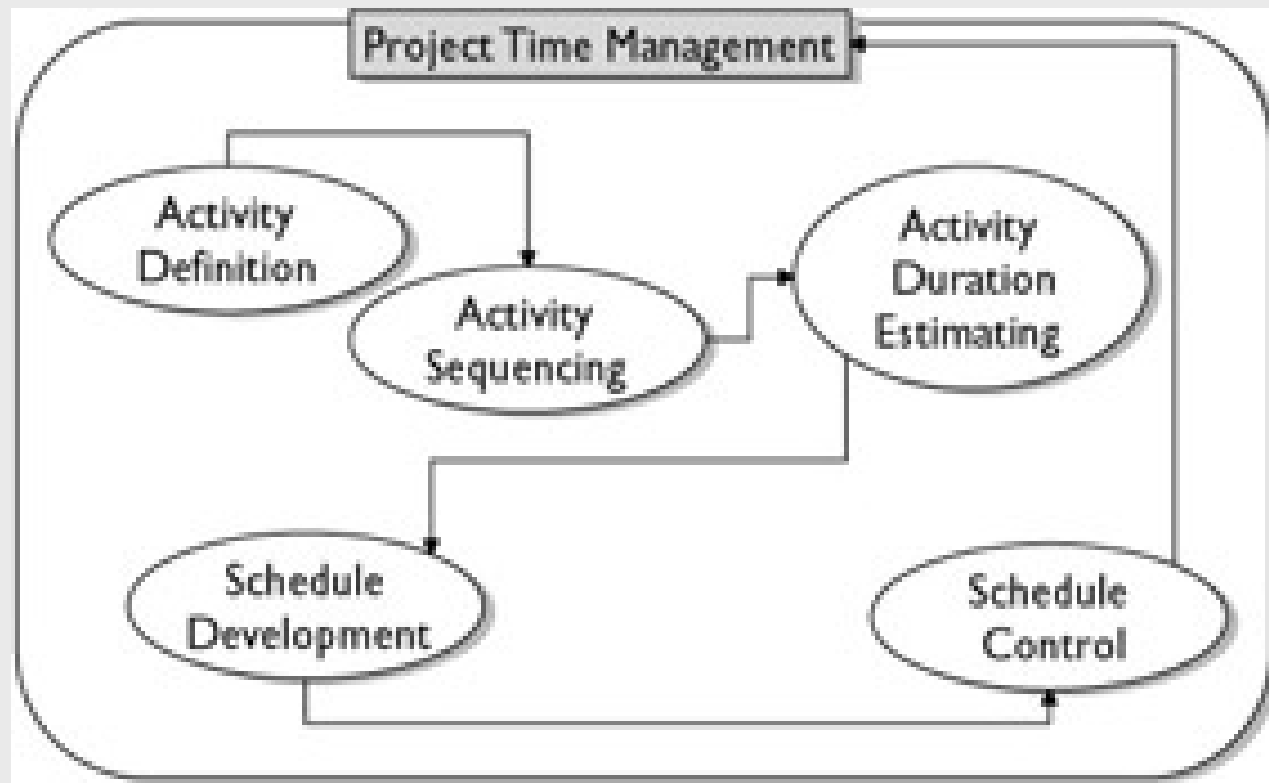


Upravljanje vremenskim rasporedom projekta

6/12

Upravljanje vremenskim rasporedom projekta

- ❑ Definiranje aktivnosti, usljeđivanje aktivnosti, određivanje trajanja aktivnosti, razvoj vremenskog rasporeda, kontrola vremenskog rasporeda



© J.Phillips: PMP Project Management Professional Study Guide, McGraw-Hill, 2004.

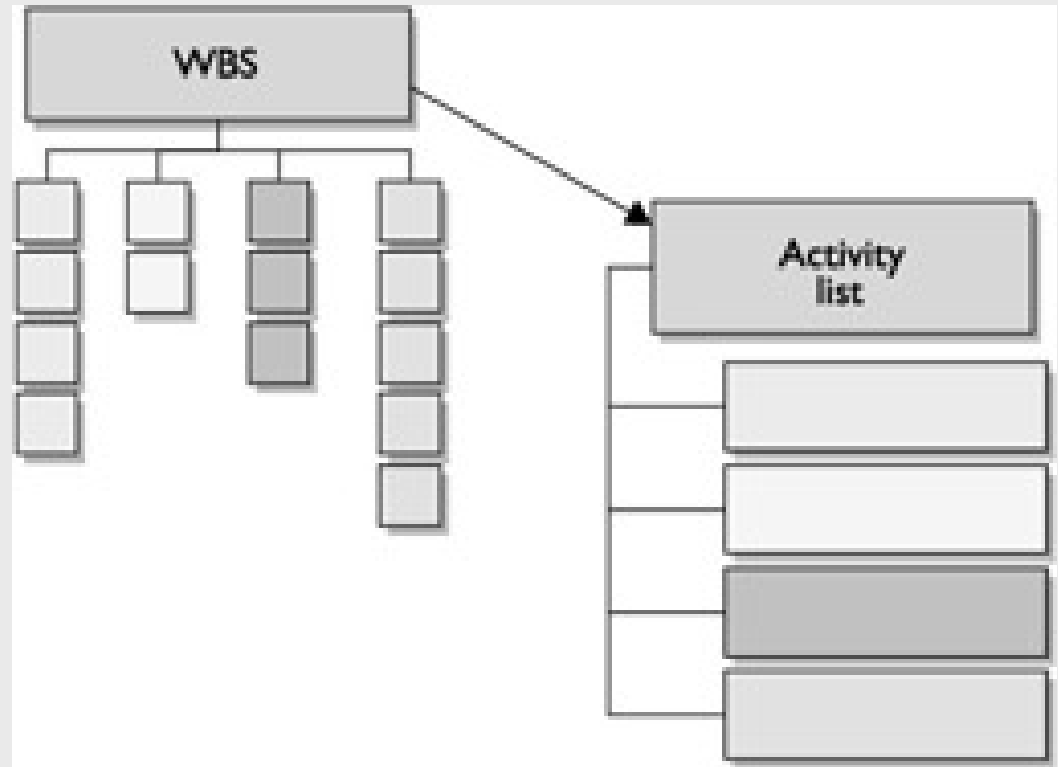
Određivanje aktivnosti projekta

☐ Ulazi

- WBS
- Izjava o doseg
- Povijesni podaci
- Ograničenja
- Pretpostavke
- Stručna prosudba

☐ Kompilacija liste aktivnosti

☐ Ažuriranje WBS-a



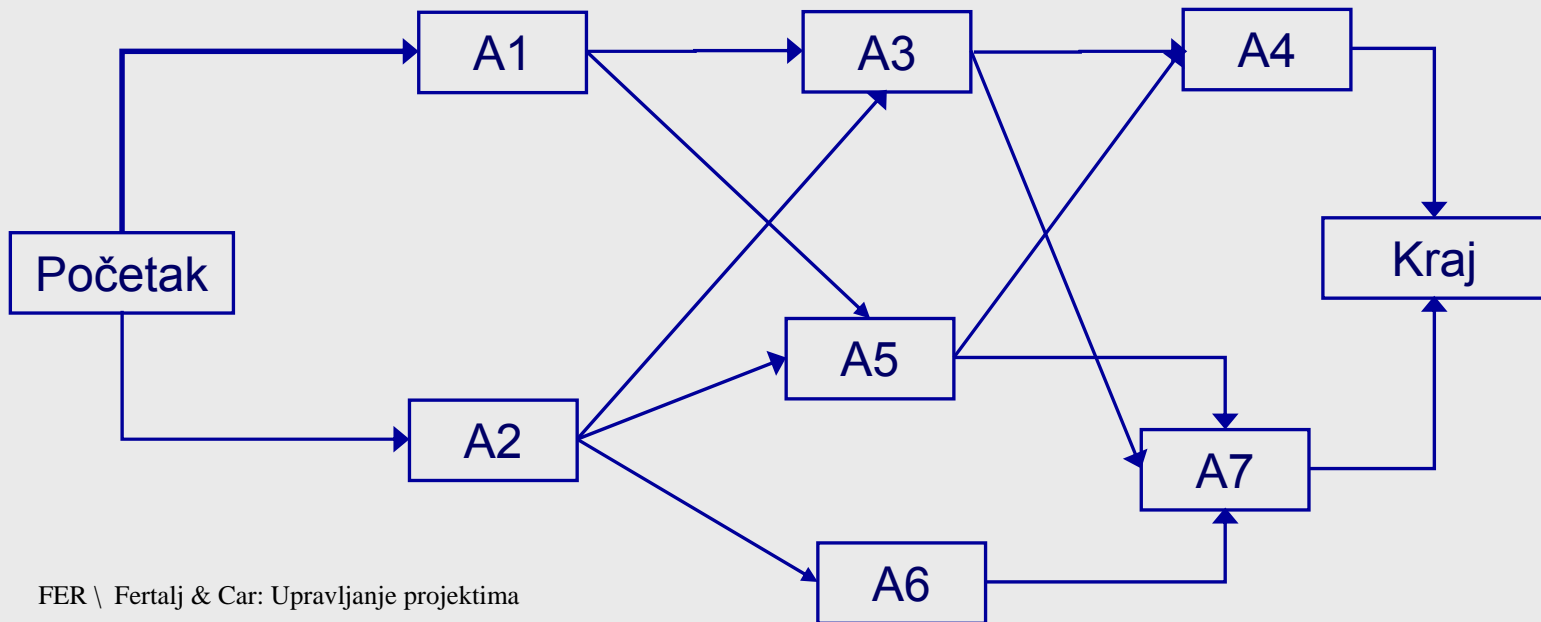
Određivanje redoslijeda aktivnosti

❑ Usljeđivanje aktivnosti (*Activity sequencing*)

- Kreiranje mrežnog dijagrama (*Network diagram*) – prikazuje slijed projektnih aktivnosti od početka do kraja projekta i njihove međuovisnosti

❑ Metoda određivanja prethodnika - *Precedence Diagram Method* (PDM), Polaris Missile Program, 50ih, varijante:

- *Activity-on-the-Arrow* (AOA), izvorna
- *Activity-on-the-Node* (AON), na slici



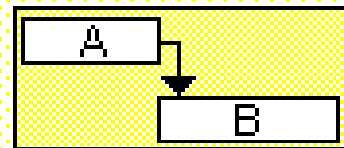
Tipovi zavisnosti aktivnosti projekta

- ❑ **Obavezne zavisnosti (mandatory dependencies), “hard logic”**
 - Inherentne prirodi posla (npr. prvo se grade temelji, a zatim zidovi)
- ❑ **Diskrecijske zavisnosti (discretionary dependencies), “soft logic”**
 - Poželjni redoslijed radi bolje organizacije posla
 - Definiraju se na osnovu dobrih praksi za problemsko područje, iskustvu u vođenju sličnih projekata, specifičnosti projekta itd.
 - Mogu imati +/- utjecaj na projekt
- ❑ **Vanjske zavisnosti (external dependencies)**
 - Odnosi između aktivnosti unutar projekta i aktivnosti izvan projekta
 - Primjer: isporuka opreme, rezultati drugog projekta, zakon
- ❑ **Kalendarska ograničenja (date constraints)**
 - preciziraju rokove - "najranije" (no earlier than), najkasnije (no later than), na određeni dan (on this date)
- ❑ **Kontrolne točke projekta (milestones)**
 - događaji o kojima također zavise aktivnosti (pogledati nastavak)

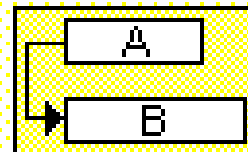
Međuzavisnost aktivnosti/zadataka

- ❑ **Završetak - Početak (*Finish-to-Start*)** - početak trenutne ovisi o završetku prethodne aktivnosti
- ❑ **Početak - Početak (*Start-to-Start*)** – početak trenutne ovisi o početku prethodne aktivnosti
- ❑ **Završetak - Završetak (*Finish-to-Finish*)** – završetak trenutne ovisi o završetku prethodne aktivnosti
- ❑ **Početak - Završetak (*Start-to-Finish*)** – završetak trenutne ovisi o početku prethodne aktivnosti

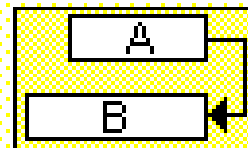
Finish-to-start (FS)



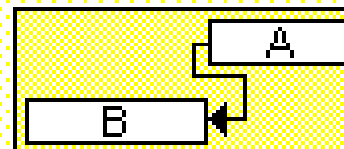
Start-to-start (SS)



Finish-to-finish (FF)



Start-to-finish (SF)



- ♦ **Modifikator (lag variable)**
 - ♦ npr. FS+2d, SS+10d
 - ♦ služi za uvođenje upravljačke rezerve (objašnjena kasnije)
 - ♦ rezerva ne troši resurse, kao što bi rastezanje aktivnosti

Kontrolne točke projekta

❑ Kontrolne točke projekta, prekretnice, miljokazi (milestones)

- lat. miliarium
- ključni događaj ili krajnji rok odnosno cilj koji treba postići
 - uvjetna aktivnost
- događaj ili rezultat neke aktivnosti koji ukazuje na to je li projekt u skladu sa zadanim rokovima ili odstupa (kasni, žuri)
- definira se KAD nastupa prekretnica i ŠTO se pri tome analizira
- nema definirano trajanje, tj. trajanje = 0
- pomak ključnog događaja izaziva vremenski preraspored



Primjer kontrolnih točki

Task Name	Duration	Start	Finish
- Faza analize	110 days	Fri 29.12.06	Fri 1.6.07
- Uspostava projekta	15.5 days	Fri 29.12.06	Fri 19.1.07
Određivanje interesnih skupina	1 wk	Fri 29.12.06	Thu 4.1.07
Određivanje doseg	1 wk	Fri 5.1.07	Thu 11.1.07
Izrada plana prikupljanja informacija	1.5 wks	Fri 5.1.07	Tue 16.1.07
Uspostava projektnog poslužitelja	3 days	Tue 16.1.07	Fri 19.1.07
Dovršetak uspostave projekta	0 days	Fri 19.1.07	Fri 19.1.07
- Analiza i specifikacija zahtjeva	32 days	Fri 19.1.07	Tue 6.3.07
Intervjuiranje korisnika	30 days	Fri 19.1.07	Fri 2.3.07
Prikupljanje dodatnih informacija	15 days	Tue 30.1.07	Tue 20.2.07
Proučavanje evidencija i aplikacija	15 days	Fri 2.2.07	Fri 23.2.07
Analiza i specifikacija zahtjeva	15 days	Fri 9.2.07	Fri 2.3.07
Ažuriranje plana razvoja	2 days	Fri 2.3.07	Tue 6.3.07
Završetak analize	0 days	Tue 6.3.07	Tue 6.3.07
- Projektiranje sustava	62.5 days	Tue 6.3.07	Fri 1.6.07
Izrada integralnog modela podataka	2 wks	Tue 6.3.07	Tue 20.3.07
Razvoj funkcionalnih specifikacija	2 wks	Tue 20.3.07	Tue 3.4.07
Izrada prototipova i određivanje arhitektur	2 wks	Tue 3.4.07	Tue 17.4.07
Definiranje distribucije aplikacija i pristupa	2 wks	Tue 17.4.07	Tue 1.5.07
Specifikacija opreme i sistemskog softver	1 wk	Tue 1.5.07	Tue 8.5.07
Završetak projektiranja	0 days	Tue 8.5.07	Tue 8.5.07
Primopredaja projekta projektiranja	0 days	Fri 1.6.07	Fri 1.6.07

Izrada i analiza vremenskog rasporeda

Gruba procjena trajanja iz procjene napora

- ❑ **Iskustveno pravilo za optimalnu procjenu trajanja temeljem napora:**
 - optimalno trajanje u mjesecima = $3.0 \cdot (\text{čovjek-mjeseci})^{1/3}$
trajanje u mjesecima = $3.0 \cdot (\text{čovjek-mjeseci})^{1/3}$
- ❑ **Za procjenu projekta koji zahtijeva napor 65 čm,**
 - optimalno trajanje je $3.0 \cdot 65^{1/3}$, tj 12 mjeseci
- ❑ **To dalje znači da je optimalna veličina tima**
 - 65/12, tj.okvirno no 5-6 članova
- ❑ **Što se događa kada projekt treba dovršiti brže ili sporije?**
 - prema različitim izvorima faktor 3.0 može varirati od 4.0 do 2.5.
 - angažmanom više članova povećavamo komunikaciju pa će biti manje produktivni
 - možemo angažirati manje članova, ali će nas dulje koštati

Određivanje vremenskog rasporeda

- ❑ Nakon početne grube procjene slijedi preciznija, analizom mrežnog dijagrama
- ❑ Planiranje početka i završetka aktivnosti unutar projekta
- ❑ Detaljnost vremenskih rasporeda
 - Općenito (sveobuhvatno) planiranje rokova aktivnosti
 - Planiranje rokova pojedinih miljokaza
 - Detaljno planiranje rokova aktivnosti



Izrada vremenskog rasporeda

- eng. schedule – vremenski raspored, satnica, vremenski plan
- eng. scheduling – vremensko planiranje, raspoređivanje redoslijeda poslova, određivanje rokova

- ☐ Iterativni proces određivanja rokova (aktivnosti, a posljedično projekta)
- ☐ Određuje se planirani datum početka i datum završetka aktivnosti
- ☐ Temelji se na procjeni trajanja aktivnosti i procjeni resursa
- ☐ Neki rokovi podložni promjenama (napretkom projekta, promjenama plana, realiziranim rizicima i sl.)

☐ Tehnike:

1. Analiza mrežnog dijagrama aktivnosti projekta
2. Metoda kritičnog puta
3. Sažimanje vremenskog rasporeda
4. Analiza različitih scenarija
5. *Metoda kritičnog lanca (Critical Chain Method)*
6. *Metoda raspodjele resursa*

1. Analiza mrežnog dijagrama

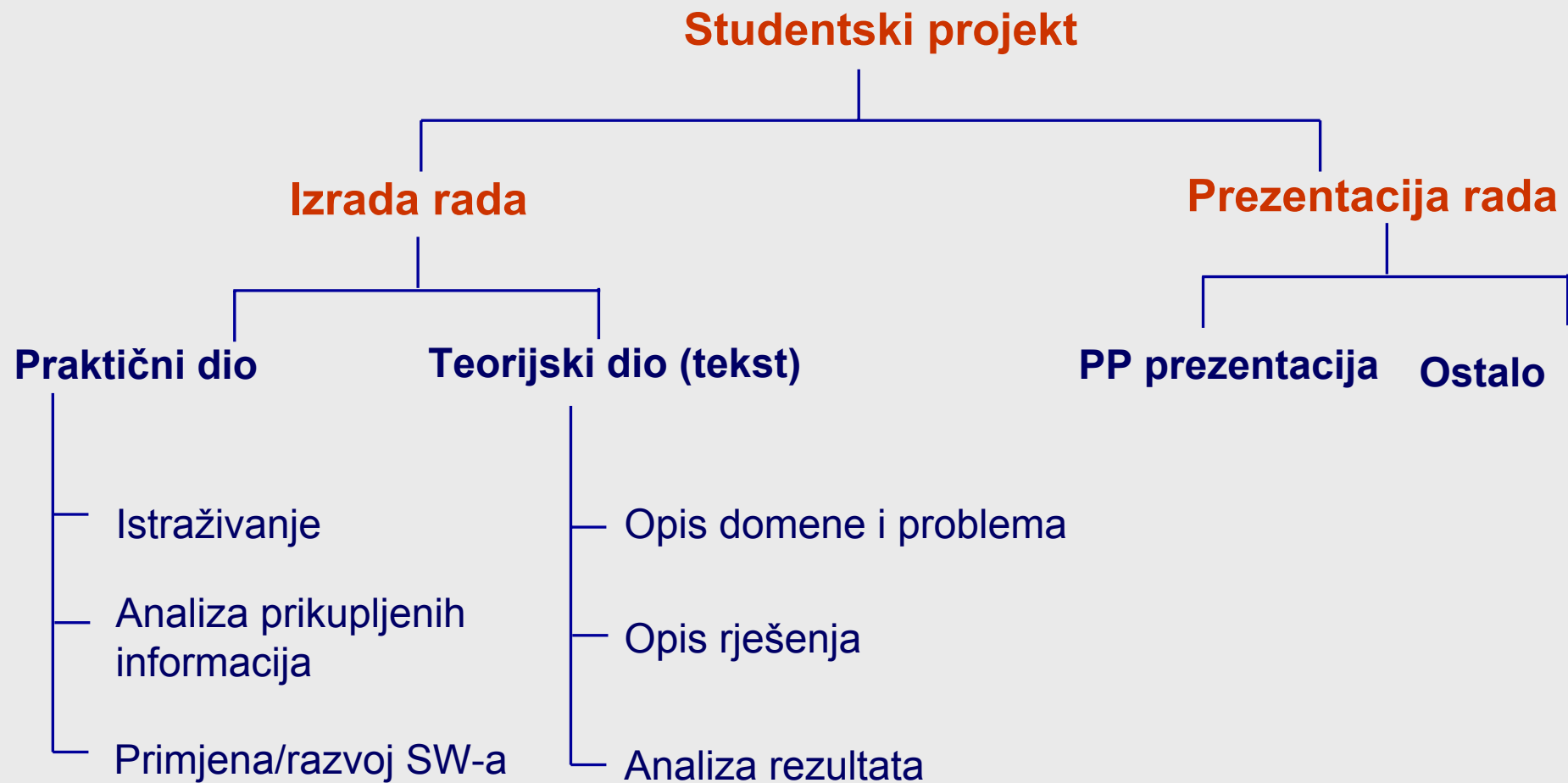
❑ Cilj je postići konvergenciju putova i optimalno trajanje

- analiza petlji i otvorenih dijelova - podešavanje
- sažimanje rasporeda
- uravnoteženje resursa

❑ Analitičke tehnike

- za računanje ranih i kasnih datuma početka i završetka projekta
- Metoda kritičnog puta (eng. *Critical Path Method*, CPM)
 - CPM se koristi u situacijama gdje su vremena trajanja aktivnosti izvjesna.
- PERT (eng. *Program Evaluation and Review Technique*)
 - koristi se u situacijama gdje su vremena trajanja aktivnosti neizvjesna
 - očekivano trajanje aktivnosti $TE = (O + 4M + P) \div 6$

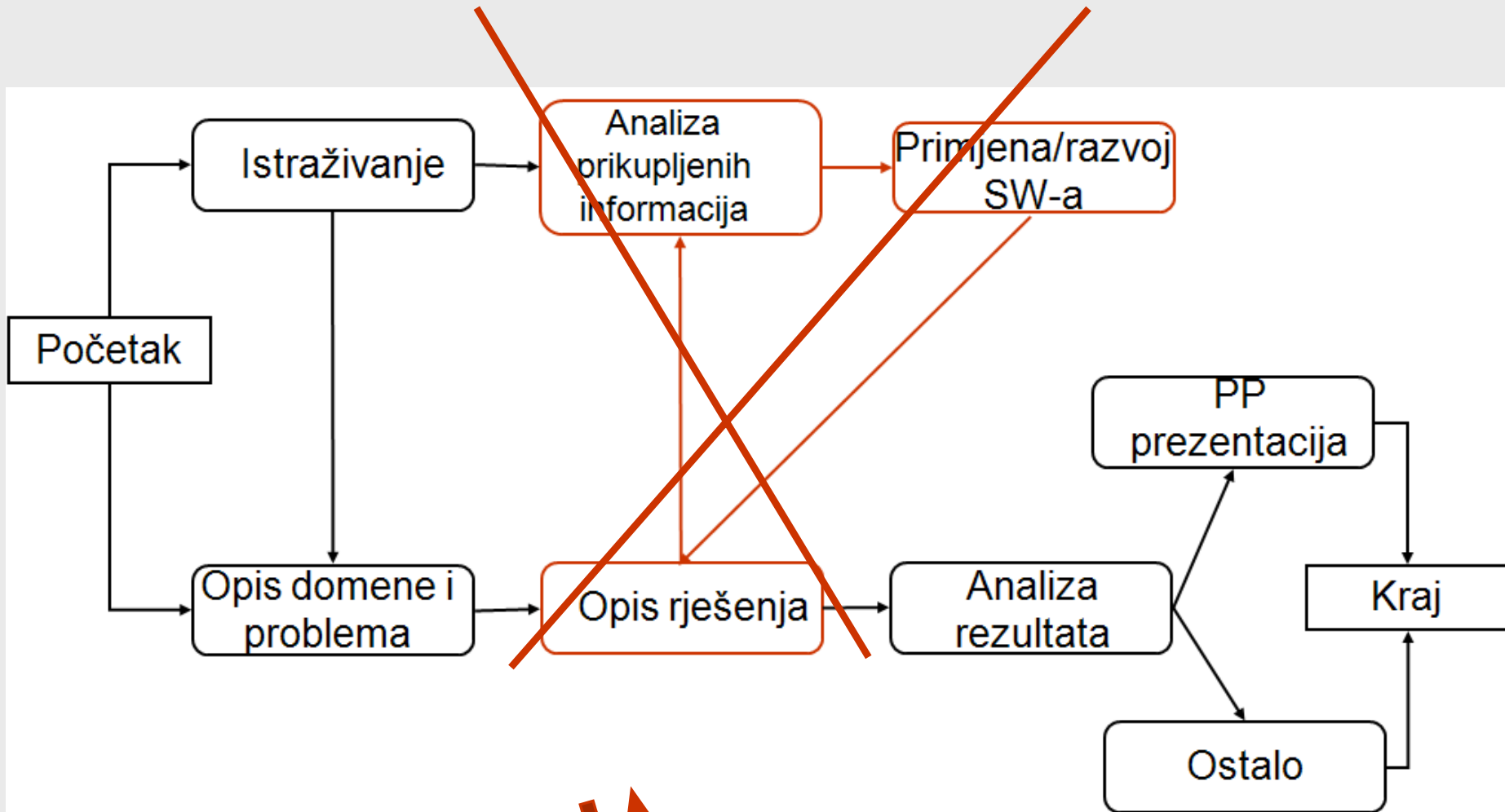
Primjer studentskog projekta



Problem: Otvoreni kraj u mrežnom dijagramu



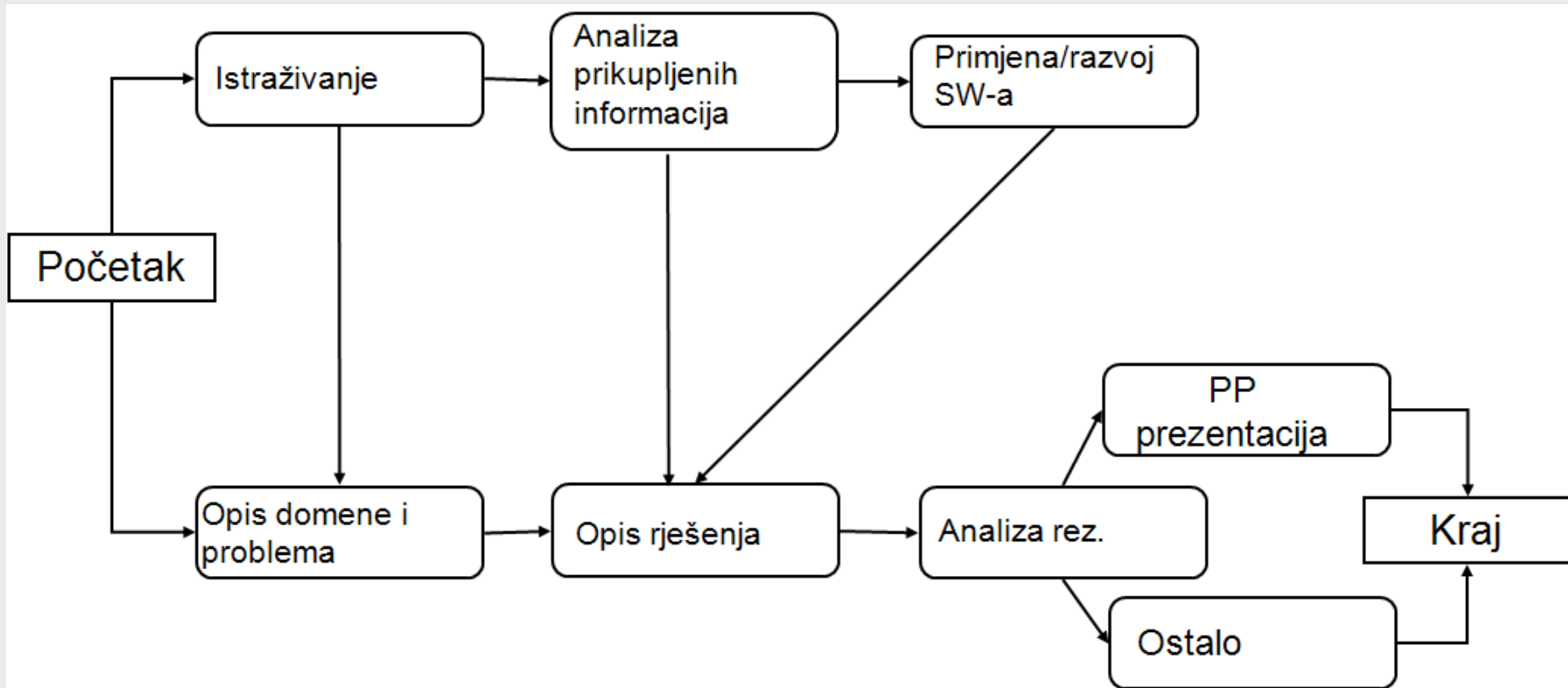
Problem: Petlja u mrežnom dijagramu



Ukloniti petlju!

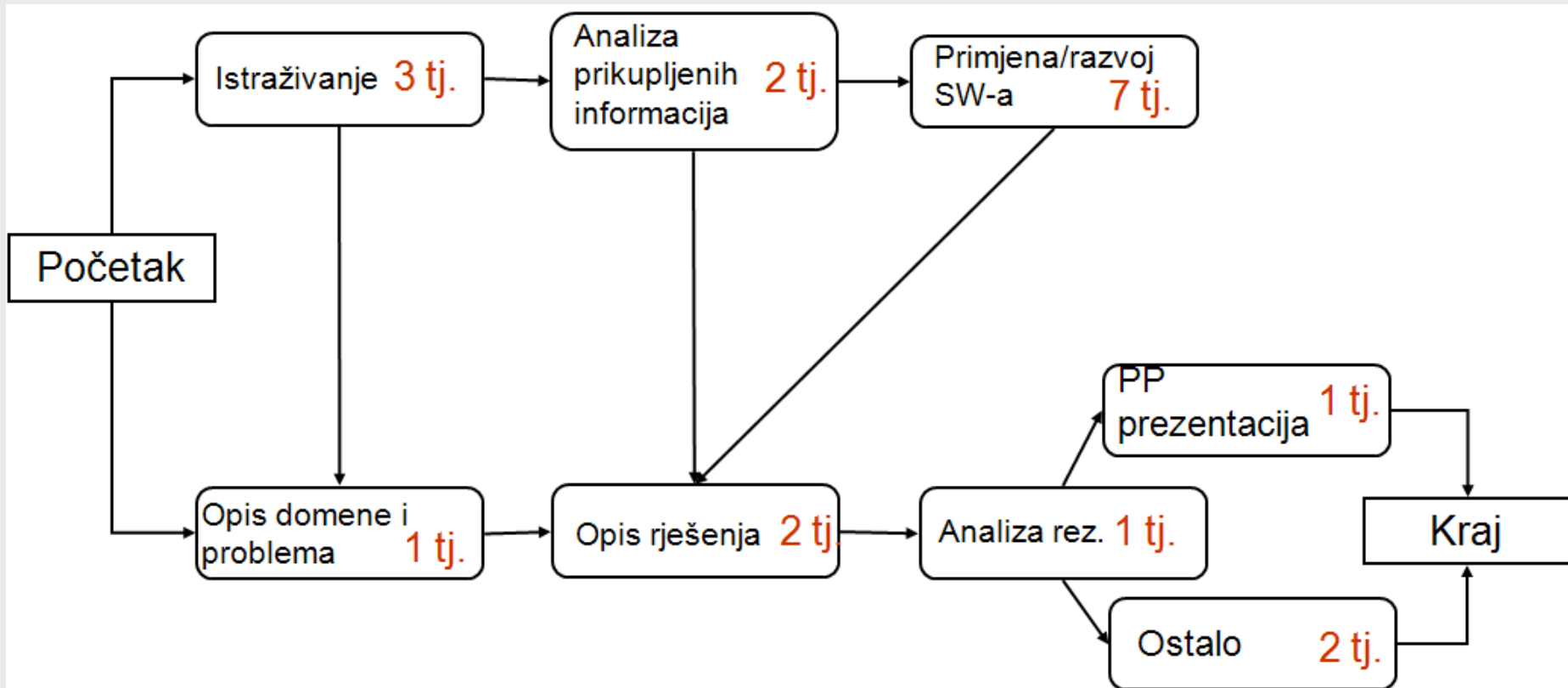


Rješenje: Ispravan mrežni dijagram



Mrežni dijagram vremenskog rasporeda

- Za svaku aktivnost procjenjuje se njezino trajanje



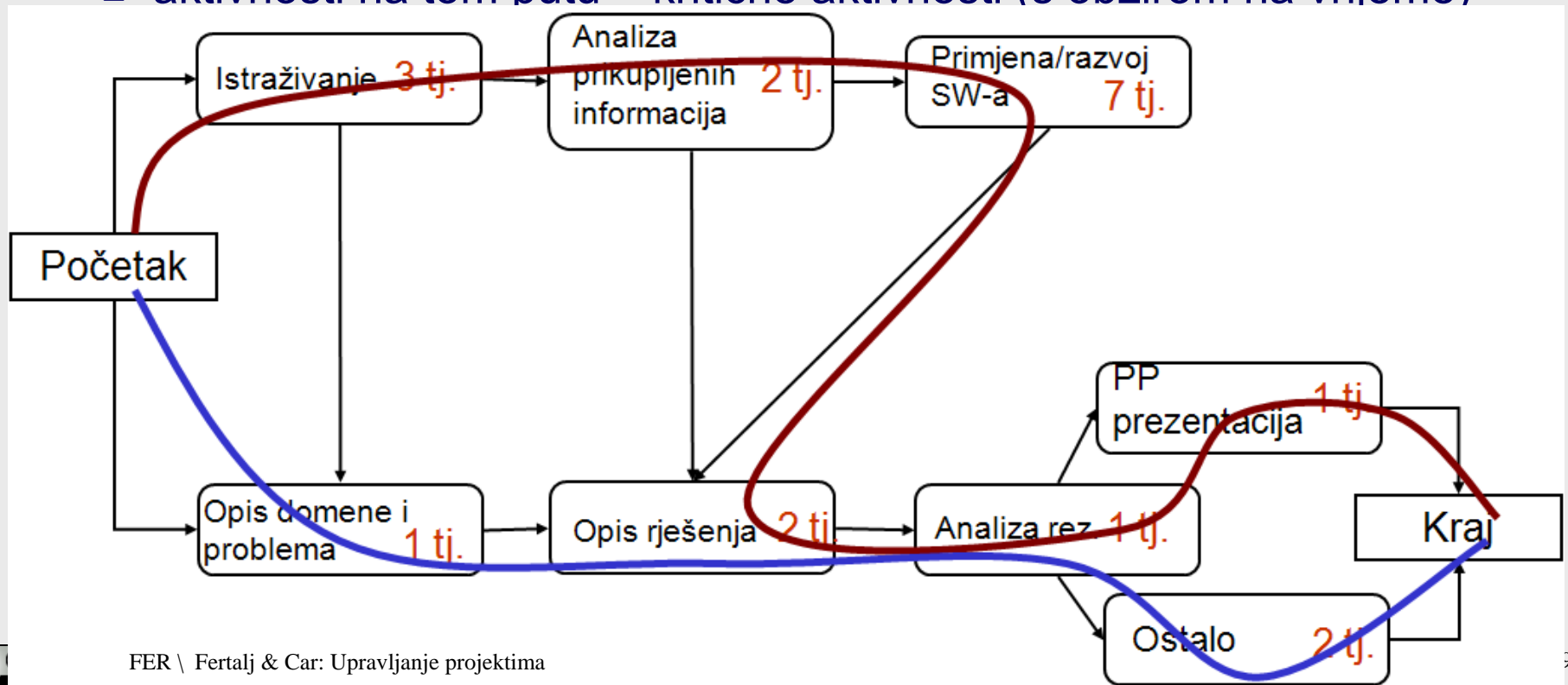
2. Određivanje kritičnog puta

- ❑ Mrežni put (*network path*)

- neprekidni niz međusobno povezanih aktivnosti između početne i završne aktivnosti projekta, bez višekratnog prolaska po jednog grani

❑ **Kritični put (*critical path*)** – kronološki najduži mrežni put

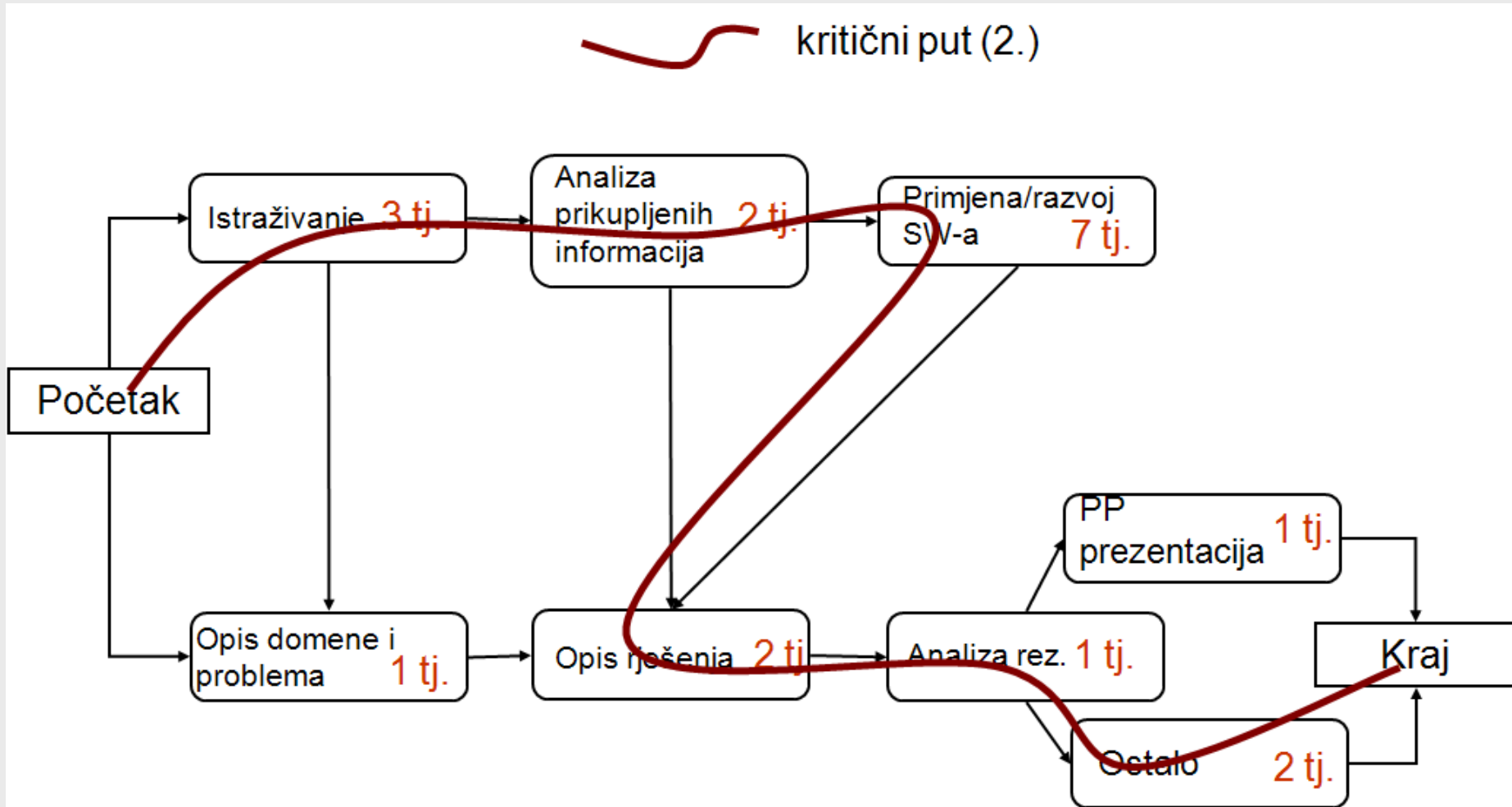
- određuje ukupno (kalendarsko) trajanje projekta
- kašnjenja na tom putu odgađaju završetak projekta
- aktivnosti na tom putu – kritične aktivnosti (s obzirom na vrijeme)



Primjer: Određivanje kritičnog puta

1. Istraž. – Analiza PI – R/p. SW – Opis rješenja – Anal.rez. - PP	16 tj.
2. Istraž. – Analiza PI – R/p. SW – Opis rješenja – Anal.rez. – Os.	17 tj.
3. Istraž. – Analiza PI – Opis rješenja – Anal.rez. - PP	9 tj.
4. Istraž. – Analiza PI – Opis rješenja – Anal.rez. - Ostalo	10 tj.
5. Istraž. – Opis dom/prob. - Opis rješenja – Anal.rez. – PP	8 tj.
6. Istraž. – Opis dom/prob. - Opis rješenja – Anal.rez. – Ostalo	9 tj.
7. Opis dom/prob. - Opis rješenja – Anal.rez. – PP	5 tj.
8. Opis dom/prob. - Opis rješenja – Anal.rez. – Ostalo	6 tj.

Kritični put u mrežnom dijagramu



Kliranje aktivnosti

□ Kliranje aktivnosti (float, slack)

- Ubriranje ili usporavanje (unutar određenih granica) aktivnosti koje nisu na kritičnom putu neće izazvati kašnjenje projekta

■ slobodno kliranje (free float)

- kašnjenje neke aktivnosti koje ne odgađa najraniji početak aktivnosti koje neposredno slijede tu aktivnost
- slučaj kad sve prethodne aktivnosti započinju u najranija moguća vremena, a sve sljedeće započinju u najranija moguća vremena

■ ukupno kliranje (total float)

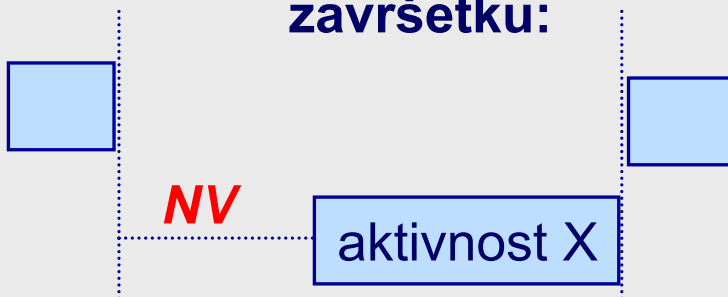
- ukupno kašnjenje koje neće odgoditi završetak projekta ili kršiti kalendarska ograničenja
- razlika između najranijeg i najkasnijeg završetka neke aktivnosti
- slučaj kad sve prethodne aktivnosti započinju u najranija moguća vremena, a sve sljedeće započinju u najkasnija moguća vremena
- kritična aktivnost – ukupno kliranje = 0, nalazi se na kritičnom putu

Analiza vremenske rezerve

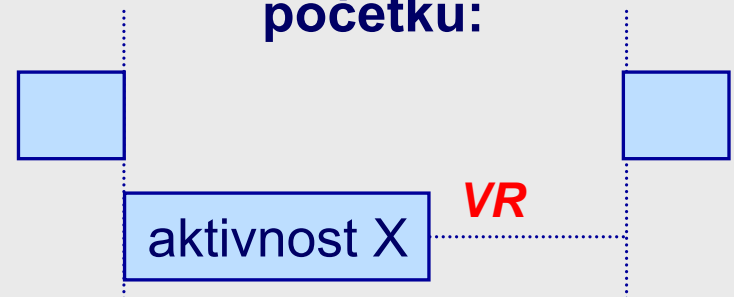
□ Varijante

- neiskorišteno vrijeme (NV) - raspoloživo za klizanje početka
 - aktivnost smije početi i ranije, ovisno o prethodnicima
- vremenska rezerva (VR) – preostalo vrijeme za klizanje završetka
 - kašnjenje aktivnosti u trajanju rezerve neće utjecati na projekt

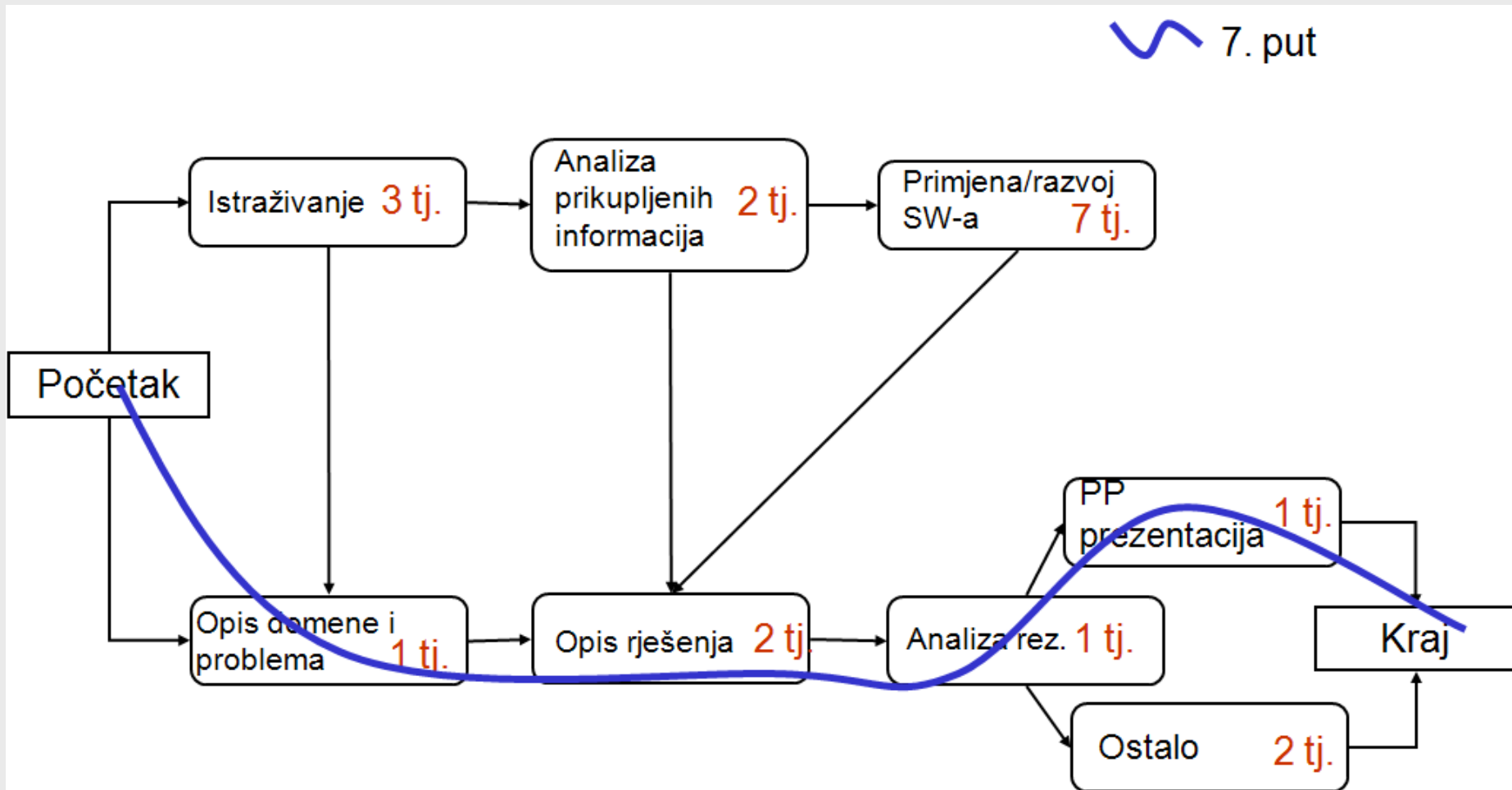
Ravnanje prema najkasnijem završetku:



Ravnanje prema najranijem početku:



Analiza aktivnosti nekritičnog puta



Analiza aktivnosti nekritičnog puta (2)

□ ES – najranije vrijeme početka

- $ES = 1$ za početnu aktivnost
- $ES = \text{MAX} (EF \text{ prethodnih}) + 1$

□ EF – najranije vrijeme završetka

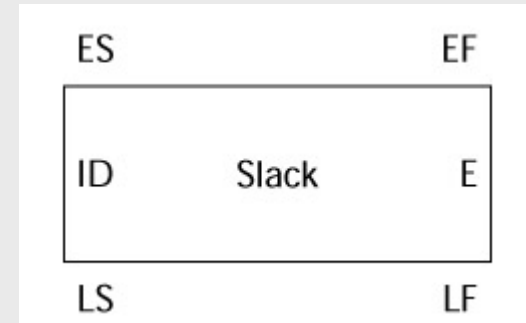
- $EF = ES + d - 1$
- d – trajanje pojedine aktivnosti

□ LF – najkasnije vrijeme završetka

- $LF = LS$ za završnu aktivnost kritičnog puta
- $LF = \text{MIN} (LS \text{ nasljednika}) - 1$

□ LS – najkasnije vrijeme početka

- $LS = LF - d + 1$



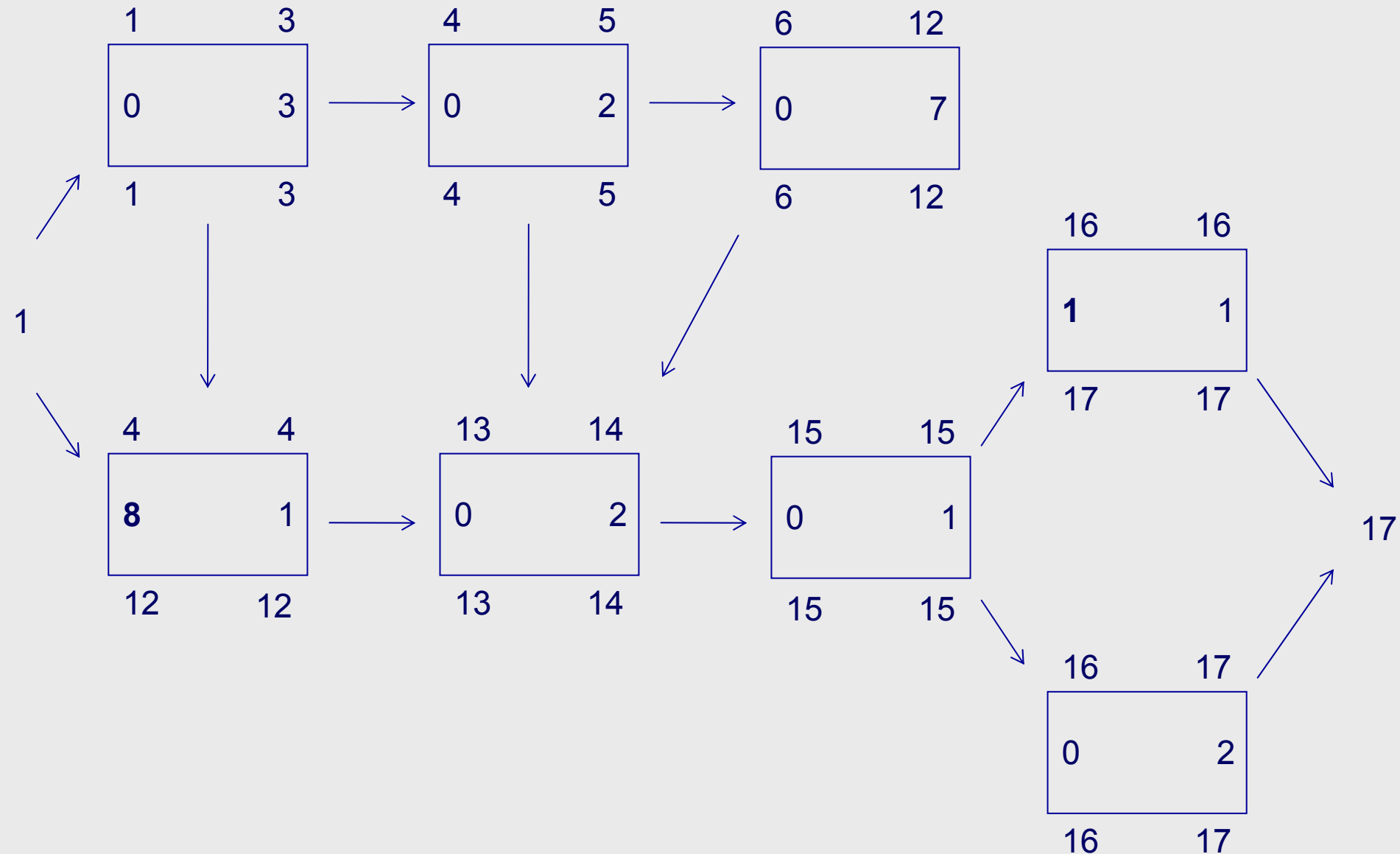
□ Slack, free slack - jedne aktivnosti

- $FS = LF - EF$

□ Total slack – nekog puta

- $TS = \text{SUM} (FS \text{ na putu})$

Analiza aktivnosti nekritičnog puta (3)



Analiza aktivnosti nekritičnog puta (4)

0. 3. 5. 12. 14. 15. 17. tjedan

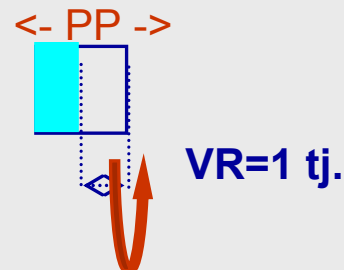
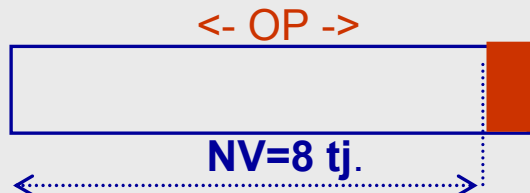
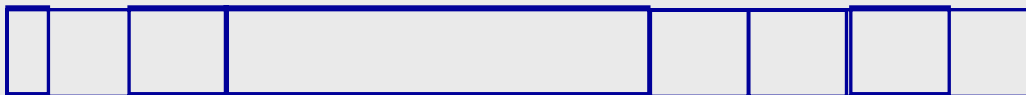
Istr.	API.	Razvoj/primjena SW	OR.	AR	Ost.
-------	------	--------------------	-----	----	------

kritični put: 17 tjedana

klizanje: $8+1=9$ tjedana

8 tjedana za aktivnost OP

1 tjedan za aktivnost PP



3. Sažimanje vremenskog rasporeda

❑ Sažimanje rasporeda (Schedule Compression)

- Skraćuje se trajanje projekta bez promjene njegovog opsega

❑ tehnike:

- Rušenje (crashing) rokova, rasporeda
- Rušenje kritičnog puta (crashing the critical path)
- Brzo praćenje (fast tracking)

3. Sažimanje vremenskog rasporeda (1)

☐ Rušenje (crashing) rokova, rasporeda

- bolje rečeno optimizacija neiskorištenog vremena i vremenske rezerve (lead-lag times)
- Kalkuliraju se troškovi i rokovi kako bi se dobilo maksimalno sažimanje uz minimalni porast troška projekta
- Ne rezultira uvijek efikasnim rješenjem
- Povećani rizici

☐ Modifikacija logičkih veza između slijednih aktivnosti

☐ *lead* - omogućavanje ubrzanja nasljednika

- pr. S-S: testiranje aplikacija započinje 5 dana nakon testiranja
- pr. S-F: stari sustav isključuje se 25 dana nakon početka testiranja
- pr. F-F: pisanje uputa završava 7 dana nakon završetka testiranja

☐ *lag* – određuje kašnjenje nasljednika

- pr. F-S, slijedna mora čekati *lag* nakon što prethodna završi
- strategija stvaranja umjetne vremenske rezerve na kritičnom putu

3. Sažimanje vremenskog rasporeda (2)

❑ Rušenje kritičnog puta – najčešće primjenjivana tehnika

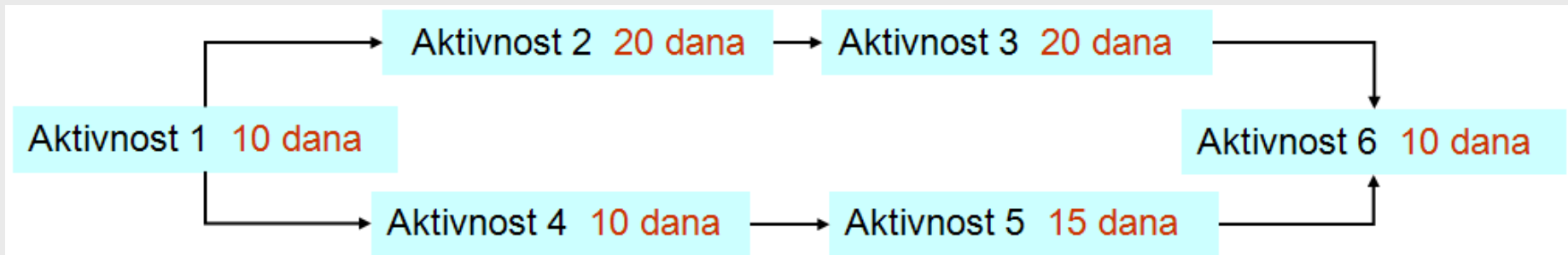
- kad je rok važniji od troška, a nije dozvoljeno preklapanje aktivnosti
- Skraćenje trajanja aktivnosti na kritičnom putu
- Planiranje novih članova tima (prije početka projekta)
- Korištenje vanjske usluge (*outsourcing*)
- Prekovremeni plaćeni rad (*smoothing*)

❑ crashpoint

- povećanje (ljudskih) resursa moguće je do neke mjere nakon čega postane kontraproduktivno, tj. može produljiti trajanje

3. Sažimanje vremenskog rasporeda (3)

□ Primjer, rušenje kritičnog puta:

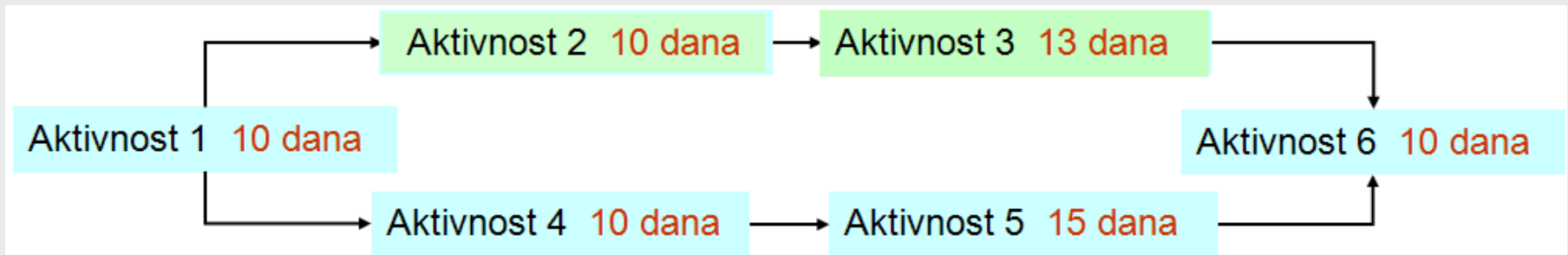


- Duljina kritičnog puta: 60 dana
- Trajanje projekta: 60 dana
- **Rušenje kritičnog puta:**



3. Sažimanje vremenskog rasporeda (4)

- ❑ Rušenje kritičnog puta izaziva pojavu novog kritičnog puta
- ❑ Primjer:

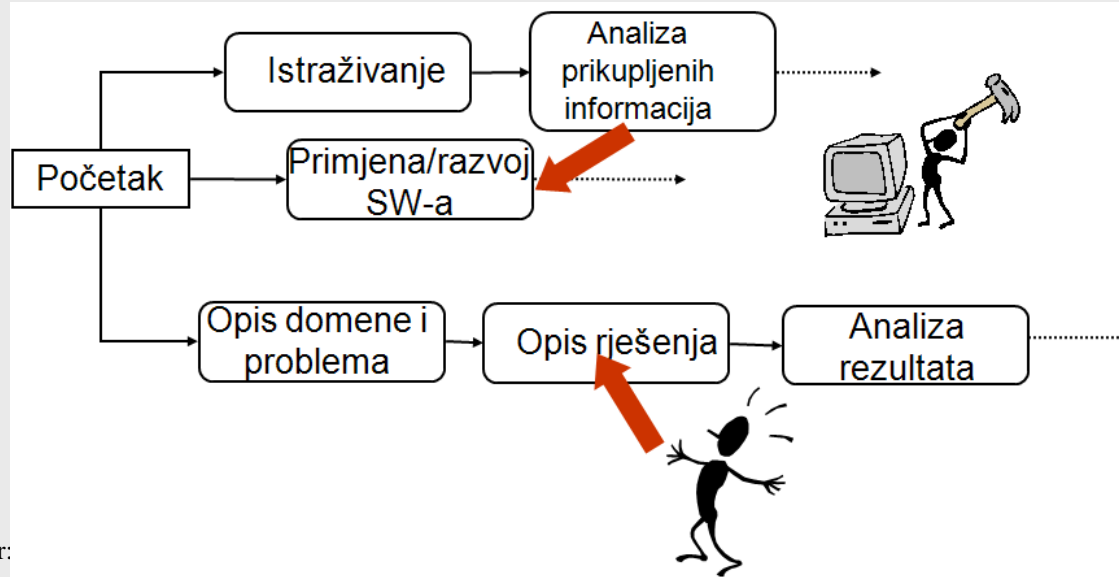


- Skraćenje starog kritičnog puta: 17 dana
- Duljina novog kritičnog puta : 45 dana
- Skraćenje projekta: 15 dana
- **Novi kritični put ne mora produljiti rokove u odnosu na izvorni plan, ali može izazvati probleme s raspodjelom resursa !**

3. Sažimanje vremenskog rasporeda (5)

❑ Brzo praćenje (*fast tracking*)

- Konkurentnost faza/aktivnosti koje bi se inače izvršavale slijedno
 - ukidanje zavisnosti (potpuni paralelizam)
 - alternativa, u F-S, slijedna može početi *lead* prije nego prethodna završi
- Može rezultirati dodatnim poslom (pripreme)
- Može zahtijevati izvršavanje aktivnosti prije nego su prikupljene sve potrebne ulazne informacije (razvoj prije temeljnog dizajna)
 - Rizično – preklapanje bi trebalo biti u okviru dozvoljenog rizika
- Primjer: RAD metode (brzog razvoja aplikacija)



4. Analiza različitih scenarija

- ☐ Analiza mrežnog dijagrama aktivnosti na koji se primjenjuju različiti scenariji (npr. kasni nabava elementa proizvoda, produljenje i skraćivanje trajanja pojedinih aktivnosti, vanjski faktori)
- ☐ Simulacija – primjena programskih pomagala
- ☐ Analiza scenarija može se koristiti i za određivanje rokova i za sažimanje rasporeda

Uravnoteženje resursa

□ Uravnoteženje resursa (*resource leveling*)

- provjera iskorištenja (ljudskih) resursa na mrežnom putu
- uvažavajući vremenski okvir najranijeg početka (ES) i najkasnijeg završetka aktivnosti (LF)

Problemi









- preopterećenje pojedinih resursa (*over-allocation*) u okviru ES-LF
- fluktuacija resursa – pretjerana "šetnja" između projekata/aktivnosti
 - potreba da resursi budu kontinuirano raspoređeni
 - primjer: konzultanti u projektu informatizacije sveučilišta

□ Rješenja

- produljenje rokova (trajanja) uslijed nedostatka resursa (*shifting*)
 - postizanje vremenske rezerve uz jednako opterećenje tijekom trajanja aktivnosti
- prekovremeni plaćeni rad (*smoothing*)
- rastezanje aktivnosti (*stretching activities*)
 - manjim opterećenjem resursa, npr. 80% umjesto 100%
- nadomještanje resursa
 - korištenje manje kompetentnog osoblja umjesto zamišljenog
 - produljuje trajanje !!

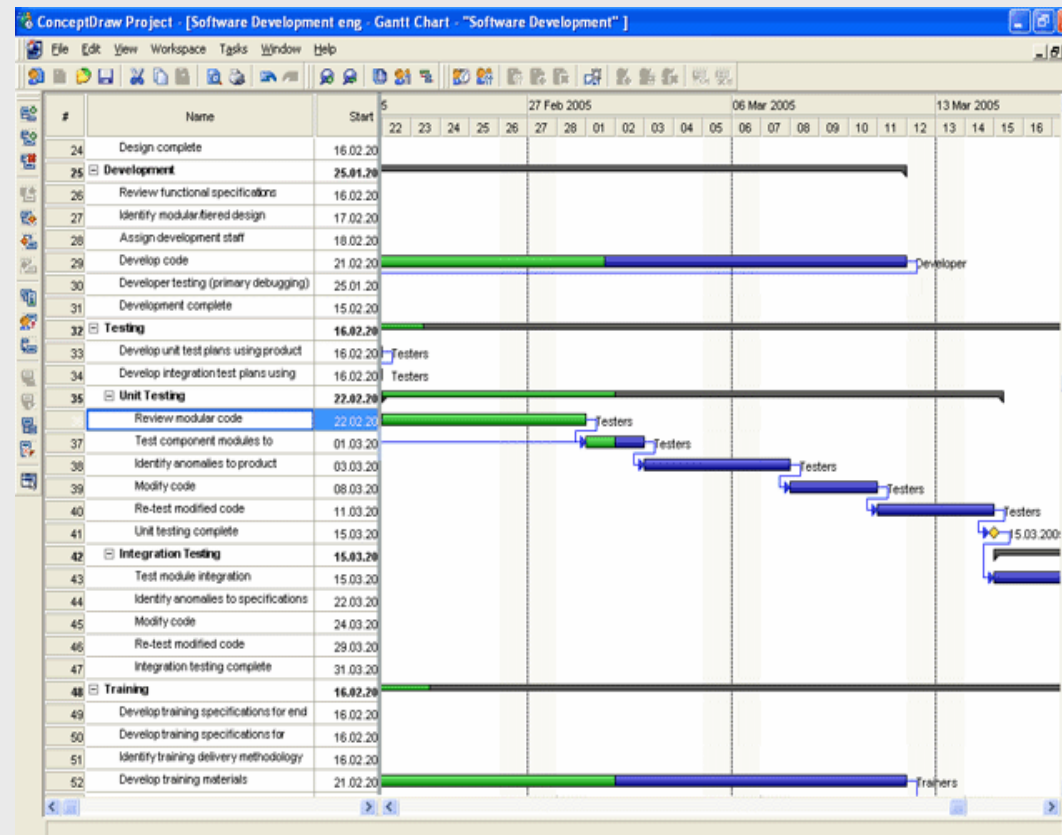
Rezultati vremenskog planiranja

☐ Rokovi pojedinih aktivnosti:

Identifikator	Opis aktivnosti	Vremenska jedinica	Rokovi		
			Period 1	Period 2	Period 3
WP1.1	Istraživanje	3 tj			
WP2.1	Opis dom. i i probl.	1 tj			
WP1.2	Analiza PI	2 tj			
WP1.3	Razvoj/primjena SW-a	8 tj			
WP2.2	Opis rješenja	2 tj			
WP2.3	Analiza rezultata	1 tj			
WP3	PP prezentacija	1 tj			
WP4	Ostalo	2 tj			

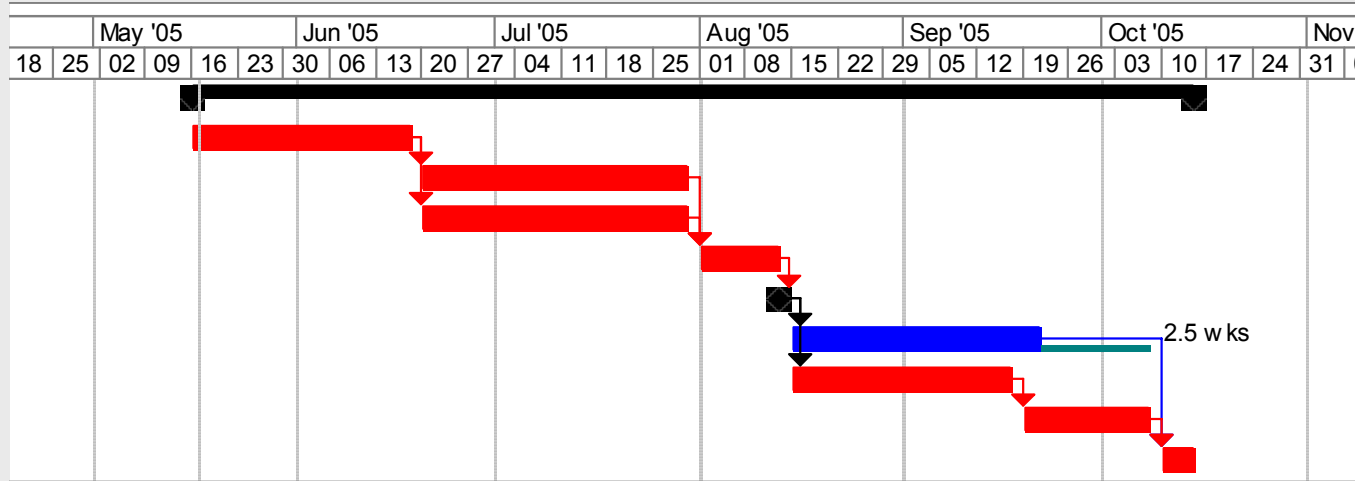
Gantt-ov dijagram

- ❑ Henry Gantt, američki inženjer, 1917.
- ❑ Prvi dijagrami korišteni za brodogradnju tijekom Prvog svjetskog rata
- ❑ Projektne aktivnosti predstavljene su na vodoravnoj vremenskoj osi
- ❑ Omogućuje učinkovitu usporedbu planiranih i realiziranih aktivnosti u projektu
- ❑ Koristi se umjesto mrežnog dijagrama za lakše praćenje napretka i efikasnije izvještavanje

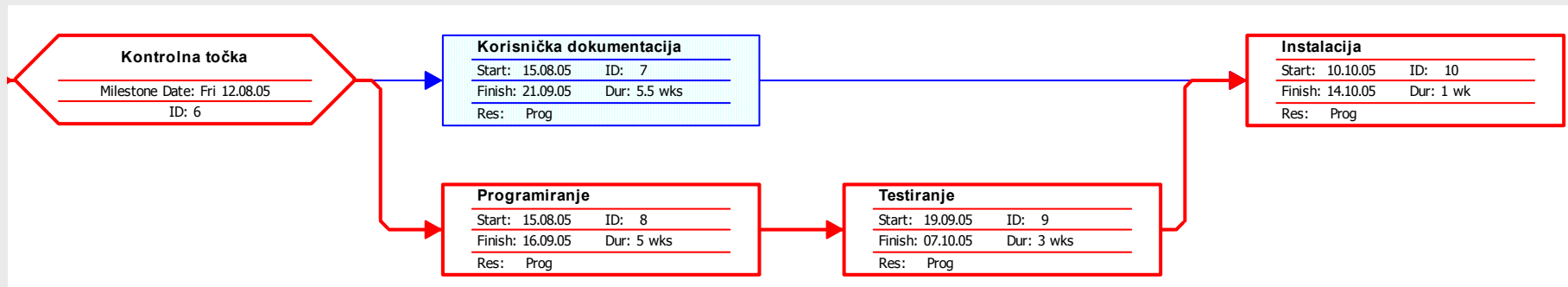


Prikaz kritičnog puta i vremenske rezerve

□ Gantogram



□ Mrežni dijagram



Diskusija



- ❑ **Nakon izrade mrežnog dijagrama planirani rok završetka premašuje očekivani rok (ugovoreni, nametnut od strane naručitelja, zakona...)**
 - Provedene su tehnike sažimanja rasporeda uvođenjem paralelnih aktivnosti (promjenom zavisnosti sa FS na SS)
 - Planirani rok i dalje je kasnije od očekivanog, što učiniti ?

- ❑ **Upravljačka rezerva**
 - Pri izradi početnog plana procijenjena je vremenska rezerva 20%
 - Nakon izrade početnog plana napravljeno je usklađivanje resursa
 - Kolika bi trebala biti ukupna procijenjena vremenska rezerva s obzirom na kritični put ?

- ❑ **Parkinsonov zakon**
 - uloženi rad se povećava tako da potroši čitavo planirano ili raspoloživo vrijeme

Reference

- ❑ **A Quick Guide to Crashing a Project Schedule**
 - <http://www.brighthub.com/office/project-management/articles/5055.aspx>
- ❑ **How to Compress Project Schedules**
 - <http://www.projectmgt.com/Files/Article-How%20to%20Compress%20Project%20Schedules.pdf>
- ❑ **Brooks, F.P. The Mythical Man Month. Addison Wesley, 1975.**
 - http://en.wikipedia.org/wiki/Brooks's_law
 - dovođenje osoblja u projekt koji kasni izaziva još veće kašnjenje
- ❑ **McConnell S. : Rapid Development: Taming Wild Software Schedules. Redmond, Wa.: Microsoft Press, 1996.**
 - softverska jednačba, Jonesova first-order procjena
- ❑ **Paretovo načelo – pravilo 80/20**
 - http://en.wikipedia.org/wiki/Pareto_principle
 - 80% događaja izazvano je s 20% uzroka
 - u prijevodu, 20% problema izaziva 80% posla
- ❑ **Parkinsonov zakon - izvornik i izvedenice**
 - http://en.wikipedia.org/wiki/Parkinson's_Law