

PLANIRANJE III

doc. dr.sc. Nives Ostojić Škomrlj, dipl. ing. građ.

3/26/2010

Osnovne definicije tehnike mrežnog planiranja

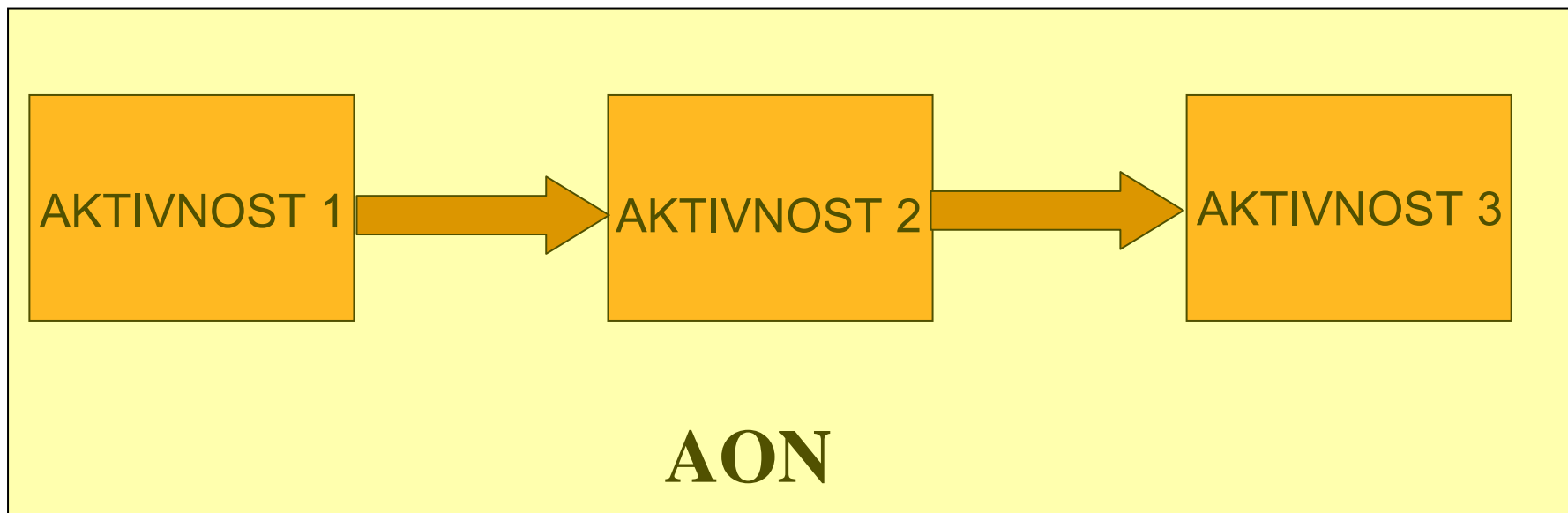
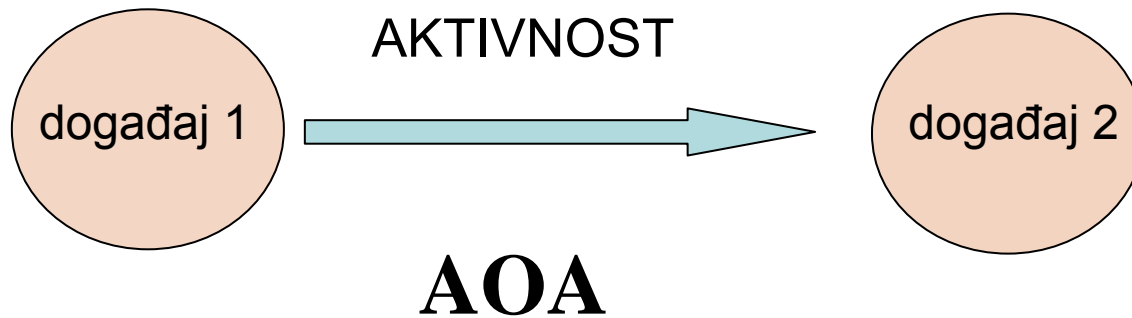
- Mrežni dijagram
- Čvor i veza
- Početni i završni čvor
- Put u mrežnom dijagramu
- Zatvoreni i otvoreni mrežni dijagrami
- Označavanje čvorova

Najčešće korišteni izrazi za mreže aktivnosti

- CPM (Critical path method)
- Precedence Diagramming Method
- PERT (Project evaluation and review technique)

Vrste mreža

- activity-on-arc (AOA)
- activity-on-node (AON)



Događaj:

prikazuje se pomoću krugova;

- označava trenutak početka ili kraja aktivnosti;
- nema vremensko trajanje;
- ima vrijeme nastupa.

Aktivnost:

- prikazuje se pomoću punih strelica

- aktivnost je sve što ima neko vremensko trajanje

Značajke mrežnih metoda

Imaju isti tip dijagrama i sličan proračun vremenskih veličina.

Metoda CPM – bazira se na čvrstom vremenu trajanja aktivnosti (vjerojatnost $\geq 95\%$)

- pretpostavlja se da će tako određeni rok završetka projekta također biti ostvaren s vjerojatnošću od 95%

Metoda PERT – bazira se na procijenjenom - očekivanom vremenu trajanja aktivnosti (vjerojatnost 50 %)

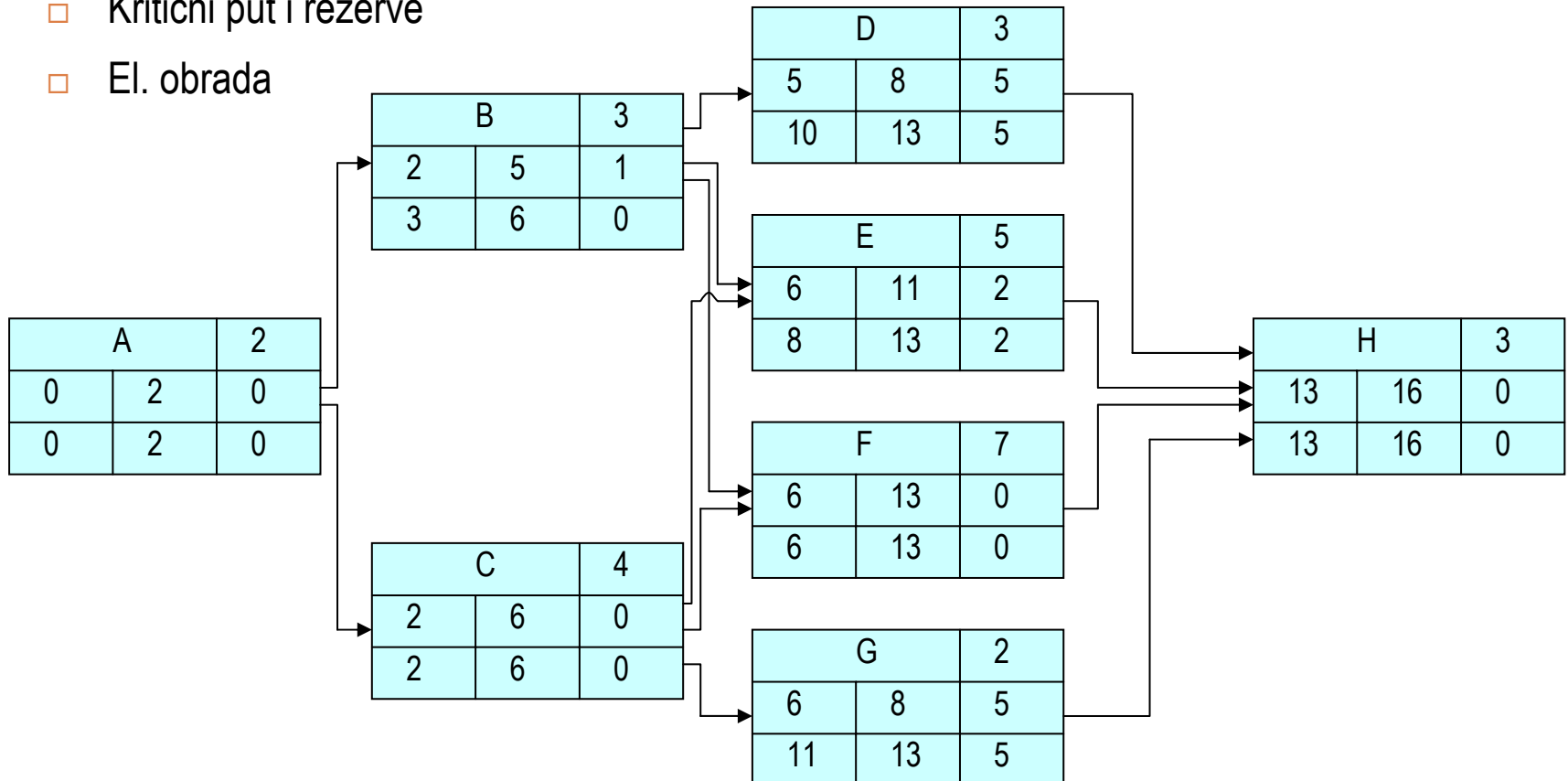
- pretpostavlja se da će tako određeni rok završetka projekta također biti ostvaren s vjerojatnošću od 50%

Primjena svih mrežnih metoda temelji se na:

- analizi strukture sustava, a samim time i analizi odnosa i procesa (aktivnosti) u sustavu, te
- određivanju trajanja svake aktivnosti u sustavu

AON mreža, primjer

- Matematički model – optimalizacija
- Slikovni prikaz veza aktivnosti
- Kritični put i rezerve
- El. obrada



PROJEKT / TEHNOLOŠKA IZVEDBA

WBS STRUKTURA / AKTIVNOSTI

REDOSLIJED AKTIVNOSTI

MREŽNI PLAN
(analiza vremena)

TRAJANJE
AKTIVNOSTI

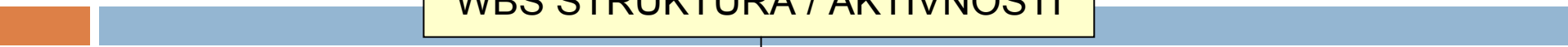
KRITIČNI PUT

OPTIMIZACIJA

VREMENA

KORIŠTENJA
RESURSA

KONAČNI MREŽNI PLAN



WBS

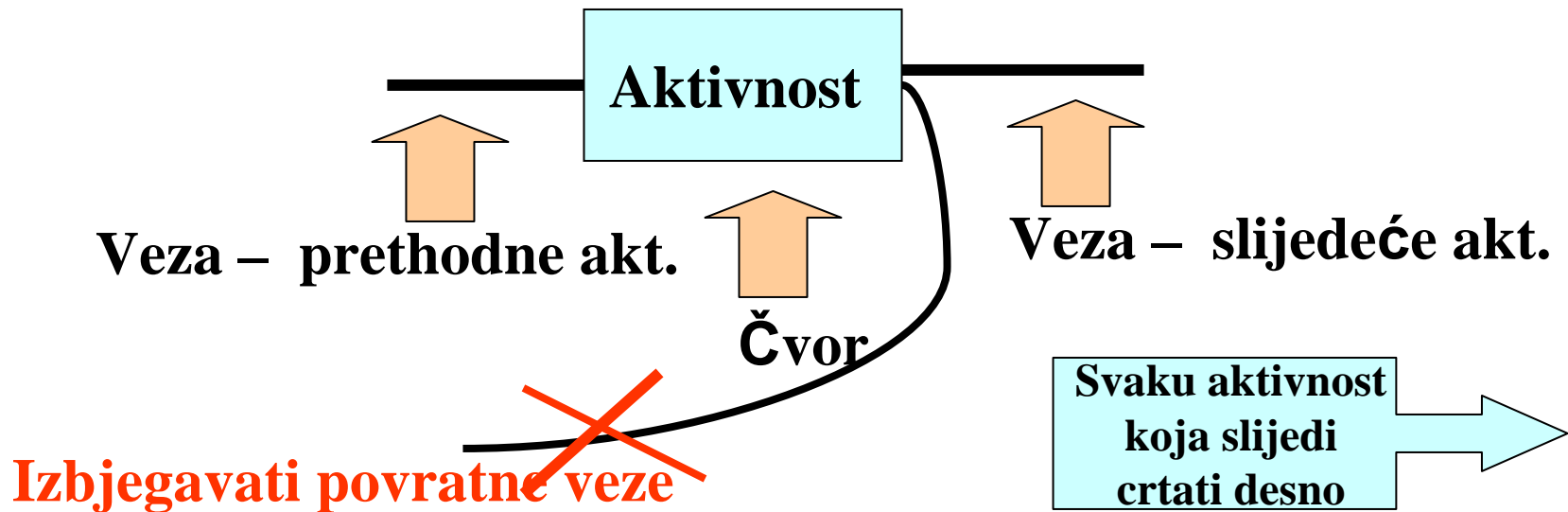
- **Work Breakdown Structure (WBS)** je proizvodno orijentirano stablo koje vodi identifikaciji aktivnosti, funkcija, zadaća, podzadaća, jedinica posla, itd, koji se moraju obaviti kako bi se izvršio zadani projekt.
- **WBS** nije organizacijska shema u smislu pridjeljivanja posla i odgovornosti, već predstavlja organizaciju dijelova posla izrađenog s namjerom planiranja projekta, budgeting, ugovaranja i izvještavanja
- metoda kojom se postiže logična dekompozicija cjeline u manje dijelove ili
- hijerarhija posla potrebnog da se završi projekt, koji definira proizvod ili uslugu

Analiza strukture

Analiza strukture mrežnog dijagrama:







- ✓ odrediti logičan slijed aktivnosti
- ✓ povezati aktivnosti i
- ✓ nacrtati funkciogram

Kod crtanja treba koristiti slijedeća pravila:



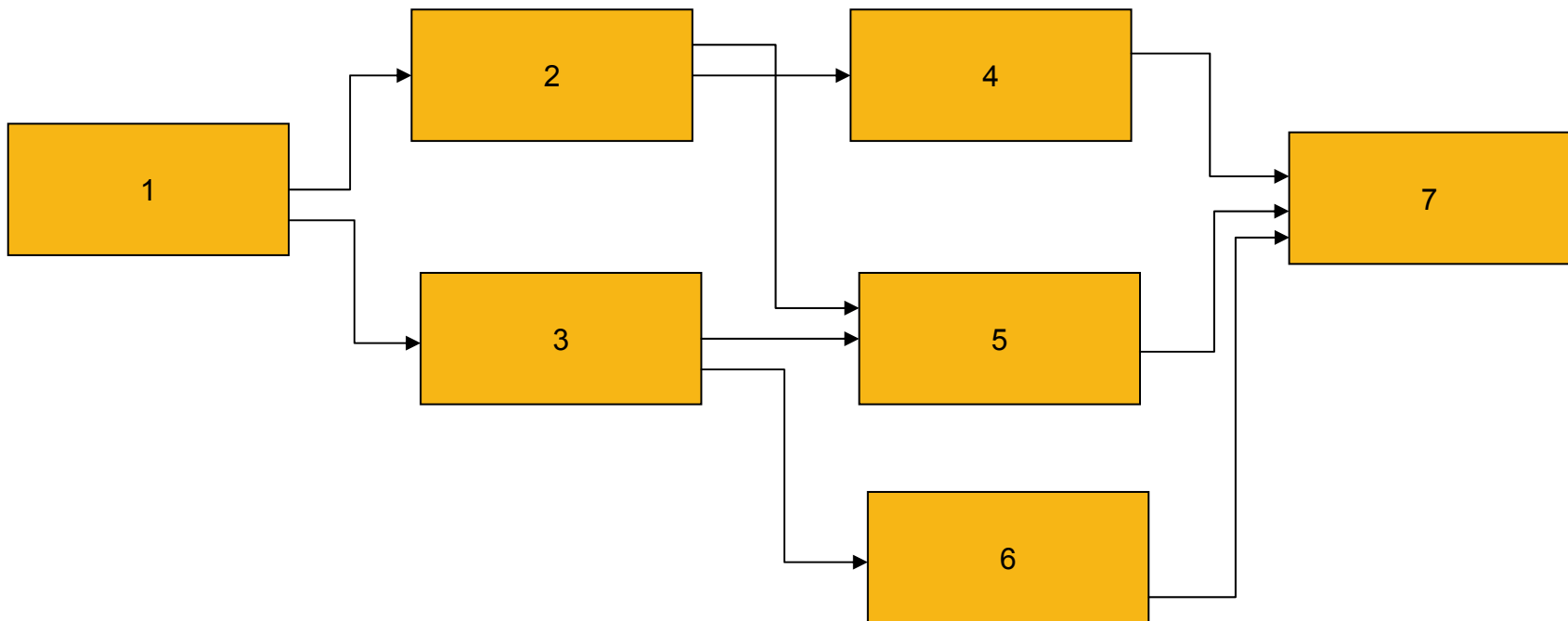
Analiza strukture

- **Funkciogram** - je odlično pomoćno sredstvo kod primjene bilo koje mrežne metode, jer omogućava prikaz odnosa između aktivnostima

| <i>FUNKCIOGRAM</i> | <i>AOA dijagram</i> | <i>AON dijagram</i> |
|---|--|---|
| <i>Proces</i> <i>(aktivnost)</i>  | <i>Aktivnost</i>  | <i>Zadatak</i>  |
| <i>Veza</i>  | <i>Događaj</i>  | <i>Uvjet</i>  |

Analiza strukture

Funkciogram sustava sa sedam elemenata



Analiza vremena (PDM)

Analiza vremena u mrežnom dijagramu:

- ✓ Odrediti trajanja aktivnosti,
- ✓ odrediti vremenske veze aktivnosti i
- ✓ izvršiti proračune u mrežnom dijagramu

Određivanje trajanja aktivnosti vrši se proračunom kao i kod ostalih metoda

$$t_a = \frac{Q \times NS}{h_D \times RG}$$

Analiza vremena

□ Oznake polja u mrežnom planu (AON)

| Opis aktivnosti | | t_A |
|-----------------|----|-------|
| RP | RZ | T_U |
| KP | KZ | T_S |

RP – rani početak

RZ – rani završetak

KP – kasni početak

KZ – kasni završetak

T_U – ukupna vrem. rezerva

T_S – slobodna vrem. Rezerva

t_A – trajanje aktivnosti

Analiza vremena

ES – early start

EF – early finish

LS – late start

LF – late finish

Tf – total float

Ff – free float

| Opis aktivnosti | | t_A |
|-----------------|----|-------|
| ES | EF | T_F |
| LS | LF | F_F |

Analiza vremena

RP - rani početak:

Označava prema nekoj vremenskoj skali najraniji termin kada neka aktivnost proces može početi.

Određuje se proračunom kroz PD dijagram unaprijed.
Najkraniji početak za početne procese $RP_p = 0$.

$$RP(PA) = KRZ(PrA) \text{ (max)}$$

PA – promatrana aktivnost

PrA – prethodna aktivnost

RZ - rani završetak:

Određuje se proračunom kroz PD dijagram unaprijed.

$$RZ = RP + t_A$$

Analiza vremena

KP - kasni početak:

Označava posljednje vrijeme na vremenskoj skali kada aktivnost mora početi da bi mogao biti završen u predviđenom vremenu. Određuje se proračunom kroz PD dijagram unatrag.

$$KP = KZ - t_A$$

KZ - kasni završetak:

Označava krajnji dozvoljeni rok za završetak aktivnosti u okviru zadanog vremena.

Određuje se proračunom kroz PD dijagram unatrag.

Najkasniji završetak završnih procesa je

$$KZ (PA) = RKP (NA) \quad \min$$

NA – naredna aktivnost

Analiza vremena

Tu - Ukupna vremenska rezerva:

$$T_u = KZ - RZ \text{ ili } KP - RP$$

Nalazi se na nekom od puteva koji nisu kritični i predstavlja vremensku rezervu koja se može potrošiti na određenoj aktivnosti, a da se to ne odrazi na povećanje ukupnog trajanja projekta.

Ts - Slobodna vremenska rezerva:

Ts je dio ukupne vremenske rezerve Tu. $T_s \leq T_u$

Ts predstavlja vremensku rezervu na putevima koji nisu kritični i koja se može potrošiti, a da se druge aktivnosti ne moraju pomicati na kasnije, bez obzira da li se radi o kritičnim ili nekritičnim aktivnostima.

Vremenske veze (PDM)

Koristi se više vrsta vremenskih veza u mrežnom dijagramu koje realno prikazuju moguće odnose rada predstavljenog aktivnostima:

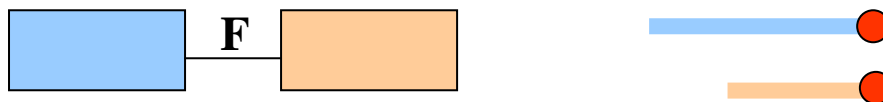
- **Veza kraj- početak (F-S, bez oznake)** – nakon kraja prethodne započinje slijedeća



- **Veza početak- početak (S-S; oznaka S)** aktivnosti započinju zajedno



- **Veza kraj – kraj (F-F; oznaka F)** aktivnosti završavaju zajedno



Vremenske veze (PDM)

Sve ove veze mogu se još zadati uz određeno odgodu (eng. *lag*) početka ili završetka aktivnosti, pa to označavamo na slijedeći način:

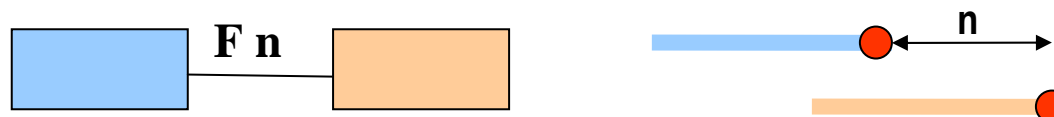
- **Veza kraj- početak (F-S, oznaka “n”)** – nakon kraja prethodne i odgode n dana započinje slijedeća aktivnost



- **Veza početak- početak (S-S; oznaka S n)** nakon isteka određenog vremena (n dana) od početka prethodne može započeti slijedeća akt.



- **Veza kraj – kraj (F-F; oznaka F n)** nakon isteka određenog vremena (n dana) od završetka prethodne može završiti slijedeća akt



Vremenske veze (PDM)

Uvođenjem S i F veza mogu se u dijagramu bolje prikazati stvarne ovisnosti pojedinih radova koji su predstavljeni pojedinim aktivnostima, ali se istovremeno može pojaviti i suprotnost između postavljanja logike u analizi strukture i analizi vremena.

Za pojavu efekata neuobičajenih karakteristika odgovara isključivo planer, koji slaže logiku plana

Položaj neke aktivnosti u mreži

(Numerička) oznaka aktivnosti

Vrijeme najranijeg početka

Vrijeme najranijeg završetka

| | | |
|--------|----|-------|
| Opis A | | t_A |
| ES | EF | TF |
| LS | LF | FF |

Trajanje aktivnosti

Ukupna vremenska rezerva

Slobodna vremenska rezerva

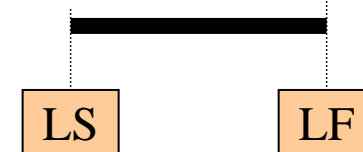
Vrijeme najkasnijeg završetka

Vrijeme najkasnijeg početka

Rani položaj



Kasni položaj



Raspon vremena za izvršenje aktivnosti

Vremenske rezerve

Ukupna vremenska
Rezerva (TF)

| Opis A | | | |
|--------|----|----|----|
| 01 | ES | TF | EF |
| 10 | LS | FF | LF |

Slobodna vremenska
Rezerva (FF)

Kasni položaj
A-1

LF

Rani položaj

A

Kasni položaj

A

Rani položaj

A+1

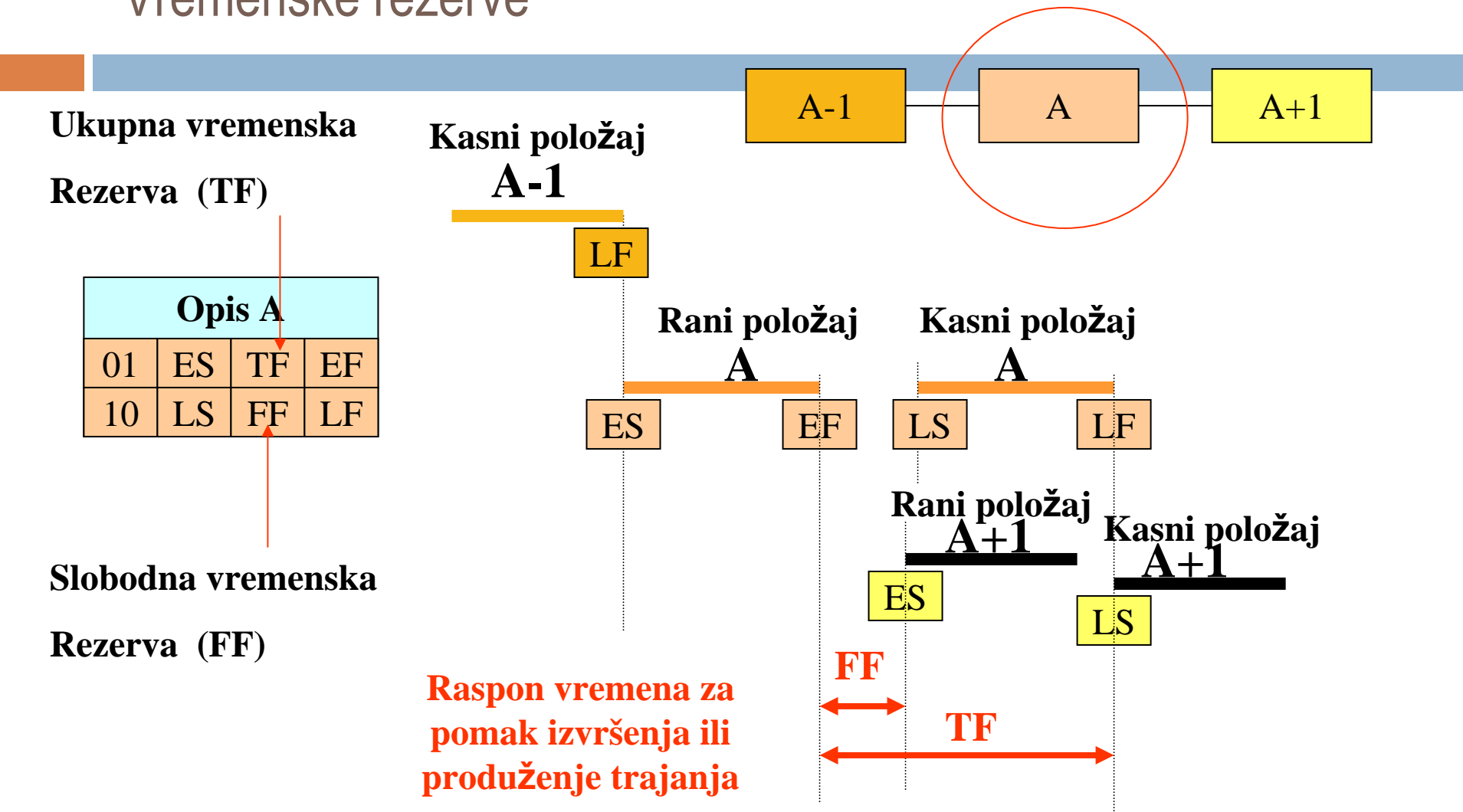
Kasni položaj

A+1

Raspon vremena za
pomak izvršenja ili
produženje trajanja

FF

TF



Kritični put

□ Analiza kritičnog puta:

1. najranije i najkasnije vrijeme početka mora biti jednako

$$RP = KP$$

$$ES = LS$$

2. najranije i najkasnije vrijeme završetka mora biti jednako

$$RZ = KZ$$

$$EF = LF$$

3. ukupna i slobodna vremenska rezerva = 0

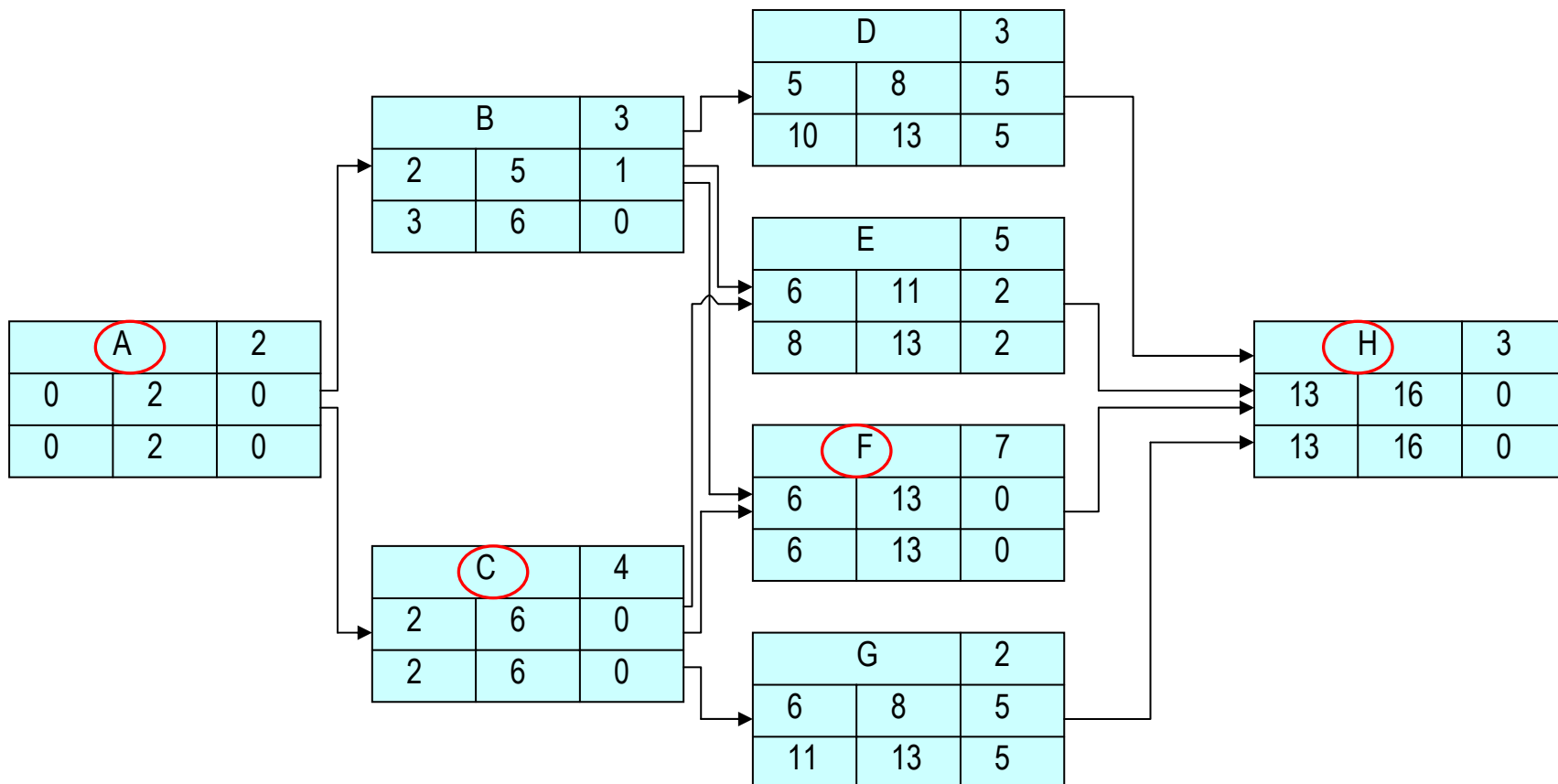
$$T_U = T_S = 0$$

$$T_F = F_F = 0$$

Primjer proračuna

| Aktivnost | Trajanje akt. | Naredne aktivnosti |
|-----------|---------------|--------------------|
| A | 2 | B,C |
| B | 3 | D,E,F |
| C | 4 | E,F,G |
| D | 3 | H |
| E | 5 | H |
| F | 7 | H |
| G | 2 | H |
| H | 3 | - |

Primjer proračuna



Primjer za vježbu: izradi mrežne plan i histogram radne snage, ako je zadano:

| Aktivnost | Trajanje akt. | radnika/dan | Naredne aktivnosti |
|-----------|---------------|-------------|--------------------|
| A | 1 | 2 | B,C |
| B | 2 | 2 | D,E |
| C | 3 | 6 | E,F |
| D | 3 | 4 | G |
| E | 6 | 3 | G,H |
| F | 8 | 6 | G,H |
| G | 4 | 2 | I |
| H | 2 | 3 | I |
| I | 2 | 2 | - |