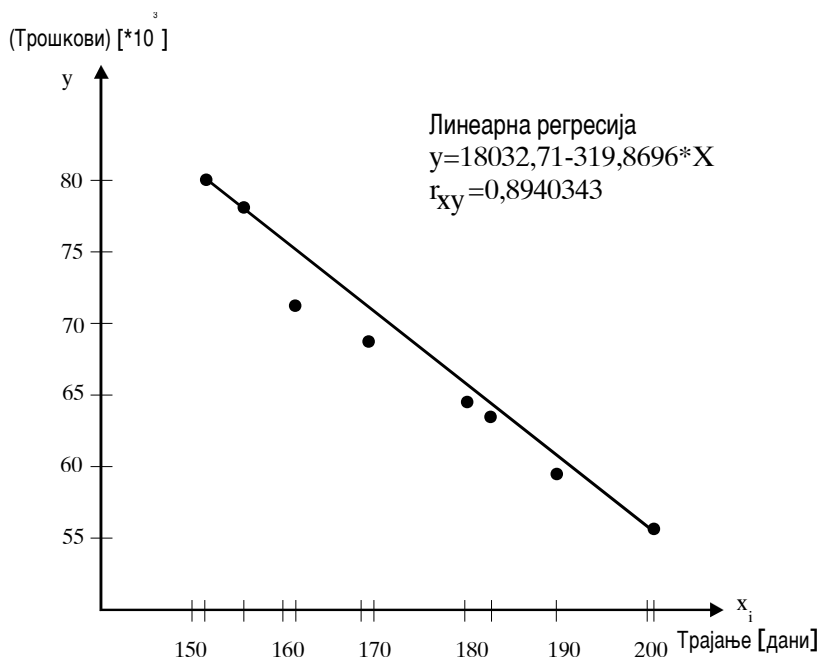
У IV итерацији скраћена је активност 28 за две временске јединице и активност 49 за десет временских јединица. После ове итерације имамо осам критичних путева који се састоје од 19 активности (прилог 6). Након IV итерације трошкови пројекта су $64200 + (2 \cdot 700 + 10 \cdot 300) = 68600$ новчаних јединица. Трајање пројекта је 168 временских јединица.

У V итерацији скраћена је активност 44 за шест временских јединица. После ове итерације имамо осам критичних путева који се састоје од 19 активности (прилог 7). После V итерације трошкови пројекта су $68600 + 6 \cdot 500 = 71600$ новчаних јединица. Трајање пројекта је 162 временске јединице.

У VI итерацији скраћене су: активност 13 за пет временских јединица и активност 12 за шест временских јединица. После ове итерације имамо шеснаест критичних путева који се састоје од 21 активности (прилог 8). После VI итерације трошкови пројекта су $71600 + (5 \cdot 600 + 6 \cdot 500) = 77600$ новчаних јединица. Трајање пројекта је 156 временских јединица.

У VII итерацији скраћене су: активност 10 за једну временску јединицу и активност 37 за три временске јединице. Након ове итерације имамо шеснаест критичних путева који се састоје од 21 активности (прилог 9). После VII итерације трошкови пројекта су $77600 + (1 \cdot 600 + 3 \cdot 600) = 80000$ новчаних јединица. Трајање пројекта је 152 временске јединице.

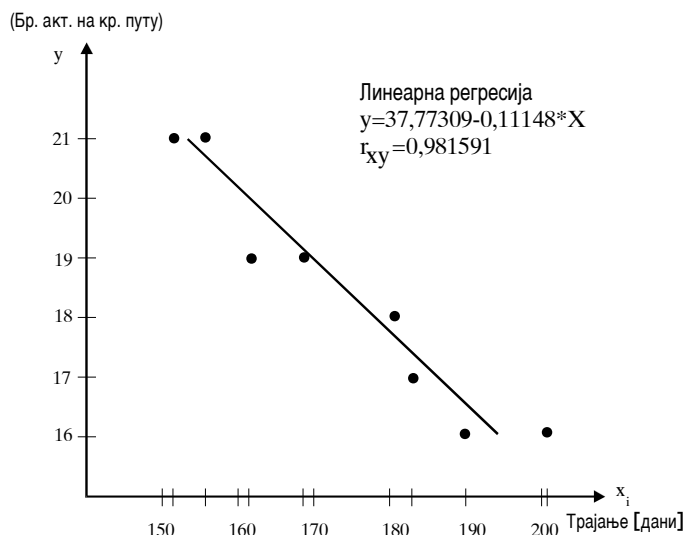
После седам итерација пројекат је сведен на усиљено трајање које износи 152 временске јединице, а трошкови су 80000 новчаних јединица.



Слика 32. Зависност трајања и трошкова-линеарна регресија

На претходном графику приказана је зависност трошкова пројекта од времена трајања пројекта по линеарној регресији (слика 32).

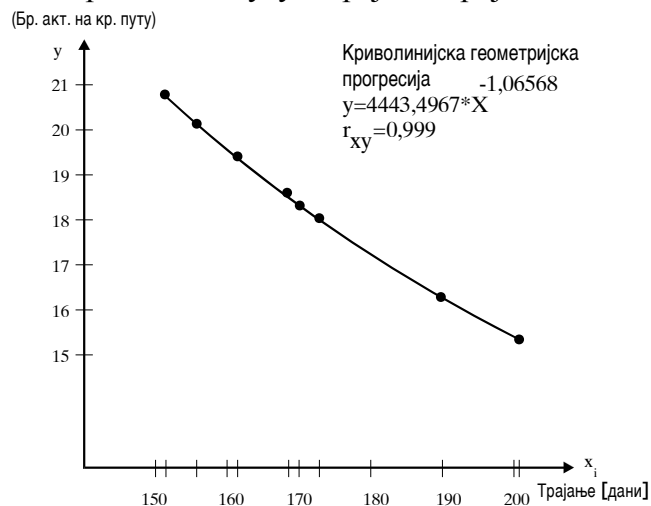
На следећим сликама је приказана зависност броја активности на критичном путу од трајања пројекта. Приказана је линеарна регресија (слика 33) и криволинијска геометријска прогресија (слика 34).



Слика 33. Зависност трајања и броја активности на критичном путу- линеарна регресија

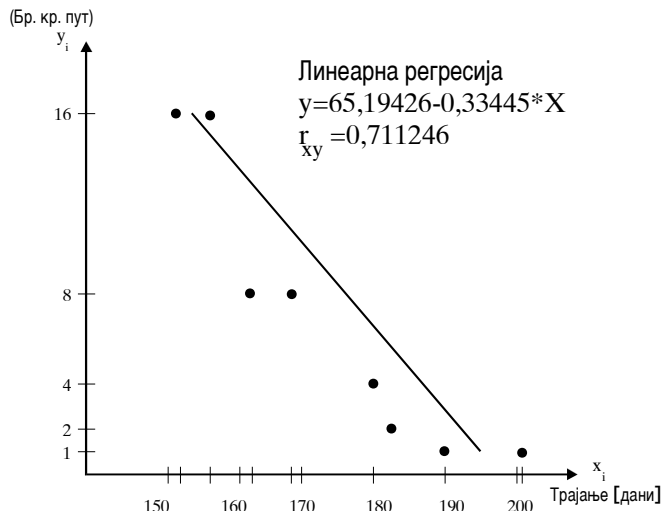
При усиљеном трајању имамо 16 критичних путева, који обухватају 21 активност, што је приказано у прилогу 9.

Како је коефицијент корелације већи код криволинијске геометријске регресије због тога је боље применити ову криву, код анализе зависности броја активности на критичном путу и трајања пројекта.



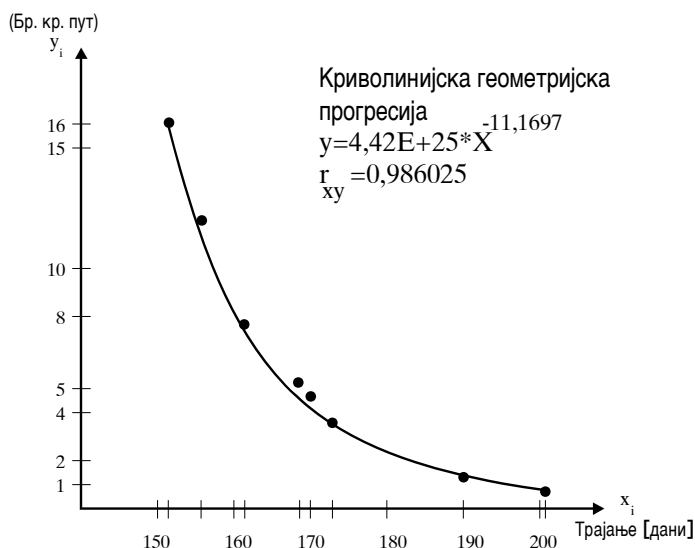
Слика 34. Зависност трајања и броја активности на критичном путу- криволинијска геометријска прогресија

На следећим сликама је приказана зависност броја критичних путева од трајања пројекта, по линеарној регресији и криволинијској геометријској прогресији (слика 35 и слика 36).



Слика 35. Зависност трајања и броја критичних путева-линеарна регресија

Код ових зависности коефицијент корелације је већи код криволинијске геометријске регресије због тога је боље применити ову криву, код анализе зависности броја критичних путева и трајања пројекта.



Слика 36. Зависност трајања и броја критичних путева-криволинијска геометријска прогресија

Ако посматрамо зависност трошкова и трајања пројекта као линеарну регресију, ова зависност има облик: $y_p = a_0 + a_1 x$

Решавањем система једначина израчунавамо коефицијенте a_0 и a_1 :

$$n a_0 + a_1 \sum x_i = \sum y_i$$

$$\sum x_i \cdot a_0 + a_1 (\sum x_i)^2 = \sum y_i \cdot \sum x_i \quad (44)$$

Коефицијент линеарне регресије (r_{xy}) израчунавамо по формули:

$$r_{xy} = \frac{\sum X_i \cdot Y_i}{\sqrt{\sum X_i^2 \cdot \sum Y_i^2}}, \text{ где су } X_i = x_i - \bar{x} \text{ и } Y_i = y_i - \bar{y} \quad (45)$$

$$S_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (46)$$

У прилогу 10, 11 и 12 налазе се израчунате вредности по линеарној регресији (прилог 10-зависност трајања од броја критичних путева; прилог 11 -зависност трошкова и трајања пројекта; прилог 12-зависност трајања од броја активности на критичном путу).

Ако посматрамо зависност трошкова и трајања пројекта по криволинијској геометријској прогресији, ова зависност има облик: $y = a \cdot x^b$

Ако логаритмујемо ову једначину добијамо $\log y = \log a + b \log x$.
Формира се систем једначина из кога добијамо коефицијенте а и b:

$$\begin{aligned} n \log a + b \sum \log x_i &= \sum \log y_i \\ \log a \sum \log x_i + b \sum (\log x_i)^2 &= \sum \log x_i \log y_i \end{aligned} \quad (47)$$

Коефицијент криволинијске геометријске регресије (R_{xy}) израчунавамо:

$$\begin{aligned} S_y &= \sqrt{\frac{1}{n} \sum (y_i - \bar{y})^2} & S_y &= \sqrt{\frac{1}{n} \sum (y_i - \bar{y})^2} \\ R_{xy} &= \sqrt{1 - \frac{S_y^2}{S_y^2}} \end{aligned} \quad (48)$$

Да би се нацртали претходни графици, израчунали претходни коефицијенти (а, b) и израчунао коефицијент криволинијске геометријске регресије (R_{xy}), потребно је извршити одређене прорачуне, који су урађени у програму MS Excel (прилог 13, 14, 15).

У прилогу 13, 14, 15 налазе се израчунате вредности по криволинијској геометријској регресији (прилог 13-зависност трајања од броја критичних путева; прилог 14-зависност трошкова и трајања пројекта; прилог 15-зависност трајања од броја активности на критичном путу).

Коефицијент криволинијске геометријске регресије (R_{xy}) израчунавамо:

$$\begin{aligned} S_y &= \sqrt{\frac{1}{n} \sum (y_i - \bar{y})^2} & S_y &= \sqrt{\frac{1}{n} \sum (y_i - \bar{y})^2} \\ R_{xy} &= \sqrt{1 - \frac{S_y^2}{S_y^2}} \end{aligned} \quad (49)$$

Посматрана је и вишеструка корелација између три променљиве x_1 према x_2 и x_3 . Ова зависност има облик $x_1 = a_{1,23} + b_{12,3}x_2 + b_{13,2}x_3$. Формира се систем једначина из кога добијамо коефицијенте $a_{1,23}$, $b_{12,3}$ и $b_{13,2}$:

$$\begin{aligned} a_{1,23}n + b_{12,3} \sum x_{2i} + b_{13,2} \sum x_{3i} &= \sum x_{1i} \\ a_{1,23} \sum x_{2i} + b_{12,3} \sum (x_{2i})^2 + b_{13,2} \sum x_{3i} &= \sum x_{1i} \\ a_{1,23} \sum x_{3i} + b_{12,3} \sum x_{2i}x_{3i} + b_{13,2} \sum x_{3i}^2 &= \sum x_{1i}x_{3i} \end{aligned} \quad (50)$$

Коефицијент корелације r_{12} израчунавамо по следећој формули:

$$r_{12} = \frac{n \sum x_{1i}x_{2i} - (\sum x_{1i})(\sum x_{2i})}{\sqrt{[n \sum x_{1i}^2 - (\sum x_{1i})^2][n \sum x_{2i}^2 - (\sum x_{2i})^2]}} \quad (51)$$

аналогно добијамо коефицијент корелације r_{13} , r_{23} :

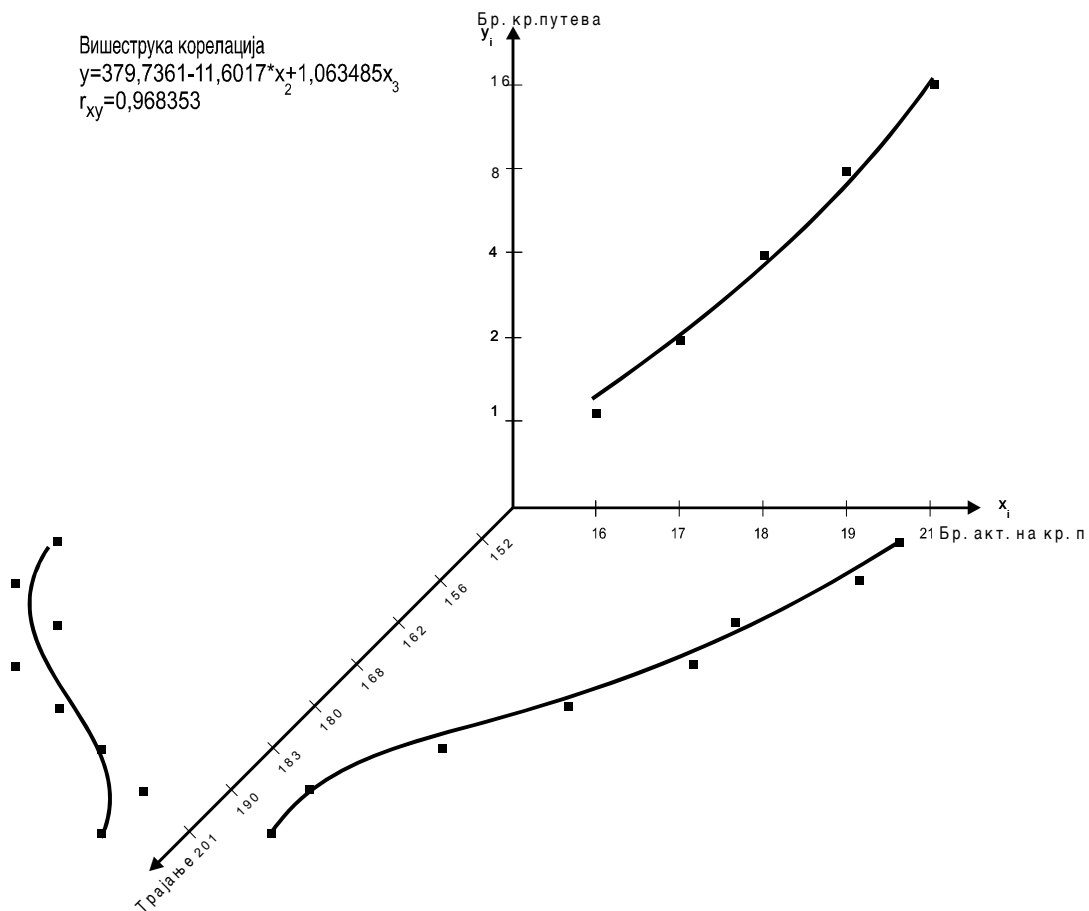
$$r_{13} = \frac{n \sum x_{1i}x_{3i} - (\sum x_{1i})(\sum x_{3i})}{\sqrt{[n \sum x_{1i}^2 - (\sum x_{1i})^2][n \sum x_{3i}^2 - (\sum x_{3i})^2]}} \quad (52)$$

$$r_{23} = \frac{n \sum x_{2i}x_{3i} - (\sum x_{2i})(\sum x_{3i})}{\sqrt{[n \sum x_{2i}^2 - (\sum x_{2i})^2][n \sum x_{3i}^2 - (\sum x_{3i})^2]}} \quad (53)$$

Коефицијент вишеструке корелације $R_{1,23}$ израчунава се по формули:

$$R_{1,23} = \sqrt{\frac{r_{12}^2 + r_{13}^2 - 2 \cdot r_{12} \cdot r_{13} \cdot r_{23}}{1 - r_{23}^2}} \quad (54)$$

У прилогу 16 и 17 налазе се израчунате вредности вишеструке корелације (прилог 16-зависност- трошкови, трајање, број критичних путева; прилог 17-зависност-трајање, број критичних путева и број активности на критичном путу).



Слика 37. Зависност трајања, броја критичних путева и броја активности на критичном путу-вишеструка корелација

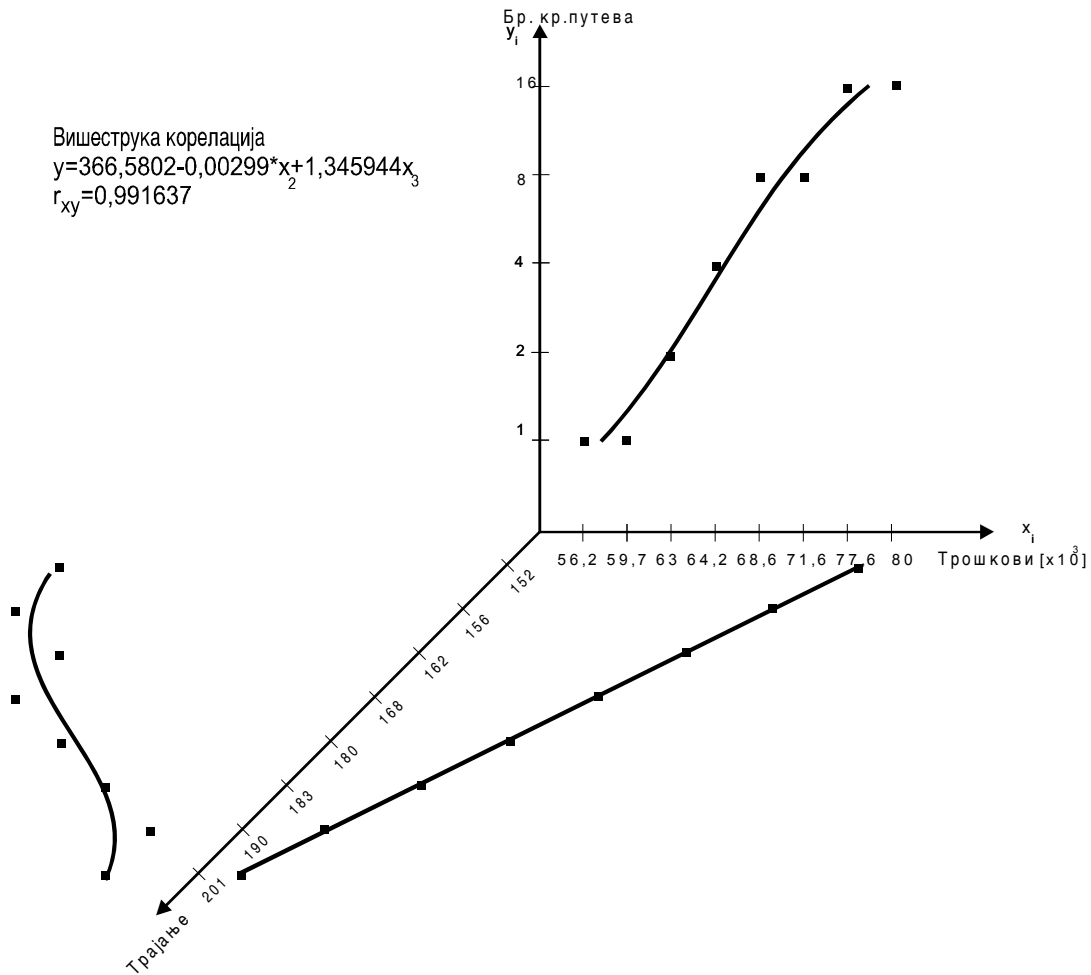
Слика 37 приказује вишеструку зависност између трајања, броја активности на критичном путу и броја критичних путева.

Примена ове технике је неопходна ако желимо да се дата инвестиција оствари у најкраћем могућем року и на рационалан начин.

На основу дијаграмског приказа можемо извести следеће закључке:

- Постоји велика корелативна зависност између дужине трајања пројекта и трошкова,
- Са смањењем трајања пројекта повећава се број активности на критичном путу односно број критичних путева.

Проблем оптимизације своди се на избор једног од разматраних критеријума, трошкова или времена, што зависи од доносиоца одлуке.



Слика 38. Зависност трајања, броја критичних путева и трошкова-вишеструка корелација

Слика 38 приказује вишеструку зависност између трајања, трошкова и броја критичних путева.

У контексту те одлуке треба водити рачуна о броју критичних путева и броја активности које се налазе на критичном путу да не би дошло до значајнијег одступања у трошковима и трајању пројекта.

10.1. Пример оптимизације време/трошкови у мрежном дијаграму

Увођење новог производа у сваком производном предузећу представља почетни и кључни чинилац целокупног планирања и примене организационих техника. У том смислу анализа времена и трошкова има

улогу једног од најбитнијих елемената у планирању производње. Улога и значај пројектног и развојног процеса добија све већи значај у системима менаџмента (Management systems): “све већи број стандарда у погледу система управљања је резултирало повећањем потражње за ефикасним методама њихове интеграције, као и за одржавањем њихове ефикасности у интензивно динамичном окружењу,, [179].

Данас је доминантно схватање да оваква примена анализе процеса представља стратешки фактор стабилности предузећа: “Данас, велики број компанија сматра стратешко планирање веома значајним за њихов профит и раст. Усмерење компаније, као што су закључили менаџери, може се каналисати на бољи начин, ако је мисија компаније прецизно дефинисана. То доприноси бољем функционисању, као и припреми за брже реаговање у случају промене окружења,, [115].

У циљу унапређења управљања пројектима, од стране менаџмента се примењују многобројне технике одлучивања и оптимизације [136], [119]. Теоретске поставке оптимизације трошкова и времена у процесу управљања пројектима су разматране од стране многих аутора, укључујући и њихове методолошке аспекте [24].

Контрола трошкова представља један од најбитнијих чинилаца управљања пројектима, при чему “аспектима контроле трошкова менаџмент ће обезбедити предност у цени у све конкурентнијем тржишту, а који имају позитивне дугорочне развојне ефекте,, [90], због чега се овој проблематици посвећује изузетан значај [25-26]. Осим трошкова, потреба за минимизацијом трајања активности чини други најбитнији елемент који се мора узимати у обзир при планирању појединих активности и целокупног пројекта [9], [94], [174].

Може се сматрати да формирање мрежног дијаграма представља симулацију будућег процеса активности. Оваква анализа се односи на анализу будућег времена, чиме се омогућава његова оптимизација, сагледавање са различитих аспеката и симулација [7].

Правци развоја оптимизације временских и материјалних ресурса при управљању пројектима доживљавају велику експанзију. Неки од различитих приступа унапређења могу се огледати у следећем:

- Примена Fuzzy технологије [54]
- Аутоматизовано креирање мрежног дијаграма (АНДД) [113]
- Коришћење проширених активности мрежног дијаграма [176]
- Перцептуално базирано представљање мрежних дијаграма [58]
- Анализа поузданости [158]
- Метод конкурентне расподеле (ЦСМ) [156]
- ПЕРТ оптимизација помоћу генетског програмирања [66]
- Био-инспирисана симулација ПЕРТ-а [67]

Неоспорно је да оптимизација временских и материјалних трошкова при управљању пројектима има и велику практичну примену у различитим

активностима [173], [78], [120], [177], [39], [88], [178], [131]. Неопходно је поменути и велики значај информационе технологије у подршци овим методама [53], [114], [6].

10.2. Распоред ресурса у мрежном дијаграму

Код извршавања операција мрежног плана неопходно је пратити време током којег трошење ресурса одговара њиховом планском распореду, јер овај фактор је одлучујући код планирања рокова почетка наредних активности. Истовремено је потребно водити евиденцију о количинама слободних ресурса јер одлука о почетку операција зависи од постојања неопходних ресурса.

Постојање различитих правила предности омогућава да се моделирају различити услови реализације пројекта. На пример, руководилац пројекта може бити заинтересован за завршетак оних операција за које је потребно ангажовати неки материјални ресурс. Што пре тај ресурс буде расположив мање ће се платити на име његове закупнине. Зато се виши приоритет даје оним операцијама за које је потребан закупљени ресурс. Исто тако се поступа када је део опреме потребан за извршење другог пројекта.

У другим околностима руководилац пројекта може дати предност најтежим радовима. У том случају предност се даје управо тим радовима. У датој ситуацији руководилац може дати предност оним операцијама за које је потребно најмање рада за њихово извршавање.

Приоритетима се могу сматрати и операције чији завршетак омогућава наплату извршених радова од инвеститора. Коришћење одређених ресурса може олакшати коришћење другог ресурса којих има прилично.

Критеријум при распореду ресурса може бити неодређеност времена потребног за извршење операција. Нови пројекти имају два типа операција – оне за које се тачно може одредити време извршења и операције за које је то тешко одредити. Уместо резерве времена, или упоредо са њом, као критеријум за упоређивање операција може се узети степен неодређености времена за њихово извршење. Операције са великим степеном неодређености добијају виши приоритет код распореда ресурса. Операције чије је време извршења тачно одређено могу се одложити све до њиховог најкаснијег допуштеног рока почетка [121].

Повезивање операција у ланац значи да по завршетку једне операције одмах треба почети другу. Пошто прва операција прође кроз процедуру распореда ресурса, операција која за њом следи у ланцу добија највећи приоритет код распореда ресурса.

Ако операција захтева стални састав ресурса током целог времена њеног извршавања, онда се предвиђају промене неких ресурсних потреба у

одређеним временским тачкама. У зависности од броја додељених радника за одређену операцију зависи и време завршетка те операције.

Непотрошиви ресурси, као што су радници и опрема, могу се поново користити за наредне операције чим се ослободе са претходних операција. Други ресурси као што су цигла, бетон, и сл., троше се неповратно. Зато се код распореда различито посматрају ресурси различитих врста. Ресурси се распоређују узимајући у обзир циклични профил.

Поступци распореда ресурса обезбеђују њихово планско коришћење. У процесу планирања могу се јавити различите варијанте коришћења ресурса. Ове варијанте зависе од критеријума распореда као што су: ниво ресурса, најкраће време реализације пројекта или најефектније коришћење ресурса. Планирани рокови почетка и завршетка операције пројекта у случају фиксираних нивоа ресурса зависе од избора правила предности.

Теоријски је могуће сваком критеријуму одредити коефицијент значаја и одредити оптимално решење. Пошто је број променљивих у проблему распореда ресурса велики, строго математичко решење је тешко добити, али приближно тачно решење је могуће добити [121].

Код распореда ресурса обично се разматра радна снага, опрема-машине и материјали. Понекад се распоред примењује и на друге факторе, на пример за простор. Када је простор ограничен њега такође треба користити економично.

Пре коришћења програма за распоред ресурса неопходно је извршити временску анализу мрежног плана. Потом се план обезбеђује подацима о потребама у ресурсима и ограничењима за њих.

Подешавање распореда постиже се само путем померања рокова почетка некритичних операција. Зато се укупно време извршења пројекта не повећава.

10.3. Време-трошкови у мрежном дијаграму

Мрежни план се може подвргнути различитим организационим променама чак и онда када се нормално време извршења операција не мења. После провере физичке остваривости треба проверити економску оправданост мрежног плана, цена треба да је минимална. Како укупни трошкови садрже и индиректне трошкове који зависе од дужине времена извршења пројекта, свако кашњење у извршавању пројекта обично доводи до повећања трошкова.

Анализом економске исплативости пројекта своде се на минимум трошкови сваке његове компоненте и разматра се утицај тог смањења на укупну цену пројекта. Те компоненте у мрежном плану су операције – активности. Време и трошкови сваке операције бирају се тако да укупни трошкови буду минимални. У процесу минимизације трошкова сачињава се

неколико варијанти плана, од којих свака има различито време извршења пројекта и њему одговарајуће трошкове. Бира се најприхватљивије решење [121].

Код мрежног планирања одређује се нормално трајање сваке операције (активности). Поред нормалног трајања одређују се и одговарајући нормални трошкови извршења операције. Такође се одређује и форсирано (усиљено) време и одговарајући форсирани (усиљени) трошкови извршења операције. Усиљени трошкови операције су они трошкови који одговарају усиљеном времену извршења операције.

10.4. Оптимизација мрежног дијаграма

На једном практичном примеру из мрежног планирања приказана је оптимизација мрежног дијаграма, на примеру развоја новог технолошког производа. Оптимизација је извршена до усиљеног трајања пројекта. Полазни подаци дати су у табели 5. Активности пројекта имају следеће значење:

- А-формирање конструкционе документације,
- В-анализа везана за прикупљање понуда и набавку материјала,
- С-технолошка разрада,
- Д-монтажа и испитивање модела,
- Е-пријем, испитивање и складиштење алата,
- Ф-лансирање документације,
- Г-наручивање опреме и уређаја,
- Н-припрема и лансирање производње за прототипску партију,
- И-израда и испитивање прве серије.

Табела 5. Полазни подаци

| Активност | А | В | С | Д | Е | Ф | Г | Н | И |
|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|-----|-----|
| Зависи од активности | - | - | - | А | В | В | С | Д,Е | Ф,Г |
| Време трајања | 5 | 4 | 7 | 8 | 2 | 1 | 2 | 4 | 3 |

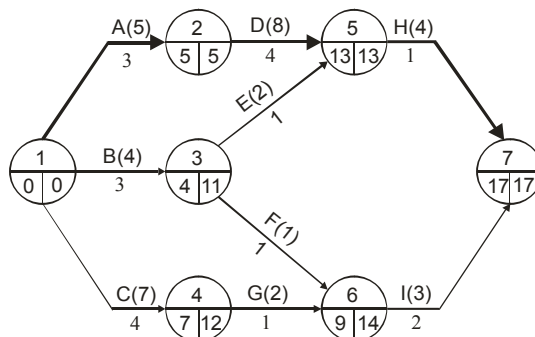
У табели 6 приказани су трошкови активности, усиљено и нормално трајање као и просечан прираст трошкова, а почетни мрежни дијаграм је приказан на слици 39.

Табела 6. Трошкови активности, усиљено и нормално трајање као и просечан прираст трошкова

| Активност | t_n | t_u | C_n | C_u | ΔC |
|-----------|-------|-------|-------|-------|------------|
| A | 5 | 3 | 400 | 600 | 100 |
| B | 4 | 3 | 300 | 800 | 500 |
| C | 7 | 4 | 300 | 1200 | 300 |
| D | 8 | 4 | 400 | 1600 | 300 |
| E | 2 | 1 | 600 | 1200 | 600 |
| F | 1 | 1 | 500 | 500 | - |
| G | 2 | 1 | 700 | 1300 | 600 |
| H | 4 | 1 | 600 | 2100 | 500 |
| I | 3 | 2 | 300 | 700 | 400 |
| Σ | | | 4100 | 10000 | |

10.5. Почетни мрежни дијаграм

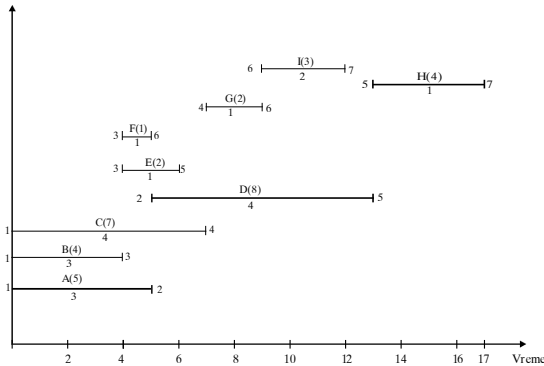
Почетни мрежни дијаграм има један критичан пут А-Д-Н. Трајање пројекта је 17 временских јединица, а трошкови износе 4100 новчаних јединица. За сваку активност приказано је нормално и усиљено (минимално) трајање активности. Почетни мрежни дијаграм је приказан на слици 39.



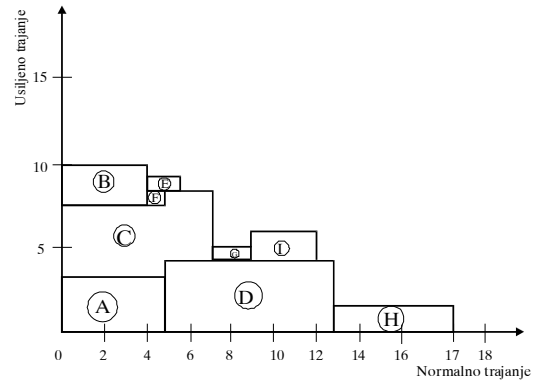
Слика 39. Почетни мрежни дијаграм

На слици 40 приказан је гантограм почетног мрежног дијаграма. На гантограму је графички приказано трајање пројекта, као и сваке активности у оквиру пројекта. У овом приказу може се релативно једноставно представити

трајање сваке активности и повезаност између активности у оквиру пројекта. Такође могу се визуелно уочити преклапања у трајању активности. На слици 41 приказан је хистограм почетног мрежног дијаграма. Хистограмски приказ представља узајамну везу између усиљеног и нормалног трајања пројекта.



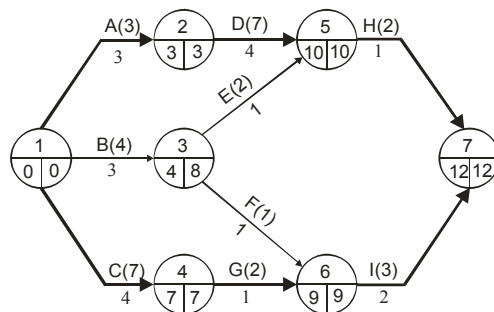
Слика 40. Гантограм почетног мрежног дијаграма



Слика 41. Хистограм почетног мрежног дијаграма

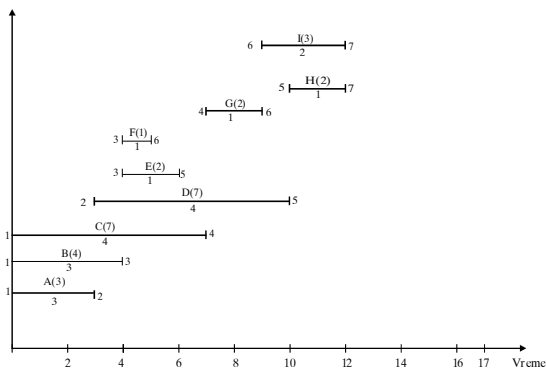
10.6. I итерација

У првој итерацији су скраћене активности на критичном путу, и то активност А за две временске јединице, активност D за једну временску јединицу и активност Н за две временске јединице. Активност А је скраћена до усиљеног трајања, због тога што она има најмањи просечан прираст трошкова и што се налази на критичном путу. Активности D и Н се такође налазе на критичном путу и оне су скраћене да би се добио нови критични пут. После ове итерације имамо два критична пута и то: A-D-H и C-G-I. Трошкови су се повећали и сада износе $4100+(2\cdot 100+1\cdot 300+2\cdot 500)=5600$ новчаних јединица, док трајање пројекта износи 12 временских јединица. Мрежни дијаграм после ове итерације изгледа као на слици 42.

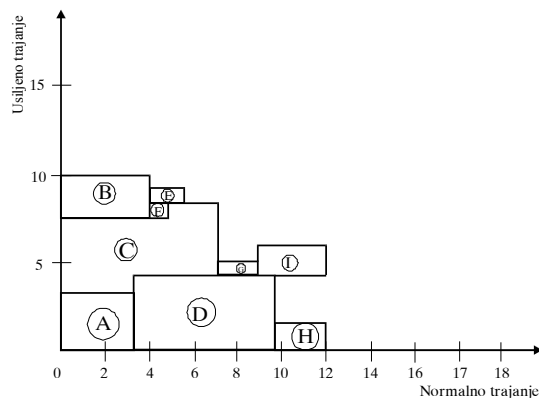


Слика 42. Мрежни дијаграм после прве итерације

На слици 43 приказан је гантограм после прве итерације. Из гантограмског приказа може се прегледније видети које су активности критичне, које се активности преклапају у извршавању. На слици 44 приказан је хистограм после прве итерације.



Слика 43. Гантограм после прве итерације

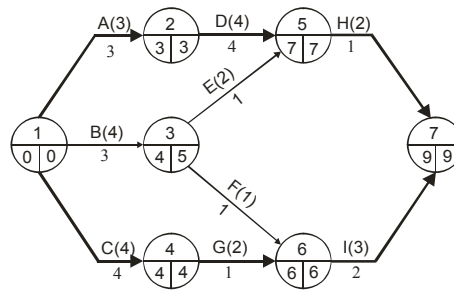


Слика 44. Хистограм после прве итерације

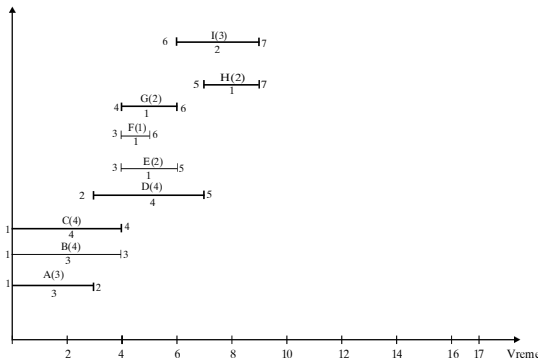
10.7. II итерација

У другој итерацији су скраћене активности на критичним путевима, и то активност С за три временске јединице и активност Д исто за три временске јединице. Да би се извршило скраћивање пројекта морају се скратити активности на сваком критичном путу и то за исту вредност. Скраћене су активности С и Д, зато што оне имају најнижи просечан прираст трошкова. После ове итерације постоје такође два критична пута и то: А-Д-Н и С-Г-И. Трошкови су се повећали и сада износе $5600+(3 \cdot 300+3 \cdot 300)=7400$ новчаних јединица, док трајање пројекта износи 9 временских јединица. Мрежни дијаграм после ове итерације изгледа као на слици 45.

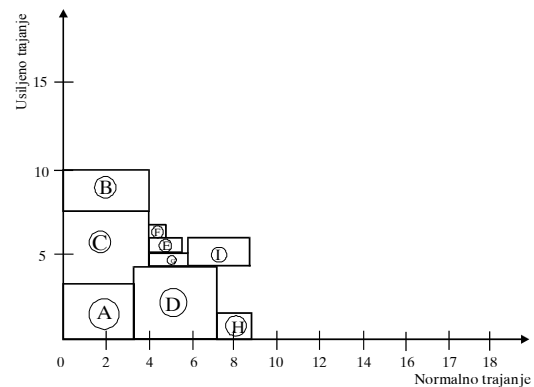
На слици 46 приказан је гантограм после друге итерације. Гантограмски приказ пружа јаснију слику о трајању пројекта и истовременом извршавању појединих активности. Могу се лако уочити могућности скраћивања одређених активности. На слици 47 приказан је хистограм после друге итерације. Хистограмски приказ омогућава да једноставан приказ међусобно повезаних активности, које се активности истовремено извршавају. Нпр. уочавамо пут А-Д-Н, такође и пут С-Г-И.



Слика 45. Мрежни дијаграм после друге итерације



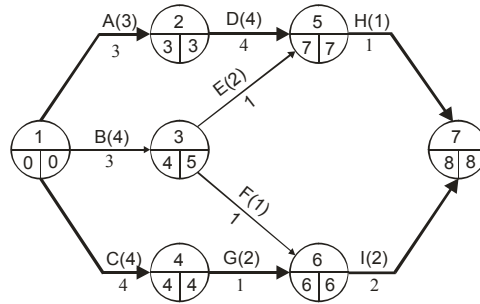
Слика 46. Гантограм после друге итерације



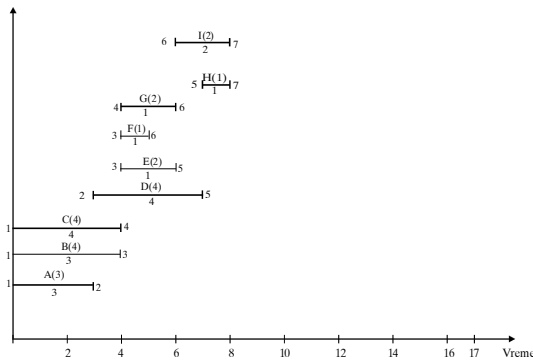
Слика 47. Хистограм после друге итерације

10.8. III итерација

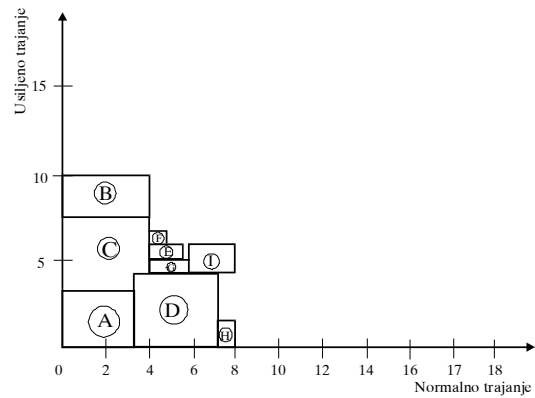
У трећој итерацији је скраћена активност Н за једну временску јединицу и активност I исто за једну временску јединицу, које се налазе на критичним путевима. Скраћивањем активности Н до усиљеног трајања добили смо трајање свих активности, на првобитном критичном путу, да имају усиљено трајање. То значи да било каква друга скраћивања активности не би довела до скраћивања трајања пројекта. Скраћена је и активност I, на другом критичном путу, јер она има мањи просечан прираст трошкова у односу на активност Г. После ове итерације постоје такође два критична пута и то: A-D-H и C-G-I. Трошкови су се повећали и сада износе $7400+(1\cdot500+1\cdot400)=8300$ новчаних јединица, док трајање пројекта износи 8 временских јединица. Мрежни дијаграм после ове итерације изгледа као на слици 48. На слици 49 приказан је гантограм после треће итерације. Из гантограмског приказа може се видети да три активности још могу да се скрате (B, E и G) али њихово скраћивање не би смањило трајање пројекта, само би повећало трошкове пројекта. На слици 50 приказан је хистограм после треће итерације.



Слика 48. Мрежни дијаграм после треће итерације



Слика 49. Гантограм после треће итерације



Слика 50. Хистограм после треће итерације

Овим је добијено усиљено трајање пројекта и при томе трошкови износе 8300 новчаних јединица, када све активности имају усиљено трајање трошкови износе 10000 новчаних јединица чиме је остварена уштеда од 1700 новчаних јединица.

11. АНАЛИЗА ПРИМЕНЕ МРЕЖНИХ ДИЈАГРАМА У УПРАВЉАЊУ ПРОЈЕКТИМА

Планирање производних активности представља један од најбитнијих елемената управљања у сваком производном предузећу. Због тога се овој проблематици придаје веома битан значај, са различитих аспеката. Управљање временским планом активности има битан утицај на коришћење и материјалних и финансијских ресурса, утврђивање критичних активности, као и на квалитет целокупног пословања.

Указујући на значај Project Management-a, Markopoulos et al. (2008) истичу [42]: “Пројекти су жива бића. Они су рођени са пројектном идејом и завршавају се са завршетком пројекта. Време пројекта може трајати дуги низ година и у већини случајева захтева континуирано спровођење и напор за управљање. Временом пројекат се мења на основу захтева промене процеса имплементације, процеса управљања, процеса одржавања и тако даље,,

Saviano i Di Nauta (2011) наглашавају [110]: “Свет доносилаца одлука и бизниса у целини су увек били заинтересовани за истраживања о сложености, од распрострањеног уверења да традиционалне шеме и тумачења предефинисане шеме могу открити своју способност да гарантују опстанак у турбулентном динамизму контекста,,

У том смислу Wojnord i Afrazeh (2006) истичу значај познавања ове проблематике и knowledge management in project phases [117]: “Многе организације бирају рад пројекта, као флексибилну и поуздану структуру за развој и производњу својих производа и услуга. Знање као друга материјална средства потребна за управљање. Знање управљања функцијама морају да рукују знањима и искуствима у пројектима са више производних резултата,,

Теоретски аспекти проблематике Project Management-a су разматрани од стране многих аутора [106], [79], [108], [109], [110], [57], [85], [56], [116]. Heerkens (2007) истиче велики број елемената Project Management-a [56]:

- Изградити чврсту екипу
- Разумети праву потребу
- Извршити финансијску анализу
- Мере према основним
- Будите објективни са претпоставкама
- Развити логичан план
- Управљање свим заинтересованим пројектима и многе друге.

У том смислу Thomsett (2009) допуњава ову проблематику другим приступима [101]:

- Организовање на дуги рок
- Дизајнирање пројекта са дијаграмима
- Спровођење ревизије пројекта
- Писање пратеће документације

- Проналажење најбољих пројекатних софтвера за управљање итд. Проблематика управљања доживљава непрекидна унапређења у многим правцима:

- Системски приступ планирању, заказивање и контрола [64]
- Модели и оквири за комплексност система [84]
- Project Management студије случаја [63]
- Одлука о употреби стилова пројектног менаџмента [159]
- Управљање виртуелним тимовима [22]
- Подршка колаборативним пројектима кроз анализу ризика [72]
- Заједничко управљање пројектима у виртуелним предузећима [148]
- Управљање е-трговинама и пројекти [51]
- Агилни Project Management [71]
- Многи други принципи управљања пројектима [112]

Разматрање у овом раду осветљава проблематику управљања пројектима првенствено са аспекта анализе мрежних дијаграма и критичног пута [43], [107], [151] и примену корелационих техника. Анализа методе критичног пута доживљава стална унапређења у многим правцима:

- Робусност критичне путање са хибридном неизвесностима [150]
- Fuzzi метод критичне путање [52]
- Критична путања у време ограничених активности мреже [48]
- Коришћење ограничења критичне путање за хетерогене системе [98]
- Осетљивост анализа у СРМ мрежном планирању [175]
- ИТ Project Management [49]
- Као и многе друге анализе Project Management-а [59], [6]

У табели 7. приказано је нормално, усиљено трајање пројекта као и нормални и усиљени трошкови, просечан прираст трошкова.

Табела 7. Почетни параметри пројекта

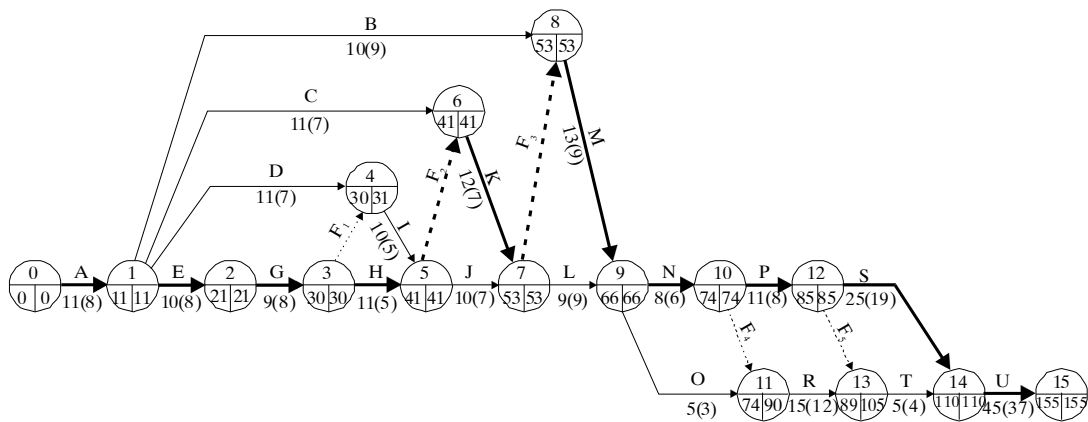
| Акт. | i | j | t _n | t _u | C _n | C _u | ΔC |
|---|----|----|----------------|----------------|----------------|----------------|-----|
| A | 0 | 1 | 11 | 8 | 1700 | 2000 | 100 |
| B | 1 | 8 | 10 | 9 | 400 | 700 | 300 |
| C | 1 | 6 | 11 | 7 | 1700 | 2900 | 300 |
| D | 1 | 4 | 11 | 7 | 1300 | 2100 | 200 |
| E | 1 | 2 | 10 | 8 | 7000 | 8000 | 500 |
| G | 2 | 3 | 9 | 8 | 600 | 1000 | 400 |
| F ₁ | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| H | 3 | 5 | 11 | 5 | 1600 | 4600 | 500 |
| I | 4 | 5 | 10 | 5 | 1000 | 4000 | 600 |
| F ₂ | 5 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| J | 5 | 7 | 10 | 7 | 700 | 1900 | 400 |
| K | 6 | 7 | 12 | 7 | 1500 | 3000 | 300 |
| F ₃ | 7 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| L | 7 | 9 | 9 | 9 | 5000 | 5000 | - |
| M | 8 | 9 | 13 | 9 | 1600 | 3200 | 400 |
| N | 9 | 10 | 8 | 6 | 1000 | 2000 | 500 |
| O | 9 | 11 | 5 | 3 | 2000 | 3200 | 600 |
| P | 10 | 12 | 11 | 8 | 1500 | 3000 | 500 |
| F ₄ | 10 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| R | 11 | 13 | 15 | 12 | 1800 | 3600 | 600 |
| S | 12 | 14 | 25 | 19 | 1600 | 4600 | 500 |
| F ₅ | 12 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| T | 13 | 14 | 5 | 4 | 900 | 2100 | 600 |
| U | 14 | 15 | 45 | 37 | 1000 | 4200 | 400 |
| i, j, - претходна и следећа активност t _n , t _u – нормално и усиљено трајање пројекта C _n , C _u - нормални и усиљени трошкови ΔC - просечан прираст трошкова | | | | | | | |

11.1. Један приступ анализи мрежног дијаграма

У овом раду је приказан један приступ анализи мрежног дијаграма који се односи на увођење новог пројекта у производњу. На практичном примеру је разматран већи број активности са следећим ознакама:

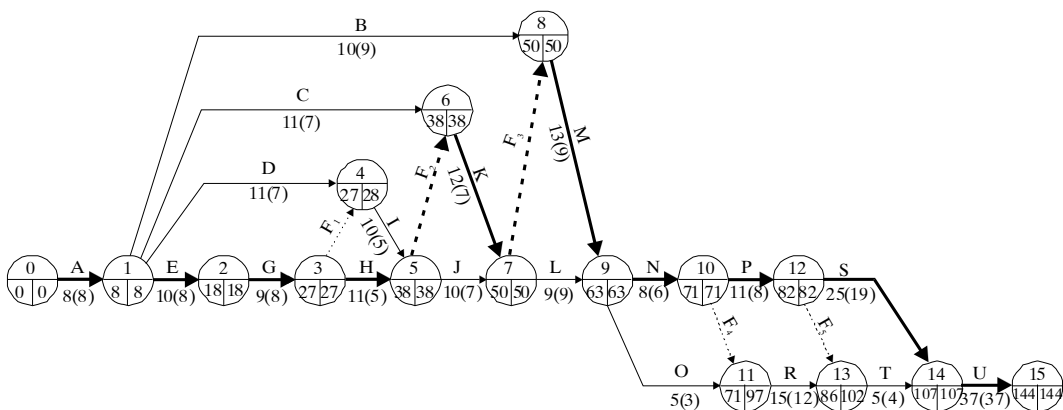
- A - Пријем понуде за развој, анализа могућности и доношење одлуке
- B - Формирање конструкционе документације
- C - Формирање тима који ће радити на освајању новог производа
- D - Анализа везана за прикупљање понуда и набавку материјала
- E - Конструисање специјалних алата
- G - Технолошка разрада
- F1 - Фиктивна активност

- H - Процена времена и трошкова развоја
- I - Испитивање могућности реализације развоја са расположивим потенцијалима
- F2 - Фиктивна активност
- J - Анализа расположивог радног простора
- K - Наручивање и набавка материјала
- F3 - Фиктивна активност
- L - Испитивање материјала и издавање атеста
- M - Прибављање понуда, наручивање израда (набавка) стандардног и специјалног алата
- N - Пријем, испитивање и складиштење алата
- O - Припрема производње
- P - Пријем, испитивање, складиштење делова из кооперације
- F4 - Фиктивна активност
- R - Израда и монтажа пробних комада, испитивање и анализа резултата
- S - Израда елемената, монтажа прототипске партије, испитивање и анализа резултата
- F5 - Фиктивна активност
- T - Припрема производње, лансирање производне документације за нулту серију
- U - Израда и испитивање прве серије



Слика 51. Почетни мрежни дијаграм

Трошкови пројекта при нормалном трајању су 33900 новчаних јединица при трајању пројекта од 155 временских јединица. На почетном мрежном дијаграму постоји један критичан пут и то: А-Е-Г-Н- F_2 -К- F_3 -М-Н-Р-С-У (слика 51). Мрежни дијаграм се састоји од 24 активности од којих је 5 фиктивних активности. Критичан пут обухвата 12 активности од којих су две фиктивне, а реализован је кроз 13 догађаја.



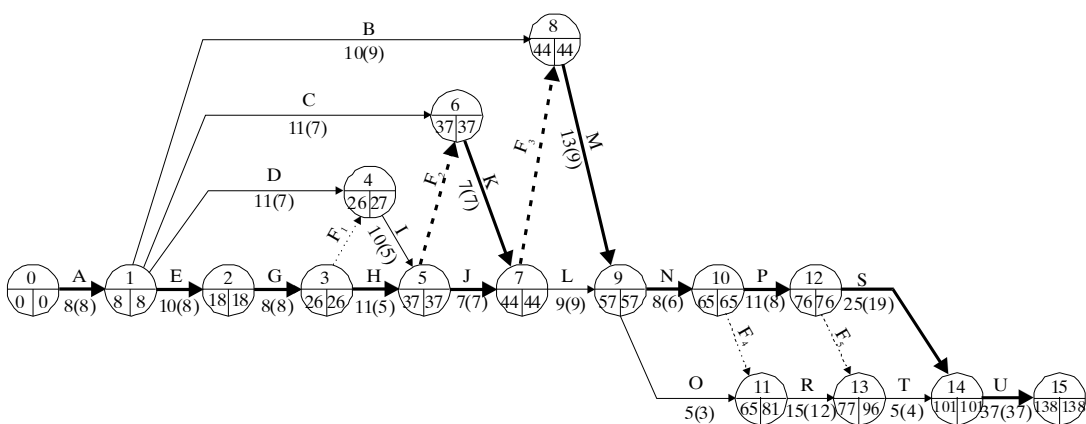
Слика 52. I итерација

Извршена је оптимизација мрежног дијаграма (кроз четири итерације) до усиљеног трајања.

У I итерацији скраћена је активност A за три временске јединице и активност U за осам временских јединица, и даље имамо један критичан пут и то: A-E-G-H-F₂-K-F₃-M-N-P-S-U.

У првој итерацији скраћена је активност A, јер има најнижи просечан прираст трошкова (100 н.ј.) и на почетку је мрежног дијаграма. Такође је скраћена и активност U јер се налази на крају мрежног дијаграма и има релативно мали просечан прираст трошкова.

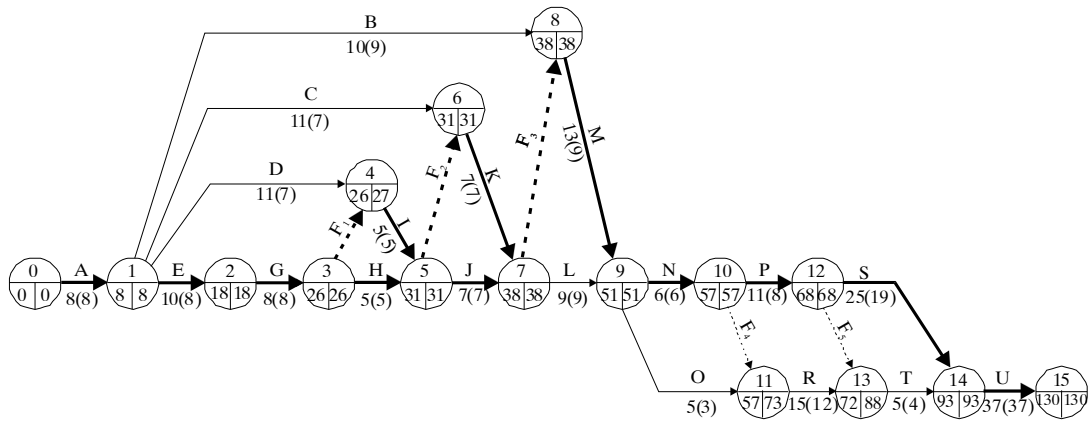
После I итерације трошкови пројекта су $33900 + (1 \cdot 300 + 8 \cdot 400) = 35400$ новчаних јединица. Трајање пројекта је 144 временске јединице (слика 52). После прве итерације критичан пут исто обухвата 12 активности у оквиру којих су две фиктивне, а реализован је кроз 13 догађаја.



Слика 53. II итерација

У II итерацији скраћена је активност G за једну временску јединицу, активност J за три временске јединице и активност K за пет временских јединица. Активности G и K су скраћене јер се налазе на критичном путу и имају низак просечан прираст трошкова (400 и 300 н.ј.), а активност J јер има низак просечан прираст трошкова (400 н.ј.) а и да би добили још један критичан пут.

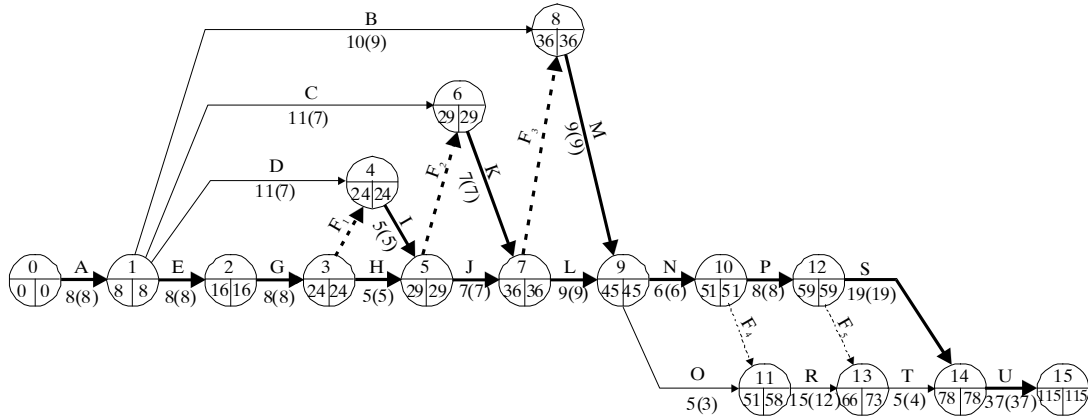
Сада постоје два критична пута и то: A-E-G-H-F₂-K-F₃-M-N-P-S-U и A-E-G-H-J-F₃-M-N-P-S-U. Након II итерације трошкови пројекта су 35400 + (1·400+3·400+5·300)=38500 новчаних јединица. Трајање пројекта је 138 временских јединица (слика 53). После друге итерације критични путеви обухватају 13 активности од којих су две фиктивне, а реализован је кроз 13 догађаја.



Слика 54. III итерација

У III итерацији скраћена је активност H за шест временских јединица, активност I за пет временских јединица и активност N за две временске јединице. У трећој итерацији су скраћене активности H и I да би добили још критичних путева, а активност N јер се и она налази на критичном путу. Све три активности су скраћене до усиљеног трајања.

Сада постоје четири критична пута и то: A-E-G-H-F₂-K-F₃-M-N-P-S-U, A-E-G-H-J-F₃-M-N-P-S-U, A-E-G-F₁-I-F₂-K-F₃-M-N-P-S-U и A-E-G-F₁-I-J-F₃-M-N-P-S-U. Након III итерације трошкови пројекта су 38500 + (6·500+5·600+2·500)=45500 новчаних јединица. Трајање пројекта је 130 временских јединица (слика 54). После треће итерације критични путеви обухватају 15 активности од којих су три фиктивне, а реализован је кроз 14 догађаја.



Слика 55. IV итерација

У IV итерацији скраћена је активност Е за две временске јединице, М за четири временске јединице, активност Р за три временске јединице и активност S за шест временских јединица. Активност М је скраћена до усиљеног трајања да би добили још критичних путева, а активности Е, Р и S јер се налазе на првобитном критичном путу и на том путу све активности имају усиљено трајање. Сада постоји осам критичних путева и то: А-Е-Г-Н- F_2 -К- F_3 -М-Н-Р- S -У, А-Е-Г-Н- F_3 -М-Н-Р- S -У, А-Е-Г- F_1 -И- F_2 -К- F_3 -М-Н-Р- S -У, А-Е-Г- F_1 -И- F_3 -М-Н-Р- S -У, А-Е-Г- F_1 -И- F_2 -К- F_3 -М-Н-Р- S -У, А-Е-Г- F_1 -И- F_2 -К- F_3 -М-Н-Р- S -У, А-Е-Г- F_1 -И- F_2 -К- F_3 -М-Н-Р- S -У и А-Е-Г-Н- F_2 -К- F_3 -М-Н-Р- S -У. Након IV итерације трошкови пројекта су $45500 + (2 \cdot 500 + 4 \cdot 400 + 3 \cdot 500 + 6 \cdot 500) = 52600$ новчаних јединица. Трајање пројекта је 115 временских јединица (слика 55). После четврте итерације критични путеви обухватају 16 активности од којих су три фиктивне, а реализован је кроз 14 догађаја.

Ако се посматра зависност трошкова и трајања пројекта као линеарну регресију, ова зависност има облик:

$$y_p = a_0 + a_1 x \quad (55)$$

Решавањем система једначина израчунавају се коефицијенти a_0 и a_1 :

$$n a_0 + a_1 \sum x_i = \sum y_i \quad (56)$$

$$\sum x_i \cdot a_0 + a_1 (\sum x_i)^2 = \sum y_i \cdot \sum x_i \quad (57)$$

Коефицијент линеарне регресије (r_{xy}) се израчунава по формули:

$$r_{xy} = \frac{\sum X_i \cdot Y_i}{\sqrt{\sum X_i^2 \cdot \sum Y_i^2}} \quad (58)$$

где су

$$X_i = x_i - \bar{x} \text{ и } Y_i = y_i - \bar{y} \quad (59)$$

$$S_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (y_i - y_r)^2} \quad (60)$$

Ако се посматра зависност трајања и броја критичних путева пројекта по криволинијској геометријској прогресији, ова зависност има облик: $y=a \cdot x^b$

Ако се логаритмује ова једначина, формира се систем једначина из кога се добијају коефицијенти a и b :

$$n \log a + b \sum \log x_i = \sum \log y_i \quad (61)$$

$$\log a \sum \log x_i + b \sum (\log x_i)^2 = \sum \log x_i \log y_i \quad (62)$$

Коефицијент криволинијске геометријске регресије (r_{xy}) израчунава се на следећи начин:

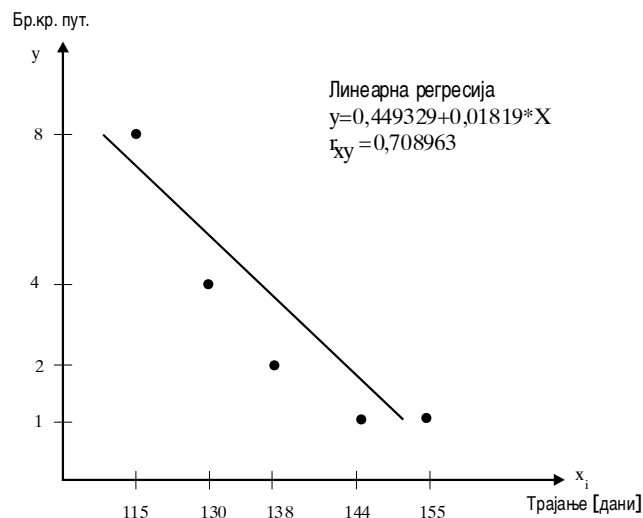
$$S_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (y_i - y_r)^2} \quad (63)$$

$$S_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum (y_i - \bar{y})^2} \quad (64)$$

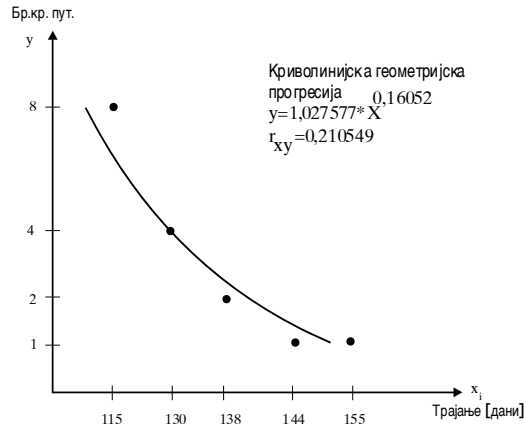
$$R_{xy} = \sqrt{1 - \frac{S_y^2}{S_y^2}} \quad (65)$$

Да би се нацртали претходни графици, израчунали претходни коефицијенти (a , b) и израчунао коефицијент криволинијске геометријске регресије (r_{xy}), потребно је извршити захтеване прорачуне.

На основу прорачуна зависности између броја критичних путева и трајања пројекта види се већа корелативна зависност код линеарне регресије у односу на криволинијску геометријску прогресију. На сликама 56, 57 приказана је зависност између трајања и броја критичних путева пројекта.

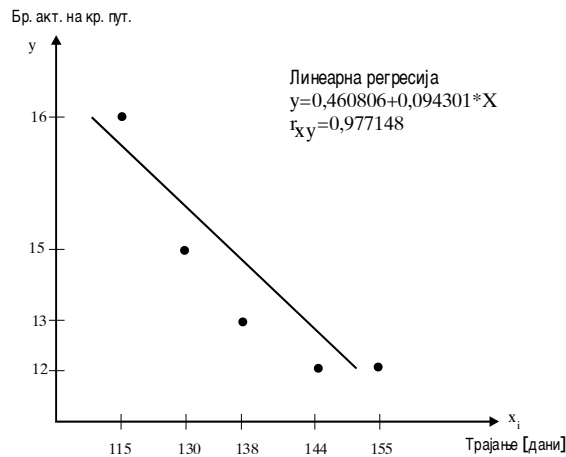


Слика 56. Зависност трајања и броја критичних путева пројекта – Линеарна регресија

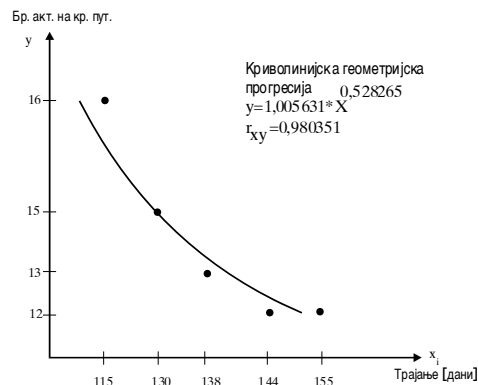


Слика 57. Зависност трајања и броја критичних путева пројекта – Геометријска прогресија

На основу прорачуна зависности броја активности на критичном путу и трајања пројекта види се већа корелативна зависност код криволинијске геометријске прогресије у односу на линеарну регресију. На сликама 58, 59 приказана је зависност између трајања и броја активности на критичном путу пројекта.

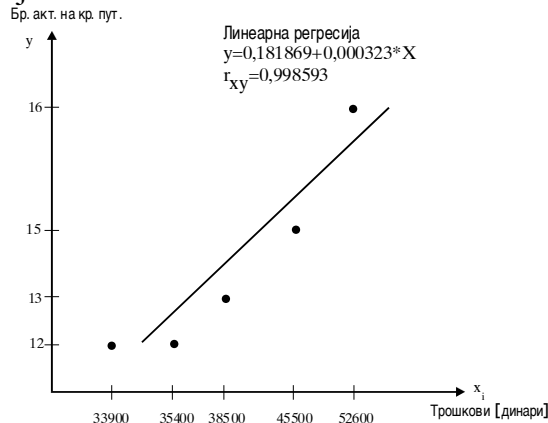


Слика 58. Зависност трајања и броја активности на критичном путу – Линеарна регресија

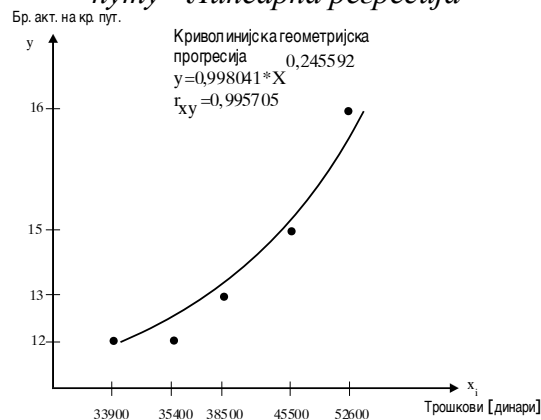


Слика 59. Зависност трајања и броја активности на критичном путу – Геометријска прогресија

На основу прорачуна зависности трошкова и броја активности на критичном путу пројекта види се већа корелативна зависност код линеарне регресије у односу на криволинијску геометријску прогресију. На сликама 60, 61 приказана је зависност између трошкова и броја активности на критичном путу пројекта.



Слика 60. Зависност између трошкова и броја активности на критичном путу - Линеарна регресија



Слика 61. Зависност између трошкова и броја активности на критичном путу - Геометријска прогресија

У овом раду су приказане неке могућности анализе мрежног дијаграма.

Разматрања су се односила на дефинисање критичног пута и скраћења мрежног дијаграма до усиљеног трајања. У четвртој итерацији је приказано добијање осам критичних путева.

Други део анализе се односи на

- посматрање зависности трошкова и трајања пројекта као линеарну регресију,
- посматрање зависности трајања и броја критичних путева пројекта по криволинијској геометријској прогресији

Коришћењем обе математичке методе, дијаграмским путем су приказани упоредни резултати зависности између:

- трајања и броја критичних путева пројекта,
- трајања и броја активности на критичном путу пројекта
- трошкова и броја активности на критичном путу пројекта

12. ПРИМЕНА ИНФОРМАЦИОНЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ У УПРАВЉАЊУ ПРОЈЕКТИМА

У овом раду се разматра примена методологије управљања пројектима и савремене компјутерске технологије при развоју информационог система образовне институције. Овакав информациони систем има за циљ да обухвати све активности овакве институције. У циљу управљања овим пројектом формиран је мрежни дијаграм са дефинисаним активностима при корацима развоја оваквог информационог система.

Управљање пројектима представља данас један од незаобилазних елемената савременог пословања. “Управљање пројектима је неопходни чинилац трајања пројекта ваших организација до самог завршетка и да би се обезбедили услови и постигли пословни циљеви,, [170]. Значај ове проблематике представљају Saviano and Di Nauta (2011) у смислу “Управљање пројектима као компас у сложенем одлучивању,, [99].

Услед тога ова проблематика заокупља пажњу великог броја аутора [32], [81], дефинишући је са основних аспеката project management-a [82]:

- Интеграција
- Обим
- Време
- Трошкови
- Квалитет
- Комуникације
- Ризик
- Набавка
- Људски ресурси

Практична примена Project Management-a је данас незаобилазна у свим сегментима пословања. “Многе организације бирају рад у оквиру пројекта, као флексибилну и поуздану структуру за развој и производњу своје робе и услуга,, [117].

Нека од основних пројектних фаза у управљању пројектима менаџменту су следећа [169]:

- Иницирање
- Планирање
- Извршавање
- Контролисање
- Затварање

Исти аутори наводе и шематску повезаност Трошкови, Време, Обим са Квалитетом као захтевима за управљање пројектима, Слика 62.

Проблематика управљања пројектима данас доживљава развој у многобројним аспектима:

- Комуникационе вештине [60]
- Контрола трошкова [69]

- Управљање квалитетом пројекта[83]
- Приступ анализи система [134]
- Структурни приступ [52]
- Приступ интелигентној интеграцији података [149]



Слика 62. Захтеви за управљање пројектима [169]

Управљање пројектима има своју незаобилазну примену и у развоју информационих система. Ојала (2009) наглашава: “Софтверски пројекти су постали сложенији и њихово управљање захтева значајну количину знања сваког руководиоца пројекта,, [125].

Комплексност развоја и имплементације информационих система неминовно намеће широк приступ овој проблематици. Због тога се овај проблем мора посматрати са аспекта организације свих активности, као и са аспекта примене савремене информационе технологије. Markopoulos et al. (2008) у том смислу истичу: “Развој информационих система је процес који захтева не само техничке могућности, већ и могућности управљања,, [46]. Њихову повезаност наглашавају и Fernández et al. (2005): “Процеси који се користе за развој софтвера и рачунарских алата за управљање пројектима представља пар који добро функционише заједно,, [55].

Упркос томе, велики број пројеката информационих система се може сматрати неуспешним. “Неуспех стопа развоја информационог система пројеката је висока,, [147]. Разлози за то се могу потражити у неправилној организацији материјалних, људских и финансијских ресурса. Rosatilu and Vetrici (2009) примећују: “Већина пројеката развоја софтвера могуће је да закасни и преко буџета,, [126].

На комплексност развоја информационих система утиче сложеност саме проблематике, укључивање корисника из широког опсега примене, као и ИТ персонал. У том смислу Smith, Bohner and McCrickard (2005) наглашавају важност колаборативног пројекта: “Управљање софтверским пројектним тимовима је сложен задатак који се додатно компликује континуираним порастом у величини и комплексности софтверски интензивним системима и дистрибуцијом пројектних тимова,, [68].

Са друге стране, примена саме информационе технологије при управљању пројектима постаје све заступљенија. Један од најраспрострањенијих програма за ову намену представља MS Project [148], [103], [154]. Напредан начин коришћења оваквог софтверског решења представља програмски приступ, коришћењем језика Visual Basic for Applications (VBA), дизајнираним специфично за ову намену. Могућности

софистициране примене оваквог програмског приступа задовољавају широк опсег савремених информационих концепата:

- Објектно-орјентисано програмирање [70]
- Примена NET. технологије [156]
- Програмирање OLE, database, and controls [102]
- Програмирање на Web-у [97] и друго

Неоспорно се може закључити да примена савремених информационих технологија представља значајан еволутиван напредак у проблематици управљања пројектима. Анализирајући механизме управљања пројектима, McBride (2008) примећује: “У мењању окружење развоја софтвера, као што су компоненте на бази, дистрибуирања и спољнег развоја софтвера, захтева се подударане између аутора пројекта и менаџера који прате, контролишу и координирају своје пројекте,, [162].

Међутим и сама примена информационих технологија са друге стране усложњава процес управљања пројектима. Узимајући у обзир и ову компоненту, Markopoulos and Panayiotopoulou (2005) закључују: “Кад пројекти захтевају још интензивније софтвере, њихов менаџмент повећава комплексност имплементације. Управљање софтверским пројектима заправо представља управљање комплексним пројектима,, [45].

12.1. Анализа мрежних дијаграма

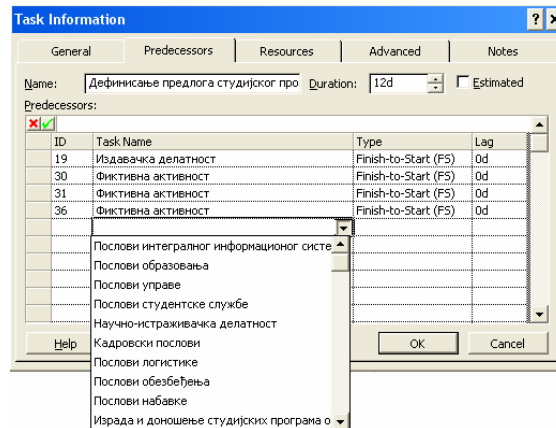
Основне могућности примене информационе технологије у управљању пројектима базирају се на аутоматизацији прорачуна и добијања излазних резултата. Међутим, поред процесирања података, велики значај се огледа и у прикупљању података из интерних и екстерних извора, као и њиховој анализи коришћењем метода пословне интелигенције. На слици 63 су приказане могућности уноса улазних података које се односе на:

- Датуме почетка и завршетка активности
- Процент извршења
- Приоритет
- Дефинисање зависних претходних активности
- Податке о материјалним, људским и финансијским ресурсима
- Дефинисање крајњег рока активности и друге

Један од најчешће примењених алата за основну анализу мрежних дијаграма представља MS Project. Разлози за коришћење оваквог алата се првенствено огледају у:

- широкој распрострањености MS Office алата
- унифицираности корисничког интерфејса
- познавање и прихваћености од стране великог броја корисника
- у исто време значајна софистицираност овог алата који омогућава велики број материјалних, временских и економских анализа
- интегрисаност примене Интернет/Интранет технологије уз једноставну имплементацију у овакав информациони систем

- интегрисаност са другим алатима MS Office, чиме се омогућава даља обрада и анализа података

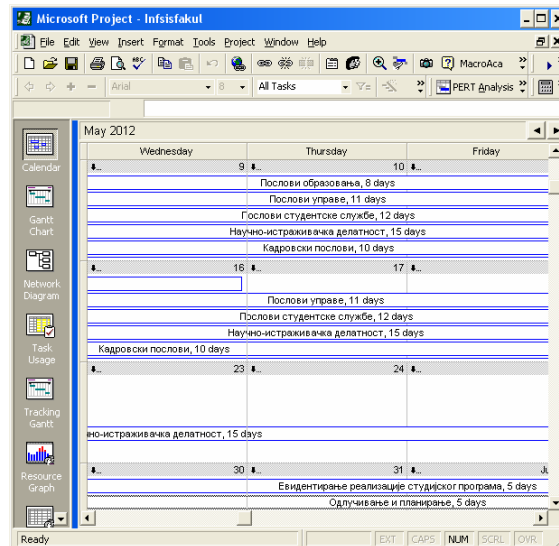


Слика 63. Унос почетних података

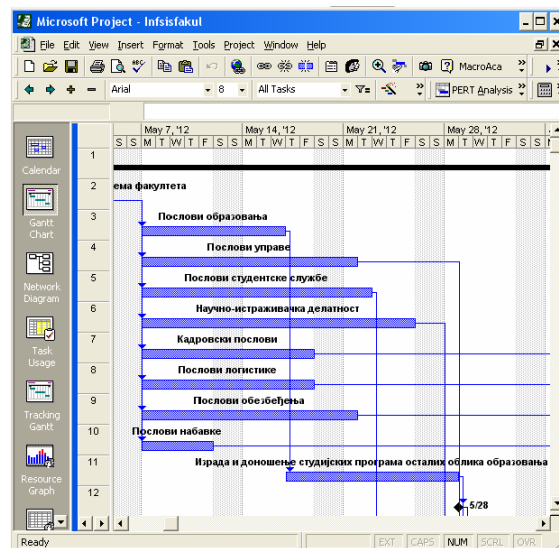
На слици 64 приказан је један сегмент оваквог сложеног распореда активности приказан у виду календарског распореда, док слика 65 илуструје сегмент гантограмског приказа активности. Појединим активностима је додељен временски почетак и крај, као и претходне активности, ради формирања мрежног дијаграма, слика 66, у циљу добијања већег броја извештаја (слика 67):

1. Inf.sist.fakul., 152 days, Wed 4/25/12, Thu 11/22/12
2. Poslovi integralnog informacionog sistema fakulteta, 8 days, Wed 4/25/12, Fri 5/4/12,
3. Poslovi obrazovanja, 8 days, Mon 5/7/12, Wed 5/16/12, 2
4. Poslovi uprave, 11 days, Mon 5/7/12, Mon 5/21/12, 2
5. Poslovi studentske službe, 12 days, Mon 5/7/12, Tue 5/22/12, 2
6. Naučno-istraživačka delatnost, 15 days, Mon 5/7/12, Fri 5/25/12, 2
7. Kadrovski poslovi, 10 days, Mon 5/7/12, Fri 5/18/12, 2
8. Poslovi logistike, 10 days, Mon 5/7/12, Fri 5/18/12, 2
9. Poslovi obezbeđenja, 11 days, Mon 5/7/12, Mon 5/21/12, 2
10. Poslovi nabavke, 5 days, Mon 5/7/12, Fri 5/11/12, 2
11. Izrada i donošenje studijskih programa ostalih oblika obrazovanja, 8 days, Thu 5/17/12, Mon 5/28/12, 3
12. Fiktivna aktivnost, 0 days, Mon 5/28/12, Mon 5/28/12, 11
13. Evidentiranje realizacije studijskog programa, 5 days, Tue 5/29/12, Mon 6/4/12, 11
14. Odlučivanje i planiranje, 5 days, Tue 5/29/12, Mon 6/4/12, "4,12"
15. Fiktivna aktivnost, 0 days, Tue 5/22/12, Tue 5/22/12, 5
16. Fiktivna aktivnost, 0 days, Tue 5/22/12, Tue 5/22/12, 5
17. Poslovi planiranja i vrednovanja naučno-istraživačke delatnosti, 20 days, Mon 5/28/12, Fri 6/22/12, "6,15"
18. Organizovanje naučnih skupova i naučno stručnih konferencija, 10 days, Mon 5/28/12, Fri 6/8/12, "6,15"

19. Izdavačka delatnost,30 days,Mon 5/28/12,Fri 7/6/12,"6,15"
 20. Fiktivna aktivnost,0 days,Mon 6/4/12,Mon 6/4/12,"13,14"
 21. Prelazak i priznavanje ispita,7 days,Tue 6/5/12,Wed 6/13/12,"13,14"



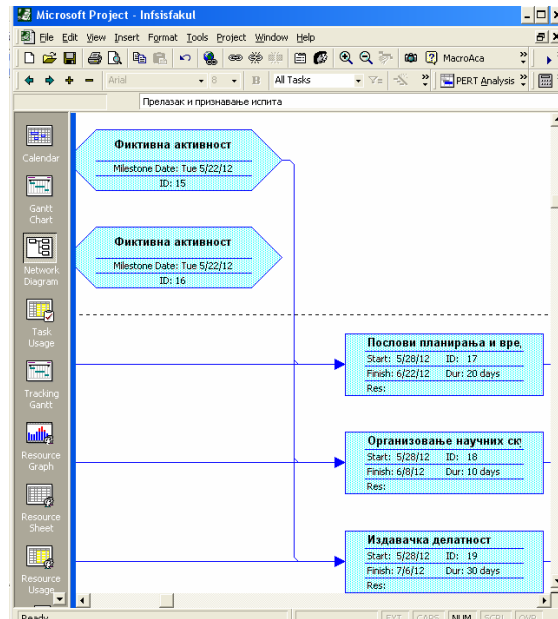
Слика 64. Сегмент календарског приказа активности



Слика 65. Сегмент гантограмског приказа активности

22. Objedinjavanje potreba za kadrovima,7 days,Tue 6/5/12,Wed 6/13/12,"7,20"
 23. Fiktivna aktivnost,0 days,Wed 6/13/12,Wed 6/13/12,"21,22"
 24. Priznavanje strane visokoškolske isprave,10 days,Thu 6/14/12,Wed 6/27/12,"21,22"
 25. Poslovi informacionog sistema,10 days,Thu 6/14/12,Wed 6/27/12,"8,23"
 26. Fiktivna aktivnost,0 days,Wed 6/27/12,Wed 6/27/12,"24,25"
 27. Rešavanje reklamacije korisnika u realizaciji obrazovanja,8 days,Thu 6/28/12,Mon 7/9/12,"24,25"
 28. Poslovi nabavke,5 days,Thu 6/28/12,Wed 7/4/12,"24,25"

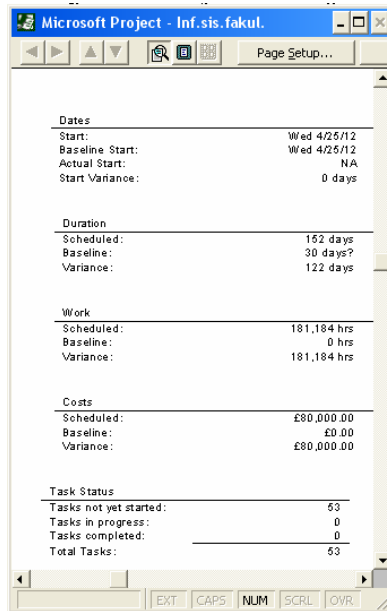
- 29. Poslovi fizičkog obezbeđenja, 8 days, Thu 6/28/12, Mon 7/9/12, "9,26"
- 30. Fiktivna aktivnost, 0 days, Fri 6/8/12, Fri 6/8/12, 18
- 31. Fiktivna aktivnost, 0 days, Fri 6/22/12, Fri 6/22/12, 17
- 32. Fiktivna aktivnost, 0 days, Mon 7/9/12, Mon 7/9/12, "27,29"
- 33. Fiktivna aktivnost, 0 days, Mon 7/9/12, Mon 7/9/12, "27,29"
- 34. Vrednovanje nastave, 11 days, Tue 7/10/12, Tue 7/24/12, "27,29"
- 35. Pokretanje nabavke, 10 days, Tue 7/10/12, Mon 7/23/12, "10,32"
- 36. Fiktivna aktivnost, 0 days, Mon 7/9/12, Mon 7/9/12, "28,33"
- 37. Personalno praćenje studenta, 5 days, Tue 7/10/12, Mon 7/16/12, "28,33"



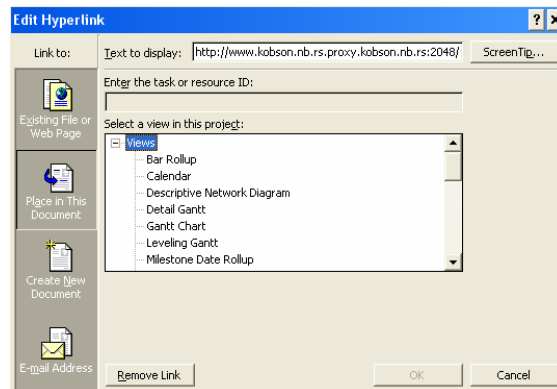
Слика 66. Сегмент мрежног дијаграма

- 38. Definisanje predloga studijskog programa, 12 days, Tue 7/10/12, Wed 7/25/12, "19,30,31,36"
- 39. Usvajanje strukture i sadržaja studijskog programa, 11 days, Tue 7/10/12, Tue 7/24/12, "19,30,31,36"
- 40. Usvajanje strukture i sadržaja plana i programa predmeta, 21 days, Tue 7/10/12, Tue 8/7/12, "19,30,31,36"
- 41. Izbor dobavljača i ugovaranje, 10 days, Wed 7/25/12, Tue 8/7/12, "34,35"
- 42. Fiktivna aktivnost, 0 days, Tue 7/24/12, Tue 7/24/12, "34,35"
- 43. Praćenje ispita, 5 days, Wed 7/25/12, Tue 7/31/12, "37,42"
- 44. Fiktivna aktivnost, 0 days, Tue 7/24/12, Tue 7/24/12, "37,42"
- 45. Planiranje realizacije studijskog programa, 19 days, Thu 7/26/12, Tue 8/21/12, "38,44"
- 46. Izvođenje realizacije studijskog programa, 18 days, Thu 7/26/12, Mon 8/20/12, "38,44"
- 47. Fiktivna aktivnost, 0 days, Mon 8/20/12, Mon 8/20/12, 46
- 48. Analiza realizacije studijskog programa, 5 days, Wed 8/8/12, Tue 8/14/12, "41,43"
- 49. Fiktivna aktivnost, 0 days, Tue 8/7/12, Tue 8/7/12, "41,43"

50. Vodenje matične knjige studenata, 30 days, Wed 8/22/12, Tue 10/2/12, "45,47,49"
 51. Izrada rešenja o promeni statusa studenta, 15 days, Wed 8/22/12, Tue 9/11/12, "45,47,49"
 52. Fiktivna aktivnost, 0 days, Tue 8/7/12, Tue 8/7/12, "40,49"
 53. Analiza uspešnosti studiranja, 37 days, Wed 10/3/12, Thu 11/22/12, "48,50,52"



Слика 67. Извештај целокупног пројекта



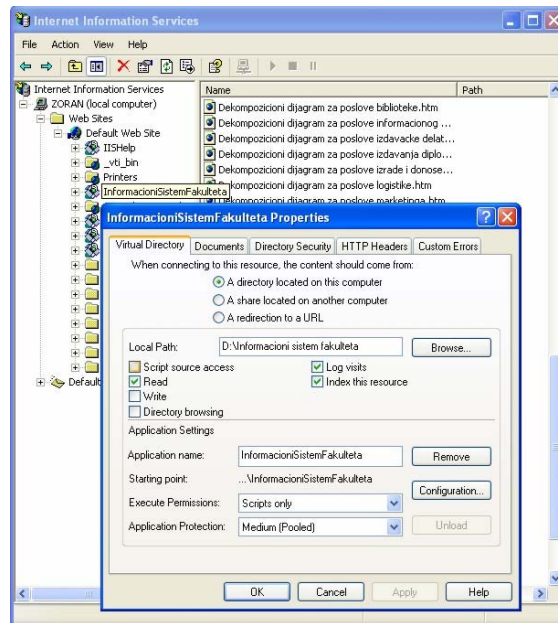
Слика 68. Могућност имплементације Hyperlink технологије

Један од значајних аспеката оваког програмског решења представља имплементација Hyperlink технологије, слика 68. Овим се ствара основа за коришћење многобројних могућности Интернет технологије, позивање документа без обзира на физичку локацију, као и повезивање са интегралним информационим системом базираним на Интранет платформи.

Применом Интернет сервера омогућава се даља надоградња и унапређење коришћења информационе подршке, такође и за подршку управљању пројектима. Један од аспеката представља и начин публикавања докумената у електронском облику:

- Документа лоцирана на самом компјутеру
- Документа са неког другог компјутера у локалној мрежи
- Редирекција на неку другу Интернет адресу.

Дефинисањем HTTP (HyperText Transfer Protocol) адресе омогућава се да се материјалу не приступа директно као у обичној рачунарској мрежи (Local Area Network), већ путем HTTP протокола. У овом случају клијент познаје само ову адресу којом тражи Web материјал, при чему му његова физичка локација није позната. На слици 69 је приказано повезивање физичког директоријума на коме се налазе WEB документи за приступ информацијама са виртуелним директоријумом, коришћењем Internet Information Services.



Слика 69. Креирање Виртуелног директоријума за приступ WEB документима

Осим једноставног приступа електронском материјалу без обзира на локацију, овим се омогућава и значајно унапређење администрације и заштите самог информационог система, додељивањем права која се омогућавају клијенту:

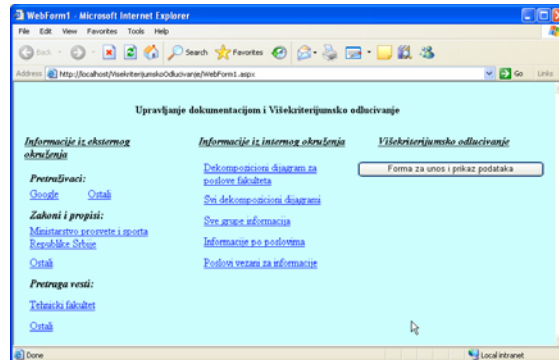
- Читање материјала
- Уписивање
- Прегледање директоријума
- Извршавање скриптова
- Покретање извршних фајлова и друга

Применом овакве технологије омогућава се приказ електронске документације појединих активности. Конкретни документи могу бити у облику скенираних докумената, електронских докумената (Word, Excel...) или других Web форми. На слици 70 је приказано позивање екстерне Интернет апликације за управљање целокупном документацијом разматраног информационог система. Оваква надоградња екстерним софтверским решењем омогућава увид у интерне информације чију основу чине:

- Декомпозициони дијаграми за послове факултета
- Сви декомпозициони дијаграми
- Све групе информација
- Информације по пословима ...

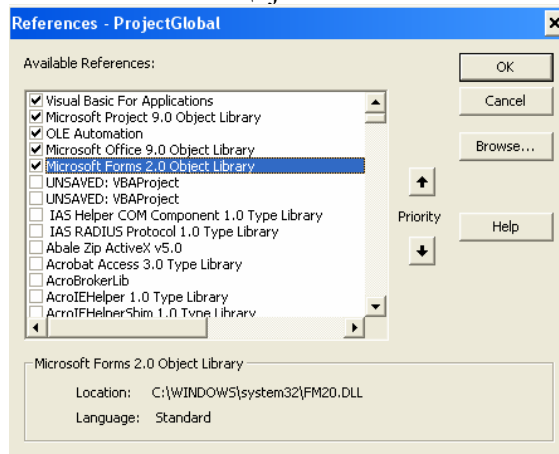
као и информације из екстерног окружења:

- Закони и прописи
- Вести
- Претраживачи...



Слика 70. Екстерно апликативно решење за управљање документацијом

Следећи приступ напредног коришћења MS Project алата за управљање пројектима представља примена програмског кода VBA (Visual Basic for Applications) у свим сегментима коришћења. Програмски језик VBA представља изузетно осмишљено решење за програмски приступ при управљању Microsoft Office апликацијама.



Слика 71. Приступ референтним библиотекама објеката

Примењујући интенцију универзалног програмског језика за ову намену, велики број произвођача софтвера врши његову имплементацију и у своја софтверска решења. Тиме се омогућава проширење доступних апликативних објеката из других апликативних објектних библиотека (слика 71). Овакво решење омогућава изузетно проширење примене универзалног програмског језика за ову намену, VBA. Објектно оријентисаним приступом

омогућава се управљање дефинисаним објектима ових апликативних решења.

Следећи сегмент програмског кода приказује имплементацију језика VBA при формирању кључних програмских сегмената пројектног решења разматраног у ово раду:

Дефинисање генералне активности пројекта, при чему се додељује назив целокупног пројекта:

```
SelectTaskField Row:=1, Column:="Name", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Name", Value:="Inf.sist.fakul.", TaskID:=1,
ProjectName:="Proj10"
```

Прелазак на следећи (други) ред за унос активности. Селектовање редова је извршено у апсолутним референцама ради формирања увек новог, унифицираног пројекта. Врши се упис назива активности:

```
SelectTaskField Row:=2, Column:="Name", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Name", Value:="Poslovi integralnog informacionog
sistema fakulteta", TaskID:=2, ProjectName:="Proj10"
```

У следећем кораку се врши упис почетка и краја активности:

```
SelectTaskField Row:=2, Column:="Start", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Start", Value:="Wed 4/25/12", TaskID:=2,
ProjectName:="Proj10"
```

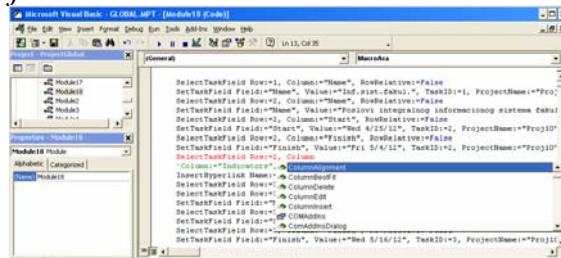
```
SelectTaskField Row:=2, Column:="Finish", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Finish", Value:="Fri 5/4/12", TaskID:=2,
ProjectName:="Proj10"
```

Позивање електронског документа који се односи на текућу активност применом Hyperlink технологије:

```
SelectTaskField Row:=2, Column:="Indicators", RowRelative:=False
InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove univerziteta.htm", SubAddress:="",
ScreenTip:=""
```

Селектовање следећег реда за упис следеће активности и консеквентно додељивање његових вредности:

```
SelectTaskField Row:=3, Column:="Name", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Name", Value:="Poslovi obrazovanja", TaskID:=3,
ProjectName:="Proj10"
```



Слика 72. Додељивање особина објектима MS Project путем VBA програмског језика

Овим је приказан почетни елементарни листинг VBA језика за формирање програмског решења примера разматраног у овом раду.

Сукцесивним уписом параметара који представљају особине објеката MS Project добија се целокупни програмски код пројекта. На слици 72 је приказано коришћење алата IntelliSense за приступ објектима, при креирању програмског кода. Коришћење оваквог алата представља стандардни интерактивни приступ објектно оријентисаног начина програмирања.

За посматрани пример информационог система факултета креиран је програмски код у програму Visual Basic, који приказује називе активности, међусобне зависности између активности као и хиперлинкове активности (прилог 1).

13. ПОСЛОВИ ИНТЕГРИСАНОГ ИНФОРМАЦИОНОГ СИСТЕМА УНИВЕРЗИТЕТА

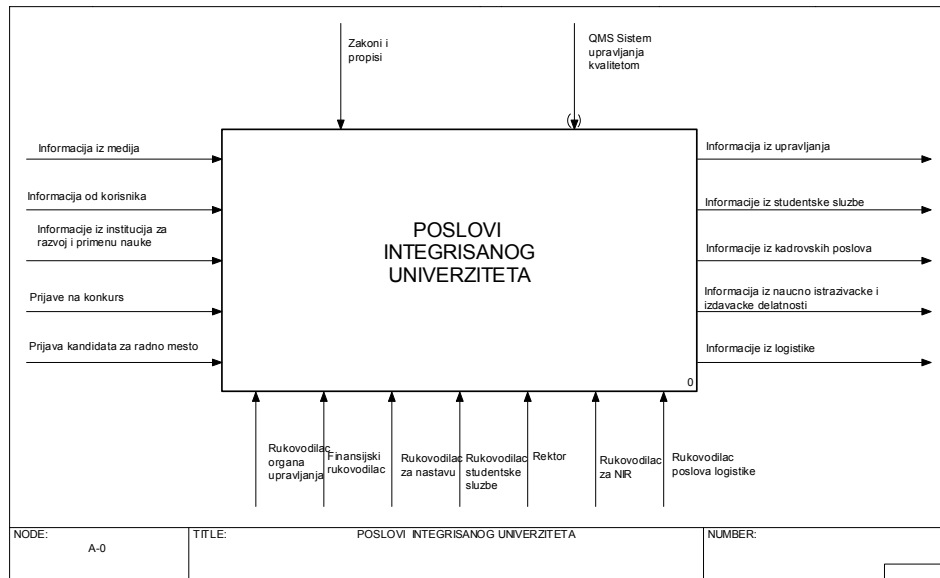
Да би пословни процеси на универзитету били успешно реализовани потребно је извршити њихов реинжењеринг који треба да обухвати постојеће, раније дефинисане процесе на високошколским институцијама и основна начела која се састоје у следећем [165]:

- сваки процес мора деловати као независна целина, али тако да се складно уклапа у делове целог система;
- укључивање појединих процеса треба да буде једноставно и брзо;
- постојање могућности за усавршавање процеса због:
 - примене законских прописа,
 - ревизија стандарда,
 - услова пословања и уклањања недостатака,
 - примене нове технологије,
 - појаве нових софтверских алата итд.
- процесе обавезно развијати у сарадњи са будућим корисницима.

13.1 Дијаграм контекста послова интегрисаног информационог система универзитета

Дијаграм контекста послова интегрисаног универзитета је највиши ниво апстракције који се дијаграмима декомпозиције преводи у нижи ниво апстракције. Активност А0, описује оквире модела и одређена је активном глаголском фразом - послови интегрисаног универзитета [165].

На Слици 73. приказан је дијаграм контекста где се дефинише непосредно окружење.



Слика 73. Дијаграм контекста за послове интегрисаног универзитета [165]
Приказани дијаграм контекста садржи следеће стрелице дефинисане и груписане као [165]:

- Улазне групе информација:
 - информације од корисника – мисли се на захтеве и потребе студената, наставника и топ менаџера;
 - информације од државних институција - мисли се на пријем захтева од министарстава и других државних институција;
 - пријава на конкурс будућих студената;
 - информација од правних и физичких лица - мисли се на пословање везано за испуњење уговорних обавеза склопљених са правним и физичким лицима;
 - пријава кандидата за радно место везано је за кадровско пословање и пријем наставног и ненаставног особља.
- Излазне групе информација:
 - информације из управљања које излазе изван контекста, везане су за биланс стања и биланс успеха, уговор о међународној сарадњи, извештај о размени професора и студената, израду међународних студијских програма, и др.;
 - информације из студентске службе које излазе изван контекста везане су за примерак школског обрасца, уговор о студирању, издавање диплома и додатка дипломе, и др.;
 - информације из кадровских послова које излазе изван контекста везане су за уговор о раду, оглас за пријем, пријаву о заснивању и престанку радног односа, конкурс за пријем и избор, потврду о поднетој пријави-одјави осигурања и др.
 - информације из научноистраживачке делатности које излазе изван контекста везане су за уговор о изради

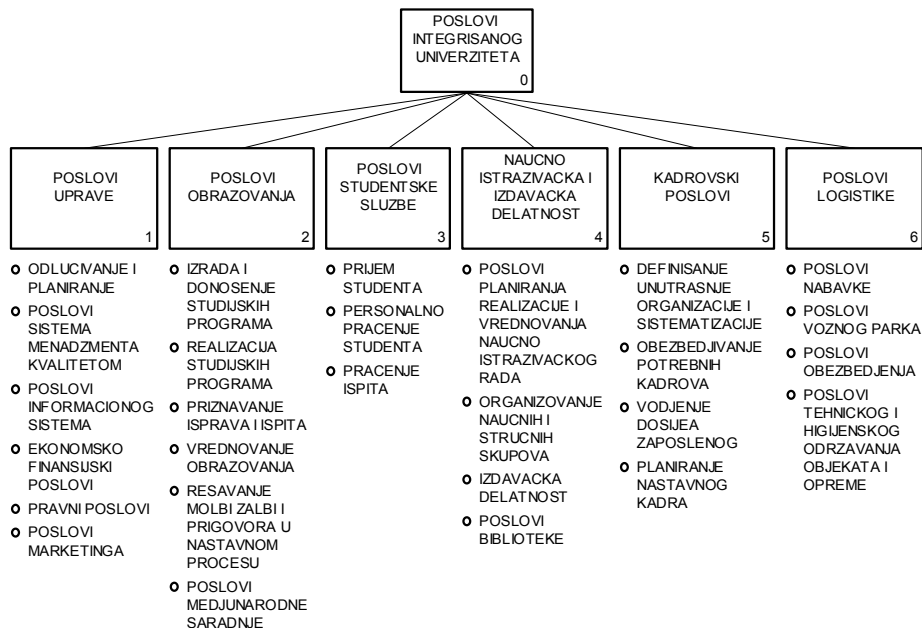
- научноистраживачког пројекта, годишњи извештај о реализацији научноистраживачког пројекта, пријаву научноистраживачког пројекта, обавештења о прихватању радова за научни скуп, позив за учешће на научним скуповима;
- информације из логистике које излазе изван контекста везане су за уговор о набавци, уговор о одржавању, и др.
 - Контроле су везане за следеће законе и прописе:
 - Закон о високом образовању;
 - QMC систем менаџмента квалитетом;
 - Упутства Министарства просвете.
 - Механизми дефинишу одговорности и то су ректор, руководилац органа управљања, руководилац студентске службе, финансијски руководилац, шеф кадровске службе, руководилац за НИР, руководилац послова логистике.

Имајући у виду овако постављени дијаграм контекста, у следећем кораку дефинишу се вертикалне везе између послова тј. стабло пословних процеса [165].

У овом поглављу приказани су послови интегрисаног универзитета. Сви послови су дефинисани да би се реализовале одређене функције. Све активности дефинисане су скупом закона и захтевима система менаџмента квалитетом.

На следећој слици приказано је стабло активности којим се дефинише хијерархијска структура тј. повезивање пословних процеса по вертикали на интегрисаном универзитету.

Стабло послова не представља организациону шему, већ скуп свих процеса на интегрисаном универзитету [165].

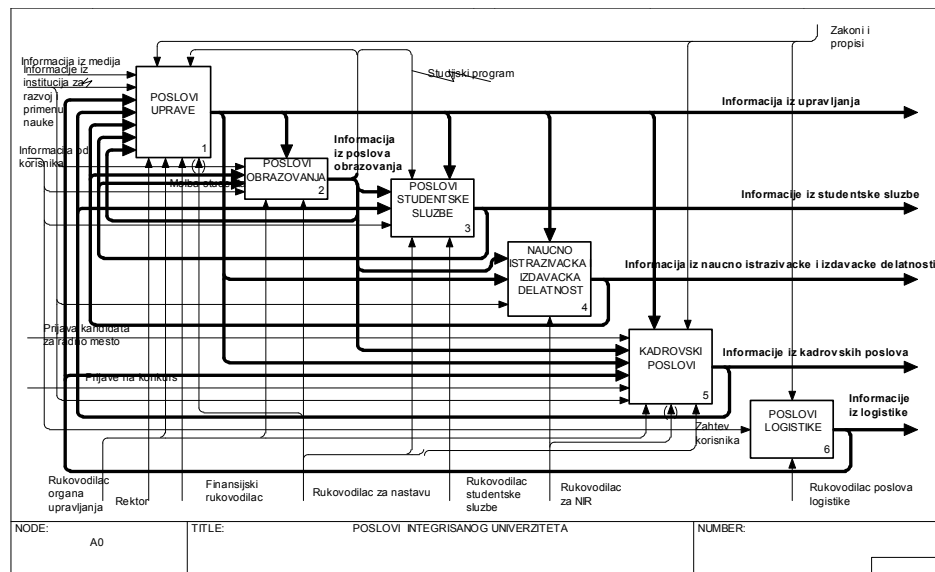


Слика 74. Стабло послова интегрисаног универзитета [165]

Као што се на претходној слици види, послови интегрисаног универзитета декомпоунују се на следеће пословне функције [165]:

- Послови управе
- Послови образовања
- Послови студентске службе
- Послови научноистраживачке и издавачке делатности
- Кадровски послови
- Послови логистике

Приликом декомпозиције пословних процеса треба водити рачуна о захтевима система менаџмента квалитетом дефинисаних стандардом JUS SRPS ISO 9001:2008. На Слици 75. приказан је дијаграм декомпозиције најопштијег нивоа за послове интегрисаног универзитета [165].



Слика 75. Дијаграм декомпозиције за послове интегрисаног универзитета [165]

Поштујући IDEF0 стандард, одговарајуће стрелице представљају сетове докумената које дефинишемо као информације. Свака информација на следећем нивоу дели се све до нивоа активности, где се као стрелице дефинишу конкретна документа.

Подршка развоју интегрисаног универзитета има за претпоставку дефинисане [165]:

- одговарајуће шифарнике,
- организациону шему и описе радних места,
- пословник и процедуре система менаџмента квалитетом.

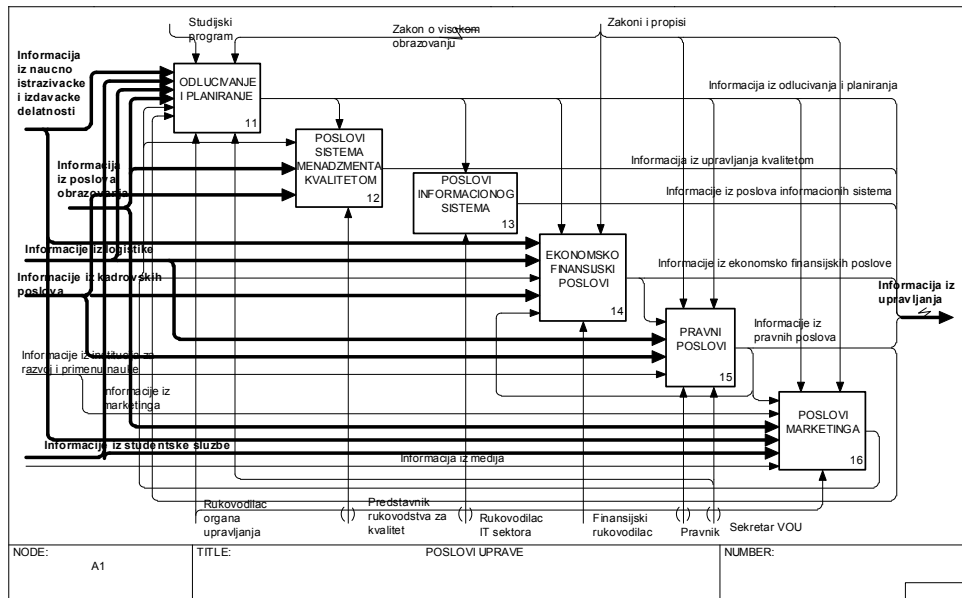
13.2 Послови управе

Овом пословном функцијом полази се од постављања општих смерница у развоју интегрисаног универзитета, избора организационих облика и поступака који омогућују рационално пословање, руковођење и усклађивање укупног пословања, периодичних анализа остварених резултата ради сагледавања техничко-организационих мера за побољшавање резултата у укупном пословању интегрисаног универзитета [165].

Послови управе декомпоунују се на следеће пословне функције [165]:

- Одлучивање и планирање
- Послови система менаџмента квалитетом
- Послови информационог система
- Економско финансијски послови
- Правни послови
- Послови маркетинга

Хоризонталне везе на првом нивоу за послове управе приказане су на Слици 76.



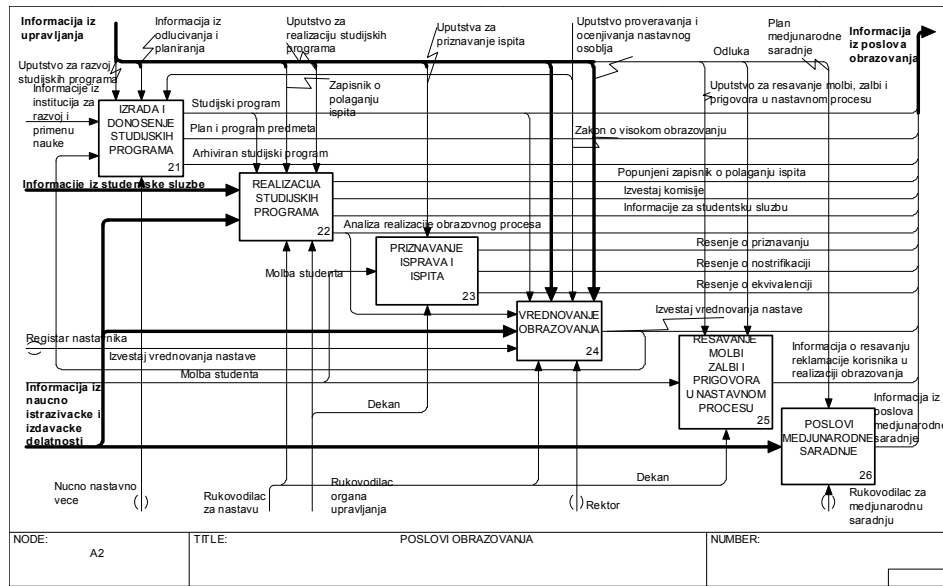
Слика 76. Дијаграм декомпозиције за послове управе [165]

13.3 Послови образовања

Законом о високом образовању уређује се систем високог образовања као делатности од посебног значаја чији су циљеви преношење научних, стручних и уметничких знања и вештина који доприносе укупном развоју друштва. Послови високог образовања заснивају се на принципима који су

усклађени са међународним и европским стандардима уз сталну контролу квалитета.

На основу Закона о високом образовању дефинисани су пословни процеси у образовању: израда и доношење студијских програма за одређене врсте, обим и ниво студија; евидентирање реализације студијског програма, прелазак и признавање испита, признавање стране високошколске исправе, решавање рекламације корисника у реализацији образовања, вредновање образовања и анализа успешности студирања. Послови образовања приказани су на Слици 77 [165].

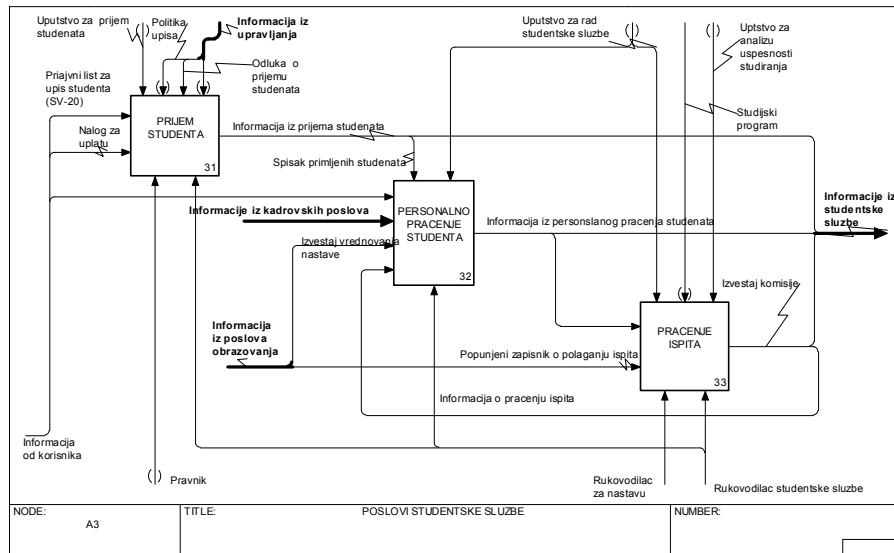


Слика 77. Дијаграм декомпозиције за послове образовања [165]

13.4 Послови студентске службе

У склопу дефинисаних, бројних конститутивних и функционалних елемената универзитетског образовног система, послови студентске службе обухватају следеће процесе: пријем студената, персонално праћење студената и испита [165].

Декомпозициони дијаграм за послове студентске службе приказан је на Слици 78.

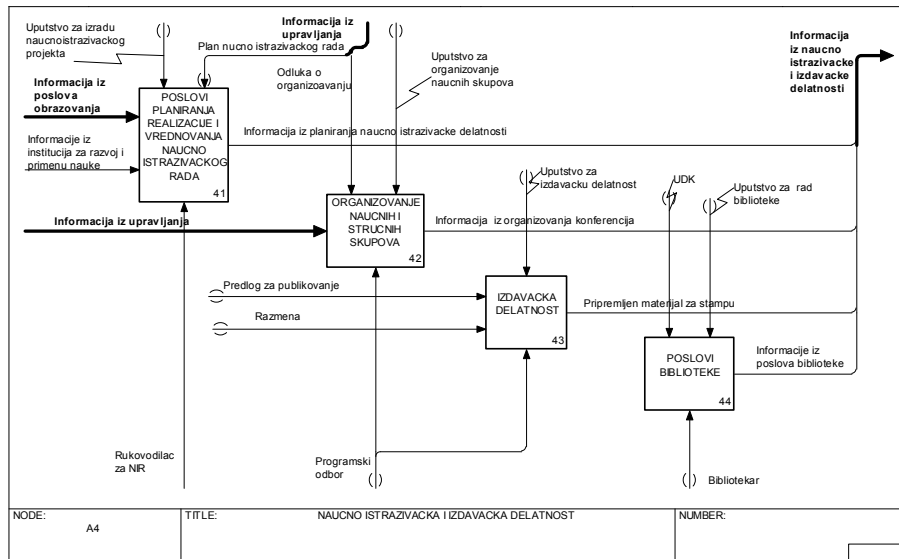


Слика 78. Дијаграм декомпозиције за послове студентске службе [165]

Реализација овог процеса одвија се према документу *Упутство за рад студентске службе*.

13.5 Послови научноистраживачке и издавачке делатности

Делатност интегрисаног универзитета заснована је на принципима који обезбеђују јединство наставе и научноистраживачког рада. На основу захтева савременог управљања, образовања и релевантних институција за развој и примену науке, на интегрисаном универзитету предвиђене су активности у области планирања, реализације и вредновања научноистраживачке делатности, подношења пријава на основу међународних и домаћих позива за учешће у пројектима, организовања научних скупова и научно-стручних конференција, размене научних информација, издавачке делатности и послова библиотеке (Слика 79.) [165].



Слика 79. Декомпозициони дијаграм научноистраживачке делатности [165]

Интегрисани универзитет обавља научноистраживачку, експертско - консултантску и издавачку делатност, а може обављати и друге послове којима се комерцијализују резултати научног и истраживачког рада.

Интегрисани универзитет систематски прати и оцењује обим и квалитет научноистраживачког рада наставног особља, промовише резултате и подстиче публикавање научних и стручних резултата, као и резултата унапређења науке и образовања [165].

Садржај и резултати научноистраживачког и стручног рада усмерени су ка реализацији циљева високообразовних установа и усклађени са циљевима националних и европских стандарда науке и високог образовања. Обим и трајање научноистраживачког рада диктирани су захтевима институција за развој и примену науке, као и моделима финансирања. Савремени садржаји научноистраживачког рада и нова знања до којих се долази реализацијом научних пројеката саставни су део наставног процеса [165].

Интегрисани универзитет ствара услове наставном особљу да се активно бави научноистраживачким радом (НИР), подстиче промоцију, унапређење и публикавање резултата. Тиме се развија посебан вид размене знања кроз литературу, а допуњује се учешћем на конференцијама, семинарима, симпозијумима и саветовањима у земљи и иностранству.

Интегрисани универзитет настоји да изгради организациони и амбијент за комерцијализацију научноистраживачког рада. У организовању и остваривању научноистраживачког, стручног и образовног рада универзитет сарађује са другим универзитетима, ресорним министарствима, локалном самоуправом, установама и организацијама. Средства за основна истраживања, технолошки развој, интегрална и интердисциплинарна

истраживања која интегрисани универзитет обавља за потребе других корисника, стичу се на тржишту непосредним уговарањем са корисницима услуга [165].

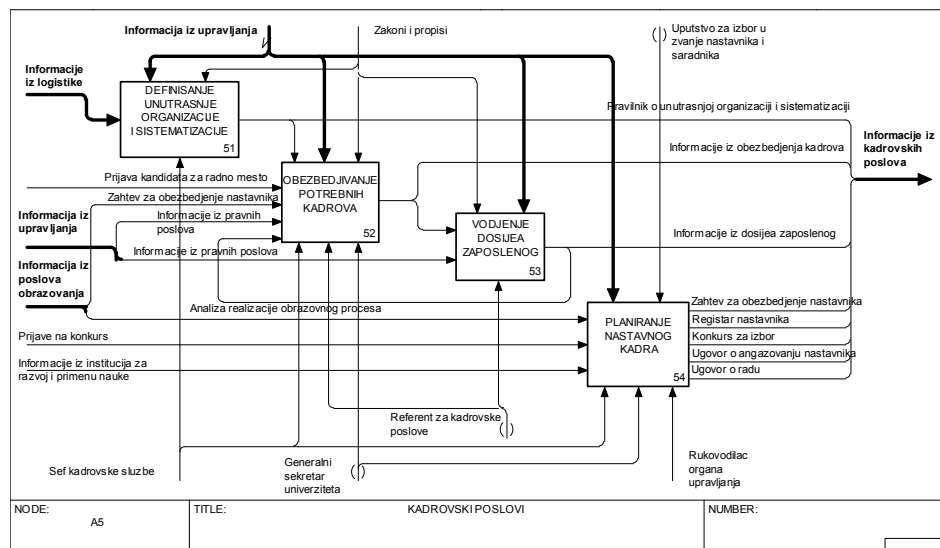
Реализација овог процеса одвија се према документу *Унутштво за израду научноистраживачког пројекта*.

13.6 Кадровски послови

Политика запошљавања и ангажовања наставног и ненаставног особља на универзитету, односно студијским програмима, утврђује се годишњим планом запошљавања који доноси Сенат, на предлог ректора и руководиоца организационих јединица.

Управљање кадровима и организацијом (јасно дефинисана организација и описана радна места) на интегрисаном универзитету један је од предуслова за реализацију реинжењеринга пословних процеса [165].

Декомпозициони дијаграм за кадровске послове приказан је на Слици 80.



Слика 80. Декомпозициони дијаграм за кадровске послове [165]

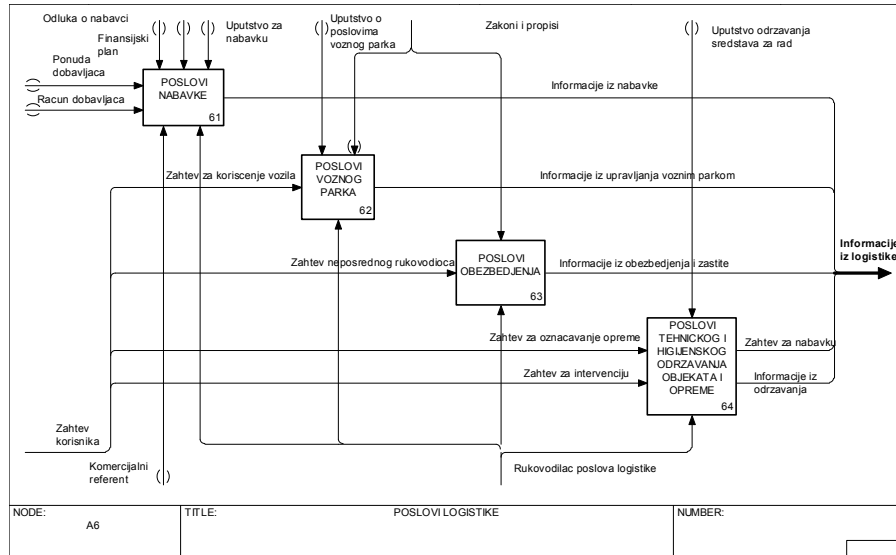
Реализација овог процеса одвија се према документу *Правилник о унутрашњој организацији и систематизацији*.

13.7 Послови логистике

Ова функција је подршка свим претходно дефинисаним пословима интегрисаног универзитета и састоји се из: послова набавке, послова возног

парка, послова обезбеђења и послова техничког и хигијенског одржавања објеката и опреме [165].

81. Декомпозициони дијаграм за послове логистике приказан је на Сlici



Слика 81. Декомпозициони дијаграм за послове логистике [165]

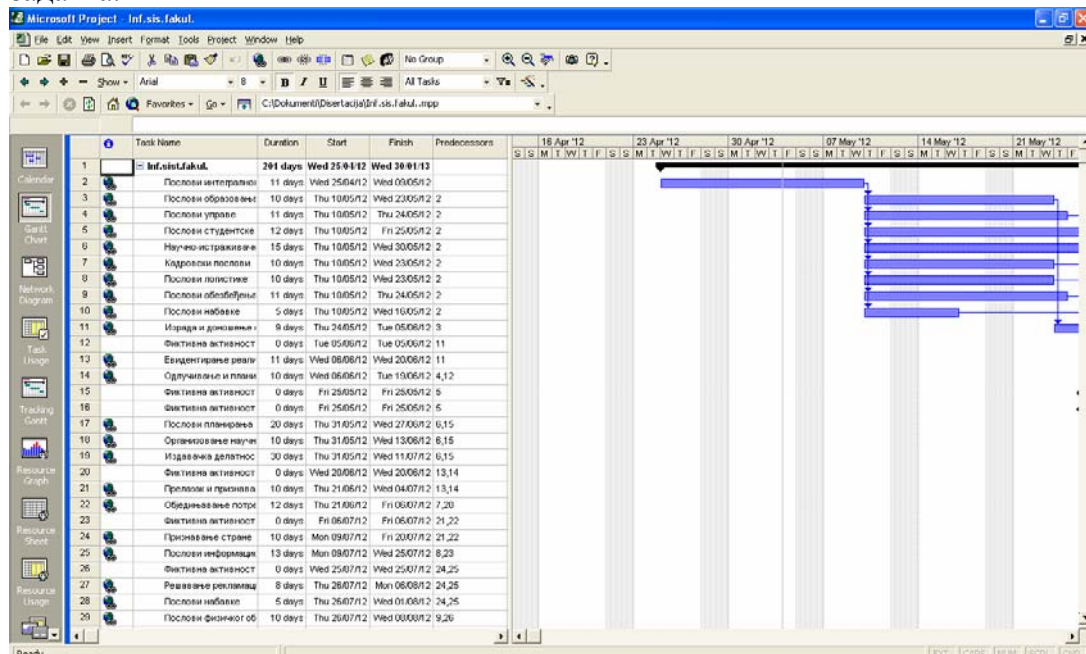
14. СОФТВЕРСКА ПОДРШКА ОПТИМИЗАЦИЈИ МРЕЖНОГ ДИЈАГРАМА

У MS Project-у се и људски ресурси и ресурси опреме називају једним именом и то радни ресурси, али постоје значајне разлике у могућностима распоређивања те две врсте ресурса. Људски ресурси имају уобичајени радни дан од осам часова, ресурси опреме имају различите радне капацитете, од кратког до непрекидног трајања.

Ако се за неки ресурс унесе нпр. вредност Max Units од 700%, то значи да се очекује да седам радника буде расположиво у пуном радном времену. За материјалне и радне ресурсе могу се унети стандардне цене коришћења као и цене за прековремени рад радних ресурса.

У овом поглављу приказана је оптимизација мрежног дијаграма. Следећа слика приказује гантограмски приказ информационог система Техничког факултета у Чачку у програму MS Project.

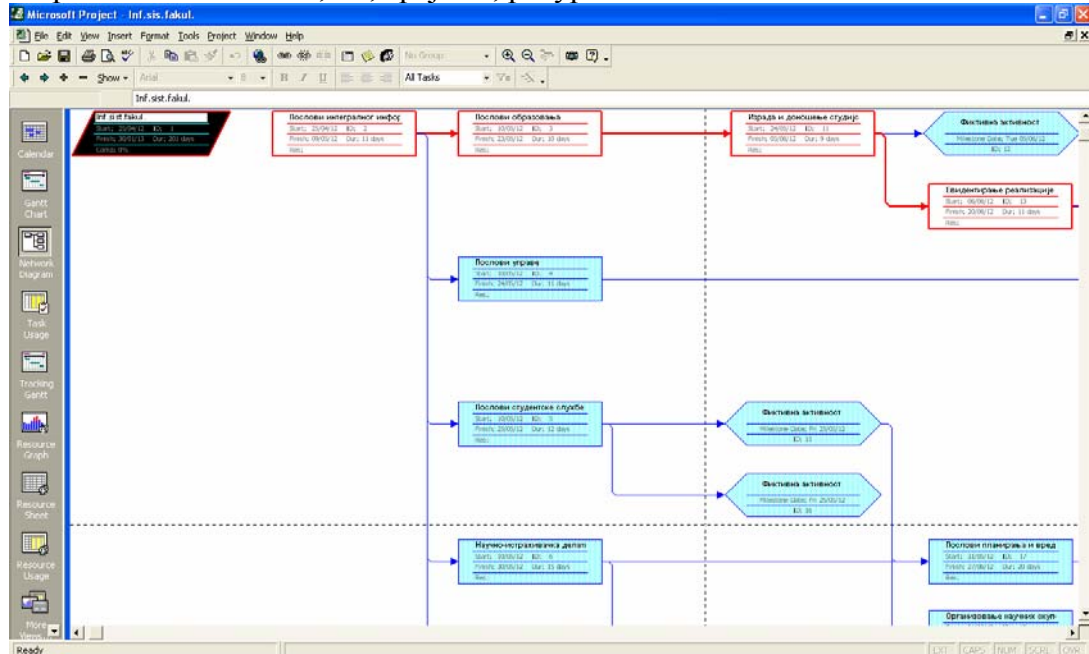
Простор за рад у програму MS Project назива се приказ. Пројект садржи на десетине приказа, они се користе да би уносили, уређивали, анализирали и приказивали податке о вашем пројекту. Подразумевани приказ је Gantt са приказом Timeline. Приказ Gantt Chart даје листу података о задацима (назив, трајање, почетни и завршни датум, зависност) и графички приказ сваког задатка.



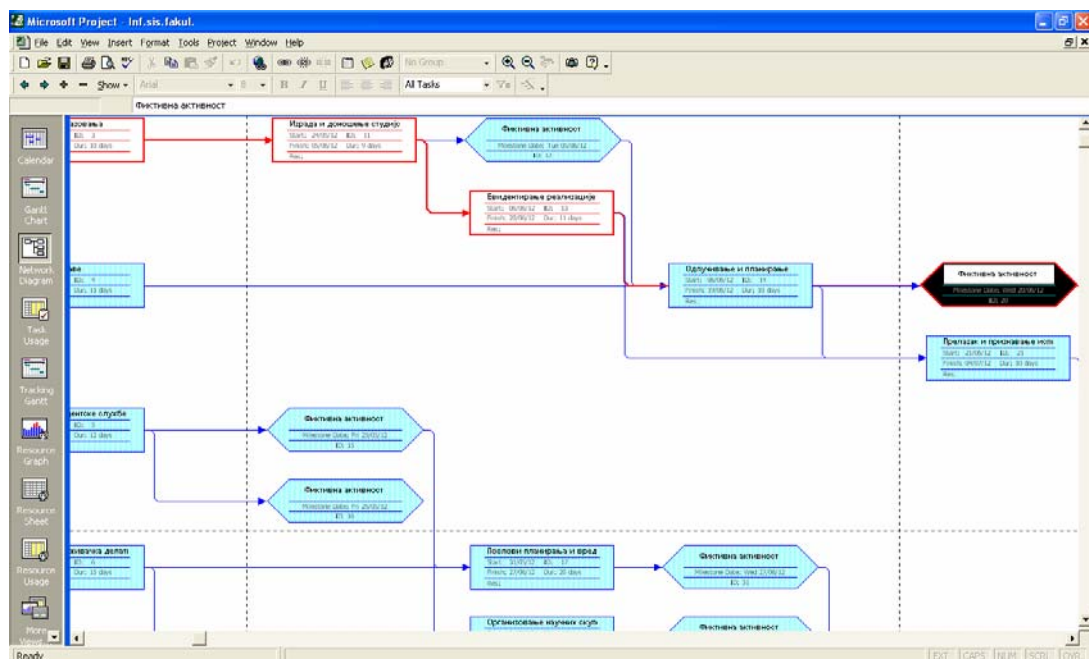
Слика 82. Гантограмски приказ пројекта

На сликама 83-91 приказан је мрежни дијаграм разматраног примера, који због видљивости није могуће приказати на једној слици. У мрежном дијаграму различите активности имају различит облик активности. Збирна активност има облик ромба усмереног на десно, критичне активности су у

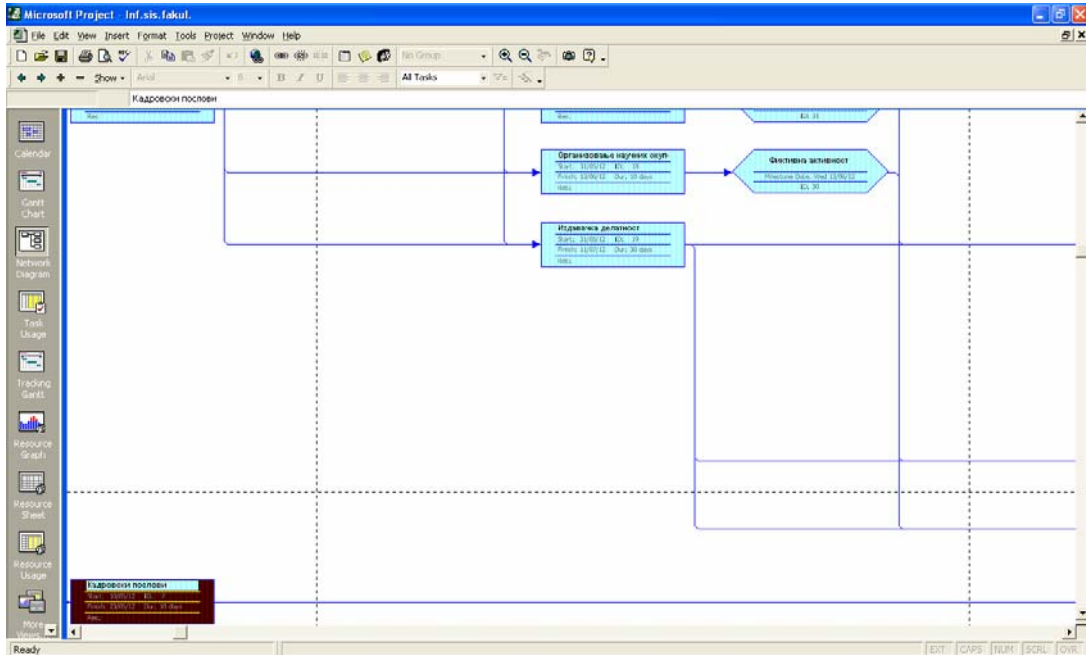
правоугаонику црвене боје, док су фиктивне активности у шестоуглу. Сваки догађај се састоји из следећих података: назив активности, почетак и завршетак активности, ID, трајање, ресурси.



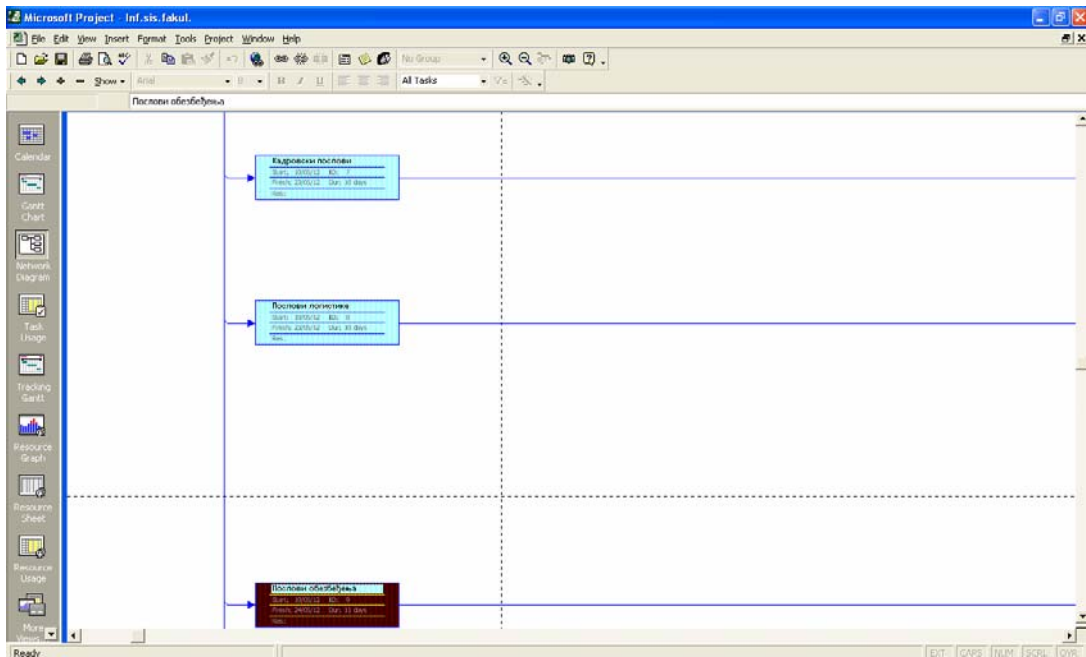
Слика 83. Мрежни дијаграм разматраног примера (I део)



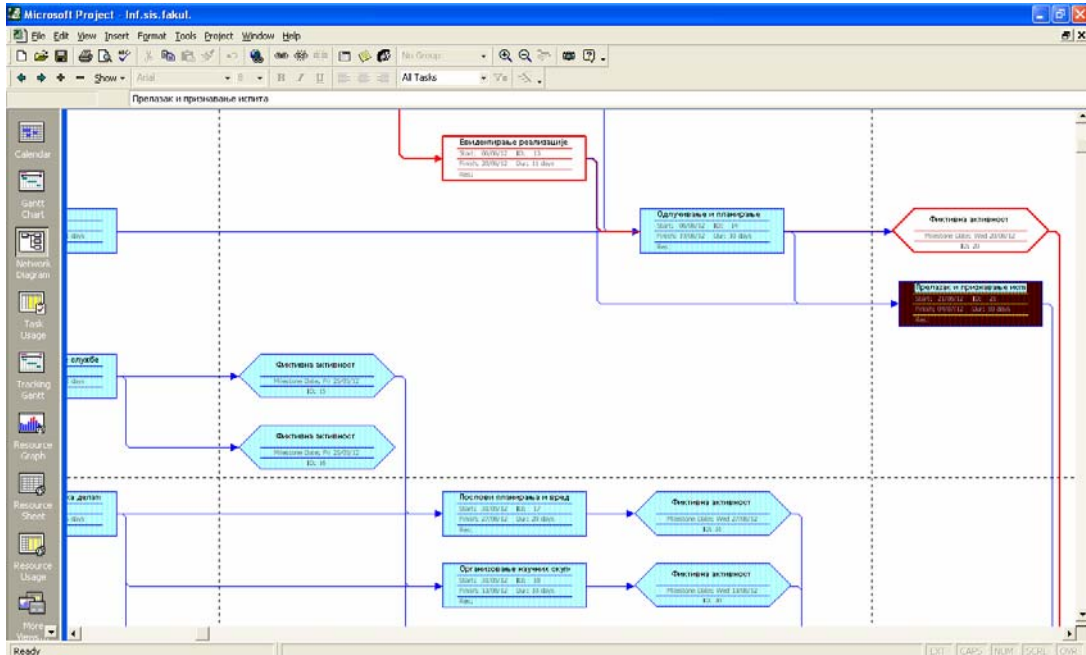
Слика 84. Мрежни дијаграм разматраног примера (II део)



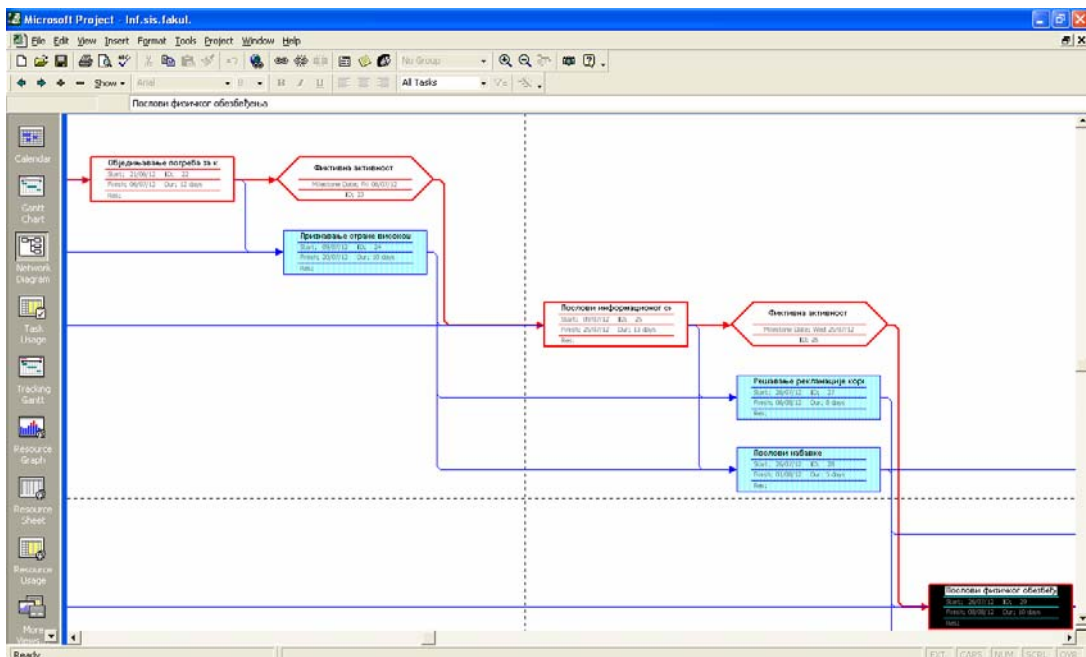
Слика 85. Мрежни дијаграм разматраног примера (III део)



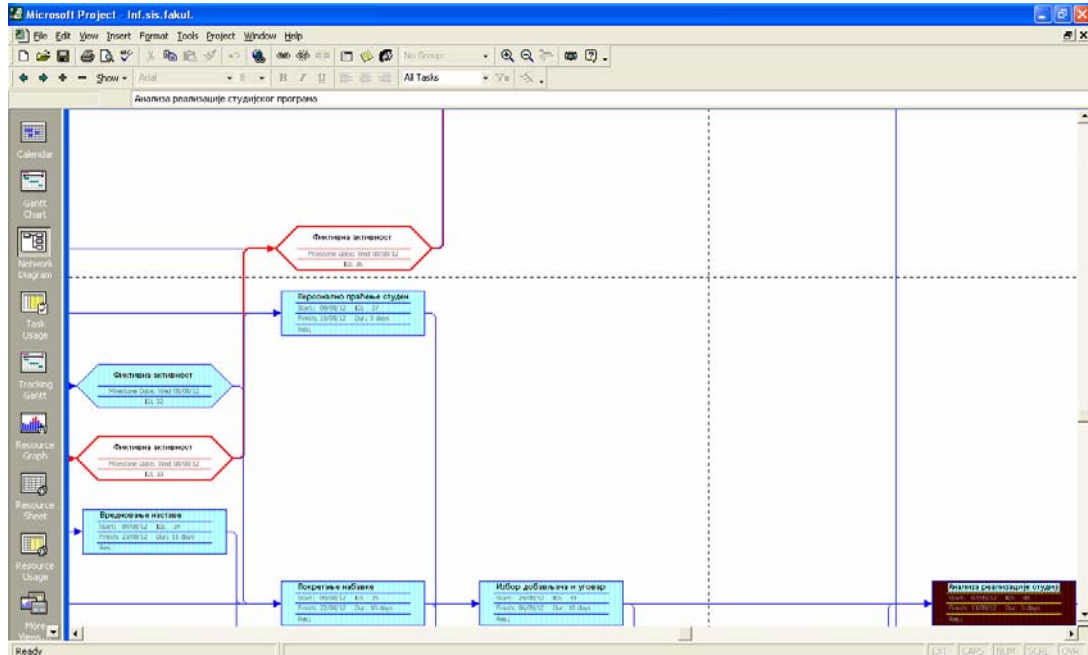
Слика 86. Мрежни дијаграм разматраног примера (IV део)



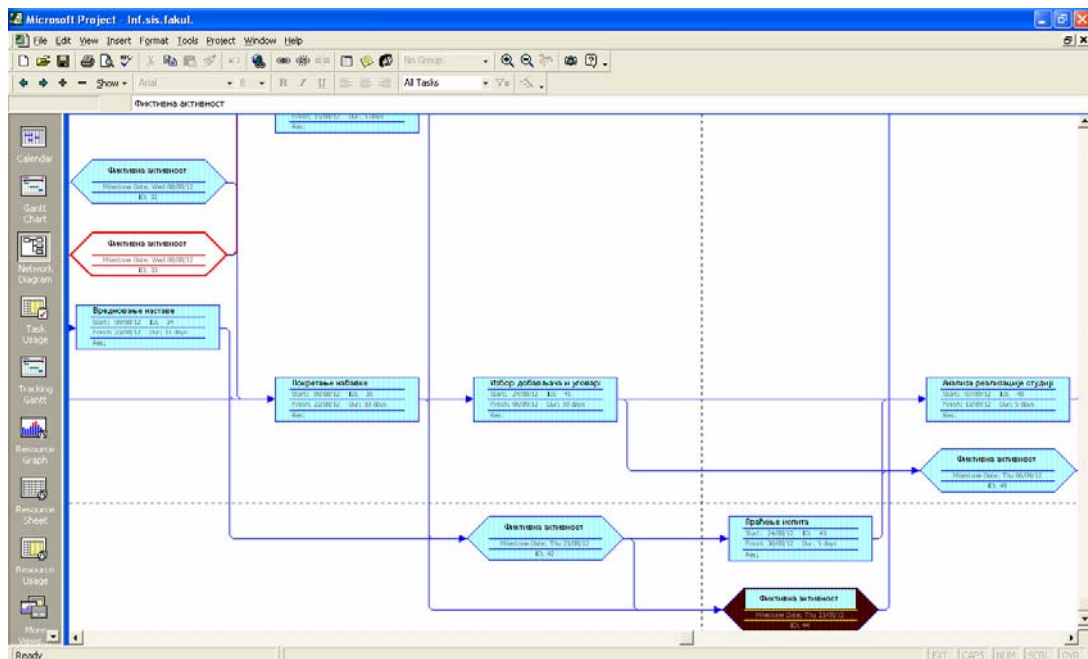
Слика 87. Мрежни дијаграм разматраног примера (V део)



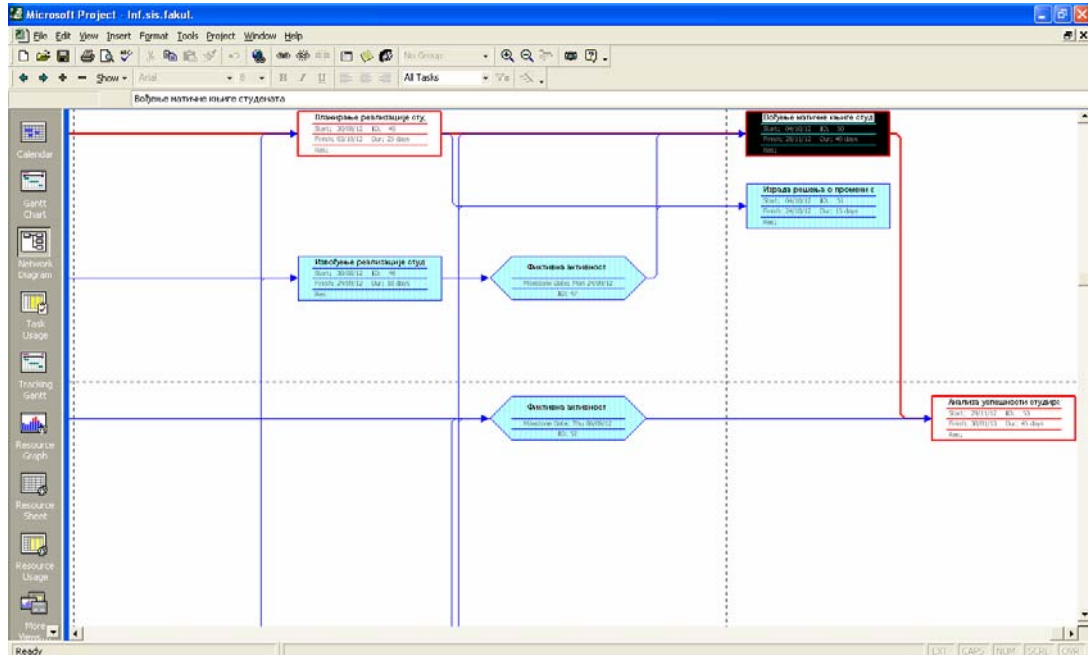
Слика 88. Мрежни дијаграм разматраног примера (VI део)



Слика 89. Мрежни дијаграм разматраног примера (VII део)

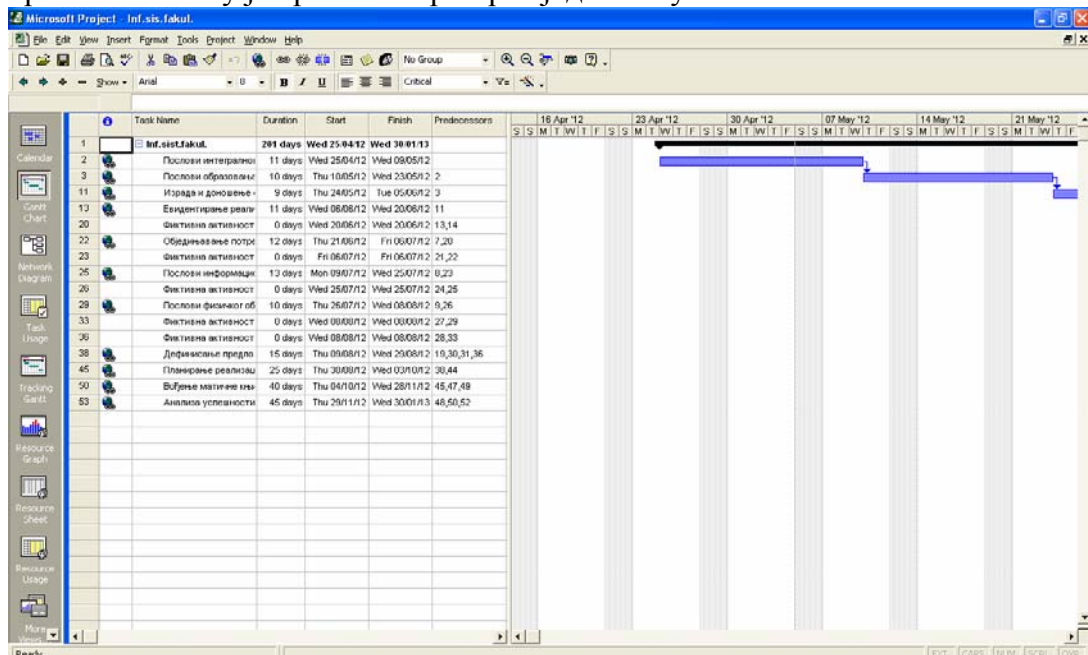


Слика 90. Мрежни дијаграм разматраног примера (VIII део)



Слика 91. Мрежни дијаграм разматраног примера (IX део)

На слици 92 приказане су само критичне активности. Критичан пут је пут који се састоји од критичних активности и представља низ задатака чије би кашњење одложило завршетак пројекта. Пројект дефинише задатак као критичан ако му је временска резерва једнака нули.



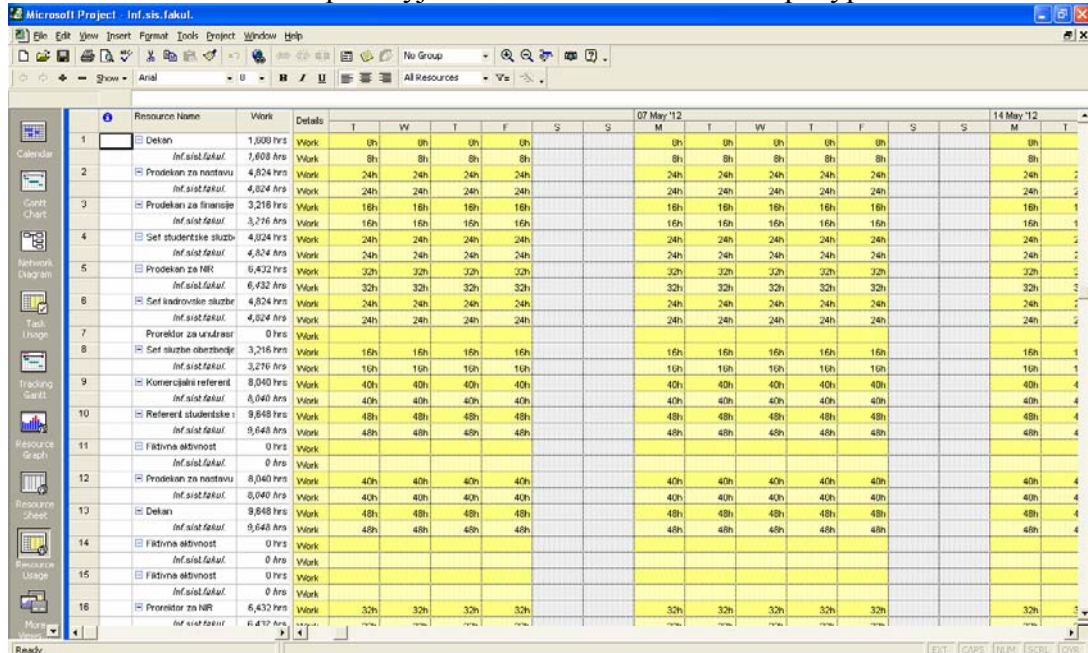
Слика 92. Приказ критичних активности почетног мрежног дијаграма

У Microsoft Project-у 2010 имамо три врсте ресурса и то:

- Радни ресурси-обухватају људе и опрему који су неопходни да би се извршили одређени послови,

- Трошковни ресурси-представљају финансијске трошкове везане за активности,
- Материјални ресурси-су одређени материјали који се троше при реализацији пројекта.

Следећа слика приказује податке о ангажованим ресурсима.



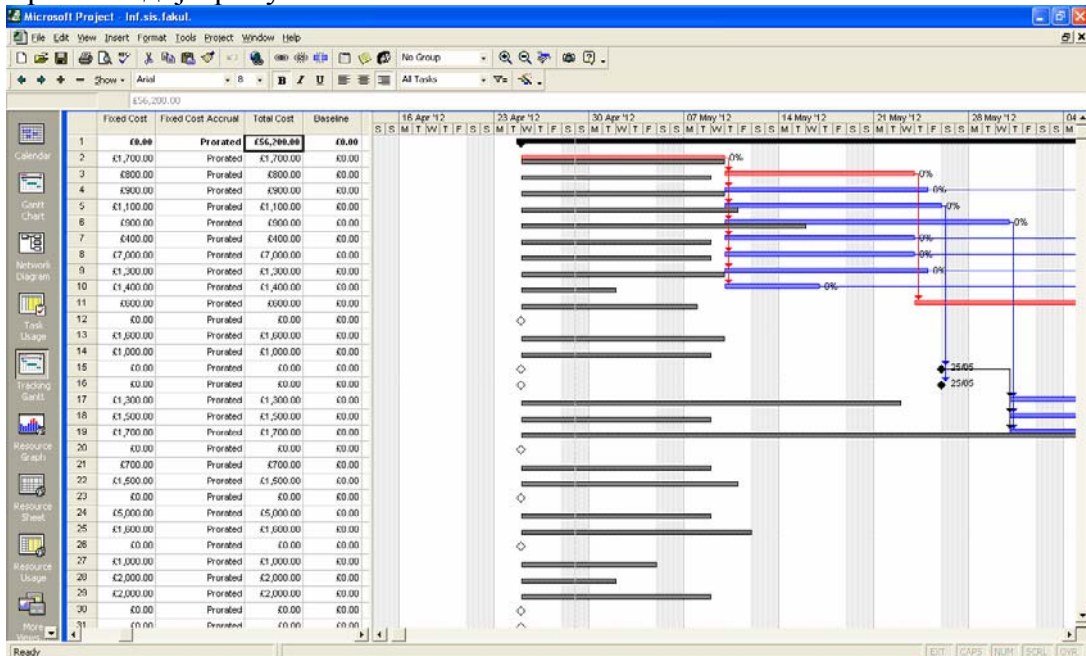
Слика 93. Приказ ангажованих ресурса

На слици 94 приказани су подаци о ресурсима. (име ресурса, тип, којој групи припадају, максимална расположивост ресурса, трошкови ресурса при коришћењу, основни календар, код). Поље Max Units представља максимални капацитет ресурса за извршење задатка. За материјалне и радне ресурсе могу се унети вредности плата и цена коришћења, као и цене за прековремени рад радних ресурса. Ако радни ресурс има стандардну цену коштања и додели се неком задатку, Project израчунава коштање тог додељивања. Project то израчунава тако што множи вредности додељеног рада са ценом ресурса, на основу тога могу се израчунати трошкови.

| Resource Name | Type | Material Label | Initials | Group | Max. Units | Std. Rate | Ovt. Rate | Cost/Use | Accrue At | Base Calendar | Code |
|---------------|-------------------------|----------------|----------|-------|------------|-----------|-----------|----------|-----------|---------------|------|
| 1 | Dekan | | D | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 2 | Prodekan za nastavu | Work | P | | 300% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 3 | Prodekan za finansije | Work | P | | 200% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 4 | Šef studentske službe | Work | S | | 300% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 5 | Prodekan za NR | Work | P | | 400% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 6 | Šef kadrovske službe | Work | S | | 300% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 7 | Prorektor za unutrašnje | Work | P | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 8 | Šef službe obezbeđenja | Work | S | | 200% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 9 | Komercijalni referent | Work | K | | 500% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 10 | Referent studentstva | Work | R | | 600% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 11 | Fakultna aktivnost | Work | F | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 12 | Prodekan za nastavu | Work | P | | 500% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 13 | Dekan | Work | D | | 600% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 14 | Fakultna aktivnost | Work | F | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 15 | Fakultna aktivnost | Work | F | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 16 | Prorektor za NR | Work | P | | 400% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 17 | Programski odbor | Work | P | | 500% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 18 | Komisija za izdavačku | Work | K | | 200% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 19 | Fakultna aktivnost | Work | F | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 20 | Referent studentstva | Work | R | | 400% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 21 | Šef kadrovske službe | Work | S | | 300% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 22 | Fakultna aktivnost | Work | F | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 23 | Šef studentske službe | Work | S | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 24 | Rukovodilac IT sektora | Work | R | | 400% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 25 | Fakultna aktivnost | Work | F | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 26 | Dekan | Work | D | | 500% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 27 | Komercijalni direktor | Work | K | | 600% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 28 | Šef službe obezbeđenja | Work | S | | 700% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 29 | Fakultna aktivnost | Work | F | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 30 | Fakultna aktivnost | Work | F | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 31 | Fakultna aktivnost | Work | F | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |

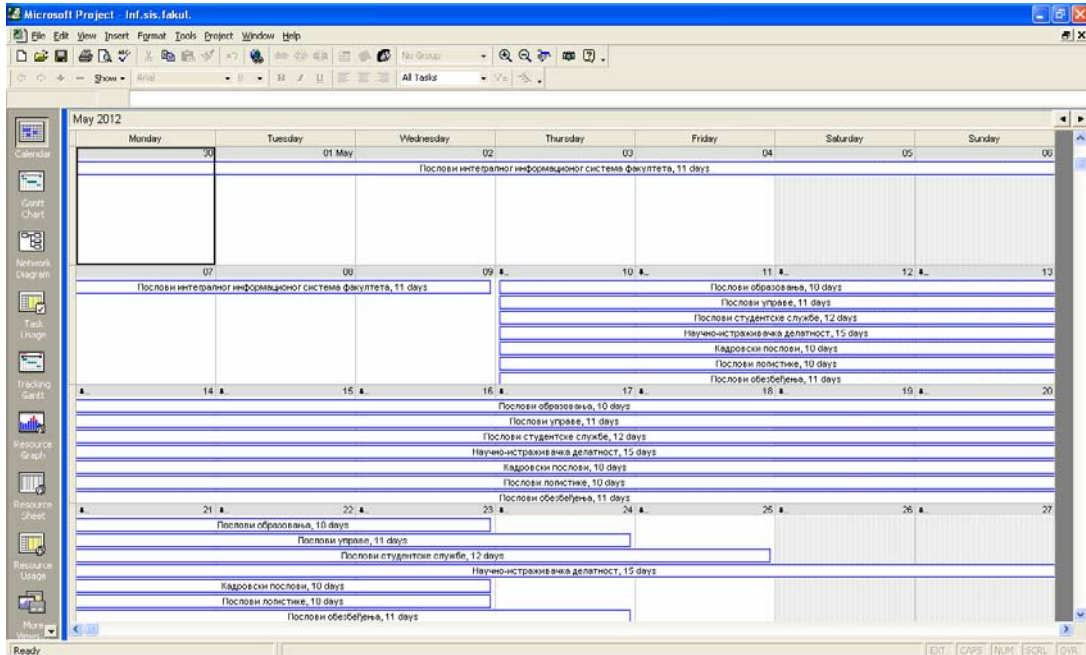
Слика 94. Приказ података о ресурсима

На следећој слици може се видети колики су трошкови на почетном мрежном дијаграму.



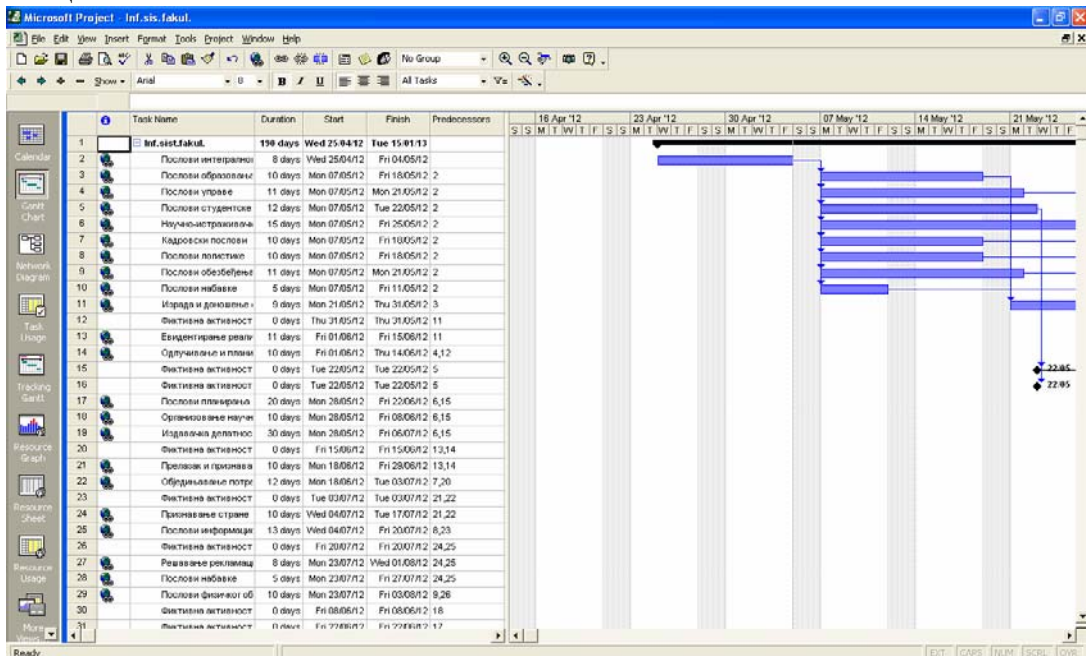
Слика 95. Трошкови на почетном мрежном дијаграму

На слици 96 представљен је приказ календар разматраног примера. Приказ Calendar је користан за размену података из плана са ресурсима или учесницима у пројекту који више воле традиционални формат "месечног увида".



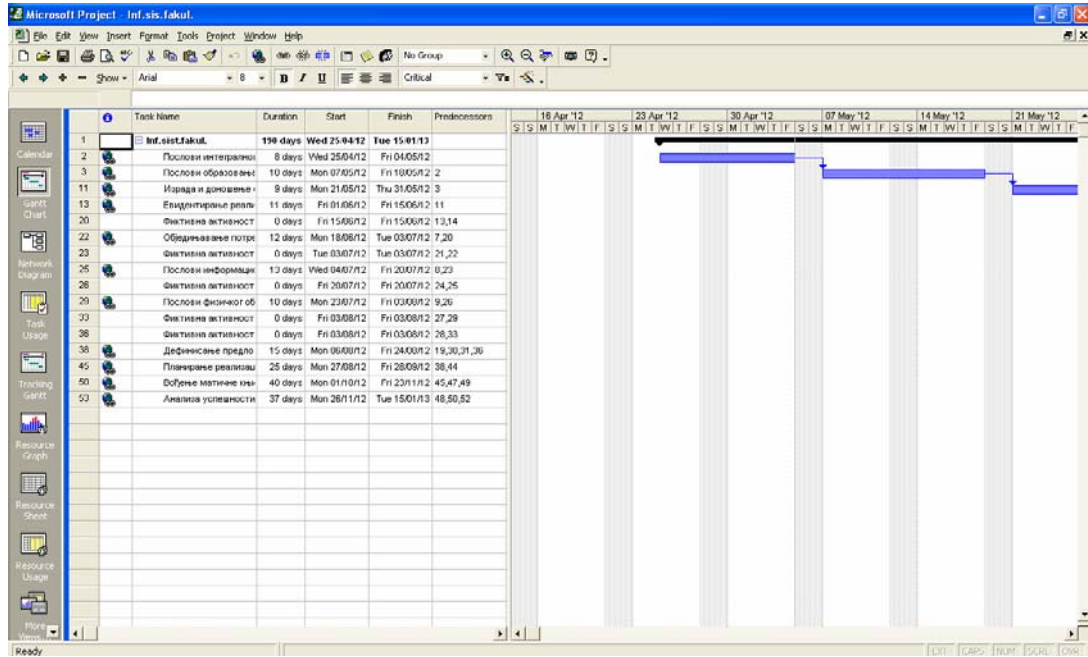
Слика 96. Приказ календар посматраног примера

У првој итерацији скраћене су активности 1 и 52 до усиљеног трајања и сада пројекат траје 190 временских јединица, што се види на следећој слици.



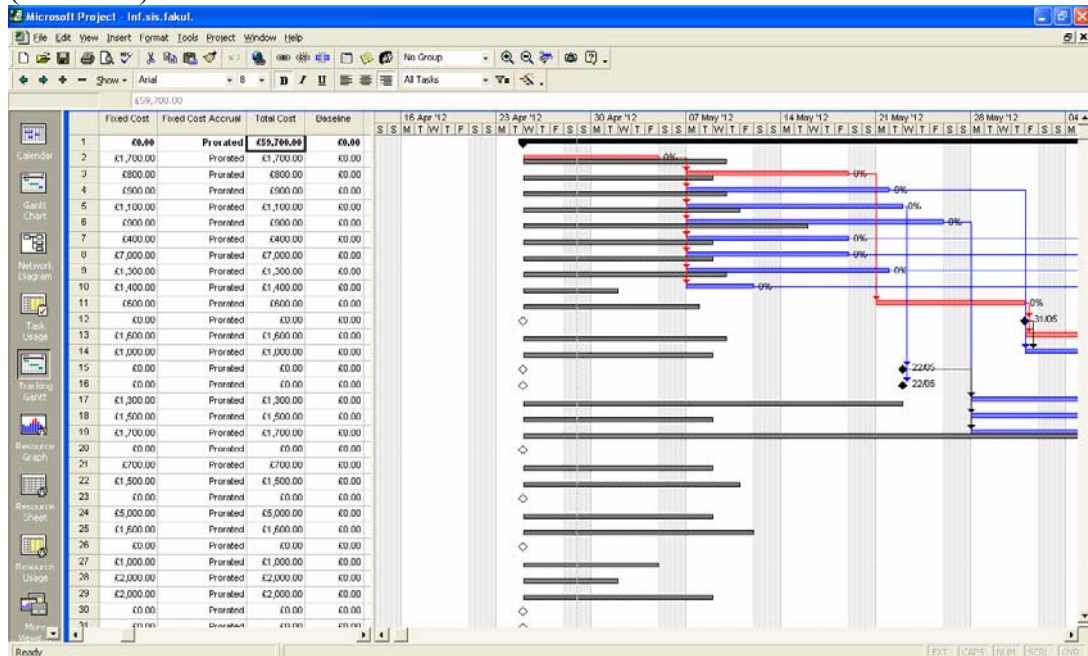
Слика 97. Гантограмски приказ после прве итерације

После прве итерације имамо такође један критичан пут (16 активности).



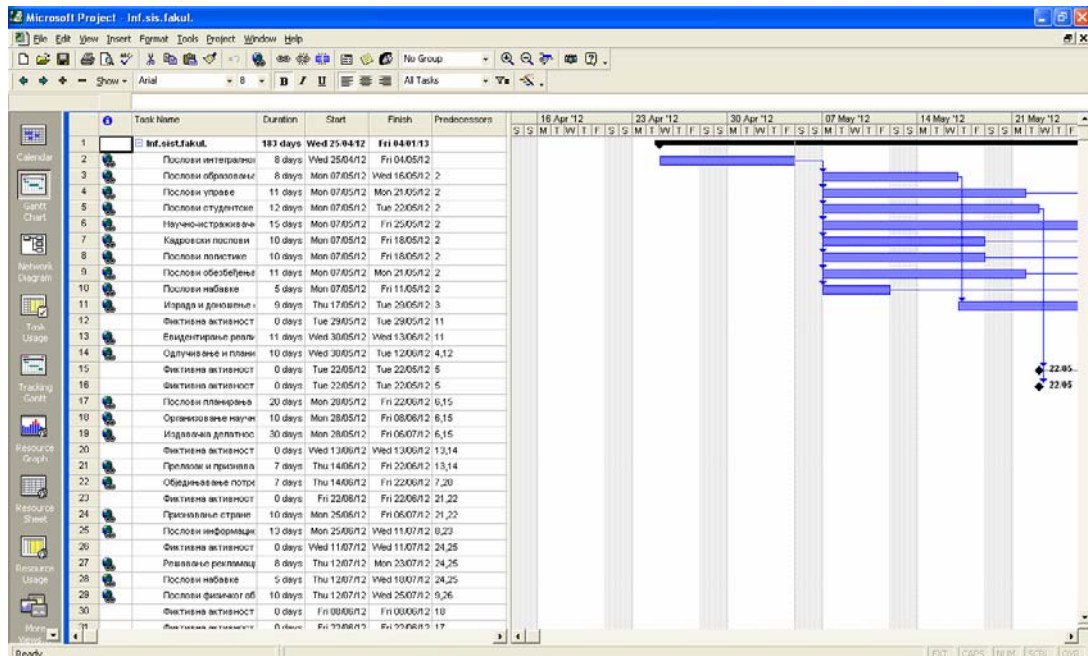
Слика 98. Критичне активности после прве итерације

После прве итерације трошкови износе 59700 новчаних јединица (слика 99).



Слика 99. Трошкови после прве итерације

После друге итерације трајање пројекта је 183 временске јединице, што је приказано на следећој слици.



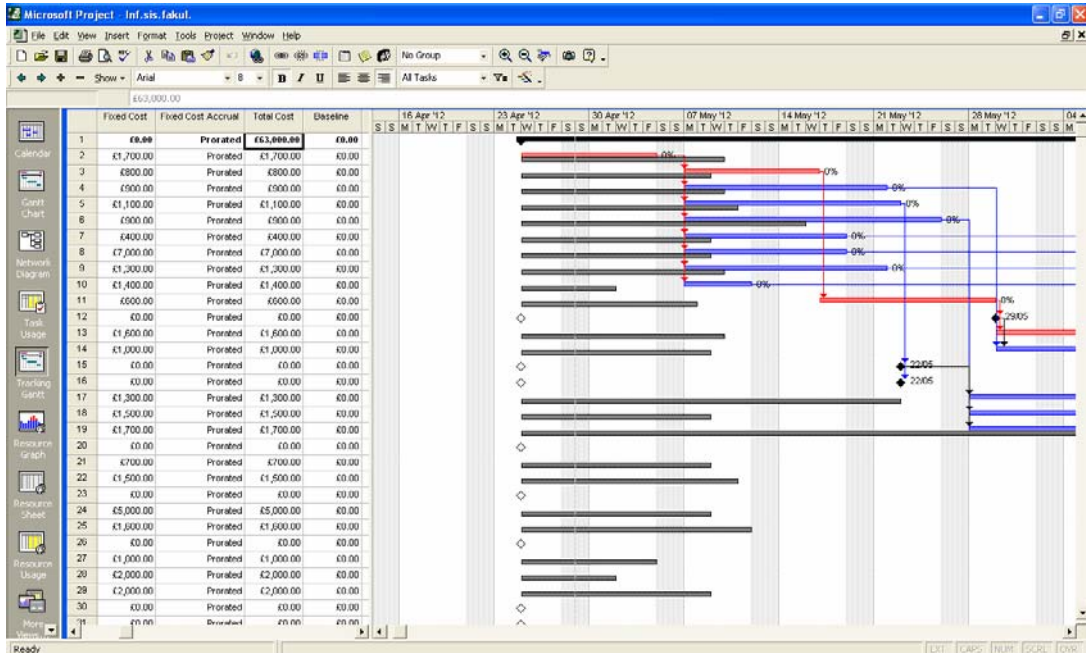
Слика 100. Гантограмски приказ после друге итерације

У другој итерацији скраћена је активност 2 за две временске јединице, активност 21 за пет временских јединица и активност 20 за три временске јединице (слика 101).

| Resource Name | Type | Material Label | Initials | Group | Max. Units | Std. Rate | Ovt. Rate | Cost/Use | Accrue At | Base Calendar | Code |
|---------------------------|------|----------------|----------|-------|------------|-----------|-----------|----------|-----------|---------------|------|
| 1. Dekan | Work | | D | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €200.00 | Prorated | Standard | |
| 2. Prodekan za nastavu | Work | | P | | 300% | €0.00/hr | €0.00/hr | €200.00 | Prorated | Standard | |
| 3. Prodekan za finansije | Work | | P | | 200% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 4. Sef studentske službe | Work | | S | | 300% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 5. Prodekan za NR | Work | | P | | 400% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 6. Sef kadrovске službe | Work | | S | | 300% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 7. Prorektor za unutrašnj | Work | | P | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 8. Sef službe obezbeđe | Work | | S | | 200% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 9. Komercijalni referent | Work | | K | | 500% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 10. Referent studentske | Work | | R | | 600% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 11. Filijalna aktivnost | Work | | F | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 12. Prodekan za nastavu | Work | | P | | 500% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 13. Dekan | Work | | D | | 600% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 14. Filijalna aktivnost | Work | | F | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 15. Filijalna aktivnost | Work | | F | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 16. Prorektor za NR | Work | | P | | 400% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 17. Programski odbor | Work | | P | | 500% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 18. Komisija za izdavačk | Work | | K | | 200% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 19. Filijalna aktivnost | Work | | F | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 20. Referent studentske | Work | | R | | 400% | €0.00/hr | €0.00/hr | €200.00 | Prorated | Standard | |
| 21. Sef kadrovске službe | Work | | S | | 300% | €0.00/hr | €0.00/hr | €500.00 | Prorated | Standard | |
| 22. Filijalna aktivnost | Work | | F | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 23. Sef studentske službe | Work | | S | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 24. Rukovodilac IT omlor | Work | | R | | 400% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 25. Filijalna aktivnost | Work | | F | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 26. Dekan | Work | | D | | 500% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 27. Komercijalni direktor | Work | | K | | 600% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 28. Sef službe obezbeđe | Work | | S | | 700% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 29. Filijalna aktivnost | Work | | F | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 30. Filijalna aktivnost | Work | | F | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 31. Filijalna aktivnost | Work | | F | | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |

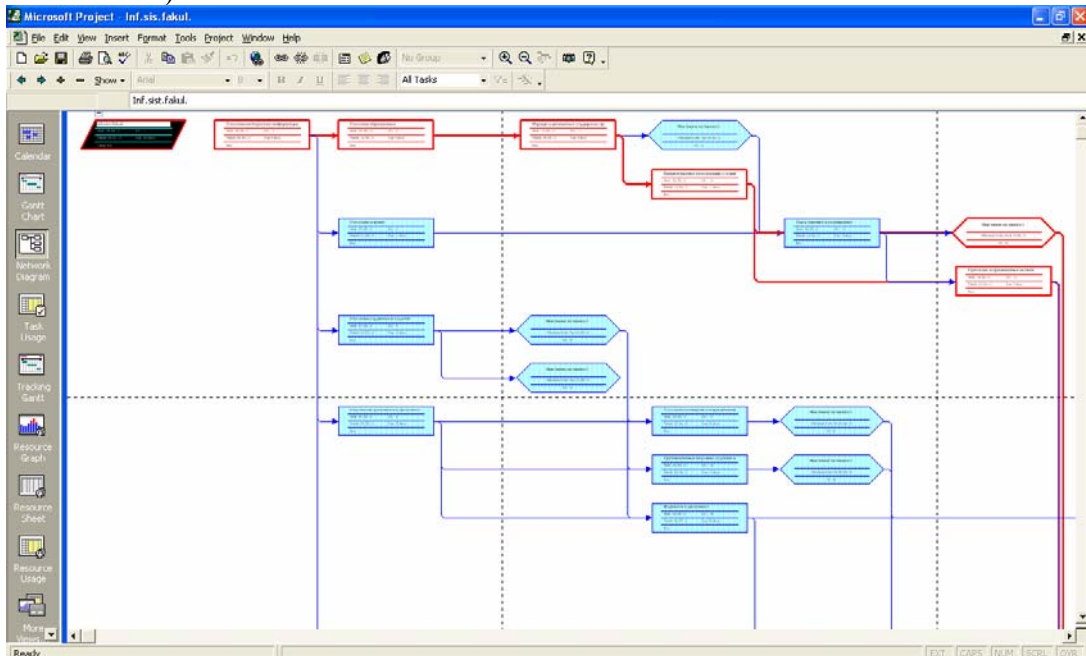
Слика 101. Приказ скраћених активности у другој итерацији

Трошкови пројекта након ове итерације су 63000 новчаних јединица. (слика 102).



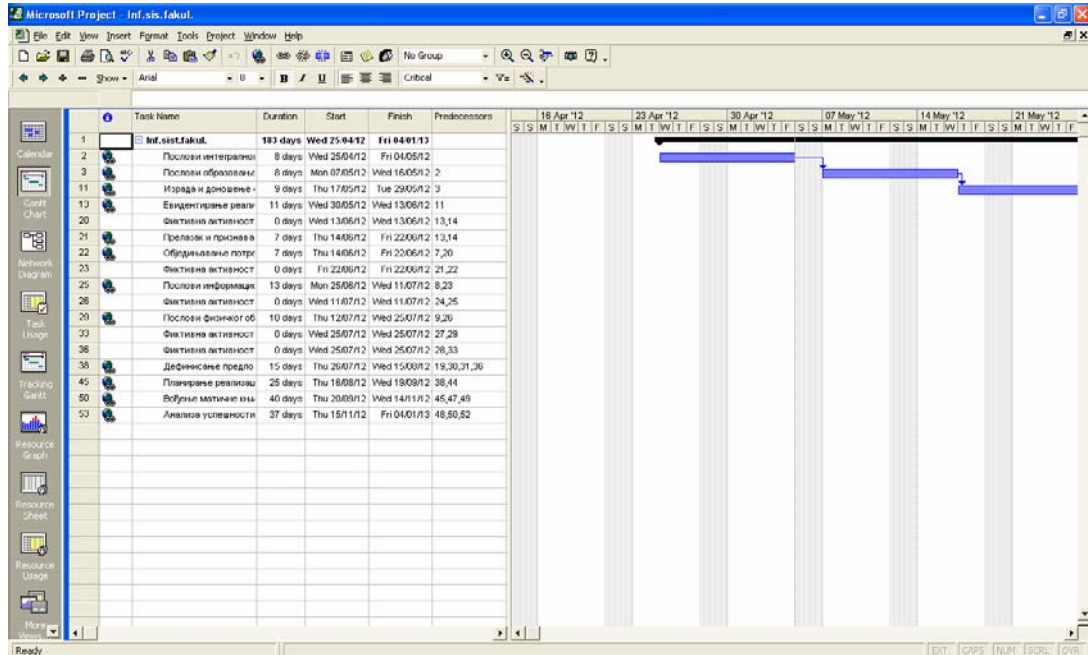
Слика 102. Трошкови пројекта након друге итерације

На следећој слици се види да сада имамо два критична пута (17 активности).



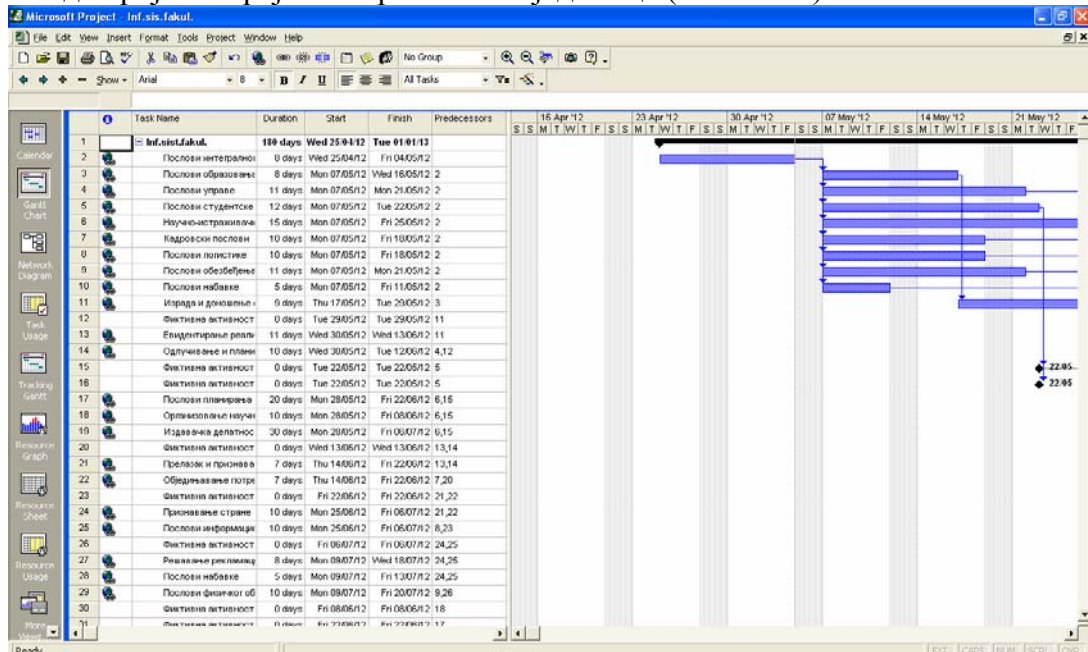
Слика 103. Мрежни дијаграм после друге итерације

На слици 104 приказане су критичне активности после друге итерације.



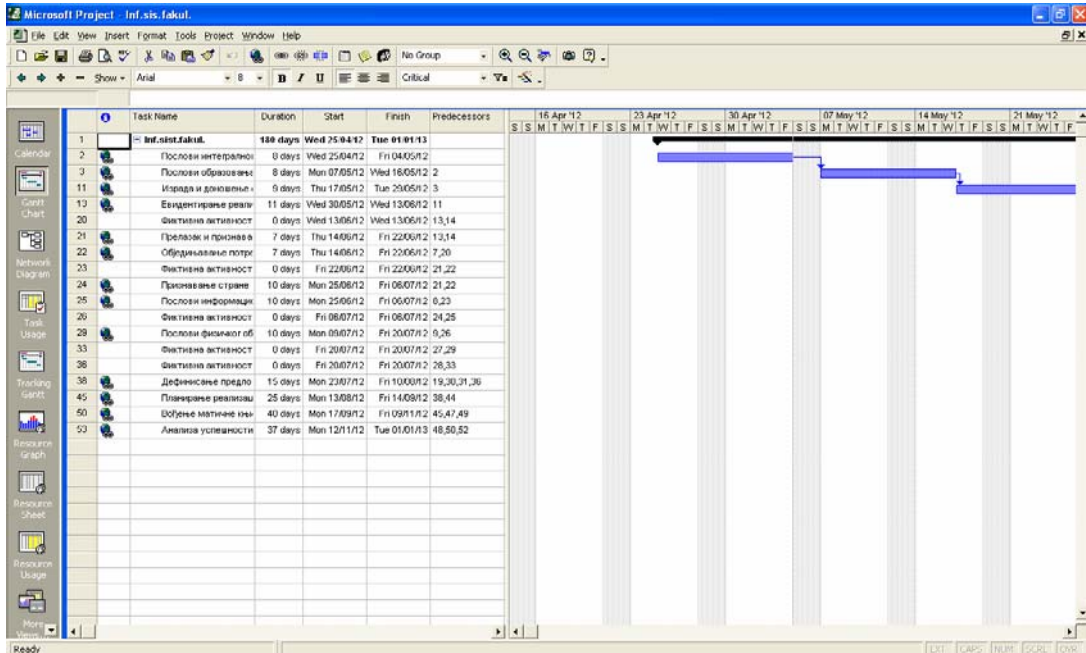
Слика 104. Критичне активности после друге итерације

У трећој итерацији скраћена је активност 24 за три временске јединице и сада пројекат траје 180 временских јединица (слика 105).



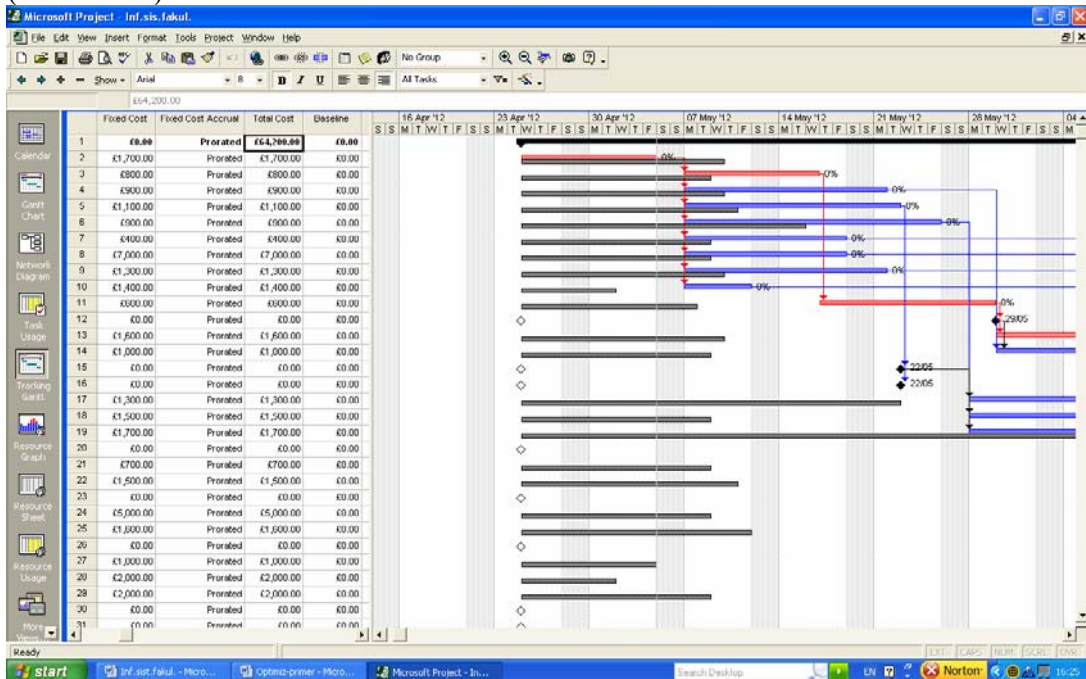
Слика 105. Гантограмски приказ после треће итерације

После ове итерације имамо четири критична пута, који обухватају осамнаест активности што се види на следећој слици.



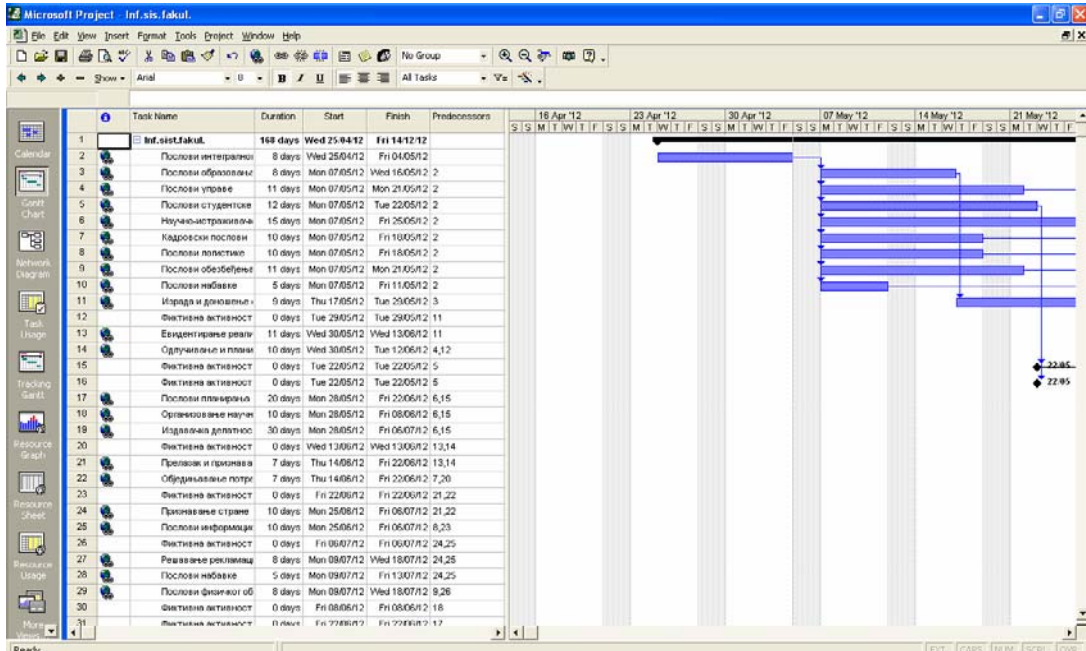
Слика 106. Критичне активности после треће итерације

Трошкови пројекта након треће итерације су 64200 новчаних јединица. (слика 107).



Слика 107. Трошкови пројекта након треће итерације

Након четврте итерације трајање пројекта је 168 временских јединица (слика 108).



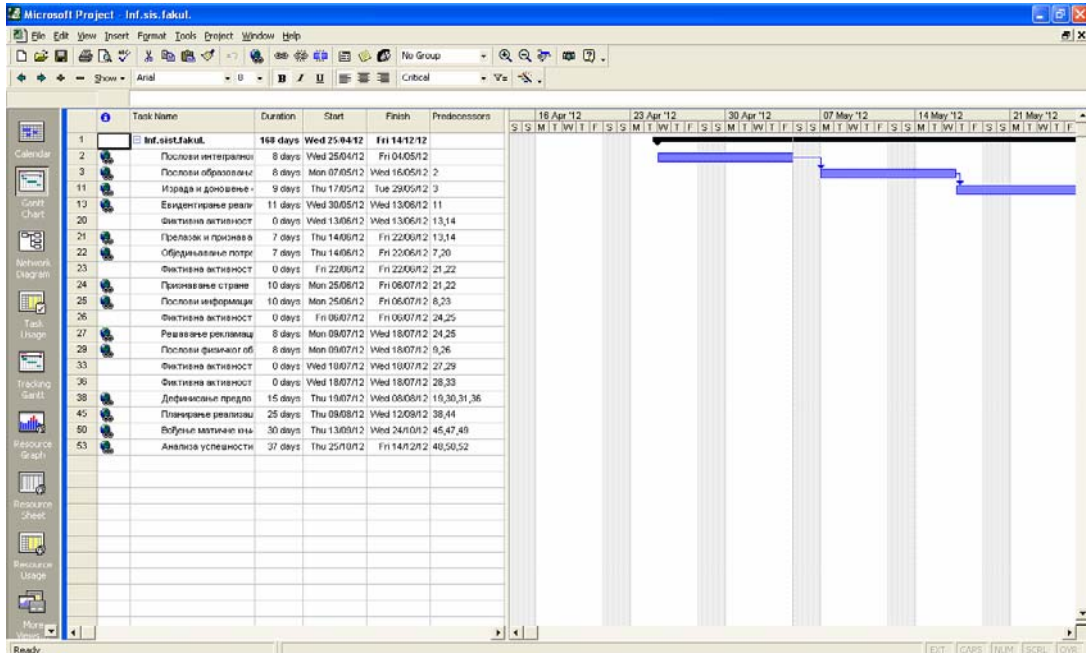
Слика 108. Гантограмски приказ након четврте итерације

У четвртој итерацији скраћена је активност 28 за две временске јединице и активност 49 за десет временских јединица (слика 109).

| Resource Name | Type | Material Label | Initials | Group | Max. Units | Std. Rate | Ovt. Rate | Cost/Use | Accrual At | Base Calendar | Code |
|---------------------------|------|----------------|----------|-------|------------|-----------|-----------|----------|------------|---------------|------|
| 23 Сет студентске службе | Work | | S | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 24 Руководилац ИФ сектора | Work | | R | | 400% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 25 Фактивна активност | Work | | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 26 Декан | Work | | D | | 500% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 27 Комерцијални директор | Work | | K | | 600% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 28 Сет службе обезбеђења | Work | | S | | 700% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 29 Фактивна активност | Work | | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 30 Фактивна активност | Work | | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 31 Фактивна активност | Work | | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 32 Фактивна активност | Work | | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 33 Продекан за наставу | Work | | P | | 500% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 34 Комерцијални референт | Work | | K | | 700% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 35 Фактивна активност | Work | | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 36 Референт студентске | Work | | R | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 37 Научно наставно већ | Work | | N | | 600% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 38 Ректор | Work | | R | | 700% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 39 Наставник | Work | | N | | 500% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 40 Комерцијални директор | Work | | K | | 400% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 41 Фактивна активност | Work | | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 42 Референт студентске | Work | | R | | 700% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 43 Фактивна активност | Work | | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 44 Продекан за наставу | Work | | P | | 500% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 45 Наставник | Work | | N | | 600% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 46 Фактивна активност | Work | | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 47 Продекан за наставу | Work | | P | | 600% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 48 Фактивна активност | Work | | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 49 Референт студентске | Work | | R | | 300% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 50 Референт студентске | Work | | R | | 400% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 51 Фактивна активност | Work | | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 52 Продекан за наставу | Work | | P | | 400% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |

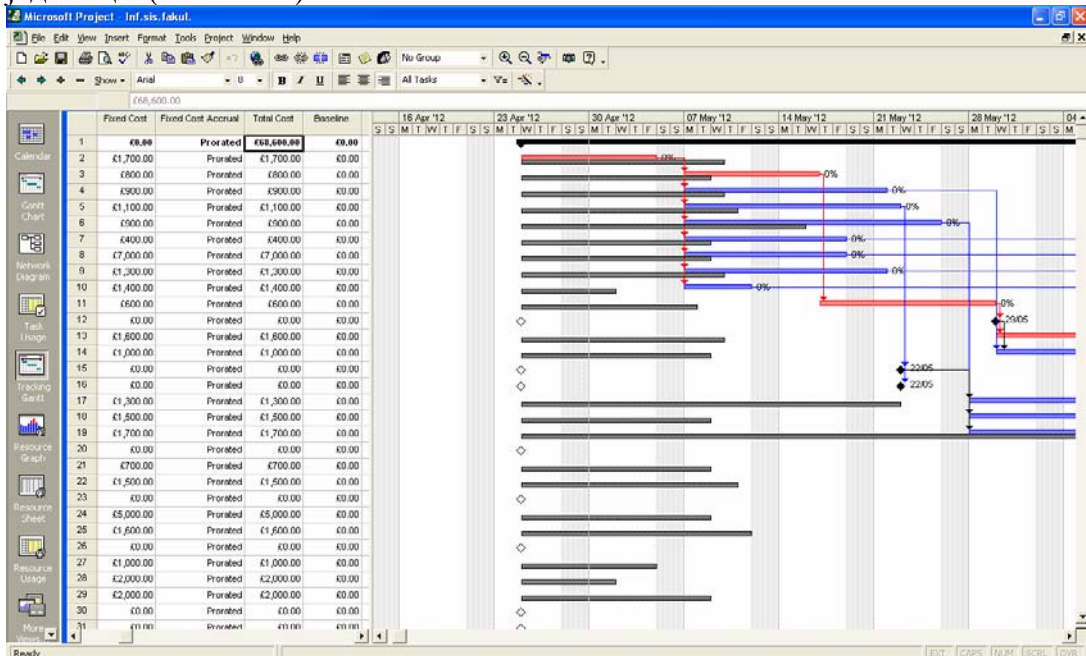
Слика 109. Приказ скраћених активности након четврте итерације

После ове итерације имамо осам критичних путева, који обухватају деветнаест активности што се види на следећој слици.



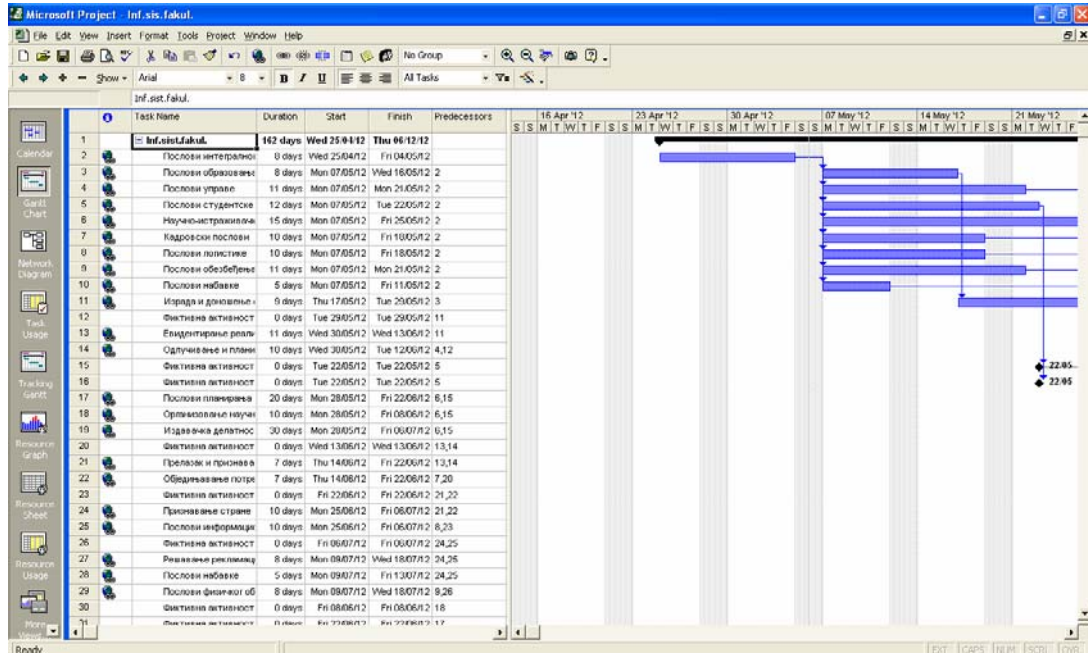
Слика 110. Критичне активности после треће итерације

Трошкови пројекта након четврте итерације су 68600 новчаних јединица. (слика 111).



Слика 111. Трошкови пројекта након четврте итерације

Након пете итерације трајање пројекта је 162 временске јединице (слика 112).



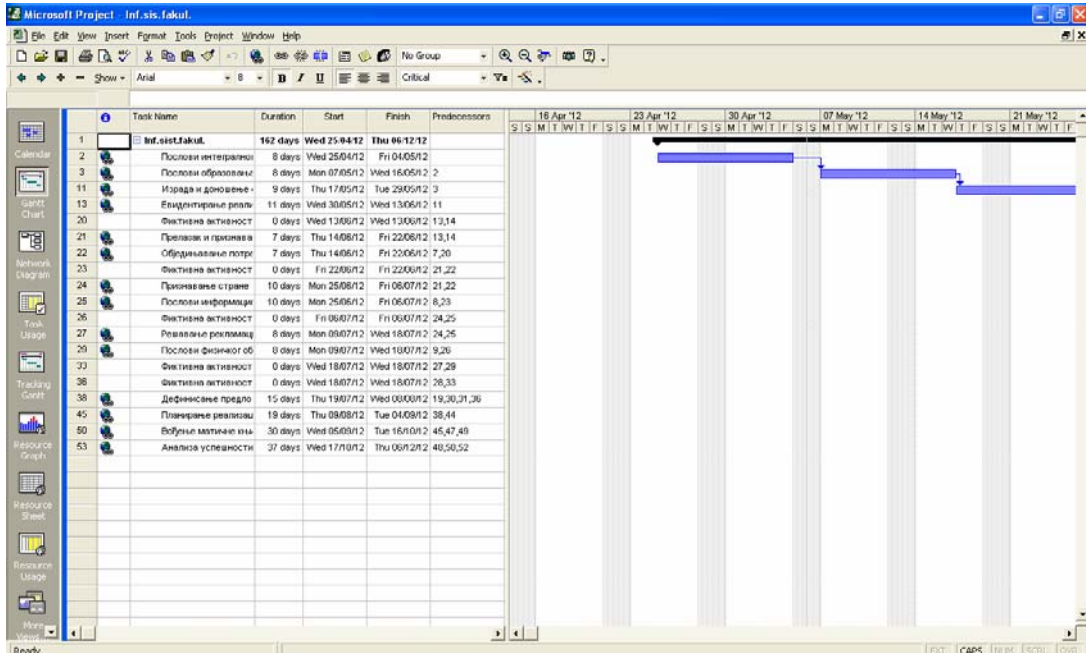
Слика 112. Гантограмски приказ након четврте итерације

У петој итерацији скраћена је активност 44 за шест временских јединица (слика 113).

| Resource Name | Type | Material Label | Initials | Group | Max. Limits | Std. Rate | Ovt. Rate | Cost Use | Accrual At | Base Calendar | Code |
|---------------|-----------------------|----------------|----------|-------|-------------|-----------|-----------|----------|------------|---------------|------|
| 32 | Фактивна активност | Work | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 33 | Продекан за наставу | Work | P | | 500% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 34 | Комercijalni referent | Work | K | | 700% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 35 | Фактивна активност | Work | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 36 | Referent studentske | Work | R | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 37 | Naucno nastavno voz. | Work | N | | 800% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 38 | Rektor | Work | R | | 700% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 39 | Nastavnik | Work | N | | 500% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 40 | Комercijalni direktor | Work | K | | 400% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 41 | Фактивна активност | Work | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 42 | Referent studentske | Work | R | | 700% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 43 | Фактивна активност | Work | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 44 | Продекан за наставу | Work | P | | 500% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 45 | Nastavnik | Work | N | | 800% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 46 | Фактивна активност | Work | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 47 | Продекан за наставу | Work | P | | 600% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 48 | Фактивна активност | Work | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 49 | Referent studentske | Work | R | | 300% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 50 | Referent studentske | Work | R | | 400% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 51 | Фактивна активност | Work | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |
| 52 | Продекан за наставу | Work | P | | 400% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard | |

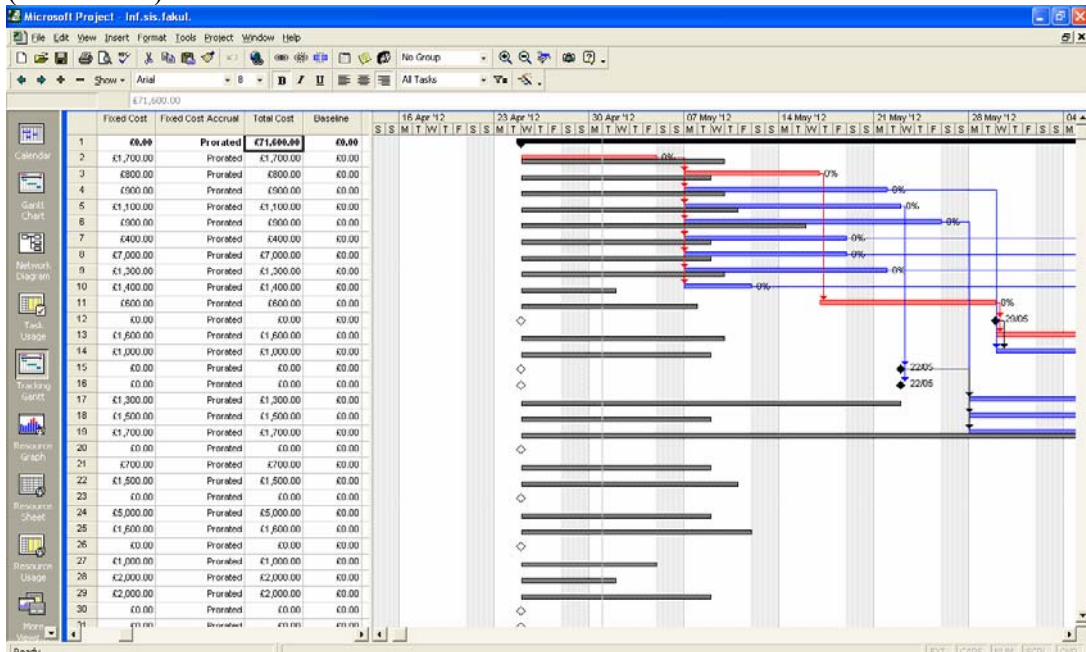
Слика 113. Приказ скраћених активности након пете итерације

После ове итерације имамо осам критичних путева, који обухватају деветнаест активности што се види на следећој слици.



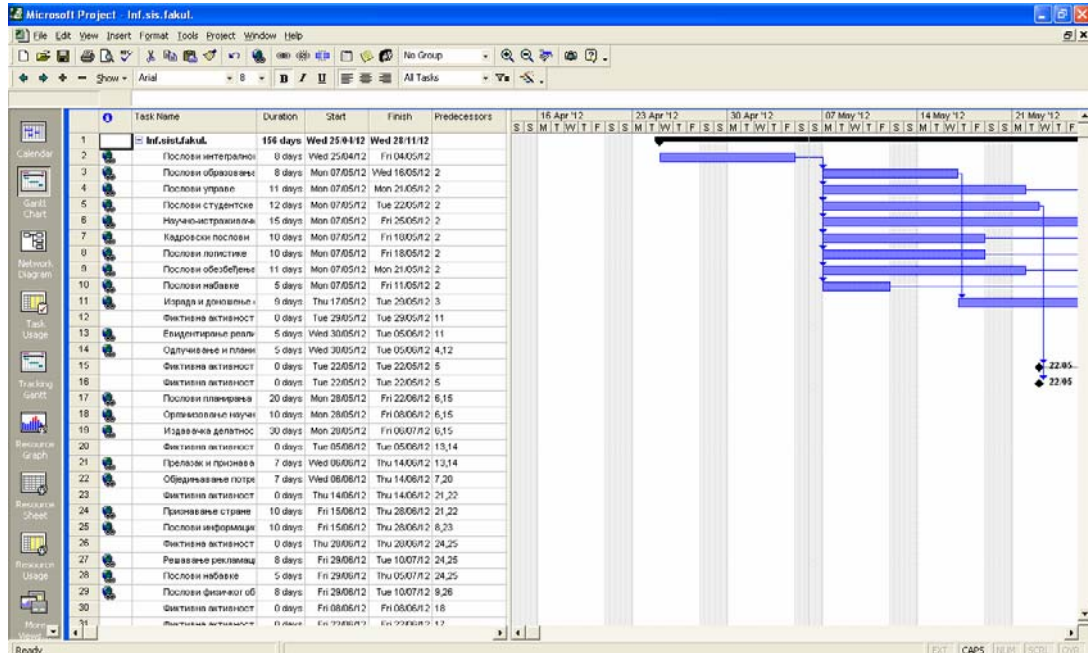
Слика 114. Критичне активности после пете итерације

Трошкови пројекта након пете итерације су 71600 новчаних јединица. (слика 115).



Слика 115. Трошкови пројекта након пете итерације

Након шесте итерације трајање пројекта је 156 временске јединице (слика 116).



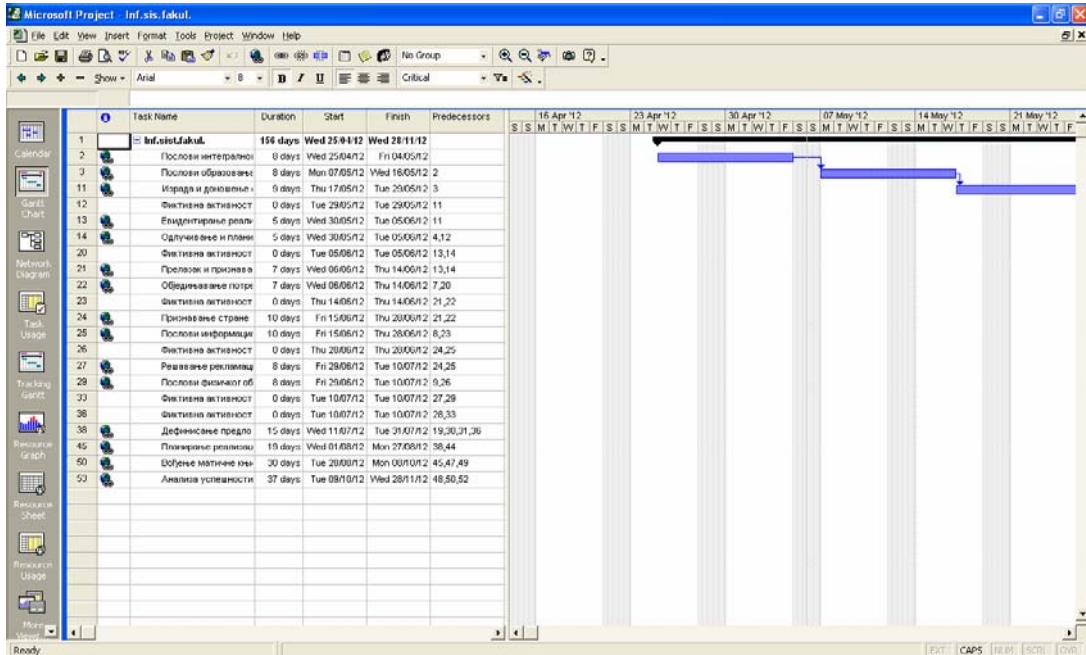
Слика 116. Гантограмски приказ након шесте итерације

У шестој итерацији скраћена је активност 12 за шест временских јединица и активност 13 за пет временских јединица (слика 117).

| Resource Name | Type | Material Label | Initials | Group | Max. Units | Std. Rate | Ovt. Rate | Cost/Use | Accoun At | Base Calendar | Code |
|--------------------------|------|----------------|----------|-------|------------|-----------|-----------|----------|-----------|---------------|------|
| 1 Dekan | Work | D | | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | €300.00 | Prorated | Standard | |
| 2 Prodekan za nastavu | Work | P | | | 300% | 0.00/hr | 0.00/hr | €200.00 | Prorated | Standard | |
| 3 Prodekan za finansije | Work | P | | | 200% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 4 Set studentske službe | Work | S | | | 300% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 5 Prodekan za NR | Work | P | | | 400% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 6 Set kadrovske službe | Work | S | | | 300% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 7 Prorektor za unutrašnj | Work | P | | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 8 Set službe obezbeđe | Work | S | | | 200% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 9 Komercijalni referent | Work | K | | | 500% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 10 Referent studentske | Work | R | | | 600% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 11 Filijalna aktivnost | Work | F | | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 12 Prodekan za nastavu | Work | P | | | 500% | 0.00/hr | 0.00/hr | €600.00 | Prorated | Standard | |
| 13 Dekan | Work | D | | | 600% | 0.00/hr | 0.00/hr | €500.00 | Prorated | Standard | |
| 14 Filijalna aktivnost | Work | F | | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 15 Filijalna aktivnost | Work | F | | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 16 Prorektor za NR | Work | P | | | 400% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 17 Programski odbor | Work | P | | | 500% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 18 Komisija za izdovacki | Work | K | | | 200% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 19 Filijalna aktivnost | Work | F | | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 20 Referent studentske | Work | R | | | 400% | 0.00/hr | 0.00/hr | €300.00 | Prorated | Standard | |
| 21 Set kadrovske službe | Work | S | | | 300% | 0.00/hr | 0.00/hr | €500.00 | Prorated | Standard | |
| 22 Filijalna aktivnost | Work | F | | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 23 Set studentske službe | Work | S | | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 24 Rukovodilac IT setlor | Work | R | | | 400% | 0.00/hr | 0.00/hr | €300.00 | Prorated | Standard | |
| 25 Filijalna aktivnost | Work | F | | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 26 Dekan | Work | D | | | 500% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 27 Komercijalni direktor | Work | K | | | 600% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 28 Set službe obezbeđe | Work | S | | | 700% | 0.00/hr | 0.00/hr | €200.00 | Prorated | Standard | |
| 29 Filijalna aktivnost | Work | F | | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 30 Filijalna aktivnost | Work | F | | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |
| 31 Filijalna aktivnost | Work | F | | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | €0.00 | Prorated | Standard | |

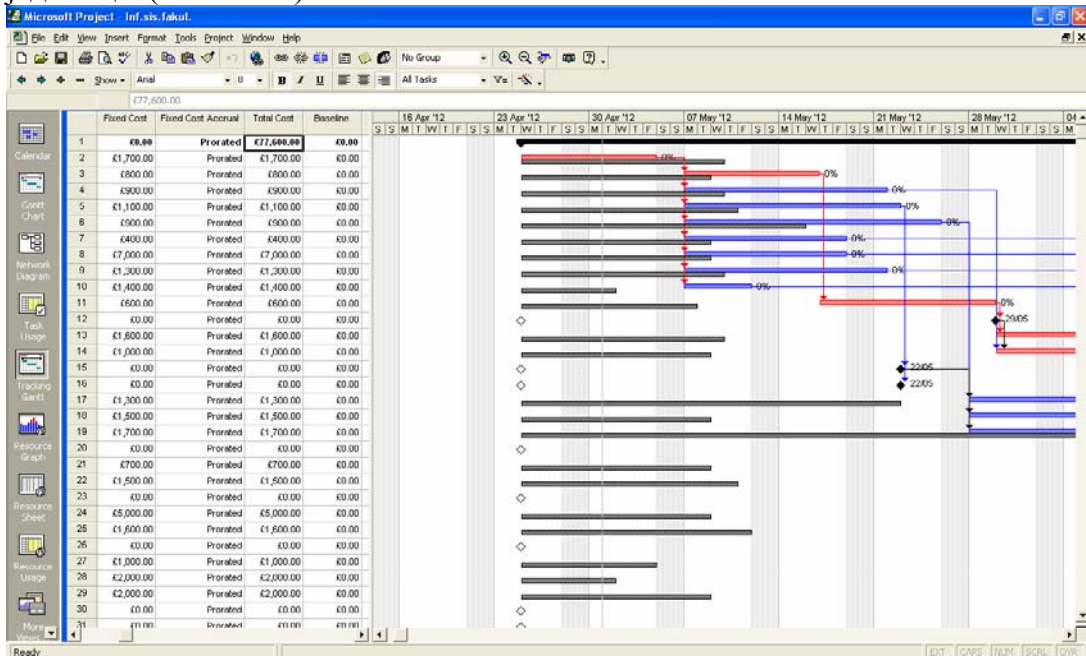
Слика 117. Приказ скраћених активности након шесте итерације

После ове итерације имамо шеснаест критичних путева, који обухватају двадесетједну активност што се види на следећој слици.



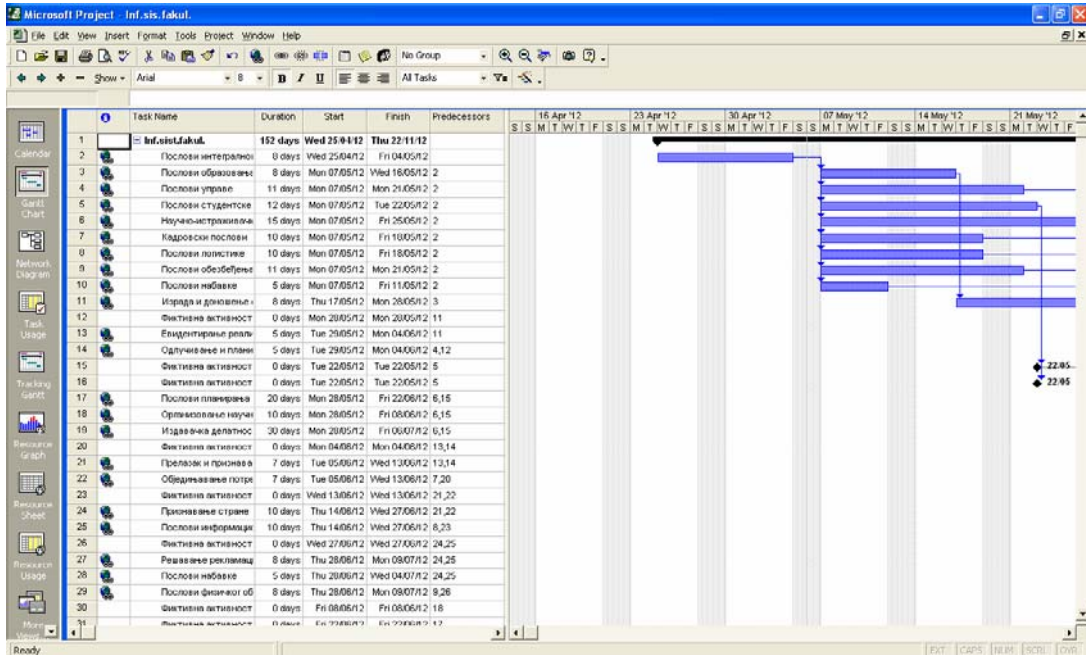
Слика 118. Критичне активности после шесте итерације

Трошкови пројекта након шесте итерације су 77600 новчаних јединица. (слика 119).



Слика 119. Трошкови пројекта након шесте итерације

Након седме итерације трајање пројекта је 152 временске јединице (слика 120).



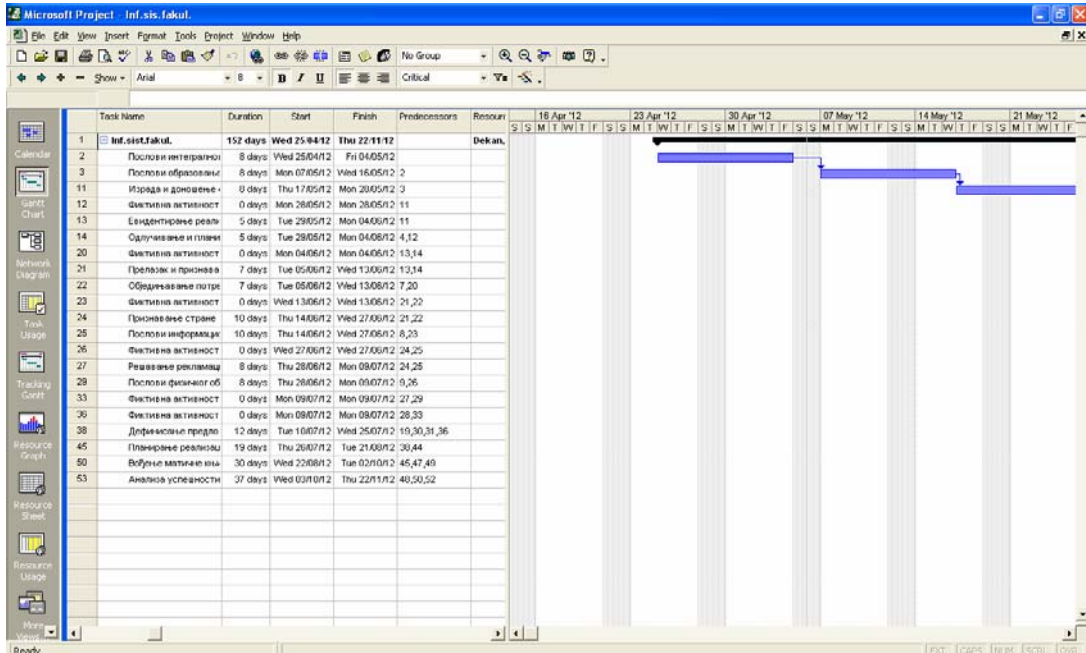
Слика 120. Гантограмски приказ након седме итерације

У седмој итерацији скраћена је активност 10 за једну временску јединицу и активност 37 за три временске јединице (слика 121).

| Resource Name | Type | Material Label | Initials | Group | Max. Units | Std. Rate | Cost/Use | Accoun. At | Base Calendar | Code |
|---------------|------------------------|----------------|----------|-------|------------|-----------|----------|------------|---------------|----------|
| 8 | Комунални референт | Work | K | | 500% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 10 | Референт студентске | Work | R | | 600% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 11 | Финансна активност | Work | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 12 | Продекан за наставу | Work | P | | 500% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 13 | Декан | Work | D | | 600% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 14 | Финансна активност | Work | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 15 | Финансна активност | Work | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 16 | Професор за НРК | Work | P | | 400% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 17 | Програмски одбор | Work | P | | 500% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 18 | Комисија за издавачки | Work | K | | 200% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 19 | Финансна активност | Work | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 20 | Референт студентске | Work | R | | 400% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 21 | Сет кадровске службе | Work | S | | 300% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 22 | Финансна активност | Work | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 23 | Сет студентске службе | Work | S | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 24 | Руководилац ИИ сектора | Work | R | | 400% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 25 | Финансна активност | Work | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 26 | Декан | Work | D | | 500% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 27 | Комунални директор | Work | K | | 600% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 28 | Сет службе обезбеђења | Work | S | | 700% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 29 | Финансна активност | Work | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 30 | Финансна активност | Work | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 31 | Финансна активност | Work | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 32 | Финансна активност | Work | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 33 | Продекан за наставу | Work | P | | 500% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 34 | Комунални референт | Work | K | | 700% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 35 | Финансна активност | Work | F | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 36 | Референт студентске | Work | R | | 100% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 37 | Научно наставно вео | Work | N | | 600% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 38 | Ректор | Work | R | | 700% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |
| 39 | Наставник | Work | N | | 500% | 0.00/hr | 0.00/hr | 0.00 | Prorated | Standard |

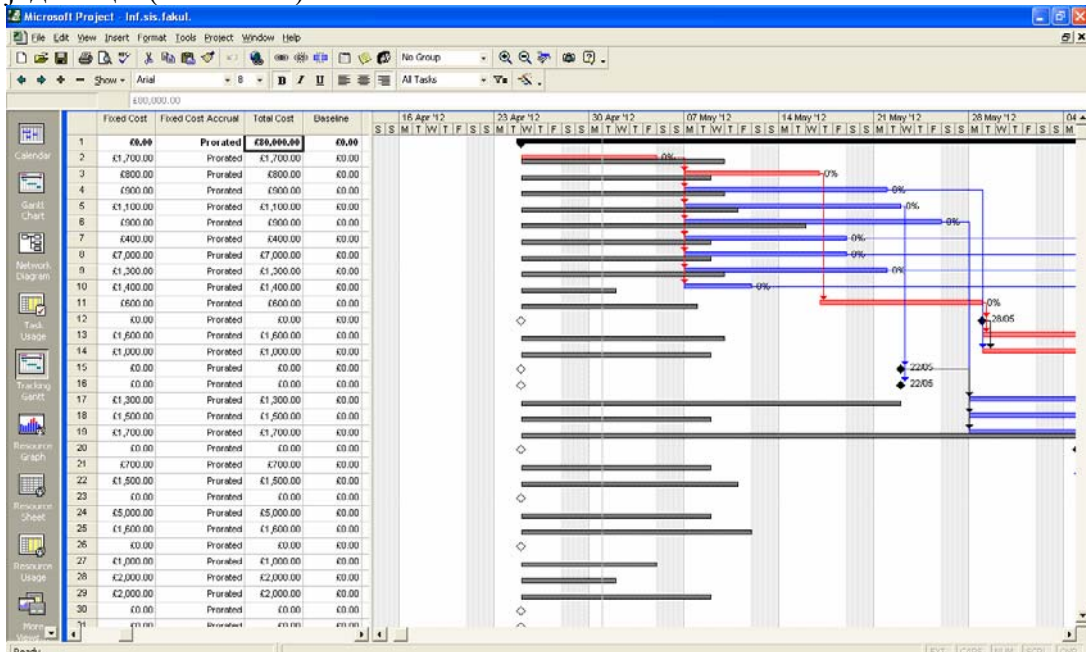
Слика 121. Приказ скраћених активности након седме итерације

После ове итерације имамо шеснаест критичних путева, који обухватају двадесетједну активност што се види на следећој слици.



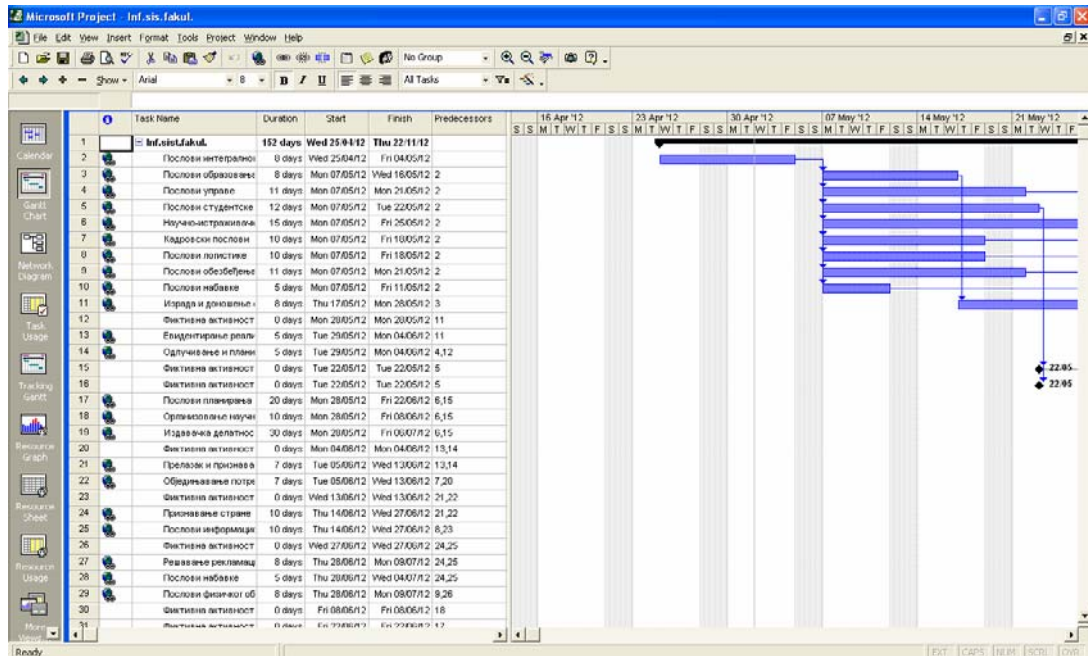
Слика 122. Критичне активности после седме итерације

Трошкови пројекта након седме итерације су 80000 новчаних јединица. (слика 123).



Слика 123. Трошкови пројекта након седме итерације

На следећој слици приказан је пројекат са додељеним хиперлинковима активностима.



Слика 124. Гантограмски приказ са додељеним хиперлинковима

Функцију Visual Reports могуће је употребити да би се извели подаци из Projecta у Excel или Microsoft Visio. Визуелни извештаји могу да обухвате податке о задацима, ресурсима или ангажовањима. Када се у Projectu изабере визуелни извештај он генерише високо структурирану базу података, која се назива OLAP (Online Analytical Processing) коцка. Програм затим покреће Excel или Visio уноси и организује податке и генерише графички приказ података.

Извештаји су унапред дефинисани формати који су намењени за штампање података из програма Project. Ако се у неком приказу задаци сажму или сакрију испод збирних задатака, извештаји ће приказивати само збирне задатке. Исто тако ако су у приказима коришћења ангажованост задатака сажета или сакривена испод задатака или ресурса, тада извештаји о коришћењу исто сакривају детаље ангажованости.

На следећим сликама приказани су извештаји у вези разматраног пројекта.

Top Level Tasks as of Sun 06/05/12
Inf.sis.fakul.

| ID | Task Name | Duration | Start | Finish | % Comp. | Cost | Work |
|----|----------------|----------|--------------|-------------|---------|------------|-------------|
| 1 | Inf.sis.fakul. | 152 days | Wed 25/04/12 | Thu 22/1/12 | 0% | €80,000.00 | 181,184 hrs |

Слика 125. Извештај о називу, трајању, почетку, завршетку пројекта

На сликама 126 и 127 приказани су извештаји о критичним активностима пројекта.

Critical Tasks as of Sun 06/06/12
Inf.sis.fakul.

| ID | Task Name | Duration | Start | Finish | Predecessors | Resource Names |
|----|------------------------------------|----------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|
| 2 | ПОСЛАНИЈА КРИТИЧНИХ АКТИВНОСТИ | 8 days | Wed 25/04/12 | Thu 04/05/12 | | Dejan, Predrag, Zoran |
| 3 | Послање одговора | 8 days | Wed 25/04/12 | Thu 04/05/12 | 2 | |
| 4 | Послање писма | 0 days | | | | |
| 5 | Послање одговора на писма | 0 days | | | | |
| 6 | Напомена о раду на студијној групи | 0 days | | | | |
| 7 | Послање одговора | 0 days | | | | |
| 8 | Послање одговора | 0 days | | | | |
| 9 | Послање одговора | 0 days | | | | |
| 10 | Послање одговора | 0 days | | | | |
| 11 | Послање одговора | 8 days | Thu 17/05/12 | Thu 28/05/12 | 3 | |
| 12 | Послање одговора | 8 days | Thu 28/05/12 | Thu 28/05/12 | 11 | |
| 13 | Послање одговора | 8 days | Thu 28/05/12 | Thu 04/06/12 | 11 | |
| 14 | Послање одговора | 0 days | | | | |
| 15 | Послање одговора | 8 days | Thu 28/05/12 | Thu 04/06/12 | 11 | |
| 16 | Послање одговора | 0 days | | | | |
| 17 | Послање одговора | 0 days | | | | |
| 18 | Послање одговора | 0 days | | | | |
| 19 | Послање одговора | 0 days | | | | |
| 20 | Послање одговора | 0 days | | | | |
| 21 | Послање одговора | 7 days | Thu 05/06/12 | Thu 13/06/12 | 13,14 | |
| 22 | Послање одговора | 7 days | Thu 05/06/12 | Thu 13/06/12 | 1,20 | |
| 23 | Послање одговора | 0 days | | | | |
| 24 | Послање одговора | 0 days | | | | |
| 25 | Послање одговора | 0 days | | | | |
| 26 | Послање одговора | 0 days | | | | |
| 27 | Послање одговора | 0 days | | | | |
| 28 | Послање одговора | 0 days | | | | |

Слика 126. Извештај о критичним активностима пројекта (I део)

Critical Tasks as of Sun 06/05/12
Inf.sis.fakul.

| ID | Task Name | Duration | Start | Finish | Predecessors | Resource Names |
|----|--|----------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| 24 | Припремање стране веб-странице итд. | 10 days | Tue 14/06/12 | Thu 27/06/12 | 23,25 | |
| 25 | Послова информационе системе | 10 days | Tue 14/06/12 | Thu 27/06/12 | 23,25 | |
| 26 | Финансиска отчетност | 0 days | Thu 27/06/12 | Thu 27/06/12 | 24,25 | |
| 27 | Пројекат реализације информационе системе | 8 days | Tue 19/06/12 | Thu 04/07/12 | 24,25 | |
| 29 | Послова информационе системе | 8 days | Tue 19/06/12 | Thu 04/07/12 | 24,25 | |
| 33 | Финансиска отчетност | 0 days | Thu 04/07/12 | Thu 04/07/12 | 27,29 | |
| 36 | Финансиска отчетност | 0 days | Thu 04/07/12 | Thu 04/07/12 | 28,33 | |
| 38 | Дизајнирање и реализација информационе системе | 12 days | Tue 18/07/12 | Thu 25/07/12 | 19,30,31,36 | |
| 45 | Планирање реализације информационе системе | 10 days | Tue 24/07/12 | Thu 21/08/12 | 38,44 | |
| 50 | Финансиска отчетност | 30 days | Thu 22/08/12 | Thu 02/09/12 | 45,47,49 | |

Page: 2 of 3. Size: 3 rows by 1 column

Слика 127. Извештај о критичним активностима пројекта (II део)

На следећим сликама приказан је буџет пројекта.

Budget Report as of Sun 06/05/12
Inf.sis.fakul.

| ID | Task Name | Fixed Cost | Fixed Cost Actual | Total Cost | Baseline | Variance | Actual |
|----|--|------------|-------------------|------------|----------|-----------|--------|
| 8 | Послова активности | €7,000.00 | Planned | €7,000.00 | €0.00 | €7,000.00 | €0.00 |
| 24 | Припремање стране веб-странице итд. | €5,000.00 | Planned | €5,000.00 | €0.00 | €5,000.00 | €0.00 |
| 25 | Послова издана | €2,000.00 | Planned | €2,000.00 | €0.00 | €2,000.00 | €0.00 |
| 26 | Послова финансијске издана | €2,000.00 | Planned | €2,000.00 | €0.00 | €2,000.00 | €0.00 |
| 35 | Послова издана | €2,000.00 | Planned | €2,000.00 | €0.00 | €2,000.00 | €0.00 |
| 37 | Персонално пројекат студента | €2,000.00 | Planned | €2,000.00 | €0.00 | €2,000.00 | €0.00 |
| 38 | Дизајнирање и реализација информационе системе | €1,500.00 | Planned | €1,500.00 | €0.00 | €1,500.00 | €0.00 |
| 19 | Издавање делатности | €1,700.00 | Planned | €1,700.00 | €0.00 | €1,700.00 | €0.00 |
| 13 | Експериментална реализација информационе системе | €1,500.00 | Planned | €1,500.00 | €0.00 | €1,500.00 | €0.00 |
| 26 | Послова информационе системе | €1,800.00 | Planned | €1,800.00 | €0.00 | €1,800.00 | €0.00 |
| 46 | Планирање реализације информационе системе | €1,800.00 | Planned | €1,800.00 | €0.00 | €1,800.00 | €0.00 |
| 18 | Организовање научних семинара и наредба | €1,500.00 | Planned | €1,500.00 | €0.00 | €1,500.00 | €0.00 |
| 22 | Објављивање потреба за наредбама | €1,500.00 | Planned | €1,500.00 | €0.00 | €1,500.00 | €0.00 |
| 34 | Финансиска издана | €1,500.00 | Planned | €1,500.00 | €0.00 | €1,500.00 | €0.00 |
| 39 | Напредна структура и издавање информационе системе | €1,500.00 | Planned | €1,500.00 | €0.00 | €1,500.00 | €0.00 |
| 51 | Издавање информационе системе | €1,500.00 | Planned | €1,500.00 | €0.00 | €1,500.00 | €0.00 |
| 10 | Послова издана | €1,400.00 | Planned | €1,400.00 | €0.00 | €1,400.00 | €0.00 |
| 42 | Припремање издана | €1,400.00 | Planned | €1,400.00 | €0.00 | €1,400.00 | €0.00 |
| 9 | Послова финансијске издана | €1,300.00 | Planned | €1,300.00 | €0.00 | €1,300.00 | €0.00 |
| 17 | Послова планирања и издавање информационе системе | €1,200.00 | Planned | €1,200.00 | €0.00 | €1,200.00 | €0.00 |
| 40 | Издавање информационе системе | €1,200.00 | Planned | €1,200.00 | €0.00 | €1,200.00 | €0.00 |
| 5 | Послова финансијске издана | €1,100.00 | Planned | €1,100.00 | €0.00 | €1,100.00 | €0.00 |
| 14 | Издавање информационе системе | €1,000.00 | Planned | €1,000.00 | €0.00 | €1,000.00 | €0.00 |
| 27 | Напредна реализација информационе системе | €1,000.00 | Planned | €1,000.00 | €0.00 | €1,000.00 | €0.00 |
| 40 | Издавање информационе системе | €1,000.00 | Planned | €1,000.00 | €0.00 | €1,000.00 | €0.00 |
| 50 | Финансиска издана | €1,000.00 | Planned | €1,000.00 | €0.00 | €1,000.00 | €0.00 |
| 53 | Анализа успешности информационе системе | €1,000.00 | Planned | €1,000.00 | €0.00 | €1,000.00 | €0.00 |
| 6 | Послова издавање | €900.00 | Planned | €900.00 | €0.00 | €900.00 | €0.00 |
| 8 | Напредна реализација информационе системе | €900.00 | Planned | €900.00 | €0.00 | €900.00 | €0.00 |
| 40 | Анализа реализације информационе системе | €900.00 | Planned | €900.00 | €0.00 | €900.00 | €0.00 |
| 3 | Послова издавање | €900.00 | Planned | €900.00 | €0.00 | €900.00 | €0.00 |
| 41 | Издавање информационе системе | €900.00 | Planned | €900.00 | €0.00 | €900.00 | €0.00 |
| 21 | Припремање информационе системе | €700.00 | Planned | €700.00 | €0.00 | €700.00 | €0.00 |
| 11 | Издавање информационе системе | €900.00 | Planned | €900.00 | €0.00 | €900.00 | €0.00 |
| 7 | Напредна реализација информационе системе | €600.00 | Planned | €600.00 | €0.00 | €600.00 | €0.00 |
| 12 | Финансиска издана | €0.00 | Planned | €0.00 | €0.00 | €0.00 | €0.00 |
| 16 | Финансиска издана | €0.00 | Planned | €0.00 | €0.00 | €0.00 | €0.00 |
| 20 | Финансиска издана | €0.00 | Planned | €0.00 | €0.00 | €0.00 | €0.00 |
| 33 | Финансиска издана | €0.00 | Planned | €0.00 | €0.00 | €0.00 | €0.00 |

Page: 1 of 4. Size: 2 rows by 2 columns

Слика 128. Буџет пројекта (I део)

Budget Report as of Sun 06/05/12
Inf.sis.fakul.

| ID | Task Name | Fixed Cost | Fixed Cost Accrual | Total Cost | Baseline | Variance | Actual |
|----|------------------------|------------|--------------------|------------|----------|------------|--------|
| 40 | Финансиска дејателност | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | £0.00 |
| 52 | Финансиска активност | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | £0.00 |
| | | £56,200.00 | | £56,200.00 | £0.00 | £56,200.00 | £0.00 |

Page: 2 of 4. Size: 2 rows by 2 columns.

Слика 129. Буџет пројекта (II део)

На следећим сликама приказано је колико и кад је сваки ресурс ангажован.

Who Does What as of Sun 06/05/12
Inf.sis.fakul.

| ID | Resource Name | Work |
|----|------------------------|---------|
| 1 | Финансиска дејателност | 1,214 h |
| 2 | Финансиска активност | 3,643 h |
| 3 | Финансиска дејателност | 2,432 h |
| 4 | Финансиска активност | 3,643 h |
| 5 | Финансиска дејателност | 4,264 h |
| 6 | Финансиска активност | 3,643 h |
| 7 | Финансиска дејателност | 0 h |
| 8 | Финансиска активност | 2,432 h |
| 9 | Финансиска дејателност | 6,080 h |
| 10 | Финансиска активност | 7,296 h |
| 11 | Финансиска дејателност | 0 h |
| 12 | Финансиска активност | 6,080 h |
| 13 | Финансиска дејателност | 7,296 h |
| 14 | Финансиска активност | 0 h |

Page: 1 of 4. Size: 4 rows by 1 column.

Слика 130. Ангажованост ресурса (I део)

СОФТВЕРСКА ПОДРШКА ОПТИМИЗАЦИЈИ МРЕЖНОГ ДИЈАГРАМА

Microsoft Project - Inf.sis.fakul.

Who Does What as of Sun 06/05/12
Inf.sis.fakul.

| ID | Resource Name | Work |
|----|-----------------|-----------|
| 15 | FAKULSKA BUDŽET | 0 h:m |
| 16 | FAKULSKA BUDŽET | 4,254 h:m |
| 17 | FAKULSKA BUDŽET | 5,020 h:m |
| 18 | FAKULSKA BUDŽET | 2,432 h:m |
| 19 | FAKULSKA BUDŽET | 0 h:m |
| 20 | FAKULSKA BUDŽET | 4,254 h:m |
| 21 | FAKULSKA BUDŽET | 3,648 h:m |
| 22 | FAKULSKA BUDŽET | 0 h:m |
| 23 | FAKULSKA BUDŽET | 4,254 h:m |
| 24 | FAKULSKA BUDŽET | 0 h:m |
| 25 | FAKULSKA BUDŽET | 0 h:m |
| 26 | FAKULSKA BUDŽET | 5,020 h:m |
| 27 | FAKULSKA BUDŽET | 1,248 h:m |
| 28 | FAKULSKA BUDŽET | 5,512 h:m |

Page 2

Page: 2 of 4. Size: 4 rows by 1 column

Слика 131. Ангажованост ресурса (II део)

Microsoft Project - Inf.sis.fakul.

Who Does What as of Sun 06/05/12
Inf.sis.fakul.

| ID | Resource Name | Work |
|----|-----------------|-----------|
| 29 | FAKULSKA BUDŽET | 0 h:m |
| 30 | FAKULSKA BUDŽET | 0 h:m |
| 31 | FAKULSKA BUDŽET | 0 h:m |
| 32 | FAKULSKA BUDŽET | 0 h:m |
| 33 | FAKULSKA BUDŽET | 6,020 h:m |
| 34 | FAKULSKA BUDŽET | 5,512 h:m |
| 35 | FAKULSKA BUDŽET | 0 h:m |
| 36 | FAKULSKA BUDŽET | 7,248 h:m |
| 37 | FAKULSKA BUDŽET | 0 h:m |
| 38 | FAKULSKA BUDŽET | 5,512 h:m |
| 39 | FAKULSKA BUDŽET | 6,020 h:m |
| 40 | FAKULSKA BUDŽET | 4,254 h:m |
| 41 | FAKULSKA BUDŽET | 0 h:m |
| 42 | FAKULSKA BUDŽET | 5,512 h:m |

Page 3

Page: 3 of 4. Size: 4 rows by 1 column

Слика 132. Ангажованост ресурса (III део)

СОФТВЕРСКА ПОДРШКА ОПТИМИЗАЦИЈИ МРЕЖНОГ ДИЈАГРАМА

Who Does What of 'Inf. sis. fakul.'

| ID | Resource Name | Work |
|----|-----------------|-----------|
| 43 | FB WAZA ZA WAZA | 0 h:m |
| 44 | FB WAZA ZA WAZA | 0 h:m |
| 45 | FB WAZA ZA WAZA | 7,236 h:m |
| 46 | FB WAZA ZA WAZA | 0 h:m |
| 47 | FB WAZA ZA WAZA | 7,236 h:m |
| 48 | FB WAZA ZA WAZA | 0 h:m |
| 49 | FB WAZA ZA WAZA | 3,618 h:m |
| 50 | FB WAZA ZA WAZA | 4,204 h:m |
| 51 | FB WAZA ZA WAZA | 0 h:m |
| 52 | FB WAZA ZA WAZA | 4,204 h:m |

Page: 4 of 4. Size: 4 rows by 1 column

Слика 133. Ангажованост ресурса (IV део)

Следеће слике приказују како су коришћени ресурси.

Resource Usage of 'Inf. sis. fakul.'

| | 01/01/12 | 02/01/12 | 03/01/12 | 04/01/12 | 05/01/12 | 06/01/12 | 07/01/12 | 08/01/12 | 09/01/12 | 10/01/12 |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| FB WAZA ZA WAZA | 24 h:m | 40 h:m | 40 h:m | 40 h:m | 40 h:m | 40 h:m | 40 h:m | 40 h:m | 40 h:m | 40 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 72 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 48 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 48 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 96 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 72 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 72 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 72 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 48 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 48 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 120 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 120 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 144 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 144 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 176 h:m | 304 h:m | 304 h:m | 304 h:m | 304 h:m | 304 h:m | 304 h:m | 304 h:m | 304 h:m | 304 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 120 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 144 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m | 240 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | | | | | | | | | | |
| FB WAZA ZA WAZA | | | | | | | | | | |
| FB WAZA ZA WAZA | 96 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 96 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 120 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 120 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m | 200 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 48 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 48 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m | 80 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 96 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 96 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m | 160 h:m |
| FB WAZA ZA WAZA | 72 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m | 120 h:m |

Page: 1 of 12. Size: 3 rows by 4 columns

Слика 134. Коришћеност ресурса (I део)

| Resource Group | Resource Name | Work | Cost |
|----------------|---|-----------|-----------|
| | Dekan | 1,216 hrs | £300.00 |
| | Prodekan za nastavu | 3,648 hrs | £600.00 |
| | Prodekan za finansije | 2,432 hrs | £0.00 |
| | Sef studentske službe | 3,648 hrs | £0.00 |
| | Prodekan za NIR | 4,864 hrs | £0.00 |
| | Sef kadrovske službe | 3,648 hrs | £0.00 |
| | Prorektor za unutrašnju organizaciju | 0 hrs | £0.00 |
| | Sef službe obezbeđenja održavanja i pomoćno tehničkih poslova | 2,432 hrs | £0.00 |
| | Komercijalni referent | 6,080 hrs | £0.00 |
| | Referent studentske službe | 7,296 hrs | £0.00 |
| | Fiktivna aktivnost | 0 hrs | £0.00 |
| | Prodekan za nastavu | 6,080 hrs | £3,000.00 |
| | Dekan | 7,296 hrs | £3,000.00 |
| | Fiktivna aktivnost | 0 hrs | £0.00 |
| | Fiktivna aktivnost | 0 hrs | £0.00 |
| | Prorektor za NIR | 4,864 hrs | £0.00 |
| | Programski odbor | 6,080 hrs | £0.00 |
| | Komisija za izdavačku delatnost | 2,432 hrs | £0.00 |
| | Fiktivna aktivnost | 0 hrs | £0.00 |
| | Referent studentske službe | 4,864 hrs | £1,200.00 |
| | Sef kadrovske službe | 3,648 hrs | £1,500.00 |
| | Fiktivna aktivnost | 0 hrs | £0.00 |
| | Sef studentske službe | 0 hrs | £0.00 |
| | Rukovodilac IT sektora | 4,864 hrs | £1,200.00 |
| | Fiktivna aktivnost | 0 hrs | £0.00 |
| | Dekan | 6,080 hrs | £0.00 |
| | Komercijalni direktor | 7,296 hrs | £0.00 |
| | Sef službe obezbeđenja održavanja i pomoćno tehničkih poslova | 8,512 hrs | £1,400.00 |
| | Fiktivna aktivnost | 0 hrs | £0.00 |
| | Fiktivna aktivnost | 0 hrs | £0.00 |
| | Fiktivna aktivnost | 0 hrs | £0.00 |

Слика 137. Приказ ресурса пројекта у програму MS Excel

На следећој слици приказани су подаци о ресурсима (име, максимална расположивост ресурса, прекорачење ресурса, распоред радних сати по активностима, трошкови ресурса) импортовани из програма MS Project у програм MS Excel.

| ID | Unique ID | Resource Name | Initials | Max Units | Standard Rate | Overtime Rate | Cost Per Use | Accrue At | Cost | Baseline Cost | Actual Cost | Scheduled Work |
|----|-----------|---|----------|-----------|---------------|---------------|--------------|-----------|-----------|---------------|-------------|----------------|
| 1 | 1 | Dekan | D | 100% | £0.00/hr | £0.00/hr | £300.00 | Prorated | £300.00 | £0.00 | £0.00 | 1,216 hrs |
| 2 | 2 | Prodekan za nastavu | P | 300% | £0.00/hr | £0.00/hr | £200.00 | Prorated | £600.00 | £0.00 | £0.00 | 3,648 hrs |
| 3 | 3 | Prodekan za finansije | P | 200% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 2,432 hrs |
| 4 | 4 | Sef studentske službe | S | 300% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 3,648 hrs |
| 5 | 5 | Prodekan za NIR | P | 400% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 4,864 hrs |
| 6 | 6 | Sef kadrovske službe | S | 300% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 3,648 hrs |
| 7 | 7 | Prorektor za unutrašnju organizaciju | P | 100% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 0 hrs |
| 8 | 8 | Sef službe obezbeđenja održavanja i pomoćno tehničkih poslova | S | 200% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 2,432 hrs |
| 9 | 9 | Komercijalni referent | K | 600% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 6,080 hrs |
| 10 | 10 | Referent studentske službe | R | 600% | £0.00/hr | £0.00/hr | £100.00 | Prorated | £600.00 | £0.00 | £0.00 | 7,296 hrs |
| 11 | 11 | Fiktivna aktivnost | F | 100% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 0 hrs |
| 12 | 12 | Prodekan za nastavu | P | 600% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £3,000.00 | £0.00 | £0.00 | 6,080 hrs |
| 13 | 13 | Dekan | D | 600% | £0.00/hr | £0.00/hr | £500.00 | Prorated | £3,000.00 | £0.00 | £0.00 | 7,296 hrs |
| 14 | 14 | Fiktivna aktivnost | F | 100% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 0 hrs |
| 15 | 15 | Fiktivna aktivnost | F | 100% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 0 hrs |
| 16 | 16 | Prorektor za NIR | P | 400% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 4,864 hrs |
| 17 | 17 | Programski odbor | P | 500% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 6,080 hrs |
| 18 | 18 | Komisija za izdavačku delatnost | K | 200% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 2,432 hrs |
| 19 | 19 | Fiktivna aktivnost | F | 100% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 0 hrs |
| 20 | 20 | Referent studentske službe | R | 400% | £0.00/hr | £0.00/hr | £300.00 | Prorated | £1,200.00 | £0.00 | £0.00 | 4,864 hrs |
| 21 | 21 | Sef kadrovske službe | S | 300% | £0.00/hr | £0.00/hr | £500.00 | Prorated | £1,500.00 | £0.00 | £0.00 | 3,648 hrs |
| 22 | 22 | Fiktivna aktivnost | F | 100% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 0 hrs |
| 23 | 23 | Sef studentske službe | S | 100% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 0 hrs |
| 24 | 24 | Rukovodilac IT sektora | R | 400% | £0.00/hr | £0.00/hr | £300.00 | Prorated | £1,200.00 | £0.00 | £0.00 | 4,864 hrs |

Слика 138. Подаци о ресурсима пројекта у програму MS Excel

На следећој слици приказани су трошкови пројекта у програму MS Excel (слика 139).

Microsoft Excel - A1

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

Project Start Date: Wed 25/04/12
Project Finish Date: Thu 22/11/12

Task Costs

| ID | Task Name | Fixed Cost | Total Cost | Baseline Cost | Cost Variance | Actual Cost | Remaining Cost |
|----|---|------------|------------|---------------|---------------|-------------|----------------|
| 1 | Inf.sis.fakul. | £0.00 | £80,000.00 | £0.00 | £80,000.00 | £0.00 | £80,000.00 |
| 11 | Poslovi integralnog informacionog sistema fakulteta | £1,700.00 | £1,700.00 | £0.00 | £1,700.00 | £0.00 | £1,700.00 |
| 12 | Poslovi obrazovanja | £800.00 | £800.00 | £0.00 | £800.00 | £0.00 | £800.00 |
| 13 | Poslovi uprave | £900.00 | £900.00 | £0.00 | £900.00 | £0.00 | £900.00 |
| 14 | Poslovi studentske službe | £1,100.00 | £1,100.00 | £0.00 | £1,100.00 | £0.00 | £1,100.00 |
| 15 | Naucno-istrazavska delatnost | £900.00 | £900.00 | £0.00 | £900.00 | £0.00 | £900.00 |
| 16 | Kadrovski poslovi | £400.00 | £400.00 | £0.00 | £400.00 | £0.00 | £400.00 |
| 17 | Poslovi logistike | £7,000.00 | £7,000.00 | £0.00 | £7,000.00 | £0.00 | £7,000.00 |
| 18 | Poslovi obezbedenja | £1,300.00 | £1,300.00 | £0.00 | £1,300.00 | £0.00 | £1,300.00 |
| 19 | Poslovi nabavke | £1,400.00 | £1,400.00 | £0.00 | £1,400.00 | £0.00 | £1,400.00 |
| 20 | Izrada i donošenje studijskih programa ostalih oblika obrazovanja | £600.00 | £600.00 | £0.00 | £600.00 | £0.00 | £600.00 |
| 21 | Fiktivna aktivnost | £0.00 | £0.00 | £0.00 | £0.00 | £0.00 | £0.00 |
| 22 | Evidentiranje realizacije studijskog programa | £1,600.00 | £1,600.00 | £0.00 | £1,600.00 | £0.00 | £1,600.00 |
| 23 | Odlucivanje i planiranje | £1,000.00 | £1,000.00 | £0.00 | £1,000.00 | £0.00 | £1,000.00 |
| 24 | Fiktivna aktivnost | £0.00 | £0.00 | £0.00 | £0.00 | £0.00 | £0.00 |
| 25 | Fiktivna aktivnost | £0.00 | £0.00 | £0.00 | £0.00 | £0.00 | £0.00 |
| 26 | Poslovi planiranja i vrednovanja naučno-istrazavske delatnosti | £1,300.00 | £1,300.00 | £0.00 | £1,300.00 | £0.00 | £1,300.00 |
| 27 | Organizovanje naučnih skupova i naučno stručnih konferencija | £1,500.00 | £1,500.00 | £0.00 | £1,500.00 | £0.00 | £1,500.00 |
| 28 | Izdavacka delatnost | £1,700.00 | £1,700.00 | £0.00 | £1,700.00 | £0.00 | £1,700.00 |
| 29 | Fiktivna aktivnost | £0.00 | £0.00 | £0.00 | £0.00 | £0.00 | £0.00 |

Слика 139. Приказ трошкова пројекта у програму MS Excel

На слици 140 приказане су ангажоване активности са подацима о почетку, крају, трајању активности као и трошковима сваке активности.

Microsoft Excel - A1

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

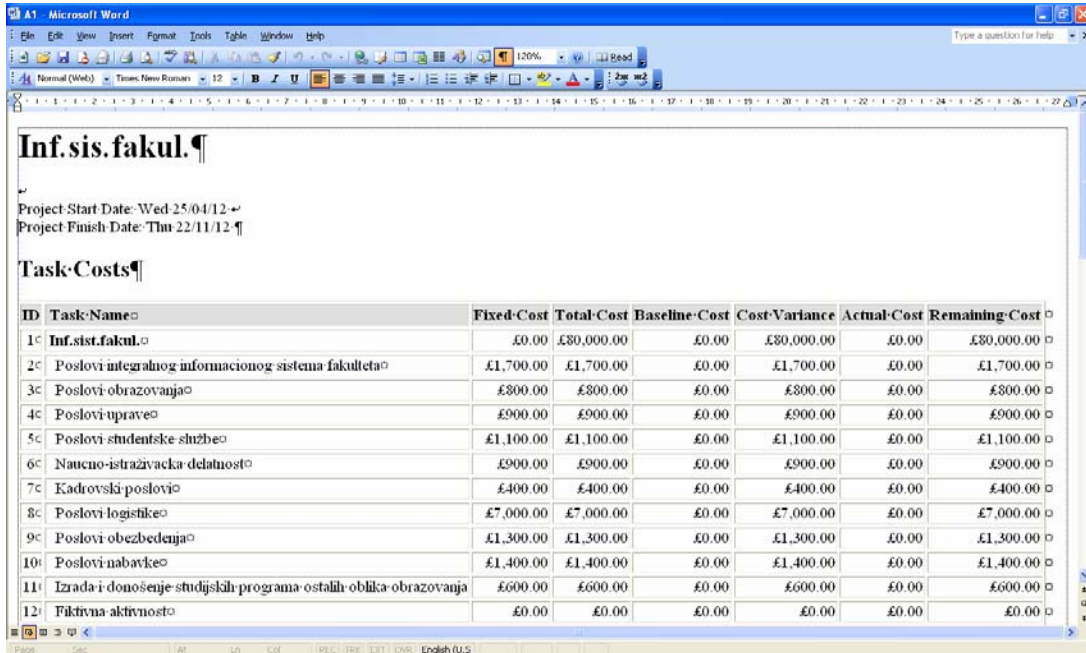
Project Start Date: Wed 25/04/12
Project Finish Date: Thu 22/11/12

Tasks

| Resource Group | Resource Name | Task Name | Duration | Start | Finish | Cost |
|----------------|--|---|----------|--------------|--------------|------------|
| | Dekan,Prodekan za nastavu(300%),Prodekan za finansije(200%),Sef studentske sluzbe(300%),Prodekan za NIR(400%),Sef kadrovske sluzbe(300%),Sef sluzbe obezbedenja odrzavanja i pomocno tehnickih poslova(200%),Komercijalni referent(500%),Referent studentsk. | Inf.sis.fakul. | 152 days | Wed 25/04/12 | Thu 22/11/12 | £80,000.00 |
| | | Poslovi integralnog informacionog sistema fakulteta | 8 days | Wed 25/04/12 | Fri 04/05/12 | £1,700.00 |
| | | Poslovi obrazovanja | 8 days | Mon 07/05/12 | Wed 16/05/12 | £800.00 |
| | | Poslovi uprave | 11 days | Mon 07/05/12 | Mon 21/05/12 | £900.00 |
| | | Poslovi studentske službe | 12 days | Mon 07/05/12 | Tue 22/05/12 | £1,100.00 |
| | | Naucno-istrazavska delatnost | 15 days | Mon 07/05/12 | Fri 25/05/12 | £900.00 |
| | | Kadrovski poslovi | 10 days | Mon 07/05/12 | Fri 18/05/12 | £400.00 |
| | | Poslovi logistike | 10 days | Mon 07/05/12 | Fri 18/05/12 | £7,000.00 |
| | | Poslovi obezbedenja | 11 days | Mon 07/05/12 | Mon 21/05/12 | £1,300.00 |
| | | Poslovi nabavke | 5 days | Mon 07/05/12 | Fri 11/05/12 | £1,400.00 |
| | | Izrada i donošenje studijskih programa ostalih oblika obrazovanja | 8 days | Thu 17/05/12 | Mon 28/05/12 | £600.00 |
| | | Fiktivna aktivnost | 0 days | Mon 28/05/12 | Mon 28/05/12 | £0.00 |
| | | Evidentiranje realizacije studijskog programa | 5 days | Tue 29/05/12 | Mon 04/06/12 | £1,600.00 |
| | | Odlucivanje i planiranje | 5 days | Tue 29/05/12 | Mon 04/06/12 | £1,000.00 |

Слика 140. Приказ ангажованих активности у програму MS Excel

Трошкови пројекта приказани су и у програму MS Word (слика 141).



Inf. sis. fakul.

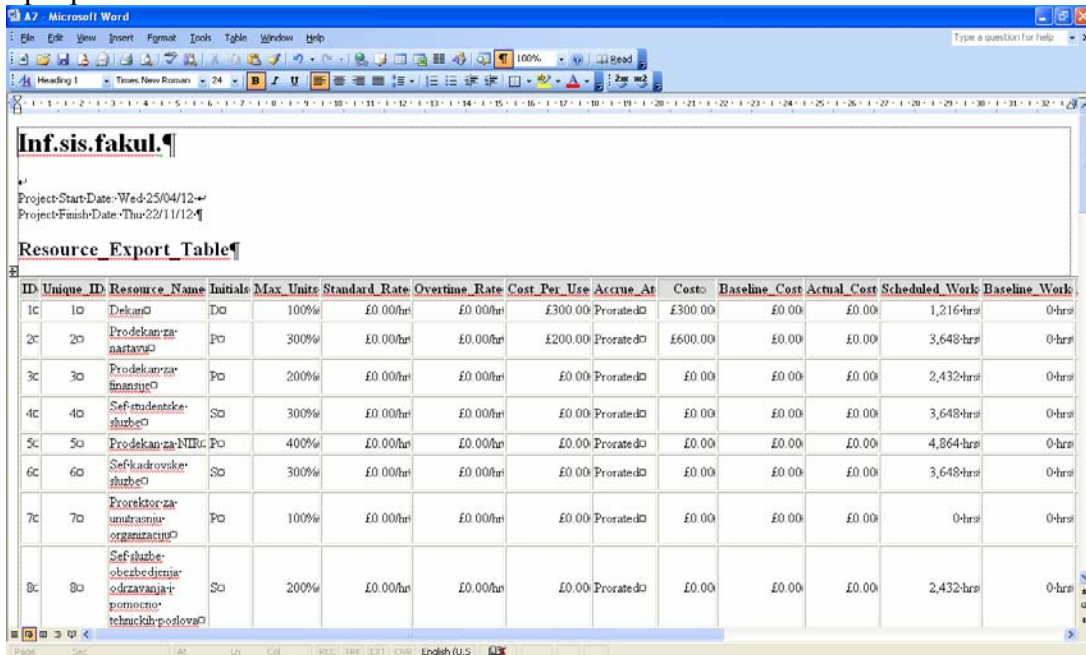
Project Start Date: Wed 25/04/12
Project Finish Date: Thu 22/11/12

Task Costs

| ID | Task Name | Fixed Cost | Total Cost | Baseline Cost | Cost Variance | Actual Cost | Remaining Cost |
|-----|---|------------|------------|---------------|---------------|-------------|----------------|
| 1c | Inf. sis. fakul. | £0.00 | £80,000.00 | £0.00 | £80,000.00 | £0.00 | £80,000.00 |
| 2c | Poslovi integralnog informacionog sistema fakulteta | £1,700.00 | £1,700.00 | £0.00 | £1,700.00 | £0.00 | £1,700.00 |
| 3c | Poslovi obrazovanja | £800.00 | £800.00 | £0.00 | £800.00 | £0.00 | £800.00 |
| 4c | Poslovi uprave | £900.00 | £900.00 | £0.00 | £900.00 | £0.00 | £900.00 |
| 5c | Poslovi studentske službe | £1,100.00 | £1,100.00 | £0.00 | £1,100.00 | £0.00 | £1,100.00 |
| 6c | Naucno-istraživačka delatnost | £900.00 | £900.00 | £0.00 | £900.00 | £0.00 | £900.00 |
| 7c | Kadrovski poslovi | £400.00 | £400.00 | £0.00 | £400.00 | £0.00 | £400.00 |
| 8c | Poslovi logistike | £7,000.00 | £7,000.00 | £0.00 | £7,000.00 | £0.00 | £7,000.00 |
| 9c | Poslovi obezbeđenja | £1,300.00 | £1,300.00 | £0.00 | £1,300.00 | £0.00 | £1,300.00 |
| 10c | Poslovi nabavke | £1,400.00 | £1,400.00 | £0.00 | £1,400.00 | £0.00 | £1,400.00 |
| 11c | Izrada i donošenje studijskih programa ostalih oblika obrazovanja | £600.00 | £600.00 | £0.00 | £600.00 | £0.00 | £600.00 |
| 12c | Fiktivna aktivnost | £0.00 | £0.00 | £0.00 | £0.00 | £0.00 | £0.00 |

Слика 141. Приказ трошкова пројекта у програму MS Word

На следећој слици приказани су подаци о ресурсима (име, максимална расположивост ресурса, прекорачење ресурса, распоред радних сати по активностима, трошкови ресурса) импортовани из програма MS Project у програм MS Word.



Inf. sis. fakul.

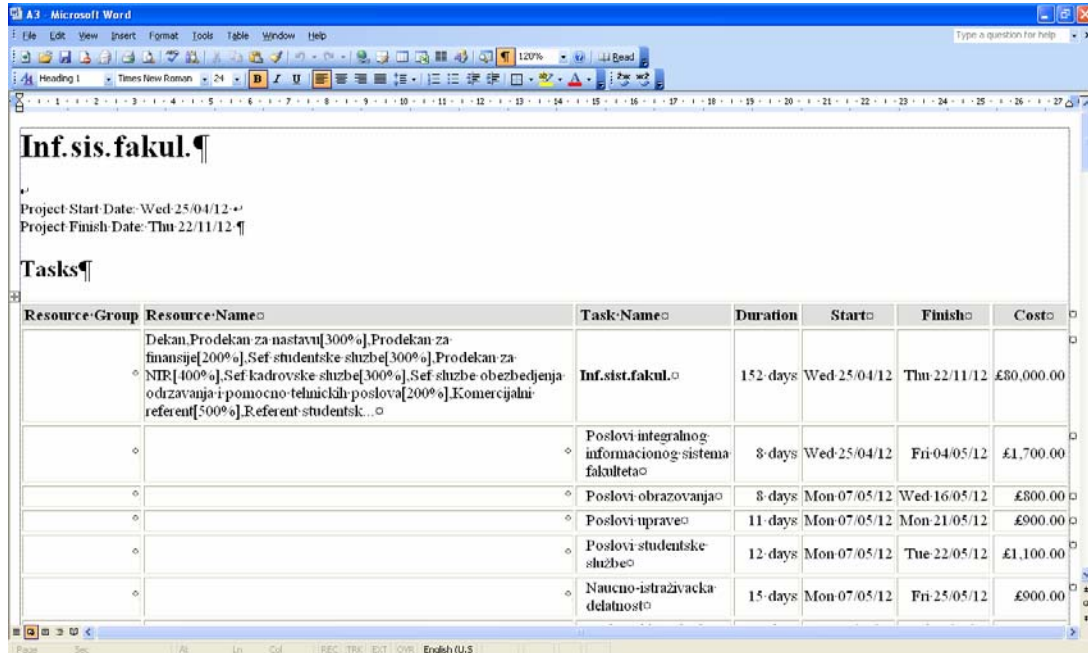
Project Start Date: Wed 25/04/12
Project Finish Date: Thu 22/11/12

Resource Export Table

| ID | Unique ID | Resource Name | Initials | Max Units | Standard Rate | Overtime Rate | Cost Per Use | Accrue At | Costs | Baseline Cost | Actual Cost | Scheduled Work | Baseline Work |
|----|-----------|---|----------|-----------|---------------|---------------|--------------|-----------|---------|---------------|-------------|----------------|---------------|
| 1c | 1c | Dekani | Do | 100% | £0.00/hr | £0.00/hr | £300.00 | Prorated | £300.00 | £0.00 | £0.00 | 1,216-hrs | 0-hrs |
| 2c | 2c | Prodekan za nastavu | Po | 300% | £0.00/hr | £0.00/hr | £200.00 | Prorated | £600.00 | £0.00 | £0.00 | 3,648-hrs | 0-hrs |
| 3c | 3c | Prodekan za finansje | Po | 200% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 2,432-hrs | 0-hrs |
| 4c | 4c | Šef studentske službe | So | 300% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 3,648-hrs | 0-hrs |
| 5c | 5c | Prodekan za NPI | Po | 400% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 4,864-hrs | 0-hrs |
| 6c | 6c | Šef kadrovske službe | So | 300% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 3,648-hrs | 0-hrs |
| 7c | 7c | Prorektor za unutrašnju organizaciju | Po | 100% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 0-hrs | 0-hrs |
| 8c | 8c | Šef službe obezbeđenja održavanja i pomoćne tehničkih poslova | So | 200% | £0.00/hr | £0.00/hr | £0.00 | Prorated | £0.00 | £0.00 | £0.00 | 2,432-hrs | 0-hrs |

Слика 142. Приказ података о ресурсима пројекта у програму MS Word

На слици 143 приказане су ангажоване активности са подацима о почетку, крају, трајању активности као и трошковима сваке активности у програму MS Word.



Inf. sis. fakul.

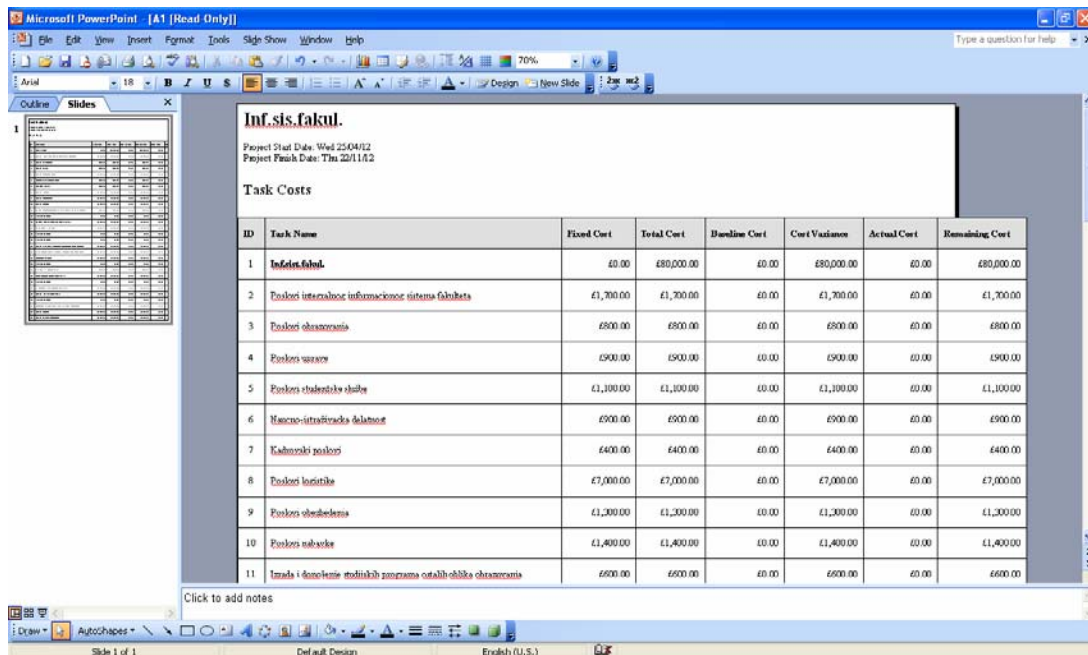
Project Start Date: Wed 25/04/12
Project Finish Date: Thu 22/11/12

Tasks

| Resource-Group | Resource-Name | Task-Name | Duration | Start | Finish | Cost |
|----------------|---|---|----------|--------------|--------------|------------|
| | Dekan, Prodekan za nastavu [300%], Prodekan za finansije [200%], Sef studentske službe [300%], Prodekan za NTR [400%], Sef kadrovske službe [300%], Sef službe obezbeđenja održavanja i pomoćno-tehničkih poslova [200%], Komercijalni referent [500%], Referent studentsk... | Inf. sist. fakul. | 152 days | Wed 25/04/12 | Thu 22/11/12 | £80,000.00 |
| | | Poslovi integralnog informacionog sistema fakulteta | 8 days | Wed 25/04/12 | Fri 04/05/12 | £1,700.00 |
| | | Poslovi obrazovanja | 8 days | Mon 07/05/12 | Wed 16/05/12 | £800.00 |
| | | Poslovi uprave | 11 days | Mon 07/05/12 | Mon 21/05/12 | £900.00 |
| | | Poslovi studentske službe | 12 days | Mon 07/05/12 | Tue 22/05/12 | £1,100.00 |
| | | Naucno-istraživačka delatnost | 15 days | Mon 07/05/12 | Fri 25/05/12 | £900.00 |

Слика 143. Приказ ангажованих активности пројекта у програму MS Word

На следећој слици приказани су трошкови пројекта у програму MS PowerPoint.



Inf. sis. fakul.

Project Start Date: Wed 25/04/12
Project Finish Date: Thu 22/11/12

Task Costs

| ID | Task Name | Fixed Cost | Total Cost | Baseline Cost | Cost Variance | Actual Cost | Remaining Cost |
|----|--|------------|------------|---------------|---------------|-------------|----------------|
| 1 | Inf. sis. fakul. | £0.00 | £80,000.00 | £0.00 | £80,000.00 | £0.00 | £80,000.00 |
| 2 | Poslovi integralnog informacionog sistema fakulteta | £1,700.00 | £1,700.00 | £0.00 | £1,700.00 | £0.00 | £1,700.00 |
| 3 | Poslovi obrazovanja | £800.00 | £800.00 | £0.00 | £800.00 | £0.00 | £800.00 |
| 4 | Poslovi uprave | £900.00 | £900.00 | £0.00 | £900.00 | £0.00 | £900.00 |
| 5 | Poslovi studentske službe | £1,100.00 | £1,100.00 | £0.00 | £1,100.00 | £0.00 | £1,100.00 |
| 6 | Naucno-istraživačka delatnost | £900.00 | £900.00 | £0.00 | £900.00 | £0.00 | £900.00 |
| 7 | Kadrovske poslove | £400.00 | £400.00 | £0.00 | £400.00 | £0.00 | £400.00 |
| 8 | Poslovi nastave | £7,000.00 | £7,000.00 | £0.00 | £7,000.00 | £0.00 | £7,000.00 |
| 9 | Poslovi obezbeđenja | £1,200.00 | £1,200.00 | £0.00 | £1,200.00 | £0.00 | £1,200.00 |
| 10 | Poslovi nabavke | £1,400.00 | £1,400.00 | £0.00 | £1,400.00 | £0.00 | £1,400.00 |
| 11 | Uzrada i dostavljanje studijskih programa ostalih oblika obrazovanja | £600.00 | £600.00 | £0.00 | £600.00 | £0.00 | £600.00 |

Слика 144. Приказ трошкова пројекта у програму MS PowerPoint

На следећој слици приказани су подаци о ресурсима (име, максимална расположивост ресурса, прекорачење ресурса, распоред радних сати по активностима, трошкови ресурса) импортовани из програма MS Project у програм MS PowerPoint.

Project Start Date: Wed 25/04/12
Project Finish Date: Thu 22/11/12

Resource_Export_Table

| ID | Unlaw_ID | Resource Name | Initials | Max Units | Standard Rate | Overhead Rate | Cost Per Use | Accrual At | Cost | Baseline_C |
|----|----------|--|----------|-----------|---------------|---------------|--------------|------------|-----------|------------|
| 1 | 1 | Dokan | D | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €300.00 | Prorated | €300.00 | 0 |
| 2 | 2 | Prodekan za nastavu | P | 300% | €0.00/hr | €0.00/hr | €200.00 | Prorated | €600.00 | 0 |
| 3 | 3 | Prodekan za finansije | P | 200% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | €0.00 | 0 |
| 4 | 4 | Sef studentske službe | S | 300% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | €0.00 | 0 |
| 5 | 5 | Prodekan za NIK | P | 400% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | €0.00 | 0 |
| 6 | 6 | Sef kadrovske službe | S | 300% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | €0.00 | 0 |
| 7 | 7 | Prodekan za vanunastavna obrazovanja | P | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | €0.00 | 0 |
| 8 | 8 | Sef službe obrazovanja obrazovanja i pomoćno tehničkih poslova | S | 200% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | €0.00 | 0 |
| 9 | 9 | Komercijalni referent | K | 500% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | €0.00 | 0 |
| 10 | 10 | Referent studentske službe | R | €000% | €0.00/hr | €0.00/hr | €100.00 | Prorated | €600.00 | 0 |
| 11 | 11 | Fiktivna aktivnost | F | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | €0.00 | 0 |
| 12 | 12 | Prodekan za nastavu | P | 500% | €0.00/hr | €0.00/hr | €600.00 | Prorated | €3,000.00 | 0 |
| 13 | 13 | Dokan | D | €000% | €0.00/hr | €0.00/hr | €500.00 | Prorated | €3,000.00 | 0 |
| 14 | 14 | Fiktivna aktivnost | F | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | €0.00 | 0 |
| 15 | 15 | Fiktivna aktivnost | F | 100% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | €0.00 | 0 |
| 16 | 16 | Prodekan za NIK | P | 400% | €0.00/hr | €0.00/hr | €0.00 | Prorated | €0.00 | 0 |

Слика 145. Приказ података о ресурсима у програму MS PowerPoint

На слици 146 приказане су ангажоване активности са подацима о почетку, крају, трајању активности као и трошковима сваке активности у програму MS PowerPoint.

Project Start Date: Wed 25/04/12
Project Finish Date: Thu 22/11/12

Tasks

| Resource Group | Resource Name | Task Name | Duration | Start | Finish | Cost |
|----------------|---|-----------------------|----------|--------------|--------------|------------|
| | | Inf.sis.fakul. | 152 days | Wed 25/04/12 | Thu 22/11/12 | €80,000.00 |
| | Prodekan za nastavu (300%) | Prodekan za nastavu | 8 days | Wed 25/04/12 | Fri 04/05/12 | €1,200.00 |
| | Prodekan za finansije (200%) | Prodekan za finansije | 8 days | Mon 07/05/12 | Wed 16/05/12 | €800.00 |
| | Sef studentske službe (300%) | Prodekan za nastavu | 11 days | Mon 07/05/12 | Mon 21/05/12 | €900.00 |
| | Prodekan za NIK (400%) | Prodekan za nastavu | 12 days | Mon 07/05/12 | Tue 22/05/12 | €1,200.00 |
| | Sef kadrovske službe (300%) | Prodekan za nastavu | 15 days | Mon 07/05/12 | Fri 25/05/12 | €900.00 |
| | Sef službe obrazovanja obrazovanja i pomoćno tehničkih poslova (200%) | Prodekan za nastavu | 10 days | Mon 07/05/12 | Fri 18/05/12 | €600.00 |
| | Komercijalni referent (500%) | Prodekan za nastavu | 10 days | Mon 07/05/12 | Fri 18/05/12 | €7,000.00 |
| | Referent studentske službe | Prodekan za nastavu | 11 days | Mon 07/05/12 | Mon 21/05/12 | €1,200.00 |
| | Fiktivna aktivnost | Prodekan za nastavu | 5 days | Mon 07/05/12 | Fri 11/05/12 | €1,400.00 |
| | Fiktivna aktivnost | Prodekan za nastavu | 8 days | Thu 17/05/12 | Mon 28/05/12 | €600.00 |
| | Fiktivna aktivnost | Prodekan za nastavu | 0 days | Mon 28/05/12 | Mon 28/05/12 | €0.00 |
| | Fiktivna aktivnost | Prodekan za nastavu | 5 days | Tue 29/05/12 | Mon 04/06/12 | €1,000.00 |
| | Fiktivna aktivnost | Prodekan za nastavu | 5 days | Tue 29/05/12 | Mon 04/06/12 | €1,000.00 |
| | Fiktivna aktivnost | Prodekan za nastavu | 0 days | Tue 22/05/12 | Tue 22/05/12 | €0.00 |
| | Fiktivna aktivnost | Prodekan za nastavu | 0 days | Tue 22/05/12 | Tue 22/05/12 | €0.00 |

Слика 146. Приказ ангажованих активности у програму MS PowerPoint

Капацитет ресурса у одређеном временском периоду зависи од вредности у пољу Max. Units и његовим календаром ресурса. Однос између

капацитета и ангажовања ресурса назива се заузетост ресурса. Сваки радни ресурс има једно од три стања заузетости:

- **Непотпуно заузет**- Ангажовани ресурс не користи максимални капацитет ресурса.
- **Потпуно заузет**- Ангажовани ресурс користи максимални капацитет ресурса.
- **Презаузет**- Ангажовани ресурс премашује максимални капацитет ресурса.

Трошкови који могу да се појаве током реализације пројекта су:

- **Трошкови из базног плана** – првобитно снимљени трошкови задатака, ресурса или ангажовања.
- **Текући трошкови** – израчунати трошкови задатака, ресурса или ангажовања у пројектном плану.
- **Стварни трошкови** – трошкови који су настали за задатаке, ресурсе или ангажмане.
- **Преостали трошкови** – разлика између планираних и стварних трошкова за задатаке, ресурсе или ангажовања.

Један од начина за сагледавање података у приказима задатака и ресурса је груписање. Груписање омогућава да информације о задацима и ресурсима организујете према изабраним критеријумима. Као и код сортирања, када се групишу подаци у неком приказу, груписање се односи на све табеле у том приказу.

Још један начин који користи Пројект за приказивање информација о задацима и ресурсима је путем филтрирања. Филтрирање сакрива податке о задацима или ресурсима који не испуњавају задате критеријуме. Као и код груписања, филтрирање не мења податке у пројектном плану већ само мења начин приказивања података.

Имамо два начина коришћења филтера и то:

- да се примени Autofilter (за брзо филтрирање у свакој табели),
- да се примени унапред дефинисани филтер (да би се приказале само оне информације о задацима или ресурсима које испуњавају критеријуме филтрирања).

Када задаци почну или се заврше раније или касније него што је планирано то има као резултат одступање од плана. Један од разлога за одступање од плана, може се навести, кашњење почетка или завршетка задатака.

Постоји неколико начина да се прикажу задаци са одступањем:

- Активира се приказ Tracking Gantt да би графички упоредили датуме задатака из базног плана са њиховим стварним планираним датумима.
- Позове се приказ Detail Gantt да би графички приказали одступање сваког задатка од базног плана.
- Користите табелу Variance на приказ задатака да би видели за колико дана одступају датуми почетка и завршетка свих активности.

15. ДОКАЗ ХИПОТЕЗА

Скраћивањем мрежног дијаграма постиже се ефикасније коришћење расположивих ресурса

Прва хипотеза ефикасније коришћење расположивих ресурса је доказана при оптимизацији (скраћивању) мрежног дијаграма. При скраћивању мрежног дијаграма приказано је постизање задатог трајања пројекта уз најмање повећање трошкова. Коришћењем метода заснованих на Техници мрежног планирања постиже се оптимално коришћење расположивих ресурса и финансијских средстава.

На једном једноставнијем примеру приказано је скраћивање мрежног дијаграма кроз три итерације. Поред праћења трајања, трошкова извршен је и гантограмски и хистограмски приказ у оквиру сваке итерације. На гантограму је графички приказано трајање пројекта, као и сваке активности у оквиру пројекта. У овом приказу може се релативно једноставно представити трајање сваке активности и повезаност између активности у оквиру пројекта. Хистограмски приказ представља узајамну везу између усиљеног и нормалног трајања пројекта. Што је приказано на сликама 39.-50.

Оптимизација мрежног дијаграма омогућава примену оптималних решења у реализацији пројекта

Ова хипотеза доказана је на практичном примеру, увођења новог пројекта у производњу, где је приказана најповољнија расподела ресурса кроз итеративни поступак скраћивања мрежног дијаграма (кроз четири итерације, до усиљеног трајања пројекта, слика 51.-55.). Када се посматра зависност трајања и броја критичних путева већа корелативна зависност је код анализе применом линеарне регресије, што значи да је повољније применити ову анализу при испитивању поменуте зависности $r_{xy}=0,709$ (слика 56. и 57.). На основу прорачуна зависности броја активности на критичном путу и трајања пројекта види се већа корелативна зависност код криволинијске геометријске прогресије у односу на линеарну регресију $r_{xy}=0,980$ (слика 58. и 59.). Анализирајући зависност трошкова и броја активности на критичном путу пројекта види се већа корелативна зависност код линеарне регресије у односу на криволинијску геометријску прогресију $r_{xy}=0,998$ (слика 60. и 61.).

На примеру информационог система Факултета приказана је оптимизација мрежног дијаграма и најрационалније коришћење расположивих ресурса. Истраживањем сам приказао да приликом скраћивања мрежног дијаграма, итеративним поступком, постоји корелативна зависност између трајања пројекта, трошкова пројекта, броја

критичних путева и броја активности на критичном путу. Посматране зависности су анализирани коришћењем математичких метода и то: линеарне регресије и геометријске прогресије.

Итеративним поступком скраћивања постиже се изналажење најбољих могућности при скраћивању мрежног дијаграма

Трећа хипотеза је доказана на примеру Информационог система Факултета где је кроз седам итерација извршено скраћивање мрежног дијаграма. Постизање оптималних решења у реализацији пројекта је приказано при скраћивању мрежног дијаграма. Показано је најрационалније коришћење расположивих ресурса при најмањем повећању трошкова.

На основу прорачуна, приказана је велика корелативна зависност између дужине трајања пројекта и трошкова. Доказано је да са смањењем трајања пројекта повећава се број активности на критичном путу односно број критичних путева што је и графички приказано.

Приказивањем корелативне зависности између посматраних параметара (трошкова, трајања пројекта, броја критичних путева и броја активности на критичном путу) показује се које су од разматраних величина највише повезане

Ова хипотеза је доказана тиме што је коришћењем математичких метода (линеарне регресије, криволинијске геометријске регресије и вишеструке корелације) приказана велика корелативна зависност између:

- трајања и броја критичних путева пројекта,
- трајања и броја активности на критичном путу пројекта
- трошкова и броја активности на критичном путу пројекта

На другом примеру приказан је део информационог система факултета на коме је такође извршена оптимизација мрежног дијаграма до усиљеног трајања (кроз седам итерација). Код овог примера коефицијент корелације применом линеарне регресије је највећи код зависности трајања и броја активности на критичном путу који износи $r_{xy}=0,982$ (слика 33.). Што нам говори да при посматрању зависности између трајања и броја активности на критичном путу најбоље је применити линеарну регресију. Док коефицијент корелације применом криволинијске геометријске прогресије је највећи код зависности трајања и броја активности на критичном путу који износи $r_{xy}=0,999$ (слика 34.), што нам говори да је најбоље применити геометријску прогресију код ове зависности.

На истом примеру приказана је вишеструка корелација између трајања, броја критичних путева и броја активности на критичном путу $r_{xy}=0,968$ (слика 37.) и вишеструка корелација између трајања, броја критичних путева и трошкова која је већа и износи $r_{xy}=0,992$ (слика 38.). Што

нас доводи до закључка да при анализи вишеструке зависности боље је применити корелацију између трајања, броја критичних путева и трошкова.

Корелација је коришћена да би се видело које су од разматраних параметара највише зависне и коју зависност је најбоље применити при даљим анализама. Корелација нам показује да са скраћивањем времена трајања пројекта, тј. смањењем дужине трајања мрежног дијаграма долази до повећавања трошкова, односно броја критичних путева и броја активности на критичном путу и обрнуто. На основу коефицијента корелације може се закључити где је посматрана зависност израженија.

Постизање одрживости пројекта се може остваривати у реалном окружењу

Ова хипотеза је доказана тиме што је одрживост пројекта и оптимизација мрежног дијаграма примењена на информациони систем Факултета, чиме се доказује примењивост овог пројекта у реалном окружењу.

Побољшање ефикасности пројекта реализује се скраћивањем трајања реализације пројекта, смањивањем трошкова финансирања пројекта

Шеста хипотеза се доказује при скраћивању мрежног дијаграма. Скраћивањем трајања реализације пројекта долази до побољшања ефикасности пројекта, што доводи до смањивања трошкова финансирања пројекта, које је постигнуто при оптимизацији мрежног дијаграма итеративним поступком скраћивања.

Примена широког спектра савремених концепата ИТ, метода пословне интелигенције, уноси знатна унапређења у анализи и унапређењу мрежних дијаграма

Оптимизација мрежног дијаграма приказана је у програму MS Project, где је приказано скраћивање мрежног дијаграма кроз седам итерација. Поред трајања пројекта праћени су и трошкови реализације пројекта, у сваком кораку скраћивања мрежног дијаграма. У истом програму извршено је праћење пројекта у приказу Calendar, Gantt Chart, Network Diagram, Resource Sheet, такође су приказани извештаји разматраног примера као што су: извештаји о критичним активностима, о буџету пројекта, о ангажованости ресурса, о начину коришћења ресурса.

За сваку активност у пројекту креирани су хиперлинкови, чијим стартовањем се активира одговарајући декомпозициони дијаграм, урађен у програму BPWin, који одговара датом активности. Чиме је приказана

повезаност између мрежних дијаграма и активности у програму MS Project и декомпозиционих дијаграма урађених у програму BPWin.

Исти пример је коришћен да би се приказале активности из мрежног дијаграма као ентитети у програму BPWIN (слика 73.-81.). Свака активност у мрежном дијаграму има своје улазе, излазе, механизме и контроле које су потребне за реализацију одређене активности. Тиме је успостављена веза између мрежног планирања и декомпозиционих дијаграма.

Такође овај пример је коришћен да би се приказала оптимизација мрежног дијаграма коришћењем програма MS Project (слика 82.-124.). Приказане су неке могућности програма MS Project (извештаји о активностима, ресурсима), као и повезаност са програмима из Office пакета (Word, Excel, PowerPoint) (слика 125.-146.).

Приказ активности, међусобне зависности, креирање хиперлинкова представљено је помоћу програмског кода који је урађен у програму Visual Basic.

16. ПРАВЦИ ДАЉЕГ ИСТРАЖИВАЊА

Даље смернице наставка овог рада, његова могућа доградња могла би се односити на развој и имплементацију других софтверских решења у смислу унапређења и анализе мрежног планирања и оптимизације ресурса у мрежним дијаграмима.

Правац даљих истраживања би се односио на усавршавање постављеног решења укључивањем и других софтверских решења са циљем унапређења методологије управљања пројектима. Првенствени акценат би се постављао на коришћење информација доступних из система за управљање документацијом, базираног на коришћењу декомпозиционих дијаграма факултета.

Наставак рада и даљих истраживања би се првенствено односила на усавршавање методологије оптимизације ресурса у пројектима који су скупи, ризични и имају дужи рок реализације.

17. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

Основни циљ рада и постигнути допринос је усавршавање метода мрежног планирања и оптимизације ресурса у мрежном дијаграму. Приказана је корелативна зависност између времена трајања, трошкова, броја критичних путева и броја активности на критичном путу пројекта.

Сprovedено је истраживање чији резултати показују да је добијена висока корелативна зависност између испитиваних параметара. Испитивана је зависност трошкова и трајања пројекта, трајања пројекта од броја критичних путева, трајања пројекта од броја активности на критичном путу. Поменуте зависности су испитиване по линеарној регресији, криволинијској геометријској прогресији.

Према линеарној регресији највећа корелативна зависност је између трајања и броја активности на критичном путу пројекта (која износи $R_{xy}=0,981$), по криволинијској геометријској прогресији највећа зависност је између трајања и трошкова (која износи $R_{xy}=0,9999$).

Што се тиче зависности између посматраних величина највећа зависност је између трајања и трошкова (која износи $R_{xy}=0,9999$), а најмања између трајања и броја критичних путева (која износи $R_{xy}=0,711$).

Посматрана је и зависност између поменутих величина као вишеструка корелација између:

- трајања, трошкова и броја критичних путева (Коефицијент корелације је $R_{xy}=0,992$),
- трајања, броја активности на критичном путу и броја критичних путева (Коефицијент корелације је $R_{xy}=0,968$).

Већа вредност вишеструке корелације је постигнута између трајања, трошкова, и броја критичних путева (која износи $R_{xy}=0,992$).

Практична презентација коришћена на конкретном примеру дефинисала је поступак оптимизације време/трошкови. Применом одговарајућих алгорита могуће је рационално (оптимално) коришћење временских, финансијских и људских ресурса.

Применом програма MS Project представљена је оптимизација мрежног дијаграма на конкретном примеру. На основу изложеног учачају се предности примене програмског пакета MS Project при оптимизацији мрежног дијаграма:

- брзина рада у односу на ручни поступак,
- прегледност добијених резултата,
- прецизан прорачун трошкова,
- ефикасна анализа ресурса (материјалних, људских),
- могућност ажурирања и прегледа пројекта у сваком тренутку.

Поред програма MS Project оптимизација мрежног дијаграма извршава се једноставно и прецизно уз помоћ и других програма, на пример Super Project, Primavera ...

Применом програма MS Excel могуће је ефикасно извршити анализу пројекта, применом макроа и програма Visual Basic.

Ово указује на могућност даљих истраживања, у циљу усавршавања методологије оптимизације ресурса у пројектима који су скупи, ризични и имају дужи рок реализације.

ПРЕГЛЕД СЛИКА

- Слика 1. Основни елементи и ограничавајући фактори пројекта
- Слика 2. Управљање пројектима и друге научне дисциплине
- Слика 3. Животни циклус пројекта са становишта обима активности (посла)
- Слика 4. Животни циклус пројекта са становишта акумулираног рада
- Слика 5. Рационални приступ остварењу циљева
- Слика 6. Корац у планирању
- Слика 7. Функционална организација
- Слика 8. Пројектна организација
- Слика 9. Матрична организација
- Слика 10. Повезани граф
- Слика 11. Приказ субграфа
- Слика 12. Приказ четири основна снопа у односу на стабло T
- Слика 13. Начин уписивања временских параметара у МД
- Слика 14. Начин уписивања временских параметара у МД
- Слика 15. Приказ догађаја помоћу методе GERT
- Слика 16. Различити почетни и завршни догађаји
- Слика 17. Приказ операција у GERT мрежи
- Слика 18. Линеарна зависност између времена и трошкова
- Слика 19. Изломљено-линеарна зависност
- Слика 20. Дискретна зависност
- Слика 21. Нелинеарна непрекидна зависност
- Слика 22. Еластичност финансијске карактеристике пројекта
- Слика 23. Распоред ресурса
- Слика 24. Мрежни дијаграм разматраног примера
- Слика 25. Зависност између времена трајања и трошкова пројекта
- Слика 26. Мрежни дијаграм посматраног примера
- Слика 27. Гантограм почетног мрежног дијаграма
- Слика 28. Хистограм почетног мрежног дијаграма
- Слика 29. Гантограм МД након померања активности
- Слика 30. Хистограм МД након померања активности
- Слика 31. Зависност трајања и трошкова пројекта
- Слика 32. Зависност трајања и трошкова-линеарна регресија
- Слика 33. Зависност трајања и броја активности на критичном путу-линеарна регресија
- Слика 34. Зависност трајања и броја активности на критичном путу-криволинијска геометријска прогресија
- Слика 35. Зависност трајања и броја критичних путева-линеарна регресија
- Слика 36. Зависност трајања и броја критичних путева-криволинијска геометријска прогресија

- Слика 37. Зависност трајања, броја критичних путева и броја активности на критичном путу-вишеструка корелација
- Слика 38. Зависност трајања, броја критичних путева и трошкова-вишеструка корелација
- Слика 39. Почетни мрежни дијаграм
- Слика 40. Гантограм почетног мрежног дијаграма
- Слика 41. Хистограм почетног мрежног дијаграма
- Слика 42. Мрежни дијаграм после прве итерације
- Слика 43. Гантограм после прве итерације
- Слика 44. Хистограм после прве итерације
- Слика 45. Мрежни дијаграм после друге итерације
- Слика 46. Гантограм после друге итерације
- Слика 47. Хистограм после друге итерације
- Слика 48. Мрежни дијаграм после треће итерације
- Слика 49. Гантограм после треће итерације
- Слика 50. Хистограм после треће итерације
- Слика 51. Почетни мрежни дијаграм
- Слика 52. I итерација
- Слика 53. II итерација
- Слика 54. III итерација
- Слика 55. IV итерација
- Слика 56. Зависност трајања и броја критичних путева пројекта – Линеарна регресија
- Слика 57. Зависност трајања и броја критичних путева пројекта – Геометријска прогресија
- Слика 58. Зависност трајања и броја активности на критичном путу – Линеарна регресија
- Слика 59. Зависност трајања и броја активности на критичном путу - Геометријска прогресија
- Слика 60. Зависност између трошкова и броја активности на критичном путу - Линеарна регресија
- Слика 61. Зависност између трошкова и броја активности на критичном путу - Геометријска прогресија
- Слика 62. Захтеви за управљање пројектима
- Слика 63. Унос почетних података
- Слика 64. Сегмент календарског приказа активности
- Слика 65. Сегмент гантограмског приказа активности
- Слика 66. Сегмент мрежног дијаграма
- Слика 67. Извештај целокупног пројекта
- Слика 68. Могућност имплементације Hyperlink технологије
- Слика 69. Креирање Виртуелног директоријума за приступ WEB документима
- Слика 70. Екстерно апликативно решење за управљање документацијом

- Слика 71. Приступ референтним библиотекама објеката
- Слика 72. Додељивање особина објектима MS Project путем VBA програмског језика
- Слика 73. Дијаграм контекста за послове интегрисаног универзитета
- Слика 74. Стабло послова интегрисаног универзитета
- Слика 75. Дијаграм декомпозиције за послове интегрисаног универзитета
- Слика 76. Дијаграм декомпозиције за послове управе
- Слика 77. Дијаграм декомпозиције за послове образовања
- Слика 78. Дијаграм декомпозиције за послове студентске службе
- Слика 79. Декомпозициони дијаграм научноистраживачке делатности
- Слика 80. Декомпозициони дијаграм за кадровске послове
- Слика 81. Декомпозициони дијаграм за послове логистике
- Слика 82. Гантограмски приказ пројекта
- Слика 83. Мрежни дијаграм разматраног примера (I део)
- Слика 84. Мрежни дијаграм разматраног примера (II део)
- Слика 85. Мрежни дијаграм разматраног примера (III део)
- Слика 86. Мрежни дијаграм разматраног примера (IV део)
- Слика 87. Мрежни дијаграм разматраног примера (V део)
- Слика 88. Мрежни дијаграм разматраног примера (VI део)
- Слика 89. Мрежни дијаграм разматраног примера (VII део)
- Слика 90. Мрежни дијаграм разматраног примера (VIII део)
- Слика 91. Мрежни дијаграм разматраног примера (IX део)
- Слика 92. Приказ критичних активности почетног мрежног дијаграма
- Слика 93. Приказ ангажованих ресурса
- Слика 94. Приказ података о ресурсима
- Слика 95. Трошкови на почетном мрежном дијаграму
- Слика 96. Приказ календар посматраног примера
- Слика 97. Гантограмски приказ после прве итерације
- Слика 98. Критичне активности после прве итерације
- Слика 99. Трошкови после прве итерације
- Слика 100. Гантограмски приказ после друге итерације
- Слика 101. Приказ скраћених активности у другој итерацији
- Слика 102. Трошкови пројекта након прве итерације
- Слика 103. Мрежни дијаграм после друге итерације
- Слика 104. Критичне активности после друге итерације
- Слика 105. Гантограмски приказ после треће итерације
- Слика 106. Критичне активности после треће итерације
- Слика 107. Трошкови пројекта након треће итерације
- Слика 108. Гантограмски приказ након четврте итерације
- Слика 109. Приказ скраћених активности након четврте итерације
- Слика 110. Критичне активности после треће итерације
- Слика 111. Трошкови пројекта након четврте итерације
- Слика 112. Гантограмски приказ након четврте итерације

- Слика 113. Приказ скраћених активности након пете итерације
- Слика 114. Критичне активности после пете итерације
- Слика 115. Трошкови пројекта након пете итерације
- Слика 116. Гантограмски приказ након шесте итерације
- Слика 117. Приказ скраћених активности након шесте итерације
- Слика 118. Критичне активности после шесте итерације
- Слика 119. Трошкови пројекта након шесте итерације
- Слика 120. Гантограмски приказ након седме итерације
- Слика 121. Приказ скраћених активности након седме итерације
- Слика 122. Критичне активности после седме итерације
- Слика 123. Трошкови пројекта након седме итерације
- Слика 124. Гантограмски приказ са додељеним хиперлинковима
- Слика 125. Извештај о називу, трајању, почетку, завршетку пројекта
- Слика 126. Извештај о критичним активностима пројекта (I део)
- Слика 127. Извештај о критичним активностима пројекта (II део)
- Слика 128. Буџет пројекта (I део)
- Слика 129. Буџет пројекта (II део)
- Слика 130. Ангажованост ресурса (I део)
- Слика 131. Ангажованост ресурса (II део)
- Слика 132. Ангажованост ресурса (III део)
- Слика 133. Ангажованост ресурса (IV део)
- Слика 134. Коришћеност ресурса (I део)
- Слика 135. Коришћеност ресурса (II део)
- Слика 136. Коришћеност ресурса (III део)
- Слика 137. Приказ ресурса пројекта у програму MS Excel
- Слика 138. Подаци о ресурсима пројекта у програму MS Excel
- Слика 139. Приказ трошкова пројекта у програму MS Excel
- Слика 140. Приказ ангажованих активности у програму MS Excel
- Слика 141. Приказ трошкова пројекта у програму MS Word
- Слика 142. Приказ података о ресурсима пројекта у програму MS Word
- Слика 143. Приказ ангажованих активности пројекта у програму MS Word
- Слика 144. Приказ трошкова пројекта у програму MS PowerPoint
- Слика 145. Приказ података о ресурсима у програму MS PowerPoint
- Слика 146. Приказ ангажованих активности у програму MS PowerPoint

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Adams J. R., Brandt S. E., Martin M. D., *Managing by Project Management*, UTC, Dayton, Ohio, 1979.
- [2] Aleksandar Dragasevic, Zoran Nestic, Miroslav Radojicic, *Some considerations on optimization of time and costs in network diagrams*, TTEM – technics technologies education management, DRUNPP, Sarajevo, Vol. 7., No. 2., 2012., ISSN 1840-1503, pp. 832-840.
- [3] Aleksandar Dragasevic, Zoran Nestic, Miroslav Radojicic, Jasmina Vesic Vasovic, *Analysis of time and cost activities in project realization of introduction a new product in production*, Metalurgia International, Vol. 17., No. 10., 2012, pp. 180-185.
- [4] Antill, J. M., Woodhead, R. W., *Critical Path Methods Construction Practice*, John Wiley, N. Y., 1980.
- [5] Antkiewicz R., Gąsecki A., Najgebauer A., Pierzchała D., Tarapata Z., *Stochastic PERT and CAST logic approach for computer support of complex operation planning*, ASMТАж10 Proceedings of the 17th international conference on Analytical and stochastic modeling techniques and applications, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2010.
- [6] A. S.: MELNIC: *Risk response strategies in project management*, Metalurgia International, Vol. 15., Special Issue No. 8., 2010., pp. 74 – 78., ISSN 1582-2214.
- [7] Badiru A. B., *STARC 2.0: an improved PERT network simulation tool*, Computers and Industrial Engineering, Volume 20, Issue 3, 1991.
- [8] Bamber, G.J., Lansbury R.D., *NEW TECHNOLOGY*, Unwin Hyman, London, 1989.
- [9] Barber K. S., Liu T. H., *Conflict detection during plan integration based on E-PERT diagrams*, AGENTS ж00 Proceedings of the fourth international conference on Autonomous agents, ACM New York, NY, USA, 2000.
- [10] Battersby, A., *Network Analysis*, Macmillien, London, 1979.
- [11] Бендековић, Ј. Брковић Д., Симић Б., Теодоровић И., *Инвестициони пројекти*, Центар за информације и публицитет, Загреб, 1977.
- [12] Бобера, Д., *Пројектни менаџмент*, Економски факултет, Суботица, 2003.
- [13] Божин, М., Радојичић, М., *Организација и управљање*, Технички факултет, Чачак, 1997.
- [14] Бранденбергер, Ј., Конрад, Р., *Техника мрежног планирања*, Техничка књига, Загреб, 1970.
- [15] Brucker, P, e.t.el., *Resource-constrained project scheduling: Notation, classification, models, and methods*, European Journal of Operational Research 112 (1999) 3±41

- [16] Булат В., Бојковић Р., *Организација производње*, ИЦИМ, Крушевац, 1998.
- [17] Булат В., *Индустријски менаџмент*, ИЦИМ, Крушевац, 1996.
- [18] Булат В., *Организација производње*, Машински факултет, Београд, 1999.
- [19] Булат В., *Теорија организације и менаџмент*, ИЦИМ, Крушевац, 1994.
- [20] Булат В., *Циљ инвестирања у пројектовање*, Пословна политика, Београд, 1982.
- [21] Царић, Н., *Организација и менаџмент*, Технички факултет, Нови Сад, 1990.
- [22] C. Beise, T. A. Carte, Ch. Vician, L. Chidambaram, *A case study of project management practices in virtual settings: lessons from working in and managing virtual teams*, ACM SIGMIS Database, Vol. 41., No. 4., November 2010, pp. 75-97., ACM New York, NY, USA, ISSN: 0095-0033.
- [23] C. F. Gray, E. W. Larson, *Project management: the managerial process*, McGraw-Hill/Irwin, ISBN 0073525154, 2008.
- [24] Car Z., Pripuzic K., Belani H., Teaching Project Management to Graduate Students of Electrical Engineering and Computing, . TTEM - technics technologies education management, DRUNPP, Sarajevo, Vol. 5, Number 1, 2010., pp. 73-81.
- [25] Castro J., Gómez D., Tejada J., *A polynomial rule for the problem of sharing delay costs in PERT networks*, Computers and Operations Research, <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1323740.1323911&coll=DL&dl=GUIDE&CFID=14788858&CFTOKEN=83237159> Volume 35, Issue 7, July, 2008.
- [26] Chrétienne P., Sourd F., *PERT scheduling with convex cost functions*, *Theoretical Computer Science*, <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=642013.642023&coll=DL&dl=GUIDE&CFID=14788858&CFTOKEN=83237159> Volume 292, Issue 1, Elsevier Science Publishers Ltd. Essex, UK, January 2003.
- [27] Цветковић, Д., и др., *Теорија графова и њене примене*, Научна књига, Београд, 1977.
- [28] Цвјетичанин, Д., *Операциона истраживања*, Економски факултет, Београд, 1992.
- [29] D. Lock, *Project Management*, Gower, ISBN 0566087723, 2007.
- [30] Datta K. D., *International joint ventures: a framework for anlysis*, Journal of Geneal Management, Vol. 14, No.2, 1988.
- [31] Deiasco E., Hornell E., Vickery G., *Technology and investment*, Pinter Publishers, London, 1990.

- [32] Dennis Lock, *Project Management*, 9Th Edition, Gower, 2007, ISBN0566087723
- [33] Dilworth, B., J., *Operations Management*, McGraw - Hill, New York, 1996.
- [34] Doucentte M., *Microsoft project*, Микро књига, Београд, 1998.
- [35] Dragашевић A., Vesiћ J., Radoјичић M., Velјoviћ A., *Optimization of network diagram*, Conference: Installation for Building and the ambiental Comfort, University "Polytechnica" Timisoara, Romania, (p.424-431), 2003.
- [36] Драгашевић А., Ј. Весић, М. Радојичић, *О неким аспектима управљања пројектима применом MS Project-а*, 28. ЈУПИТЕР КОНФЕРЕНЦИЈА, Београд, 2002, (стр. 4.17-4.20).
- [37] Драгашевић А., *Неки аспекти оптимизације ресурса у мрежном дијаграму*, VIII Интернационални симпозијум из пројект management-а, Златибор, 2004, (стр. 328-332).
- [38] Drucker, P., *Менаџмент за будућност*, Привредни преглед, Београд, 1998.
- [39] Duffy V. G., Sparrow F. T., Providing insight into the successful process of military base transition with a PERT simulation model, WSC ж94 Proceedings of the 26th conference on Winter simulation, Society for Computer Simulation International, San Diego, CA, USA, 1994.
- [40] Дубоњић Р., *Економија и менаџмент*, Грифон, Београд 1995.
- [41] Дубоњић Р., Милановић Д., *Инжењерска економија*, Машински факултет, Београд, 1997.
- [42] E. Markopoulos, J. Bilbao, E. Bravo, T. Stoilov, T. E. J. Vos, C. F. Talamanca, K. Reschwamm, *Project management stage mutations within agile methodological framework process transformations*, Transactions on Information Science and Applications, Vol. 5., No. 5., May 2008., pp. 776-785., ISSN: 1790-0832.
- [43] E. M. Goldratt, *Critical chain*, North River Press, ISBN 0884271536, 1997.
- [44] Економска и пословна енциклопедија, Савремена администрација, Београд, 1994.
- [45] Evangelos Markopoulos, John-Chris Panayiotopoulos, *Selecting an information technology project management methodology based on project constraints, goals and dimensions*, ICCOMP'05 Proceedings of the 9th WSEAS International Conference on Computers, Article No. 28, World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS) Stevens Point, Wisconsin, USA ©2005, ISBN:960-8457-29-7
- [46] Evangelos Markopoulos, John-Chris Panayiotopoulos, Javier Bilbao, Charalambos Makatsoris, Georgios Samaras, Todor Stoilov, *Project management process framework for developing and IT systems*, ICCOMP'08 Proceedings of the 12th WSEAS international conference

- on Computers, Pages 44-50, World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS) Stevens Point, Wisconsin, USA ©2008, ISBN: 978-960-6766-85-5
- [47] E. Verzuh, *The Fast Forward MBA in Project Management*, John Wiley & Sons, ISBN 047172176X, Hoboken, New Jersey, 2005.
- [48] F. Guerriero, L. Talarico, *A solution approach to find the critical path in a time-constrained activity network*, Computers and Operations Research, Vol. 37., No. 9., September 2010, pp. 1557-1569., ISSN: 0305-0548.
- [49] F. Jovanovic, I. Beric, P. Jovanovic, *Application of project management in strategic investment projects management*, Metalurgia International, Vol. 17., No. 5., 2012., pp. 186-189., ISSN 1582-2214
- [50] F. L. Harrison, Dennis Lock, *Advanced Project Management: A Structured Approach*, Gower Publishing, Ltd., 2004, ISBN 0566078228
- [51] F. Niederman, *Staffing and management of e-commerce programs and projects*, Proceedings of the 2005 ACM SIGMIS CPR conference on Computer personnel research, pp. 128 – 138., ISBN: 1-59593-011-6, ACM New York, NY, USA 2005.
- [52] F. T. Lin, J. Sh. Yao, *Fuzzy Critical Path Method Based on Signed-Distance Ranking and Statistical Confidence-Interval Estimates*, The Journal of Supercomputing, Vol. 24., No. 3., March 2003, pp. 305 – 325., ISSN: 0920-8542.
- [53] Fetaji B., Fetaji M., Kudumovic Dz., Sukic C., *Software Engineering Interoperable Environment for University Process Workflow and Document Management: Case Study*, TTEM technics technologies education management, DRUNPP, Sarajevo, Volume 5, Number 4, 2010., pp. 896-907.
- [54] Fortin J., Dubois D., *Solving Fuzzy PERT Using Gradual Real Numbers*, Proceeding of the 2006 conference on STAIRS, 2006:
- [55] Francisco Ortega Fernández, Carlos Alba González-Fanjul, Gemma Marta Martínez Huerta, Valeriano Álvarez Cabal, *Integration of a software process management model with project management tools*, AIC'05 Proceedings of the 5th WSEAS International Conference on Applied Informatics and Communications, Pages 198-203, World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS) Stevens Point, Wisconsin, USA ©2005, ISBN:960-8457-35-1
- [56] G. Heerkens, *Project Management: 24 Steps to Help You Master Any Project*, McGraw-Hill Professional, ISBN 0071486526, 2007.
- [57] G. L. Richardson, *Project Management Theory and Practice*, Auerbach Publications, ISBN:1439809933, Boston, MA, USA, 2010.
- [58] Galindo D., Faure C., *Perceptually-Based Representation of Network Diagrams*, ICDAR '97 Proceedings of the 4th International Conference

- on Document Analysis and Recognition, IEEE Computer Society Washington, DC, USA, 1997.
- [59] Gh. Zenovic: *Agent-based simulation project management in the industrial field*, Metalurgia International, Vol. 15., Special Issue No. 5., 2010, pp. 11-13, ISSN 1582-2214.
- [60] G. Michael Campbell, *Communications Skills for Project Managers*, AMACOM Div American Mgmt Assn, 2009, ISBN0814410537
- [61] Gray F. C., Larson W. E., *Project Management*, Mc Graw-Hill Companies, 2000.
- [62] Грозданић, Р., *Предузетништво*, Технички факултет, Чачак, 2005.
- [63] H. Kerzner, *Project Management Case Studies*, John Wiley & Sons, ISBN 0470534591, 2009.
- [64] H. Kerzner, *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*, John Wiley & Sons, ISBN 0470278706, Hoboken, New Jersey, 2009.
- [65] Hinloopen, E., Nijkamp, P.; *Information Systems in an Uncertain Planning Environment - Some Methods*, Working Paper 82-117, International Institute for Applied Systems Analysis, 1982.
- [66] Howard D., *A Method of Project Evaluation and Review Technique (PERT) Optimization by Means of Genetic Programming*, BLISS '09 Proceedings of the 2009 Symposium on Bio-inspired Learning and Intelligent Systems for Security, IEEE Computer Society Washington, DC, USA, 2009.
- [67] Howard D., *Bio-inspired simulation tool for PERT*, ICHIT '09 Proceedings of the 2009 International Conference on Hybrid Information Technology ACM, New York, NY, USA, 2009.
- [68] Jamie L. Smith, Shawn A. Bohner, D. Scott McCrickard, *Project management for the 21st century: supporting collaborative design through risk analysis*, ACM-SE 43 Proceedings of the 43rd annual Southeast regional conference - Volume 2, Pages 300-305, ACM New York, NY, USA ©2005, ISBN:1-59593-059-0
- [69] James Taylor, *Project Scheduling and Cost Control: Planning, Monitoring and Controlling the Baseline*, J. Ross Publishing, 2007, ISBN1932159118
- [70] James W. Cooper, *Object-oriented programming in Visual Basic*, Pippin Publishing Ann Arbor, MI, USA ©1996, ISBN:1-880935-49-X
- [71] J. Highsmith, *Agile Project Management: Creating Innovative Products*, 2nd, Addison-Wesley Professional, ISBN:0321658396, 2009.
- [72] J. L. Smith, Sh. A. Bohner, D. S. McCrickard, *Project management for the 21st century: supporting collaborative design through risk analysis*, Proceedings of the 43rd annual Southeast regional conference - ACM-SE 43, Vol. 2., pp. 300 – 305., ISBN: 1-59593-059-0, Kennesaw, 3/24/2011.

- [73] Јовановић П., *Управљање инвестицијама*, Графослог, Београд, 1997.
- [74] Јовановић П., *Управљање пројектима*, ФОН, Београд, 1998.
- [75] Јовановић Т., *Квантитативне методе*, Машински факултет Београд, 1996.
- [76] Јовановић Т., *Операциона истраживања*, Машински факултет, Београд, 1998.
- [77] J. Phillips, *Pmp Project Management Professional Study Guide With Cdrom*, Third Edition, McGraw-Hill Education Pvt Ltd, ISBN 0070682593, India, 2009.
- [78] Jian-wen Huang, Xing-xia Wang, *Risk Analysis of Construction Schedule Based on PERT and MC Simulation*, ICIII '09 Proceedings of the 2009 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering - Volume 02, IEEE Computer Society, Washington, DC, USA 2009.
- [79] J. Söderlund, *Building theories of project management: past research, questions for the future*, International Journal of Project Management, Vol.22, No. 3., April 2004, pp. 183–191., ISSN: 0263-7863.
- [80] Јуришић Д., Михајлов К., Миљисављевић М., Сенић Р., Тихи Б., Тодоровић Ј., *Планирање и развојна политика самоуправног предузећа*, Научна књига, БГ, 1979.
- [81] Kathy Schwalbe, *Introduction to Project Management*, Cengage Learning, 2006, ISBN1418835595
- [82] Kathy Schwalbe, *Information Technology Project Management*, Cengage Learning, 2010, ISBN0324786921
- [83] Ken Rose, *Project Quality Management: Why, What And How*, J. Ross Publishing, 2005, ISBN 1932159487
- [84] K. Forsberg, H. Mooz, H. Cotterman, *Visualizing Project Management: Models and Frameworks for Mastering Complex Systems*, John Wiley & Sons, ISBN 0471746746, Hoboken, New Jersey, 2005.
- [85] K. Heldman, C. M. Васа, P. M. Jansen, P. Jansen, *PMP Project Management Professional Exam Study Guide*, John Wiley & Sons, ISBN 0470152516, Hoboken, New Jersey, 2007.
- [86] K. Schwalbe, *Information Technology Project Management*, Cengage Learning, ISBN 0324786921, USA, 2009.
- [87] Killing J. P., *How to make a global joint ventures work*, Harvard Business review, Vol. 61, No. 3, Мау-Јуни, 1982.
- [88] Kosara R., Miksch S., A Visualization of Medical Therapy Plans Compared to Gantt and PERT Charts, TIME ж00 Proceedings of the Seventh International Workshop on Temporal Representation and Reasoning (TIMEж00), IEEE Computer Society Washington, DC, USA, 2000.

- [89] Красуља Д., *Пословне финансије*, Економски факултет, Београд, 1994.
- [90] Kudumovic Mukasa I., Sehic Dz., Project Cost Control in Power Engineering and Construction Company, TTEM - technics technologies education management, Volume 5 Number 4, DRUNPP, Sarajevo, 2010., pp. 740-748
- [91] Lancaster G., Massingham L., *Menadžment u marketingu*, PS "Grmeč", Београд, 1997.
- [92] Леви-Јакшић М., *Управљање технологијом у предузећу*, Савремена администарција, Београд, 1992.
- [93] Леви-Јакшић М., *Управљање технолошким развојем*, Научна књига, Београд, 1990.
- [94] Lihua Ma, *Research on Risk Degree of Project Duration in U-PERT Network*, ICIII '09 Proceedings of the 2009 International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering - Volume 04 IEEE Computer Society Washington, DC, USA, 2009.
- [95] Липовац, Д., Радојичић, М., Летић, Д., *Модели оптимизације*, ИЦИМ, Крушевац, 2000.
- [96] Lucey T., *Quantitative techniques*, DP Publications, Aldine Place, London, 1996.
- [97] Lynn Torkelson, Zac Torkelson, Constance Petersen, *Programming the Web with Visual Basic .Net*, Apress Berkely, CA, USA ©2002, ISBN:1590590279
- [98] M. A. Khan, *Scheduling for heterogeneous Systems using constrained critical paths*, Parallel Computing, Vol. 38., No. 4-5., April 2012., pp. 175-193., ISSN: 0167-8191.
- [99] Marialuisa Saviano, Primiano Di Nauta, *Project management as a compass in complex decision making contexts: a viable systems approach*, Profes '11 Proceedings of the 12th International Conference on Product Focused Software Development and Process Improvement, Pages 112-119, ACM New York, NY, USA ©2011, ISBN: 978-1-4503-0783-3
- [100] Мартиновић, М., Стефановић, Д., *Техника мрежног планирања*, Институт за организацију рада и аутоматизацију пословања, Београд, 1969.
- [101] M. C. Thomsett, *The Little Black Book of Project Management*, AMACOM Div American Mgmt Assn, ISBN 0814415296, USA, 2009.
- [102] Michael Hatmaker, C. Woody Butler, David Jung, Ibrahim Malluf, John Murphy, Bill Potter, *Visual Basic 4 OLE, database, and controls superbible*, Waite Group Press Corte Madera, CA, USA ©1996, ISBN:1-57169-007-7

- [103] *Microsoft Official Academic Course*, Microsoft Project 2010, John Wiley & Sons, 2011, ISBN 0470638885
- [104] Милисављевић М., *Маркетинг*, Савремена администрација, Београд, 1993.
- [105] Милисављевић М., Тодоровић Ј., *Планирање и развојна политика предузећа*, Савремена администрација, Београд, 1992.
- [106] *Minveli Infotech*, Project Management Plan, http://www.minveli.in/inner_home.php?subid=15
- [107] M. Pinedo, *Scheduling: Theory, Algorithms, and Systems*, Springer, ISBN 0387789340, New York, USA, 2008.
- [108] *MPMM Project Management Methodology*, <http://www.mppmm.com/project-managementmethodology.php>
- [109] M. G. Filho, L. Campanini, R. A. G. Vita, *Integrating MRPII and CPM: proposal, implementation and results*, International Journal of Industrial Engineering, Vol. 18., No. 6., pp. 300-309, 2011. ISSN 1943-670X.
- [110] M. S. Zambruski, *A Standard for Enterprise Project Management*, Auerbach Publications, ISBN:1420072455, Boston, MA, USA 2008.
- [111] M. Saviano, P. Di Nauta, *Project management as a compass in complex decision making contexts: a viable systems approach*, Proceedings of the 12th International Conference on Product Focused Software Development and Process Improvement, pp. 112-119., ISBN: 978-1-4503-0783-3Torre Canne, June 20-22 2011., ACM New York, NY, USA.
- [112] M. Williams, *The Principles of Project Management*, SitePoint, ISBN 0980285860, 2008.
- [113] Marks J., *A formal specification scheme for network diagrams that facilitates automated design*, Journal of Visual Languages and Computing, <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1747250.1747285&coll=DL&dl=GUIDE&CFID=14788858&CFTOKEN=83237159>Volume 2, Issue 4, Academic Press, Inc. Orlando, FL, USA, December, 1991.
- [114] Meyer B., *Competitive Learning of Network Diagram Layout*, VL '98 Proceedings of the IEEE Symposium on Visual Languages IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 1998.
- [115] Momčilović O., Dudić M., Nikolić M., Grbić N., Kostić I., Analysis of the processes of management and decision-making of the active entrepreneurs as a strategic stability factor of companies TTEM - technics technologies education management, Vol. 4, Number 2, DRUNPP, Sarajevo, 2009., pp. 163-168.
- [116] M. Špundak, *Project Management – definitions and methodology*, VIPnet d.o.o., Zagreb 2005. http://www.fer.unizg.hr/_download/repository/kvalifikacijski_clanak.pdf

- [117] Nahid Hashemian Bojnord, Abbas Afrazeh, *Knowledge management in project phases*, SEPADS'06 Proceedings of the 5th WSEAS International Conference on Software Engineering, Parallel and Distributed Systems, Pages 67-72, World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS) Stevens Point, Wisconsin, USA ©2006, ISBN:960-8457-41-6
- [118] N. H. Bojnord, A. Afrazeh, *Knowledge management in project phases*, Proceedings of the 5th WSEAS International Conference on Software Engineering, Parallel and Distributed Systems SEPADSж06, pp. 67-72., ISBN: 960-8457-41-6, Madrid, Spain, April 2006, World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS), Stevens Point, Wisconsin, USA.
- [119] Nesic Z., Radojicic M., Zizovic M., *Some considerations of a criteria dependency problem in multi-criteria decision making*, TTEM - technics technologies education management, Volume 5 Number 4, DRUNPP, Sarajevo 2010., pp. 792-798.
- [120] Norio Tomii, Li Jian Zhou, Naoto Fukumura, *An algorithm for station shunting scheduling problems combining probabilistic local search and PERT*, IEA/AIE '99 Proceedings of the 12th international conference on Industrial and engineering applications of artificial intelligence and expert systems: multiple approaches to intelligent systems, Springer-Verlag New York, Inc. Secaucus, NJ, USA, 1999.
- [121] Novakovic, V., *Quantitative methods in construction management*, Journal "Izgradnja", Belgrade, 2002.
- [122] Новаковић, В., *Квантитативни методи у грађевинском менаџменту*, Часопис "Изградња", Београд, 2002.
- [123] Његић Р., Жижић М., Ловрић М., Павличић Д., *Основи статистичке анализе*, Савремена администрација, Београд, 1991.
- [124] Пантелић Т., *Оптимизација у производњи*, Машински факултет Краљево, 1998.
- [125] Pasi Ojala, *Value of project management: a case study*, WSEAS Transactions on Information Science and Applications archive, Volume 6 Issue 3, March 2009, Pages 510-519, World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS) Stevens Point, Wisconsin, USA, ISSN: 1790-0832
- [126] Paul Pocatilu, Marius Vetrici, *Schedule risk management for business M-applications development projects*, WSEAS Transactions on Computers, Volume 8 Issue 4, April 2009, Pages 735-745, World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS) Stevens Point, Wisconsin, USA, ISSN: 1109-2750
- [127] Petric, J., *Operations Research*, Naučna knjiga, Beograd, 1989.
- [128] Петрић, Ј. *Операциона истраживања (књига II)*, "Савремена администрација", Београд, 1976.

- [129] Петрић, Ј., *Операциона истраживања*, Научна књига, Београд, 1989.
- [130] Power, D. J., *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*, Project Management Institute, USA, pre-publication .pdf version, 1996.,
- [131] Premachandra M., An approximation of the activity duration distribution in PERT, *Computers and Operations Research*, Volume 28, Issue 5, Elsevier Science Ltd. Oxford, UK, UK, April 1, 2001.
- [132] Приручник за вредновање индустријских пројеката, ИНИДО - Организација УН за индустријски развој, Београд, 1984.
- [133] Приручник за примену заједничке методологије за оцењивање друштвене и економске оправданости инвестиција и ефикасност инвестирања у СФРЈ – методолошки водич, удружење банака Југославије, Београд, 1989.
- [134] Priscilla Oppenheimer, *Top-Down Network Design*, Cisco Press, 2004, ISBN 1587051524
- [135] Pritiskar, A. B., Whitehouse, G. E., *Graphical Evaluation and Review Technique*, Part I: Fundamentals; Part II: *Probabilistic and Industrial Engineering Applications*, *Journal of Industrial Engineering*, XVII, No. 5 and 6, (966).
- [136] Radojicic M., Nestic Z., Vesic Vasovic J., Spasojevic-Brkic V., Klarin M., One approach to the design of an optimization model for selection of the development strategy, *TTEM - technics technologies education management*, Volume 6, Number 1, DRUNPP, Sarajevo, 2011., pp. 99-110
- [137] Radojčić M., Nešić Z., *Some possibilities of support to management by integrated computer packages*, Conference of Installation for building and the ambiental comfort, Politecnia, Timisoara, Romania, 1998.
- [138] Radojčić M., Popov D., Bojković R., Vesić J., *Some Possibilities Of Increasing The Efficiency Of Project Management By Applying Modern Software Tools*, Conference: Installation For Building And The Ambiental Comfort, VIII-th Edition with international participation, University "Politehnica", Timisoara, Romania, 1999., str. 349-355.
- [139] Радојичић М., Бојковић Р., *Неке могућности примене Технике мрежног планирања у управљању пројектима*, *Construction Management*, Монографија, Суботица, 1997, стр. 221-226.
- [140] Радојичић М., Весић Ј., Ранђић С., *Један приступ вишекритеријумском избору инвестиционих пројеката*, XXIX Југословенски симпозијум о операционим истраживањима, Зборник радова, SYM-OP-IS 2002, Тара, 2002., стр. XXI-16-19.
- [141] Радојичић М., Жижовић М., *Примена метода вишекритеријумске анализе у пословном одлучивању*, Технички факултет, Чачак, 1998.

- [142] Радојичић М., Жижовић М., Ранђић С., *О неким релацијама индустријског менаџера и метода оптимизације при доношењу стратешких одлука*, 22. југословенски симпозијум – Управљање производњом у у индустрији прераде метала, Зборник радова, Београд, 1994., стр.49-53.
- [143] Радојичић М., *Организација и економика пословања и производње-збирка решених задатака са изводима из теорије*, Технички факултет, Чачак, 2004.
- [144] Радојичић М., Ранђић С., *Неки менаџерски проблеми при одлучивању о инвестицијама у условима ограничених финансијских средстава*, 23. југословенски симпозијум – Управљање производњом у у индустрији прераде метала, Зборник радова, Београд, 1995., стр.4.115-4.119.
- [145] Richard F. Deckroa,* , John E. Hebert, *Modeling diminishing returns in project resource planning*, Computers & Industrial Engineering 44 (2002) 19–33
- [146] Robert C. Mahaney, Albert L. Lederer, *Information systems project management: an agency theory interpretation*, Journal of Systems and Software archive, Volume 68 Issue 1, 15 October 2003, Pages 1 – 9, Elsevier Science Inc. New York, NY, USA, ISSN: 0164-1212
- [147] Rodolfo Ambriz, *Dynamic Scheduling with Microsoft Office Project 2007: The Book by and for Professionals*, J. Ross Publishing, 2008, ISBN1932159878
- [148] S. Bergamaschi, G. Gelati, F. Guerra, M. Vincini, *An Intelligent Data Integration Approach for Collaborative Project Management in Virtual Enterprises*, World Wide Web, Vol. 9., No. 1, March 2006., pp. 35 – 61., ISSN: 1386-145X.
- [149] S. Berkun, *The Art Of Project Management*, O'Reilly, ISBN 0596007868, 2005.
- [150] S. J. Sadjadi, R. Pourmoayed, M. B. Aryanezhad, *A robust critical path in an environment with hybrid uncertainty*, Applied Soft Computing, Vol. 12., No. 3., March 2012, pp. 1087-1100., ISSN: 1568-4946.
- [151] S.C. Sharma, *Operation Research: Pert, Cpm & Cost Analysis*, Discovery Publishing House, ISBN 8183561020, New Delhi, India, 2006.
- [152] Slack N., Chambers S., Johnston R., *Operations management*, Prentice Hall, 2004.
- [153] Sonia Atchison, Brian Kennemer, *Using Microsoft Project 2010*, Que, 2011, ISBN0789742950
- [154] Sprecher, A. (1994). *Resource-constrained project scheduling: Exact methods for the multi-mode case*. Berlin: Springer.
- [155] Steve Cisco, *Migrating to Visual Basic.NET*, John Wiley & Sons, Inc. New York, NY, USA ©2002, ISBN:0764548948

- [156] Sugihara H., Kataoka N., Takahara T., Koizumi H., *A Method of Multi-PERT System for Parallel Jobshop Management*, ICPADS '00 Proceedings of the Seventh International Conference on Parallel and Distributed Systems: Workshops, IEEE Computer Society Washington, DC, USA, 2000.
- [157] Taylor B, *Introduction to Management Science*, 2004.
- [158] Terruggia R., Bobbio A., QoS analysis of weighted multi-state probabilistic networks via decision diagrams, SAFECOMP'10 Proceedings of the 29th international conference on Computer safety, reliability, and security, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2010.
- [159] T. L. Fox, J. W. Spence, *The effect of decision style on the use of a project management tool: an empirical laboratory study*, ACM SIGMIS Database, Vol. 36., No. 2., Spring 2005, pp. 28 – 42., ACM New York, NY, USA, ISSN: 0095-0033.
- [160] T. Mochal, J. Mochal, *Real World Lessons in Project Management*, APress L. P., ISBN:1590591275, 2003.
- [161] Tom McBride, *The mechanisms of project management of software development*, Journal of Systems and Software, Volume 81 Issue 12, December, 2008 Pages 2386-2395 PublisherElsevier Science Inc. New York, NY, USA ISSN: 0164-1212
- [162] Turban E., McLean E., Wetherbe J., *Information technology for management*, New York, John Wiley, 1996.
- [163] Вељовић, А., *Менаџмент развојем*, Технички факултет, Чачак, 2003.
- [164] Вељовић, А., Радојичић, М., *Менаџмент информациони системи*, Технички факултет, Чачак, 2005.
- [165] Верка Јовановић, Алемпије Вељовић, *Реинжењеринг пословних процеса на интегрисаном универзитету*, Универзитет Сингидунум и Технички факултет Чачак, Београд, 2011.
- [166] Vesih J., M. Radojicih, D. Popov, A. Dragashevih, *Possibilities of Increase of The Realization Process Efficiency of The Investment Project by MS Project Application*, Conference: Installation For Building And The Ambiantal Comfort, XII-th Edition with international participation, University "Politehnica", Timisoara, Romania, 2003., str. 432-437.
- [167] Вујошевић, М., *Оперативни менаџмент – квантитативне методе*, ДОПИС, Београд, 1997.
- [168] *QCA Systems*, <http://www.qcasystems.com/AutomationConsulting-ProjectManagement.asp>
- [169] Waterstons Ltd., www.waterstons.com/Service/Project+Management/
- [170] W Evangelos Markopoulos, J. Bilbao, E. Bravo, T. Stoilov, T. E. J. Vos, C. F. Talamanca, K. Reschwamm, *Project management stage mutations within agile methodological framework process transformations*,

- Transactions on Information Science and Applications, World Scientific and Engineering Academy and Society, Vol. 5., No. 5., May 2008., pp. 776-785., ISSN: 1790-0832.
- [171] Weihric, H., Koontz, H., *Meneyment*, "MATE"-Zagreb, 1998.
- [172] Wren D., Voich D., *Menadžment - proces, struktura, ponašanje*, PS "Grmeč", Beograd, 1994.
- [173] Xun L., Zhuo-Fu W., Dynamic Control for Resource Leveling in Project Network Planning, TTEM technics technologies education management, DRUNPP, Sarajevo, Vol. 5, Number 3, 2010., pp. 417-425.
- [174] Yunning Z., Xixi S., *Research on Improved PERT Model in Analysis of Schedule Risk of Project*, ICEE '10 Proceedings of the 2010 International Conference on E-Business and E-Government, IEEE Computer Society Washington, DC, USA, 2010.
- [175] Zh. Su, J. Qi, *Sensitivity analysis on single activity to network float in CPM network planning*, Proceedings of the First international conference on Advances in Swarm Intelligence – ICSI'10, Volume Part II, pp. 641-647., ISBN: 3-642-13497-1, Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, 2010.
- [176] Zhang G., Zhou G., Jiang P., *Using extended activity-network diagram to built a product design workflow model*, WiCOM'09 Proceedings of the 5th International Conference on Wireless communications, networking and mobile computing, IEEE Press Piscataway, NJ, USA, 2009.
- [177] Zhi-jun He, Zhi-sheng Xu, Ping Song, *Research on Railway Tunnel Duration Risk Assessment Based on the Improved PERT Model*, ICISE '09 Proceedings of the 2009 First IEEE International Conference on Information Science and Engineering, IEEE Computer Society Washington, DC, USA, 2009.
- [178] Zhu Sh., Wang W., Ravishankar Ch. V., *PERT: a new power-efficient real-time packet delivery scheme for sensor networks*, International Journal of Sensor Networks, Volume 3, Issue 4, Inderscience Publishers Inderscience Publishers, Geneva, SWITZERLAND, June 2008.
- [179] Zivkovic N., Mijatovic I., Janicijevic I., Kudumovic M., *The Role of Design and Development Process in Integration of Management Systems*,. TTEM - technics technologies education management, Vol. 5, Number 1, DRUNPP, Sarajevo, 2010., pp. 88-99.
- [180] Жижовић, М., Радојичић, М., *Једно проширење ПЕРТ методе*, часопис "Техника", Организација рада 7-8, Београд, 1995.
- [181] Čupić, М., Tummala, R., Suknović, М., *Odlučivanje - formalni pristup*, "FON", Beograd, 2001.

ПРИЛОЗИ

- Прилог 1 – Програмски код софтверске подршке
- Прилог 2 – Почетни мрежни дијаграм
- Прилог 3 – Прва итерација мрежног дијаграма
- Прилог 4 – Друга итерација мрежног дијаграма
- Прилог 5 – Трећа итерација мрежног дијаграма
- Прилог 6 – Четврта итерација мрежног дијаграма
- Прилог 7 – Пета итерација мрежног дијаграма
- Прилог 8 – Шеста итерација мрежног дијаграма
- Прилог 9 – Седма итерација мрежног дијаграма (усиљено трајање МД)
- Прилог 10 - Линеарна регресија - зависност трајања и броја критичних путева
- Прилог 11 - Линеарна регресија - зависност трајања и трошкова
- Прилог 12 – Линеарна регресија – зависност трајања и броја активности на критичном путу
- Прилог 13 – Криволинијска геометријска прогресија – зависност трајања и броја критичних путева
- Прилог 14 – Криволинијска геометријска прогресија – зависност трајања и трошкова
- Прилог 15 – Криволинијска геометријска прогресија – зависност трајања и броја активности на критичном путу
- Прилог 16 – Вишеструка корелација – зависност трајања, трошкова и броја критичних путева
- Прилог 17 – Вишеструка корелација – зависност трајања, броја активности на критичном путу и броја критичних путева

Прилог 1 – Програмски код софтверске подршке

```

Sub MacroAca()
' Macro MacroAca
' Macro Recorded Sun 10/14/12 by Computer.
  SelectTaskField Row:=1, Column:="Name", RowRelative:=False
  SetTaskField Field:="Name", Value:="Inf.sist.fakul.", TaskID:=1,
ProjectName:="Proj10"
  SelectTaskField Row:=2, Column:="Name", RowRelative:=False
  SetTaskField Field:="Name", Value:="Poslovi integralnog informacionog sistema
fakulteta", TaskID:=2, ProjectName:="Proj10"
  SelectTaskField Row:=2, Column:="Start", RowRelative:=False
  SetTaskField Field:="Start", Value:="Wed 4/25/12", TaskID:=2,
ProjectName:="Proj10"
  SelectTaskField Row:=2, Column:="Finish", RowRelative:=False
  SetTaskField Field:="Finish", Value:="Fri 5/4/12", TaskID:=2,
ProjectName:="Proj10"
  SelectTaskField Row:=2, Column:="Indicators", RowRelative:=False
  InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove univerziteta.htm", SubAddress:="",
ScreenTip:=""
  SelectTaskField Row:=3, Column:="Name", RowRelative:=False
  SelectTaskField Row:=3, Column:="Name", RowRelative:=False
  SetTaskField Field:="Name", Value:="Poslovi obrazovanja", TaskID:=3,
ProjectName:="Proj10"
  SelectTaskField Row:=3, Column:="Start", RowRelative:=False
  SetTaskField Field:="Start", Value:="Mon 5/7/12", TaskID:=3,
ProjectName:="Proj10"
  SelectTaskField Row:=3, Column:="Finish", RowRelative:=False
  SetTaskField Field:="Finish", Value:="Wed 5/16/12", TaskID:=3,
ProjectName:="Proj10"
  SelectTaskField Row:=3, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
  SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="2", TaskID:=3, ProjectName:="Proj10"
  SelectTaskField Row:=3, Column:="Indicators", RowRelative:=False
  InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove univerziteta.htm", SubAddress:="",
ScreenTip:=""
  SelectTaskField Row:=4, Column:="Name", RowRelative:=False
  SelectTaskField Row:=4, Column:="Name", RowRelative:=False
  SetTaskField Field:="Name", Value:="Poslovi uprave", TaskID:=4,
ProjectName:="Proj10"
  SelectTaskField Row:=4, Column:="Start", RowRelative:=False
  SetTaskField Field:="Start", Value:="Mon 5/7/12", TaskID:=4,
ProjectName:="Proj10"
  SelectTaskField Row:=4, Column:="Finish", RowRelative:=False
  SetTaskField Field:="Finish", Value:="Mon 5/21/12", TaskID:=4,
ProjectName:="Proj10"
  SelectTaskField Row:=4, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
  SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="2", TaskID:=4, ProjectName:="Proj10"
  SelectTaskField Row:=4, Column:="Indicators", RowRelative:=False

```

InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove univerziteta.htm", SubAddress:="", ScreenTip:=""

SelectTaskField Row:=5, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=5, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Poslovi studentske službe", TaskID:=5,
 ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=5, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Mon 5/7/12", TaskID:=5,
 ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=5, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Tue 5/22/12", TaskID:=5,
 ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=5, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="2", TaskID:=5, ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=5, Column:="Indicators", RowRelative:=False
 InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove univerziteta.htm", SubAddress:="", ScreenTip:=""

SelectTaskField Row:=6, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=6, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Nau?no-istraživa?ka delatnost", TaskID:=6,
 ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=6, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Mon 5/7/12", TaskID:=6,
 ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=6, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Fri 5/25/12", TaskID:=6,
 ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=6, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="2", TaskID:=6, ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=6, Column:="Indicators", RowRelative:=False
 InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove univerziteta.htm", SubAddress:="", ScreenTip:=""

SelectTaskField Row:=7, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=7, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Kadrovski poslovi", TaskID:=7,
 ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=7, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Mon 5/7/12", TaskID:=7,
 ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=7, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Fri 5/18/12", TaskID:=7,
 ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=7, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="2", TaskID:=7, ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=7, Column:="Indicators", RowRelative:=False

InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove univerziteta.htm", SubAddress:="", ScreenTip:=""

SelectTaskField Row:=8, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=8, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Poslovi logistike", TaskID:=8,
 ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=8, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Mon 5/7/12", TaskID:=8,
 ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=8, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Fri 5/18/12", TaskID:=8,
 ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=8, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="2", TaskID:=8, ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=8, Column:="Indicators", RowRelative:=False
 InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove univerziteta.htm", SubAddress:="", ScreenTip:=""

SelectTaskField Row:=9, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=9, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Poslovi obezbe?enja", TaskID:=9,
 ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=9, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Mon 5/7/12", TaskID:=9,
 ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=9, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Mon 5/21/12", TaskID:=9,
 ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=9, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="2", TaskID:=9, ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=9, Column:="Indicators", RowRelative:=False
 InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove obezbedjenja.htm", SubAddress:="", ScreenTip:=""

SelectTaskField Row:=10, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=10, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Poslovi nabavke", TaskID:=10,
 ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=10, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Mon 5/7/12", TaskID:=10,
 ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=10, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Fri 5/11/12", TaskID:=10,
 ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=10, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="2", TaskID:=10, ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=10, Column:="Indicators", RowRelative:=False

InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove nabavke.htm", SubAddress:="", ScreenTip:=""

SelectTaskField Row:=11, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=11, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Izrada i donošenje studijskih programa ostalih oblika obrazovanja", TaskID:=11, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=11, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Thu 5/17/12", TaskID:=11, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=11, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Mon 5/28/12", TaskID:=11, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=11, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="3", TaskID:=11, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=11, Column:="Indicators", RowRelative:=False
 InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove obrazovanja.htm", SubAddress:="", ScreenTip:=""

SelectTaskField Row:=12, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=12, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Fiktivna aktivnost", TaskID:=12, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=12, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Mon 5/28/12", TaskID:=12, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=12, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Mon 5/28/12", TaskID:=12, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=12, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="11", TaskID:=12, ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=13, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=13, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Evidentiranje realizacije studijskog programa", TaskID:=13, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=13, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Tue 5/29/12", TaskID:=13, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=13, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Mon 6/4/12", TaskID:=13, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=13, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="11", TaskID:=13, ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=13, Column:="Indicators", RowRelative:=False
 InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove obrazovanja.htm", SubAddress:="", ScreenTip:=""

SelectTaskField Row:=14, Column:="Name", RowRelative:=False

SelectTaskField Row:=14, Column:="Name", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Name", Value:="Odlu?ivanje i planiranje", TaskID:=14,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=14, Column:="Start", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Start", Value:="Tue 5/29/12", TaskID:=14,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=14, Column:="Finish", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Finish", Value:="Mon 6/4/12", TaskID:=14,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=14, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="4,12", TaskID:=14,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=14, Column:="Indicators", RowRelative:=False
InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove odlucivanja i planiranja.htm",
SubAddress:="", ScreenTip:=""
SelectTaskField Row:=15, Column:="Name", RowRelative:=False
SelectTaskField Row:=15, Column:="Name", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Name", Value:="Fiktivna aktivnost", TaskID:=15,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=15, Column:="Start", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Start", Value:="Tue 5/22/12", TaskID:=15,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=15, Column:="Finish", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Finish", Value:="Tue 5/22/12", TaskID:=15,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=15, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="5", TaskID:=15, ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=16, Column:="Name", RowRelative:=False
SelectTaskField Row:=16, Column:="Name", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Name", Value:="Fiktivna aktivnost", TaskID:=16,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=16, Column:="Start", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Start", Value:="Tue 5/22/12", TaskID:=16,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=16, Column:="Finish", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Finish", Value:="Tue 5/22/12", TaskID:=16,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=16, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="5", TaskID:=16, ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=17, Column:="Name", RowRelative:=False
SelectTaskField Row:=17, Column:="Name", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Name", Value:="Poslovi planiranja i vrednovanja nau?no-
istra?iva?ke delatnosti", TaskID:=17, ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=17, Column:="Start", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Start", Value:="Mon 5/28/12", TaskID:=17,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=17, Column:="Finish", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Finish", Value:="Fri 6/22/12", TaskID:=17,
ProjectName:="Proj10"

SelectTaskField Row:=17, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="6,15", TaskID:=17,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=17, Column:="Indicators", RowRelative:=False
InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
fakulteta\Dekompozicioni dijagram naucnoistrazivacke delatnosti.htm", SubAddress:="",
ScreenTip:=""
SelectTaskField Row:=18, Column:="Name", RowRelative:=False
SelectTaskField Row:=18, Column:="Name", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Name", Value:="Organizovanje nau?nih skupova i nau?no
stru?nih konferencija", TaskID:=18, ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=18, Column:="Start", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Start", Value:="Mon 5/28/12", TaskID:=18,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=18, Column:="Finish", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Finish", Value:="Fri 6/8/12", TaskID:=18,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=18, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="6,15", TaskID:=18,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=18, Column:="Indicators", RowRelative:=False
InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
fakulteta\Dekompozicioni dijagram naucnoistrazivacke delatnosti.htm", SubAddress:="",
ScreenTip:=""
SelectTaskField Row:=19, Column:="Name", RowRelative:=False
SelectTaskField Row:=19, Column:="Name", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Name", Value:="Izdava?ka delatnost", TaskID:=19,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=19, Column:="Start", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Start", Value:="Mon 5/28/12", TaskID:=19,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=19, Column:="Finish", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Finish", Value:="Fri 7/6/12", TaskID:=19,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=19, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="6,15", TaskID:=19,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=19, Column:="Indicators", RowRelative:=False
InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
fakulteta\Dekompozicioni dijagram naucnoistrazivacke delatnosti.htm", SubAddress:="",
ScreenTip:=""
SelectTaskField Row:=20, Column:="Name", RowRelative:=False
SelectTaskField Row:=20, Column:="Name", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Name", Value:="Fiktivna aktivnost", TaskID:=20,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=20, Column:="Start", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Start", Value:="Mon 6/4/12", TaskID:=20,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=20, Column:="Finish", RowRelative:=False

SetTaskField Field:="Finish", Value:="Mon 6/4/12", TaskID:=20,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=20, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="13,14", TaskID:=20,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=21, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=21, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Prelazak i priznavanje ispita", TaskID:=21,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=21, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Tue 6/5/12", TaskID:=21,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=21, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Wed 6/13/12", TaskID:=21,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=21, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="13,14", TaskID:=21,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=21, Column:="Indicators", RowRelative:=False
 InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
 fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove obrazovanja.htm", SubAddress:="",
 ScreenTip:=""
 SelectTaskField Row:=22, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=22, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Objedinjavanje potreba za kadrovima",
 TaskID:=22, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=22, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Tue 6/5/12", TaskID:=22,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=22, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Wed 6/13/12", TaskID:=22,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=22, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="7,20", TaskID:=22,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=22, Column:="Indicators", RowRelative:=False
 InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
 fakulteta\Dekompozicioni dijagram za kadrovske poslove.htm", SubAddress:="",
 ScreenTip:=""
 SelectTaskField Row:=23, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=23, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Fiktivna aktivnost", TaskID:=23,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=23, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Wed 6/13/12", TaskID:=23,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=23, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Wed 6/13/12", TaskID:=23,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=23, Column:="Predecessors", RowRelative:=False

SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="21,22", TaskID:=23,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=24, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=24, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Priznavanje strane visokoškolske isprave",
 TaskID:=24, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=24, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Thu 6/14/12", TaskID:=24,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=24, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Wed 6/27/12", TaskID:=24,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=24, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="21,22", TaskID:=24,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=24, Column:="Indicators", RowRelative:=False
 InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
 fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove obrazovanja.htm", SubAddress:="",
 ScreenTip:=""
 SelectTaskField Row:=25, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=25, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Poslovi informacionog sistema", TaskID:=25,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=25, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Thu 6/14/12", TaskID:=25,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=25, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Wed 6/27/12", TaskID:=25,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=25, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="8,23", TaskID:=25,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=25, Column:="Indicators", RowRelative:=False
 InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
 fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove logistike.htm", SubAddress:="",
 ScreenTip:=""
 SelectTaskField Row:=26, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=26, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Fiktivna aktivnost", TaskID:=26,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=26, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Wed 6/27/12", TaskID:=26,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=26, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Wed 6/27/12", TaskID:=26,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=26, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="24,25", TaskID:=26,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=27, Column:="Name", RowRelative:=False

SelectTaskField Row:=27, Column:="Name", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Name", Value:="Rešavanje reklamacije korisnika u realizaciji obrazovanja", TaskID:=27, ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=27, Column:="Start", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Start", Value:="Thu 6/28/12", TaskID:=27, ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=27, Column:="Finish", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Finish", Value:="Mon 7/9/12", TaskID:=27, ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=27, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="24,25", TaskID:=27, ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=27, Column:="Indicators", RowRelative:=False
InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove obrazovanja.htm", SubAddress:="", ScreenTip:=""
SelectTaskField Row:=28, Column:="Name", RowRelative:=False
SelectTaskField Row:=28, Column:="Name", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Name", Value:="Poslovi nabavke", TaskID:=28, ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=28, Column:="Start", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Start", Value:="Thu 6/28/12", TaskID:=28, ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=28, Column:="Finish", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Finish", Value:="Wed 7/4/12", TaskID:=28, ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=28, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="24,25", TaskID:=28, ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=28, Column:="Indicators", RowRelative:=False
InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove logistike.htm", SubAddress:="", ScreenTip:=""
SelectTaskField Row:=29, Column:="Name", RowRelative:=False
SelectTaskField Row:=29, Column:="Name", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Name", Value:="Poslovi fizi?kog obezbe?enja", TaskID:=29, ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=29, Column:="Start", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Start", Value:="Thu 6/28/12", TaskID:=29, ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=29, Column:="Finish", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Finish", Value:="Mon 7/9/12", TaskID:=29, ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=29, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="9,26", TaskID:=29, ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=29, Column:="Indicators", RowRelative:=False
InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove obezbedjenja.htm", SubAddress:="", ScreenTip:=""

SelectTaskField Row:=30, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=30, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Fiktivna aktivnost", TaskID:=30,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=30, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Fri 6/8/12", TaskID:=30, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=30, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Fri 6/8/12", TaskID:=30,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=30, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="18", TaskID:=30,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=31, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=31, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Fiktivna aktivnost", TaskID:=31,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=31, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Fri 6/22/12", TaskID:=31,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=31, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Fri 6/22/12", TaskID:=31,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=31, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="17", TaskID:=31,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=32, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=32, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Fiktivna aktivnost", TaskID:=32,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=32, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Mon 7/9/12", TaskID:=32,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=32, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Mon 7/9/12", TaskID:=32,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=32, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="27,29", TaskID:=32,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=33, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=33, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Fiktivna aktivnost", TaskID:=33,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=33, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Mon 7/9/12", TaskID:=33,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=33, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Mon 7/9/12", TaskID:=33,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=33, Column:="Predecessors", RowRelative:=False

SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="27,29", TaskID:=33,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=34, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=34, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Vrednovanje nastave", TaskID:=34,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=34, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Tue 7/10/12", TaskID:=34,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=34, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Tue 7/24/12", TaskID:=34,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=34, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="27,29", TaskID:=34,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=34, Column:="Indicators", RowRelative:=False
 InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
 fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove obrazovanja.htm", SubAddress:="",
 ScreenTip:=""
 SelectTaskField Row:=35, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=35, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Pokretanje nabavke", TaskID:=35,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=35, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Tue 7/10/12", TaskID:=35,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=35, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Mon 7/23/12", TaskID:=35,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=35, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="10,32", TaskID:=35,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=35, Column:="Indicators", RowRelative:=False
 InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
 fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove nabavke.htm", SubAddress:="",
 ScreenTip:=""
 SelectTaskField Row:=36, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=36, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Fiktivna aktivnost", TaskID:=36,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=36, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Mon 7/9/12", TaskID:=36,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=36, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Mon 7/9/12", TaskID:=36,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=36, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="28,33", TaskID:=36,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=37, Column:="Name", RowRelative:=False

SelectTaskField Row:=37, Column:="Name", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Name", Value:="Personalno pra?enje studenta", TaskID:=37,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=37, Column:="Start", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Start", Value:="Tue 7/10/12", TaskID:=37,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=37, Column:="Finish", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Finish", Value:="Mon 7/16/12", TaskID:=37,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=37, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="28,33", TaskID:=37,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=37, Column:="Indicators", RowRelative:=False
InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove personalnog pracenja studenata.htm",
SubAddress:="", ScreenTip:=""
SelectTaskField Row:=38, Column:="Name", RowRelative:=False
SelectTaskField Row:=38, Column:="Name", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Name", Value:="Definisanje predloga studijskog programa",
TaskID:=38, ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=38, Column:="Start", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Start", Value:="Tue 7/10/12", TaskID:=38,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=38, Column:="Finish", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Finish", Value:="Wed 7/25/12", TaskID:=38,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=38, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="19,30,31,36", TaskID:=38,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=38, Column:="Indicators", RowRelative:=False
InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove izrade i donosenja studijskih
programa.htm", SubAddress:="", ScreenTip:=""
SelectTaskField Row:=39, Column:="Name", RowRelative:=False
SelectTaskField Row:=39, Column:="Name", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Name", Value:="Usvajanje strukture i sadržaja studijskog
programa", TaskID:=39, ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=39, Column:="Start", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Start", Value:="Tue 7/10/12", TaskID:=39,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=39, Column:="Finish", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Finish", Value:="Tue 7/24/12", TaskID:=39,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=39, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="19,30,31,36", TaskID:=39,
ProjectName:="Proj10"
SelectTaskField Row:=39, Column:="Indicators", RowRelative:=False
InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove izrade i donosenja studijskih
programa.htm", SubAddress:="", ScreenTip:=""

SelectTaskField Row:=40, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=40, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Usvajanje strukture i sadržaja plana i programa predmeta", TaskID:=40, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=40, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Tue 7/10/12", TaskID:=40, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=40, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Tue 8/7/12", TaskID:=40, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=40, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="19,30,31,36", TaskID:=40, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=40, Column:="Indicators", RowRelative:=False
 InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove izrade i donosenja studijskih programa.htm", SubAddress:="", ScreenTip:=""
 SelectTaskField Row:=41, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=41, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Izbor dobavlja?a i ugovaranje", TaskID:=41, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=41, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Wed 7/25/12", TaskID:=41, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=41, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Tue 8/7/12", TaskID:=41, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=41, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="34,35", TaskID:=41, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=41, Column:="Indicators", RowRelative:=False
 InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove nabavke.htm", SubAddress:="", ScreenTip:=""
 SelectTaskField Row:=42, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=42, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Fiktivna aktivnost", TaskID:=42, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=42, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Tue 7/24/12", TaskID:=42, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=42, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Tue 7/24/12", TaskID:=42, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=42, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="34,35", TaskID:=42, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=43, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=43, Column:="Name", RowRelative:=False

SetTaskField Field:="Name", Value:="Pra?enje ispita", TaskID:=43,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=43, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Wed 7/25/12", TaskID:=43,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=43, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Tue 7/31/12", TaskID:=43,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=43, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="37,42", TaskID:=43,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=43, Column:="Indicators", RowRelative:=False
 InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
 fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove pracenja ispita.htm", SubAddress:="",
 ScreenTip:=""
 SelectTaskField Row:=44, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=44, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Fiktivna aktivnost", TaskID:=44,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=44, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Tue 7/24/12", TaskID:=44,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=44, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Tue 7/24/12", TaskID:=44,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=44, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="37,42", TaskID:=44,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=45, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=45, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Planiranje realizacije studijskog programa",
 TaskID:=45, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=45, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Thu 7/26/12", TaskID:=45,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=45, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Tue 8/21/12", TaskID:=45,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=45, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="38,44", TaskID:=45,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=45, Column:="Indicators", RowRelative:=False
 InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
 fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove realizacije studijskih programa.htm",
 SubAddress:="", ScreenTip:=""
 SelectTaskField Row:=46, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=46, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Izvodjenje realizacije studijskog programa",
 TaskID:=46, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=46, Column:="Start", RowRelative:=False

SetTaskField Field:="Start", Value:="Thu 7/26/12", TaskID:=46,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=46, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Mon 8/20/12", TaskID:=46,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=46, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="38,44", TaskID:=46,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=46, Column:="Indicators", RowRelative:=False
 InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
 fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove realizacije studijskih programa.htm",
 SubAddress:="", ScreenTip:=""
 SelectTaskField Row:=47, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=47, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Fiktivna aktivnost", TaskID:=47,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=47, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Mon 8/20/12", TaskID:=47,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=47, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Mon 8/20/12", TaskID:=47,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=47, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="46", TaskID:=47,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=48, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=48, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Analiza realizacije studijskog programa",
 TaskID:=48, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=48, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Wed 8/8/12", TaskID:=48,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=48, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Tue 8/14/12", TaskID:=48,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=48, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="41,43", TaskID:=48,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=48, Column:="Indicators", RowRelative:=False
 InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
 fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove realizacije studijskih programa.htm",
 SubAddress:="", ScreenTip:=""
 SelectTaskField Row:=49, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=49, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Fiktivna aktivnost", TaskID:=49,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=49, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Tue 8/7/12", TaskID:=49,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=49, Column:="Finish", RowRelative:=False

SetTaskField Field:="Finish", Value:="Tue 8/7/12", TaskID:=49,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=49, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="41,43", TaskID:=49,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=50, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=50, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Vodjenje maticne knjige studenata",
 TaskID:=50, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=50, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Wed 8/22/12", TaskID:=50,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=50, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Tue 10/2/12", TaskID:=50,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=50, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="45,47,49", TaskID:=50,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=50, Column:="Indicators", RowRelative:=False
 InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
 fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove personalnog pracenja studenata.htm",
 SubAddress:="", ScreenTip:=""
 SelectTaskField Row:=51, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=51, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Izrada rešenja o promeni statusa studenta",
 TaskID:=51, ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=51, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Wed 8/22/12", TaskID:=51,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=51, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Tue 9/11/12", TaskID:=51,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=51, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="45,47,49", TaskID:=51,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=51, Column:="Indicators", RowRelative:=False
 InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
 fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove personalnog pracenja studenata.htm",
 SubAddress:="", ScreenTip:=""
 SelectTaskField Row:=52, Column:="Name", RowRelative:=False
 SelectTaskField Row:=52, Column:="Name", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Name", Value:="Fiktivna aktivnost", TaskID:=52,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=52, Column:="Start", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Start", Value:="Tue 8/7/12", TaskID:=52,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=52, Column:="Finish", RowRelative:=False
 SetTaskField Field:="Finish", Value:="Tue 8/7/12", TaskID:=52,
 ProjectName:="Proj10"
 SelectTaskField Row:=52, Column:="Predecessors", RowRelative:=False

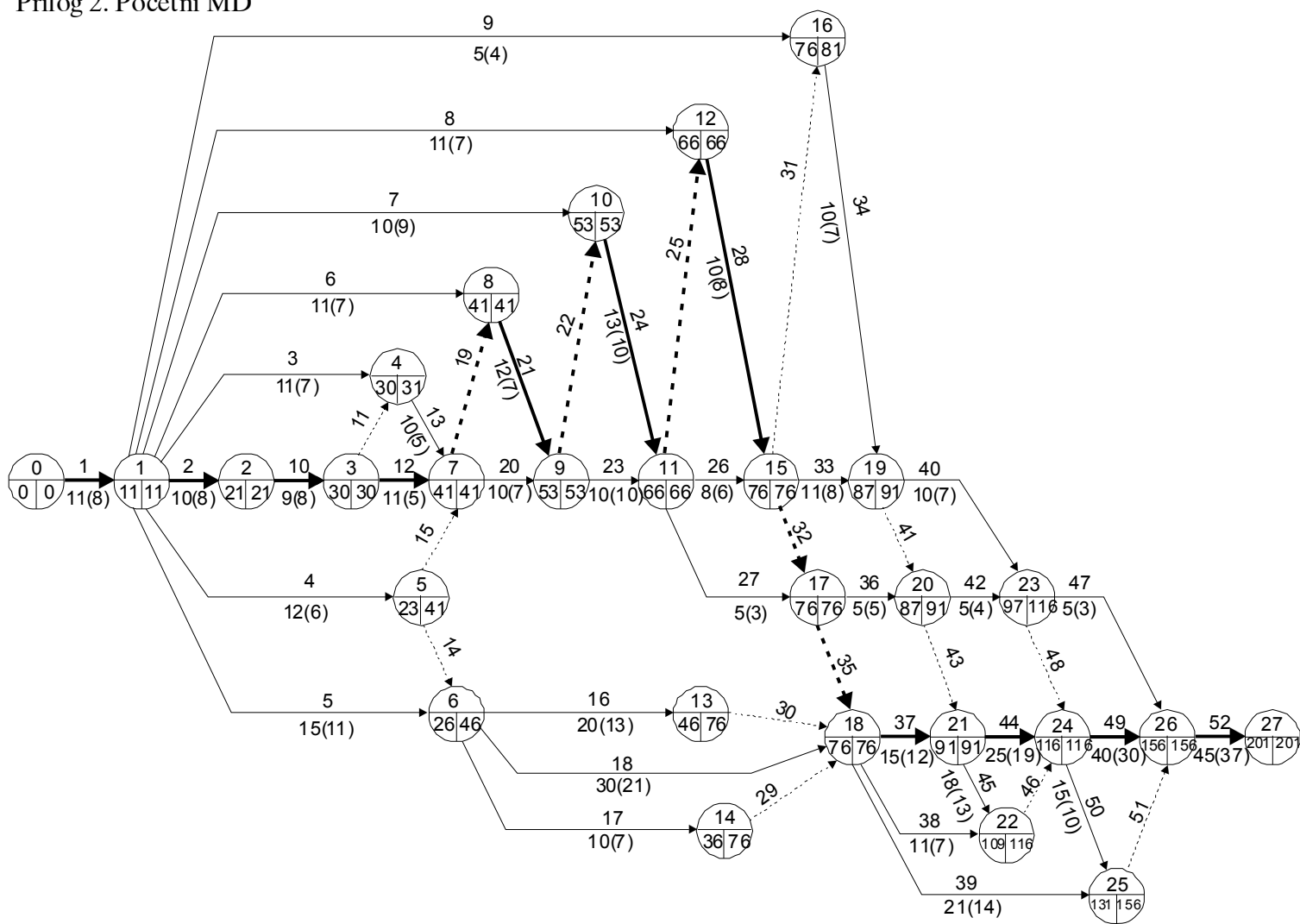
```

SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="40,49", TaskID:=52,
ProjectName:="Proj10"
    SelectTaskField Row:=53, Column:="Name", RowRelative:=False
    SelectTaskField Row:=53, Column:="Name", RowRelative:=False
    SetTaskField Field:="Name", Value:="Analiza uspešnosti studiranja", TaskID:=53,
ProjectName:="Proj10"
    SelectTaskField Row:=53, Column:="Start", RowRelative:=False
    SetTaskField Field:="Start", Value:="Wed 10/3/12", TaskID:=53,
ProjectName:="Proj10"
    SelectTaskField Row:=53, Column:="Finish", RowRelative:=False
    SetTaskField Field:="Finish", Value:="Thu 11/22/12", TaskID:=53,
ProjectName:="Proj10"
    SelectTaskField Row:=53, Column:="Predecessors", RowRelative:=False
    SetTaskField Field:="Predecessors", Value:="48,50,52", TaskID:=53,
ProjectName:="Proj10"
    SelectTaskField Row:=53, Column:="Indicators", RowRelative:=False
    InsertHyperlink Name:="", Address:="..\Dok\Doktorat\Informacioni sistem
fakulteta\Dekompozicioni dijagram za poslove personalnog pracenja studenata.htm",
SubAddress:="", ScreenTip:=""

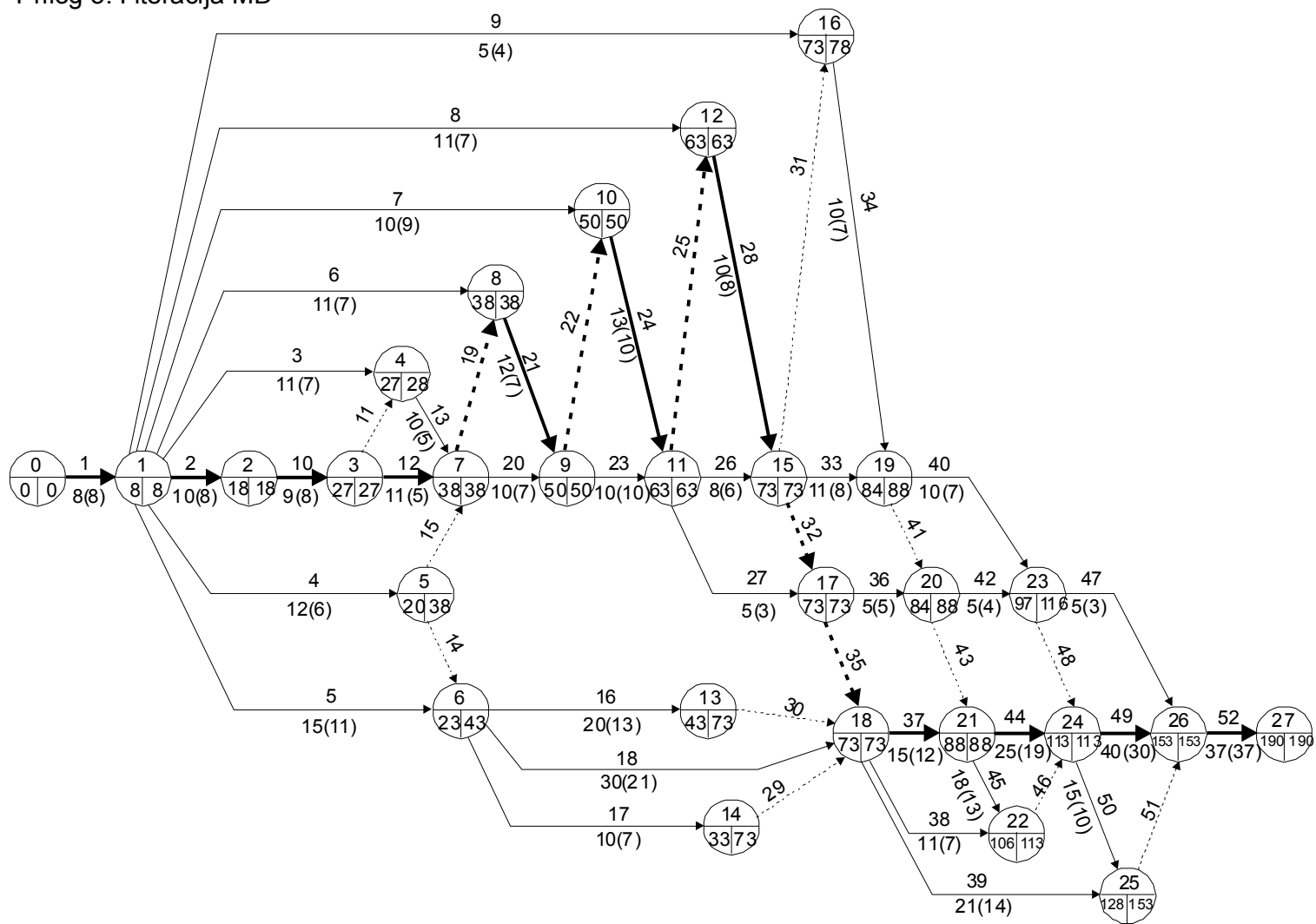
End Sub

```

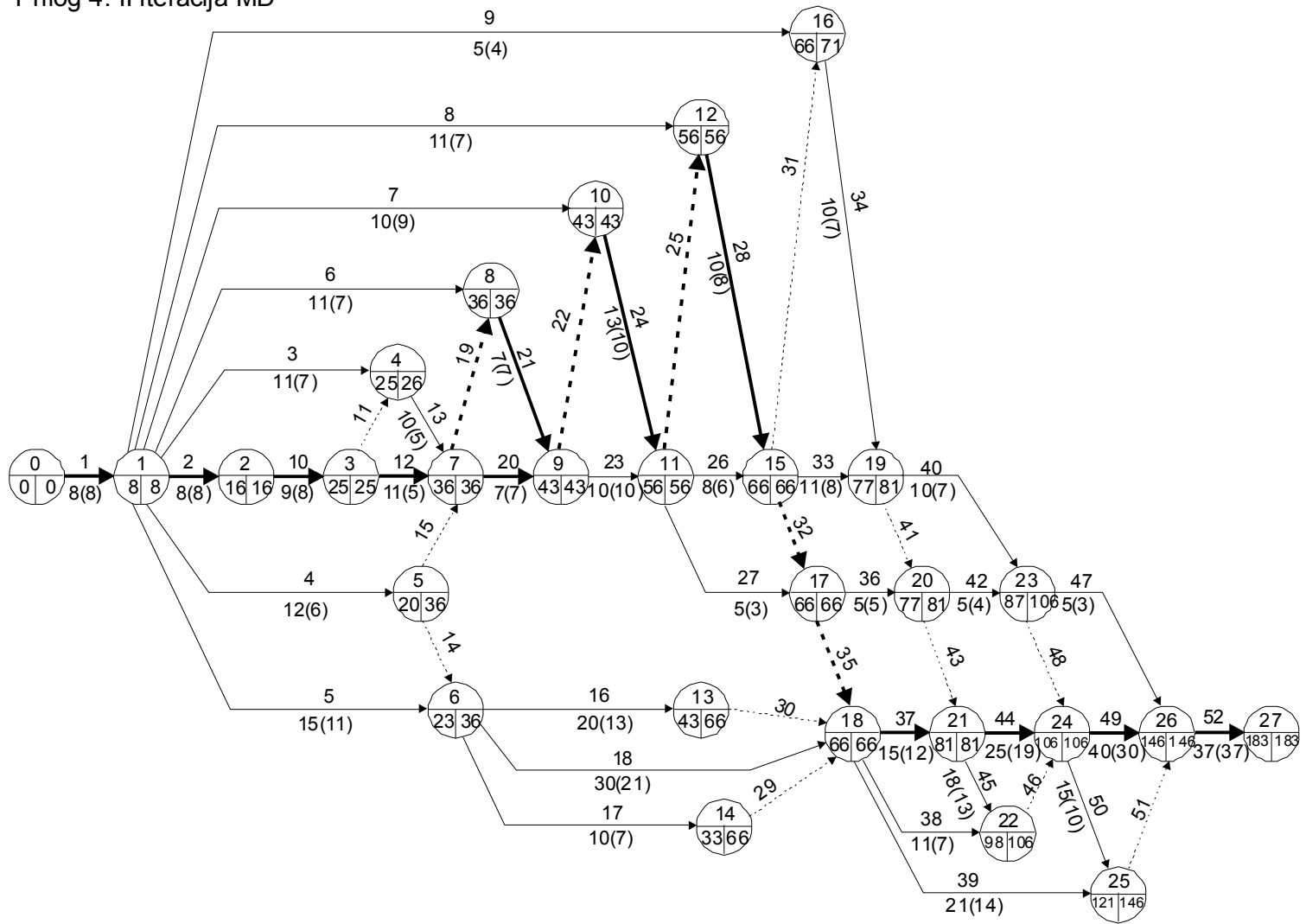
Prilog 2. Početni MD



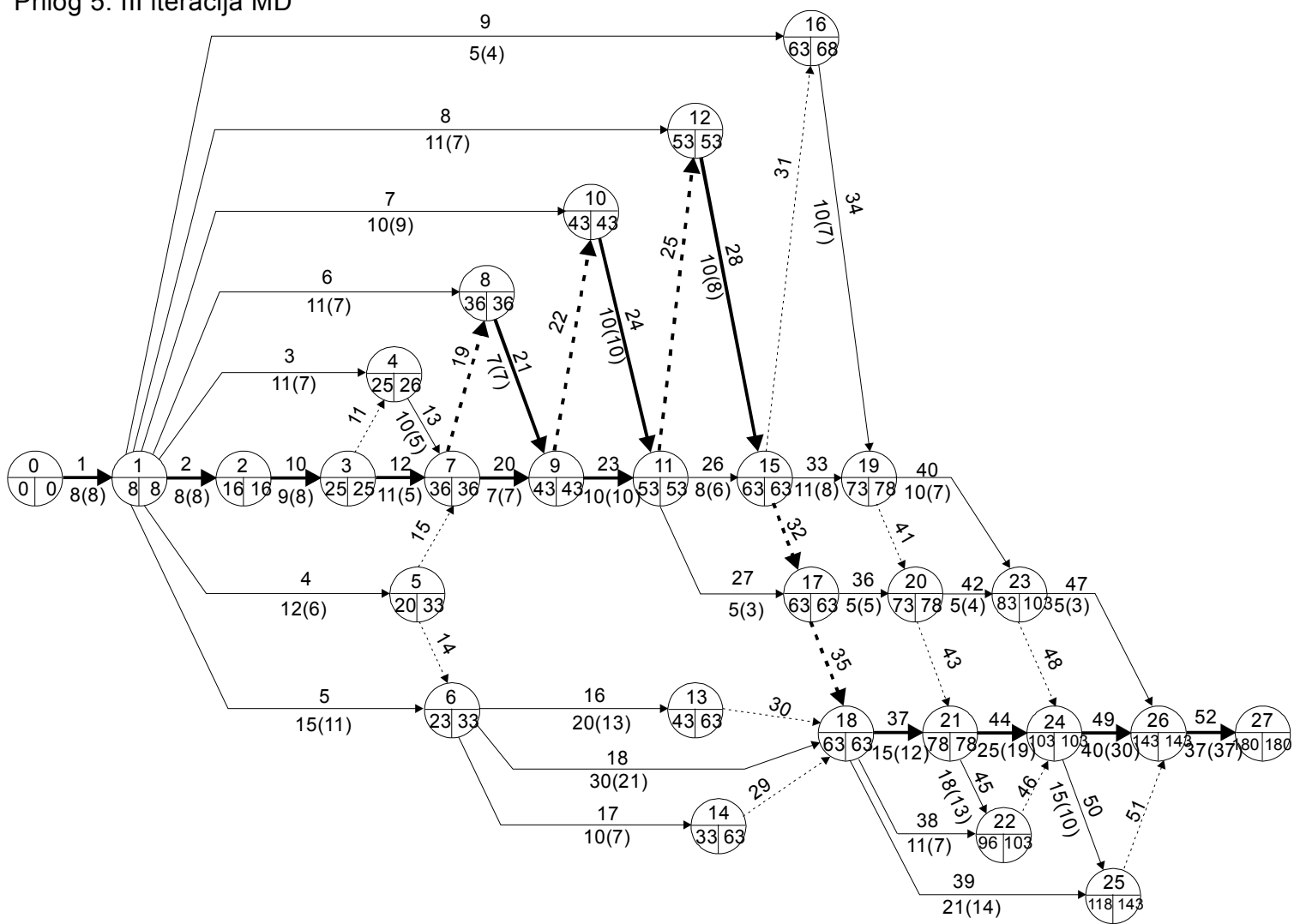
Prilog 3. I iteracija MD



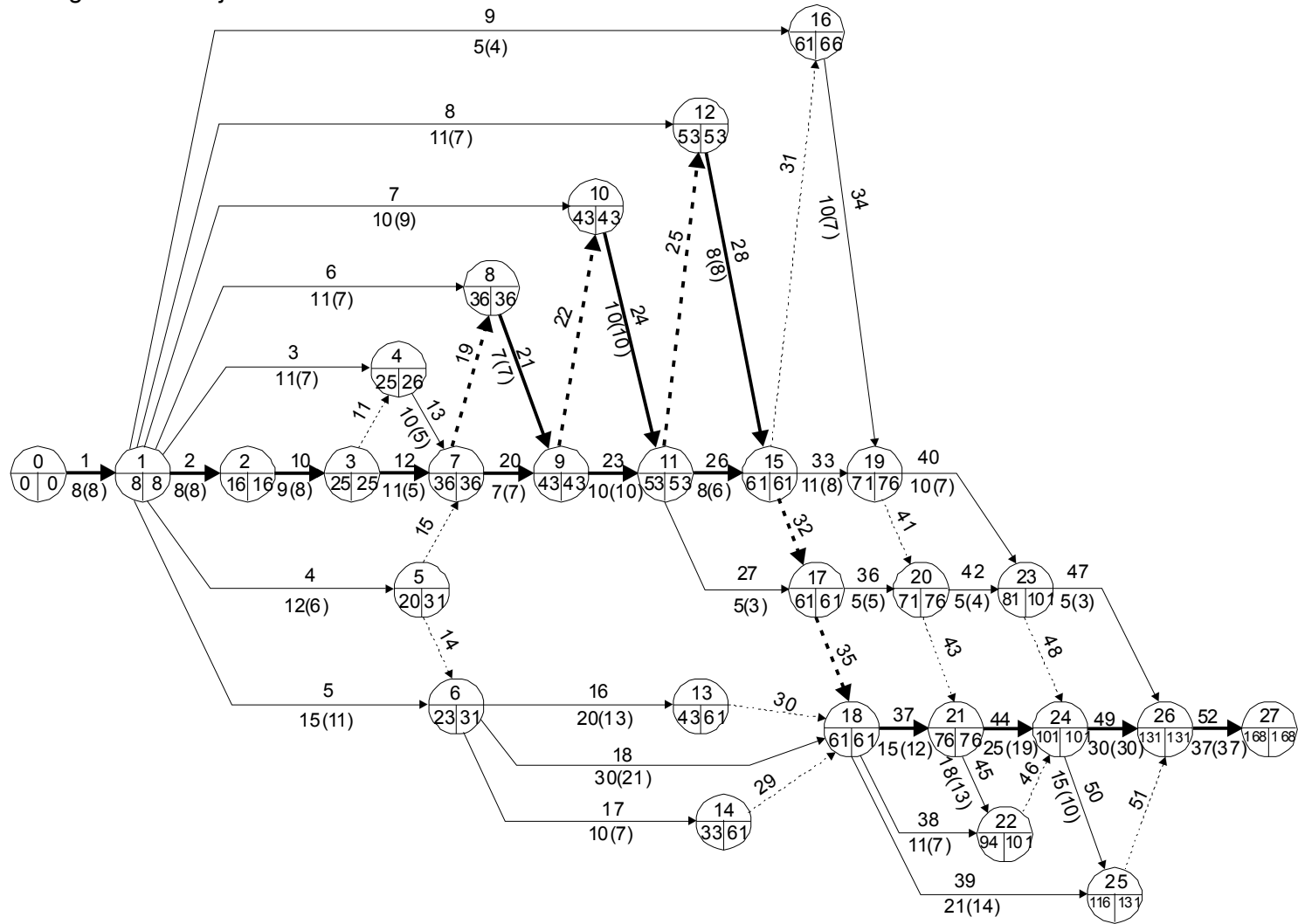
Prilog 4. II iteracija MD



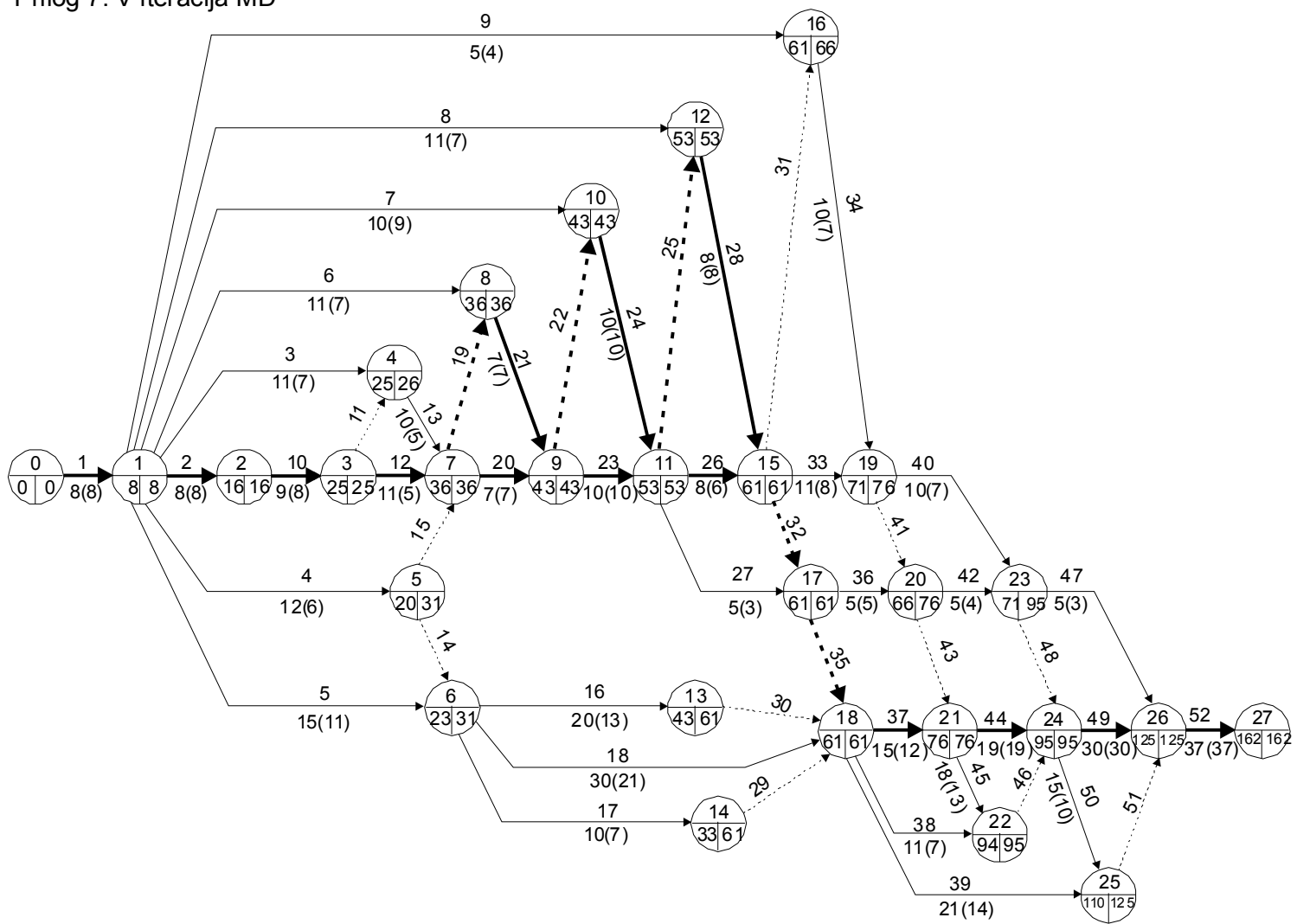
Prilog 5. III iteracija MD



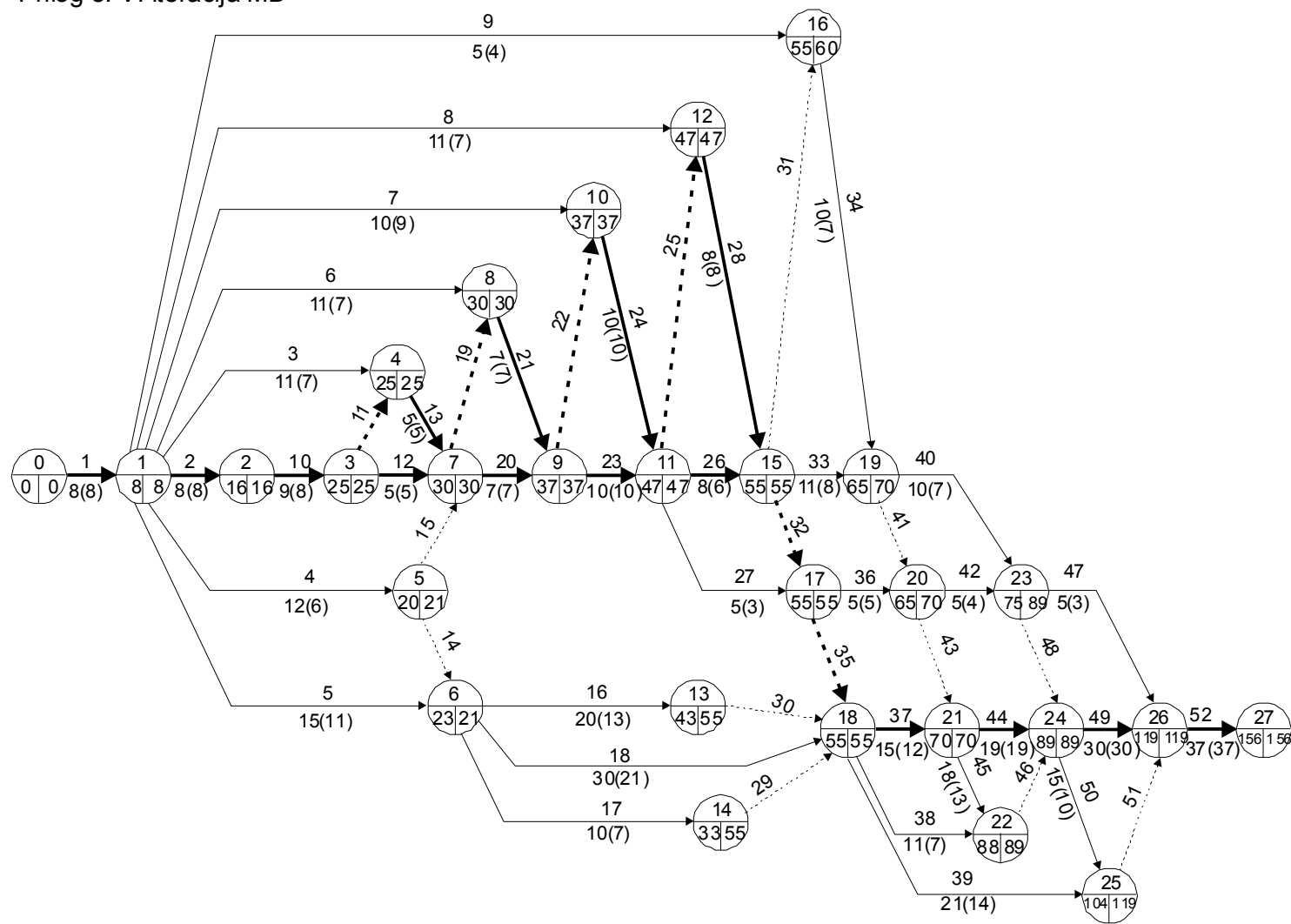
Prilog 6. IV iteracija MD



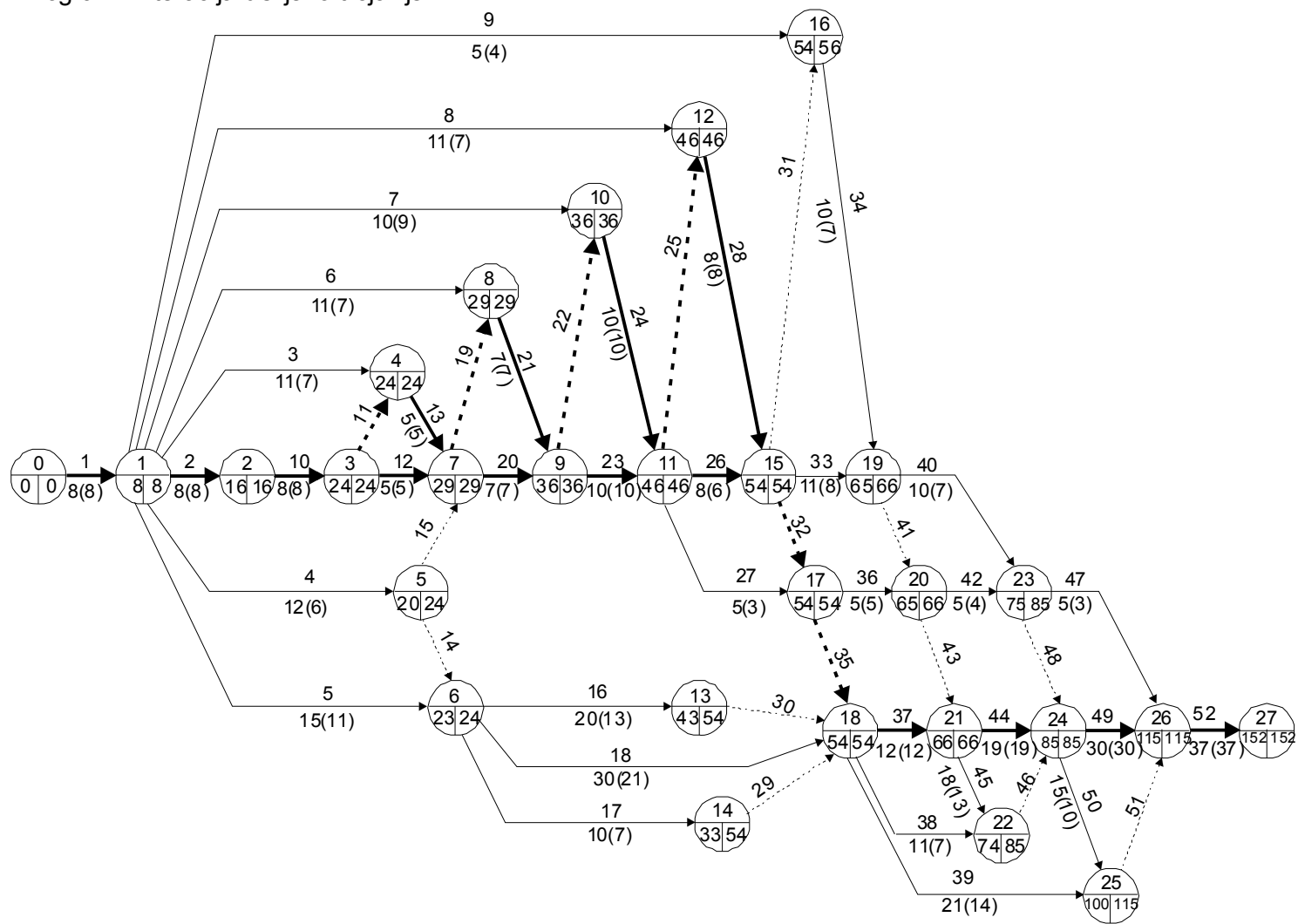
Prilog 7. V iteracija MD



Prilog 8. VI iteracija MD



Prilog 9. VII iteracija-usiljeno trajanje MD



Прилог 10- Линеарна регресија - зависност трајања и броја критичних путева

| Редни број | Трајање (x _i) | Број крит. путев. (y _i) | Линеарна регресија | | | | | | | (Трајање-број критичних путева) | | | |
|------------|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------|--|----------------------------|--|------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|---|--|
| | | | x _i ² | x _i *y _i | x _i - \bar{x} | (x _i - \bar{x}) ² | y _i - \bar{y} | (y _i - \bar{y}) ² | y _r =a+b*x _i | y-y _r | (y-y _r) ² | (x _i - \bar{x})·(y _i - \bar{y}) | |
| 1 | 201 | 1 | 40401 | 201 | 201 | 40401 | 1 | 1 | -2,03014 | 3,030144 | 9,18177 | 201 | |
| 2 | 190 | 1 | 36100 | 190 | 190 | 36100 | 1 | 1 | 1,648804 | -0,6488 | 0,420946 | 190 | |
| 3 | 183 | 2 | 33489 | 366 | 183 | 33489 | 2 | 4 | 3,989952 | -1,98995 | 3,95991 | 366 | |
| 4 | 180 | 4 | 32400 | 720 | 180 | 32400 | 4 | 16 | 4,993301 | -0,9933 | 0,986648 | 720 | |
| 5 | 168 | 8 | 28224 | 1344 | 168 | 28224 | 8 | 64 | 9,006699 | -1,0067 | 1,013442 | 1344 | |
| 6 | 162 | 8 | 26244 | 1296 | 162 | 26244 | 8 | 64 | 11,0134 | -3,0134 | 9,080562 | 1296 | |
| 7 | 156 | 16 | 24336 | 2496 | 156 | 24336 | 16 | 256 | 13,0201 | 2,979904 | 8,87983 | 2496 | |
| 8 | 152 | 16 | 23104 | 2432 | 152 | 23104 | 16 | 256 | 14,35789 | 1,642105 | 2,69651 | 2432 | |
| | 1392 | 56 | 244298 | 9045 | 1392 | 244298 | 56 | 662 | 56 | 0 | 36 | 9045 | |
| 174 | 7 | | | 11136 | | | | | | 1,62E+08 | | | |
| | 174 | | | 1937664 | -465,554 | | | | Sxy | 12717,13 | | | |
| | | 7 | | 77952 | -521,554 | | | | | 1,62E+08 | | | |
| | | | | - | | | | | | | | | |
| | | | | 1954384 | | | | | | 12717,13 | | | |
| | | | | -72360 | | | | | Rxy | 0,711246 | | | |
| | | | | -16720 | | | | | | | | | |
| | | | | 5592 | | | | | | | | | |
| | | | | b | -0,33445 | | | | | | | | |
| | | | | a | 65,19426 | | | | | | | | |

ПРИЛОЗИ

Прилог 11- Линеарна регресија - зависност трајања и трошкова

| Редни број | Трајање (x _i) | Трошкови (y _i) | x _i ² | x _i *y _i | x _i - \bar{x} | (x _i - \bar{x}) ² | y _i - \bar{y} | (y _i - \bar{y}) ² | Линеарна регресија (Трајање-трошкови) | | | |
|------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------|--|----------------------------|--|---------------------------------------|------------------|----------------------------------|---|
| | | | | | | | | | y _r =a+b*x _i | y-y _r | (y-y _r) ² | (x _i - \bar{x})*(y _i - \bar{y}) |
| 1 | 201 | 56200 | 40401 | 11296200 | 201 | 40401 | 56200 | 3158440000 | 82326,5029 | -26126,5029 | 682594153,6 | 11296200 |
| 2 | 190 | 59700 | 36100 | 11343000 | 190 | 36100 | 59700 | 3564090000 | 78807,93699 | -19107,937 | 365113255,9 | 11343000 |
| 3 | 183 | 63000 | 33489 | 11529000 | 183 | 33489 | 63000 | 3969000000 | 76568,84959 | -13568,8496 | 184113679,2 | 11529000 |
| 4 | 180 | 64200 | 32400 | 11556000 | 180 | 32400 | 64200 | 4121640000 | 75609,2407 | -11409,2407 | 130170773,5 | 11556000 |
| 5 | 168 | 68600 | 28224 | 11524800 | 168 | 28224 | 68600 | 4705960000 | 71770,80517 | -3170,80517 | 10054005,4 | 11524800 |
| 6 | 162 | 71600 | 26244 | 11599200 | 162 | 26244 | 71600 | 5126560000 | 69851,5874 | 1748,412603 | 3056946,629 | 11599200 |
| 7 | 156 | 77600 | 24336 | 12105600 | 156 | 24336 | 77600 | 6021760000 | 67932,36963 | 9667,630372 | 93463077,01 | 12105600 |
| 8 | 152 | 80000 | 23104 | 12160000 | 152 | 23104 | 80000 | 6400000000 | 66652,89112 | 13347,10888 | 178145315,6 | 12160000 |
| | 1240 | 540900 | 221194 | 93113800 | 1240 | 221194 | 540900 | 37067450000 | 522867 | -61967 | 1,E+09 | 80953800 |
| | 155 | 67612,5 | | | | | | | | | | |
| | | | | | 9920 | | | | | | 8,1991E+15 | |
| | | 155 | | | 1537600 | 396638,3 | | | | Sxy | 90548868,22 | |
| | | | 67612,5 | | 6,71E+08 | -144262 | | | | | 8,1991E+15 | |
| | | | | | -1769552 | | | | | | 90548868,22 | |
| | | | | | -7,4E+08 | | | | | Rxy | 0,894034366 | |
| | | | | | -231952 | | | | | | | |
| | | | | | -7,4E+07 | | | | | | | |
| | | | | | b | 319,8696 | | | | | | |
| | | | | | a | 18032,71 | | | | | | |

ПРИЛОЗИ

Прилог 12 – Линеарна регресија – зависност трајања и броја активности на критичном путу

| Линеарна регресија (Трајање-број активности на критичном путу) | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------------|---|-----------------------------|--------------------------------|----------------------------|--|----------------------------|--|------------------------------------|------------------|----------------------------------|---|
| Редни број | Трајање (x _i) | Број акт. на кр. пут. (y _i) | x _i ² | x _i *y _i | x _i - \bar{x} | (x _i - \bar{x}) ² | y _i - \bar{y} | (y _i - \bar{y}) ² | y _r =a+b*x _i | y-y _r | (y-y _r) ² | (x _i - \bar{x})*(y _i - \bar{y}) |
| 1 | 201 | 16 | 40401 | 3216 | 201 | 40401 | 16 | 256 | 15,36495 | 0,635048 | 0,403286 | 3216 |
| 2 | 190 | 16 | 36100 | 3040 | 190 | 36100 | 16 | 256 | 16,59127 | -0,59127 | 0,349598 | 3040 |
| 3 | 183 | 17 | 33489 | 3111 | 183 | 33489 | 17 | 289 | 17,37165 | -0,37165 | 0,138124 | 3111 |
| 4 | 180 | 18 | 32400 | 3240 | 180 | 32400 | 18 | 324 | 17,7061 | 0,2939 | 0,086377 | 3240 |
| 5 | 168 | 19 | 28224 | 3192 | 168 | 28224 | 19 | 361 | 19,0439 | -0,0439 | 0,001927 | 3192 |
| 6 | 162 | 19 | 26244 | 3078 | 162 | 26244 | 19 | 361 | 19,7128 | -0,7128 | 0,508082 | 3078 |
| 7 | 156 | 21 | 24336 | 3276 | 156 | 24336 | 21 | 441 | 20,3817 | 0,618301 | 0,382297 | 3276 |
| 8 | 152 | 21 | 23104 | 3192 | 152 | 23104 | 21 | 441 | 20,82763 | 0,172368 | 0,029711 | 3192 |
| | 1392 | 147 | 244298 | 25345 | 1392 | 244298 | 147 | 2729 | 147 | 0 | 2 | 25345 |
| 174 | 18,375 | | | | | | | | | | | |
| | | | | 11136 | | | | | | 6,67E+08 | | |
| | 174 | | | 1937664 | -155,185 | | | | Sxy | 25820,33 | | |
| | | 18,375 | | 204624 | -302,185 | | | | | 6,67E+08 | | |
| | | | | -1954384 | | | | | | 25820,33 | | |
| | | | | -202760 | | | | | Rxy | 0,981591 | | |
| | | | | -16720 | | | | | | | | |
| | | | | 1864 | | | | | | | | |
| | | | | b -0,11148 | | | | | | | | |
| | | | | a 37,77309 | | | | | | | | |

Прилог 13 – Криволинијска геометријска прогресија – зависност трајања и броја критичних путева

Криволинијска геометријска прогресија (Трајање-број критичних путева)

| Редни број | Трајање (x _i) | Број критичних путева (y _i) | logx _i | logy _i | logx _i logy _i | (logx _i) ² | y _r =a*x ^b | y _i -y _r | (y _i -y _r) ² | y _i - \bar{y} | (y _i - \bar{y}) ² |
|------------|---------------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--|----------------------------|--|
| 1 | 201 | 1 | 2,303196 | 0 | 0 | 5,304712 | 0,830041 | 0,169959 | 0,028886 | 1 | 1 |
| 2 | 190 | 1 | 2,278754 | 0 | 0 | 5,192718 | 1,556376 | -0,55638 | 0,309554 | 1 | 1 |
| 3 | 183 | 2 | 2,262451 | 0,30103 | 0,681066 | 5,118685 | 2,367057 | -0,36706 | 0,134731 | 2 | 4 |
| 4 | 180 | 4 | 2,255273 | 0,60206 | 1,357809 | 5,086254 | 2,847025 | 1,152975 | 1,329351 | 4 | 16 |
| 5 | 168 | 8 | 2,225309 | 0,90309 | 2,009655 | 4,952001 | 6,152783 | 1,847217 | 3,412209 | 8 | 64 |
| 6 | 162 | 8 | 2,209515 | 0,90309 | 1,995391 | 4,881957 | 9,236106 | -1,23611 | 1,527957 | 8 | 64 |
| 7 | 156 | 16 | 2,193125 | 1,20412 | 2,640785 | 4,809796 | 14,07878 | 1,921222 | 3,691093 | 16 | 256 |
| 8 | 152 | 16 | 2,181844 | 1,20412 | 2,627201 | 4,760441 | 18,81787 | -2,81787 | 7,940401 | 16 | 256 |
| n | 1392 | 56 | 17,90947 | 5,11751 | 11,31191 | 40,10656 | 55,88604 | 0,113962 | 18,37418 | 56 | 662 |

143,275726

320,748963

91,6518687

-320,85251

-90,495256

-0,10354909

1,156612523

b -11,1697

-200,043409

-205,160919

25,64511492

1,37256E+11

25,64511492

a 4,42E+25

25,64511

56

7

2,296773

SY 1,515511

2,296773

82,75

Sy 9,096703

0,027756

0,972244

Rxy 0,986025

Прилог 14 – Криволинијска геометријска прогресија – зависност трајања и трошкова

Криволинијска геометријска прогресија (Трајање-трошкови)

| Редни број | Трајање (x _i) | Трошкови (y _i) | logx _i | logy _i | logx _i logy _i | (logx _i) ² | y _i =a*x ^b | y _i -y _r | (y _i -y _r) ² | y _i - \bar{y} | (y _i - \bar{y}) ² |
|------------|---------------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--|----------------------------|--|
| 1 | 201 | 56200 | 2,303196 | 4,749736 | 10,93957 | 5,304712 | 55804,25 | 395,7533 | 156620,7 | 56200 | 3,16E+09 |
| 2 | 190 | 59700 | 2,278754 | 4,775974 | 10,88327 | 5,192718 | 59860,48 | -160,483 | 25754,92 | 59700 | 3,56E+09 |
| 3 | 183 | 63000 | 2,262451 | 4,799341 | 10,85827 | 5,118685 | 62728,5 | 271,4956 | 73709,84 | 63000 | 3,97E+09 |
| 4 | 180 | 64200 | 2,255273 | 4,807535 | 10,8423 | 5,086254 | 64034,59 | 165,4092 | 27360,19 | 64200 | 4,12E+09 |
| 5 | 168 | 68600 | 2,225309 | 4,836324 | 10,76232 | 4,952001 | 69786,35 | -1186,35 | 1407423 | 68600 | 4,71E+09 |
| 6 | 162 | 71600 | 2,209515 | 4,854913 | 10,727 | 4,881957 | 73023,32 | -1423,32 | 2025828 | 71600 | 5,13E+09 |
| 7 | 156 | 77600 | 2,193125 | 4,889862 | 10,72408 | 4,809796 | 76541,3 | 1058,696 | 1120838 | 77600 | 6,02E+09 |
| 8 | 152 | 80000 | 2,181844 | 4,90309 | 10,69778 | 4,760441 | 79060,61 | 939,3921 | 882457,5 | 80000 | 6,4E+09 |
| | 1392 | 540900 | 17,90947 | 38,61678 | 86,43459 | 40,10656 | 540839,4 | 60,59871 | 5719991 | 540900 | 3,71E+10 |
| | 143,275726 | 0,129097015 | | 67612,5 | | | 714998,9 | | | | |
| | 320,748963 | | | | | | 845,5761 | | | | |
| | 691,60581 | -22,32814054 | | | | | 4,63E+09 | | | | |
| | -320,85251 | -60,94491561 | | | | | 68069,31 | | | | |
| | -691,47671 | 7,618114451 | | | | | 0,000154 | | | | |
| | -0,1035491 | | | | | | 0,999846 | | | | |
| | | | | | | | b | -1,24672 | | | |
| | | | | | | | a | 41506341 | | | |
| | | | | | | | Rxy | 0,999923 | | | |

ПРИЛОЗИ

Прилог 15 – Криволинијска геометријска прогресија – зависност трајања и броја активности на критичном путу

Криволинијска геометријска прогресија (Трајање-број активности на критичном путу)

| Редни број | Трајање (x _i) | Број активности на критичном путу (y _i) | logx _i | logy _i | logx _i logy _i | (logx _i) ² | y _r =a*x ^b | y _i -y _r | (y _i -y _r) ² | y _i - \bar{y} | (y _i - \bar{y}) ² |
|------------|---------------------------|---|-------------------|-------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--|----------------------------|--|
| 1 | 201 | 16 | 2,303196 | 1,20412 | 2,773324 | 5,304712 | 15,60407 | 0,39593 | 0,156761 | 16 | 256 |
| 2 | 190 | 16 | 2,278754 | 1,20412 | 2,743893 | 5,192718 | 16,5686 | -0,5686 | 0,32331 | 16 | 256 |
| 3 | 183 | 17 | 2,262451 | 1,230449 | 2,783831 | 5,118685 | 17,24484 | -0,24484 | 0,059949 | 17 | 289 |
| 4 | 180 | 18 | 2,255273 | 1,255273 | 2,830982 | 5,086254 | 17,5513 | 0,448695 | 0,201328 | 18 | 324 |
| 5 | 168 | 19 | 2,225309 | 1,278754 | 2,845622 | 4,952001 | 18,89039 | 0,109614 | 0,012015 | 19 | 361 |
| 6 | 162 | 19 | 2,209515 | 1,278754 | 2,825425 | 4,881957 | 19,63688 | -0,63688 | 0,405622 | 19 | 361 |
| 7 | 156 | 21 | 2,193125 | 1,322219 | 2,899792 | 4,809796 | 20,44277 | 0,557235 | 0,31051 | 21 | 441 |
| 8 | 152 | 21 | 2,181844 | 1,322219 | 2,884876 | 4,760441 | 21,01656 | -0,01656 | 0,000274 | 21 | 441 |
| n | 1392 | 147 | 17,90947 | 10,09591 | 22,58774 | 40,10656 | 146,9554 | 0,044581 | 1,469768 | 147 | 2729 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------|--|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--------|--------------|
| 143,275726 | | | | | | | | | | | |
| 320,748963 | | | | | | | | | | | |
| 180,812304 | | -0,103549087 | | | | | | | | 147 | 0,183721 |
| - | | 0,110350956 | | | | | | | | 18,375 | SY 0,428627 |
| 320,852512 | | | | | | | | | | | 0,183721 |
| - | | | | | | | | | | | |
| 180,701953 | | -19,08589175 | | | | | | | | | 341,125 |
| | | -29,18179894 | | | | | | | | | Sy 18,46957 |
| | | 3,647724867 | | | | | | | | | 0,000539 |
| | | 38,38723057 | | | | | | | | | 0,999461 |
| | | 3,647724867 | | | | | | | | | Rxy 0,999731 |
| | | | | | | | | | | | |

ПРИЛОЗИ

Прилог 16 – Вишеструка корелација – зависност трајања, трошкова и броја критичних путева

Вишеструка корелација (Трајање-трошкови-број критичних путева)

| Редни број | Трајање (x _{1i}) | Трошкови (x _{2i}) | Број кр. пут. (x _{3i}) | x _{1i} ² | x _{2i} ² | x _{3i} ² | x _{1i} *x _{2i} | x _{1i} *x _{3i} | x _{2i} *x _{3i} | y _r = a ₁₂₃ + b ₁₂₃ x _{2i} + b ₁₃₂ x _{3i} |
|------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|
| 1 | 201 | 56200 | 1 | 40401 | 3,16E+09 | 1 | 11296200 | 201 | 56200 | 200,0207797 |
| 2 | 190 | 59700 | 1 | 36100 | 3,56E+09 | 1 | 11343000 | 190 | 59700 | 189,5640396 |
| 3 | 183 | 63000 | 2 | 33489 | 3,97E+09 | 4 | 11529000 | 366 | 126000 | 181,0507712 |
| 4 | 180 | 64200 | 4 | 32400 | 4,12E+09 | 16 | 11556000 | 720 | 256800 | 180,1574906 |
| 5 | 168 | 68600 | 8 | 28224 | 4,71E+09 | 64 | 11524800 | 1344 | 548800 | 172,3956492 |
| 6 | 162 | 71600 | 8 | 26244 | 5,13E+09 | 64 | 11599200 | 1296 | 572800 | 163,4327291 |
| 7 | 156 | 77600 | 16 | 24336 | 6,02E+09 | 256 | 12105600 | 2496 | 1241600 | 156,2744383 |
| 8 | 152 | 80000 | 16 | 23104 | 6,4E+09 | 256 | 12160000 | 2432 | 1280000 | 149,1041023 |
| | 1392 | 540900 | 56 | 244298 | 3,71E+10 | 662 | 93113800 | 9045 | 4141900 | |
| | 1937664 | 2,93E+11 | 3136 | | | | | | | |
| | 3,66E+10 | 392 | 478617,6 | b12.2 | 1,345944 | 7,45E+08 | 6,63E+13 | 72360 | 36115200 | 33135200 |
| | 4,96E+08 | 270 | -1481418 | b12.3 | -0,00299 | 7,53E+08 | 8144000 | 77952 | 6009,592 | 30290400 |
| | 3786300 | 9744 | -1616,01 | a12.3 | 366,5802 | -8022400 | 2,97E+11 | -5592 | | 2844800 |
| | 355600 | -699 | 75,37285 | | | 1954384 | 3,97E+09 | 5296 | | 8,56827E+12 |
| | 94116600 | 255,02 | 2932,642 | | | 16720 | | 2160 | | 2927160,125 |
| | -1002800 | 14,97998 | | r12 | -0,98507 | | | | | |
| | 3786300 | -719,162 | | r13 | -0,93051 | 0,970361 | 1,781656 | 0,944519 | | 0,983344874 |
| | 355600 | 20,1622 | | r23 | 0,971863 | 0,865853 | 0,054557 | 0,055481 | | |
| | | | 9045 | | | | R1.23 | 0,991637 | | |

ПРИЛОЗИ

Прилог 17 – Вишеструка корелација – зависност трајања, броја активности на критичном путу и броја критичних путева

Вишеструка корелација (Трајање-број актив. на критичном путу-број критичних путева)

| Редни број | Трајање (x _{1i}) | Број актив. на крит. путу (x _{2i}) | Број крит. путева (x _{3i}) | x _{1i} ² | x _{2i} ² | x _{3i} ² | x _{1i} *x _{2i} | x _{1i} *x _{3i} | x _{2i} *x _{3i} | $y_r = a_{123} + b_{123}x_{2i} + b_{132}x_{3i}$ |
|------------|----------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|
| 1 | 201 | 16 | 1 | 40401 | 256 | 1 | 3216 | 201 | 16 | 195,173029 |
| 2 | 190 | 16 | 1 | 36100 | 256 | 1 | 3040 | 190 | 16 | 195,173029 |
| 3 | 183 | 17 | 2 | 33489 | 289 | 4 | 3111 | 366 | 34 | 184,6348548 |
| 4 | 180 | 18 | 4 | 32400 | 324 | 16 | 3240 | 720 | 72 | 175,160166 |
| 5 | 168 | 19 | 8 | 28224 | 361 | 64 | 3192 | 1344 | 152 | 167,8124481 |
| 6 | 162 | 19 | 8 | 26244 | 361 | 64 | 3078 | 1296 | 152 | 167,8124481 |
| 7 | 156 | 21 | 16 | 24336 | 441 | 256 | 3276 | 2496 | 336 | 153,1170124 |
| 8 | 152 | 21 | 16 | 23104 | 441 | 256 | 3192 | 2432 | 336 | 153,1170124 |
| | 1392 | 147 | 56 | 244298 | 2729 | 662 | 25345 | 9045 | 1114 | |
| | 1937664 | 21609 | 3136 | | | | | | | |
| | 2701,125 | 392 | 90,39627 | b13.2 | 1,063485 | 202760 | 3728560 | 72360 | 36115200 | 8912 |
| | 27,875 | 270 | -323,396 | b12.3 | -11,6017 | 204624 | 1930,948 | 77952 | 6009,592 | 8232 |
| | 1029 | 9744 | -1705,44 | a12.3 | 379,7361 | -1864 | 21832 | -5592 | | 680 |
| | 85 | -699 | 59,55519 | | | 1954384 | 223 | 5296 | | 481680 |
| | 25578 | 259,1928 | 3037,889 | | | 16720 | | 2160 | | 694,0316996 |
| | -233 | 10,80717 | | r12 | -0,96533 | | | | | |
| | 1029 | -710,493 | | r13 | -0,93051 | 0,93186 | 1,76018 | 0,959973 | | 0,937708313 |
| | 85 | 11,49327 | | r23 | 0,979782 | 0,865853 | 0,037533 | 0,040027 | | |
| | | | | 9045 | | | R1.23 | 0,968353 | | |

