



FAKULTETA ZA ORGANIZACIJSKE VEDE KRANJ

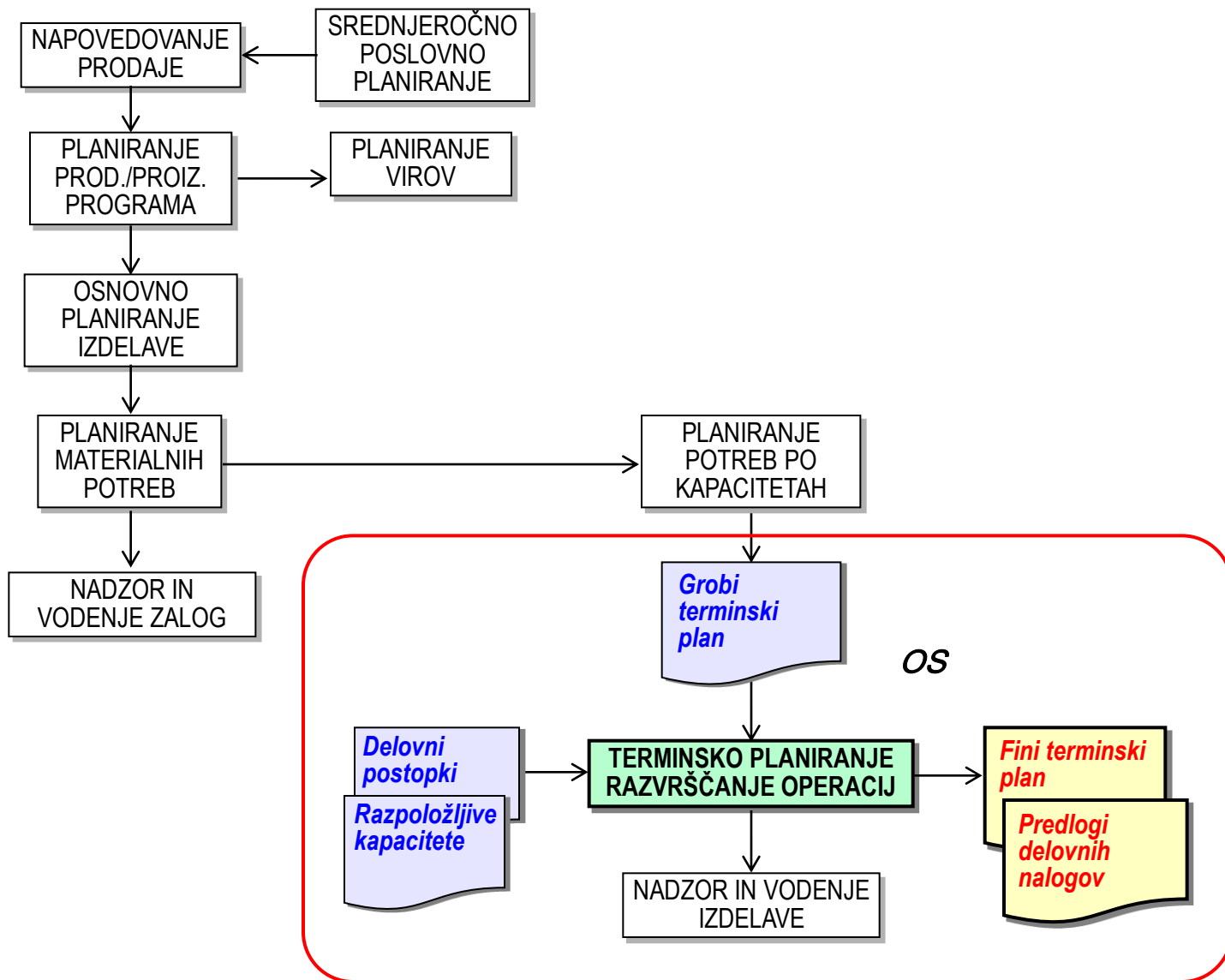
Katedra za poslovne in  
delovne sisteme

*Matjaž ROBLEK*

***METODE IN TEHNIKE  
PLANIRANJA***

*08 Fino terminiranje,  
razvrščanje*

# Finis terminski plan - razvrstitev operacij



# Fino terminsko planiranje / terminiranje / razvrščanje

OS = Operations Scheduling

**Terminski plan** je razvrstitev - podrobni (fini) **plan dela** za časovno obdobje terminske enote (največkrat tedna);

- z njim se ob upoštevanju omejitev na dan (ali izmeno) **in uro** natančno določi **razpored dela** - zaporedje izvajanja operacij po posameznih **delovnih mestih**.

Za vsako delovno mesto se ugotovi:

- **kateri izdelki** (kateri delovni nalogi / operacije na delovnih nalogih) se bodo na njem obdelovali v naslednji terminski enoti,
- **koliko časa** bodo trajale te obdelave,
- **roke** (termine) **začetka** ter
- **roke zaključka** posameznih obdelav oziroma operacij in
- **roke prehodov** med operacijami.

# Fino terminsko planiranje / terminiranje / razvrščanje

V finem terminskem planu je treba **v čas razvrstiti** enakovredne **delovne naloge / operacije**, za katere so potrebna

- enaka delovna sredstva (stroji in naprave, orodja) in
- enaka delovna sila (vrsta živega dela, izvajalci),

ob **upoštevanju**

- strukture izdelkov (strukturnih povezav),
- zaporedja obdelav (operacij) pri izdelavi komponent
- in časa trajanja posameznih obdelav (operacij)

in **omejitvah**

- tehnoloških in časovnih povezav operacij,
- zahtevanih rokov za predajo izgotovljenih izdelkov in
- razpoložljivih kapacitet oziroma zasedbe kapacitet.

# Fino terminsko planiranje

- zapis terminskega plana (pogled preko delovnega naloga)

TERMINSKI PLAN za obdobje: TE 09 - 21 20XX

Stran: 1

=====  
**Obrat: 12 Izdelava kovinskega pohištva**  
=====

Planirani delovni nalog za Količina Enm Rok-zak Prior  
*Op Del-m Oper-čas Preh-čas Rok-zač Rok-kon Medop-zast Rok-preh*

-----  
**12342 Šolski stol S siv bukev** **550,00 kos 21/342 275**

010	1011	56,00	0,00	301/3	309/3	12,00	310/7
020	1011	56,00	0,00	310/7	317/7	0,00	319/7
030	1013	45,00	0,00	317/7	323/4	4,00	324/0
040	1013	45,00	0,00	324/0	329/5	0,00	329/5
050	1025	28,00	0,00	329/5	333/0	8,00	334/0
060	1103	17,00	1,00	334/0	336/1	1,00	336/2
070	1103	45,00	0,00	336/2	342/0	0,00	342/0

-----  
**23572 Ogradje šolskega stola S sivo** **1.100,00 kos 16/325 110**

010	1211	23,00	1,00	294/0	296/7	5,00	297/4
020	1011	52,00	0,00	297/4	304/4	0,00	304/4
030	3019	44,00	1,00	304/4	310/0	22,00	312/6
040	3011	34,00	1,00	312/6	317/0	3,00	317/3
050	3012	22,00	0,00	317/3	320/1	0,00	320/1
060	1011	39,00	0,00	320/1	325/0	0,00	325/0

-----

# Fino terminsko planiranje

- zapis razvrstitve dela po delovnih mestih (pogled preko delovnih mest)

RAZVRSTITEV DELA za obdobje: TE 09 - 21 20XX

Stran: 1

=====  
*Delovno mesto: 1011 Ročna montažna dela*

*Delovni-nalog Oper Oper-čas Preh-čas Rok-zač Rok-kon Medop-zast Rok-preh*

-----  
1.23572.05 020 52,00 0,00 293/4 300/4 0,00 300/4  
1.12342.03 010 56,00 0,00 301/3 309/3 12,00 310/7  
1.12342.03 020 56,00 0,00 310/7 317/7 0,00 319/7  
1.12342.03 060 39,00 0,00 320/1 325/0 0,00 325/0  
=====

*Delovno mesto: 1211 Varjenje v zaščitni atmosferi*

*Delovni-nalog Oper Oper-čas Preh-čas Rok-zač Rok-kon Medop-zast Rok-preh*

-----  
1.23572.05 030 45,00 0,00 317/7 323/4 4,00 324/0  
2.37225.03 040 45,00 0,00 324/0 329/5 0,00 329/5  
1.12342.05 050 28,00 0,00 329/5 333/0 8,00 334/0  
1.22332.01 060 17,00 1,00 334/0 336/1 1,00 336/2  
2.57105.02 070 45,00 0,00 336/2 342/0 0,00 342/0  
-----

# Fino terminsko planiranje / terminiranje / razvrščanje

je ukaz, da ob določenem roku začetka in v določenem (pretočnem) času ter z zahtevanim rokom zaključka (dobavnim rokom) izdelamo neko količino neke vrste izdelka;

Pri terminskem planiranju (terminiranju) naletimo na

- **statične probleme**, ki obravnavajo fiksno število delovnih nalogov z eno ali malo delovnimi operacijami (med katerimi obdelovanci ne morejo čakati), ki so bili lansirani istočasno in čakajo na realizacijo;
  - to je primer pri kontinuirani izdelavi s procesnim razporedom in (veliko)serijski izdelavi z linijskim razporedom opreme,
- **dinamične probleme**, ko je treba razporejati operacije na delovnih nalogih (med operacijami obdelovanci lahko čakajo), ki stalno prihajajo (se lansirajo) in odhajajo (se zaključujejo);
  - to je primer zlasti v enkratni in malo serijski izdelavi z delavniškim razporedom opreme.

## Kdo je zadolžen za fino terminsko planiranje ?

- služba operativnega planiranja in priprave izdelave,
- operativni vodje izdelave (obratovodje, mojstri).

## Kako pogosto ?

- drsno, najpogosteje tedensko, vsakih štirinajst dni ali mesečno;
- plansko obdobje največkrat obsega
  - štiri tedne (mesec), s fiksnim in pripravljalnim obdobjem po en teden in orientacijskim obdobjem dveh tednov, ali
  - tri mesece z delnimi planskimi obdobji dolžine meseca.

## Kako natančno ?

- popolnoma natančno in podrobno (detajlirano).

## Koliko zanesljivo ?

- popolnoma zanesljivo – verjetnost 100%;
- odstopanja samo v primeru višje sile.



# Statični problemi razvrščanja

- 1 Ob začetku terminske enote (tedna, meseca) v izdelavo dobimo sveženj delovnih nalogov, ki jih je treba v terminski enoti izvesti na nekem delovnem mestu (ali postrojenju); zaporedje prispelih nalogov je naključno:



- Delovno mesto lahko **hkrati** izvaja le **en delovni nalog**; pred njim tako nastane **čakajoča vrsta** ('queue') **nalogov**.
- Plansko vprašanje: **kako razvrstiti** - v kakšnem zaporedju izvajati te delovne naloge, da bo zadovoljeno nekemu kriteriju, npr. čim bolj enakomerna zasedenost kapacitet, čim manj mrtvih časov med menjavo delovnih nalogov?



# Statični problemi razvrščanja

## ② Metode reševanja statičnih problemov:

- heuristična pravila razvrščanja, npr.
  - zaporedje prihajanja (FCFS, FCFE),
  - najkrajši / najdaljši pretočni čas (SPT / LPT),
  - najzgodnejši rok izgotovitve (EDD),
  - najmanj zaostajanja (Moore-Hodgesonov algoritem),
  - najkrajši čas / najmanjši stroški preurejanja (SST / LSC),
  - kritično razmerje (CRR)
- Johnsonov algoritem (procesi z dvema operacijama / procesi s tremi operacijami),
- Metoda pomembnih razlik (izbor optimalnega delovnega mesta, če se delovni nalog lahko izvaja na različnih delovnih mestih)

# Pravilo najkrajšega pretočnega (izdelavnega) časa

(SPT = Shortest Processing Time)

- Razvrsti delovne naloge v zaporedje (čakajočo vrsto) po rastočem pretočnem času:

delovni nalog	A	B	C	D	E
pretočni čas $t_{pr,i}$ DD	5	3	2	6	1
zahtevani rok izgotovitve $T_{k,i}$ DD	256	265	257	259	255

Današnji datum (tovarniški dan) = rok (termin) začetka izvajanja delovnih nalogov = 250

zaporedje delovnih nalogov	E	C	B	A	D
pretočni čas $t_{pr,i}$	1	2	3	5	6
rok začetka izvajanja $T_{z,i}$	250	251	253	256	261
planirani rok izgotovitve $T_{r,i}$	251	253	256	261	267
zahtevani rok izgotovitve $T_{k,i}$	255	257	265	256	259
zaostajanje $l_i$ DD	-4	-4	-9	5	8
prehitevanje DD	4	4	9		
zamuda DD				5	8

- Minimizira povprečni čas čakanja delovnih nalogov v vrsti ter povprečno zaostajanje.

# Pravilo najdaljšega pretočnega (izdelavnega) časa

(LPT = Longest Processing Time)

- Razvrsti delovne naloge v zaporedje (čakajočo vrsto) po padajočem pretočnem času:

delovni nalog	A	B	C	D	E
pretočni čas $t_{pr,i}$ DD	5	3	2	6	1
zahtevani rok izgotovitve $T_{k,i}$ DD	256	265	257	259	255

**Današnji datum** (tovarniški dan) = rok (termin) začetka izvajanja delovnih nalogov = 250

zaporedje delovnih nalog	D	A	B	C	E
	5	4	3	2	1
pretočni čas $t_{pr,i}$	6	5	3	2	1
rok začetka izvajanja $T_{z,i}$	250	256	261	264	266
planirani rok izgotovitve $T_{r,i}$	<b>256</b>	<b>261</b>	<b>264</b>	<b>266</b>	<b>267</b>
zahtevani rok izgotovitve $T_{k,i}$	<b>257</b>	<b>256</b>	<b>265</b>	<b>256</b>	<b>259</b>
zaostajanje $l_i$ DD	-1	5	-1	10	8
prehitevanje DD	1		1		
zamuda DD		5		10	8

- Prihaja do velikih zamud; to ni smotno, razen, če se dolgim delovnim nalogom želi dati prednost.

# Pravilo najzgodnejšega roka izgotovitve

(EDD = Earliest Due Date)

- Razvrsti delovne naloge v zaporedje (čakajočo vrsto) po rastočem zahtevanem roku izgotovitve:

delovni nalog	A	B	C	D	E
pretočni čas $t_{pr,i}$ DD	5	3	2	6	1
zahtevani rok izgotovitve $T_{k,i}$ DD	256	265	257	259	255

**Današnji datum** (tovarniški dan) = rok (termin) začetka izvajanja delovnih nalogov = 250

zaporedje delovnih nalogov	E	A	C	D	B
pretočni čas $t_{pr,i}$	5	4	3	2	1
rok začetka izvajanja $T_{z,i}$	250	251	256	258	264
planirani rok izgotovitve $T_{r,i}$	<b>251</b>	<b>256</b>	<b>258</b>	<b>264</b>	<b>267</b>
zahtevani rok izgotovitve $T_{k,i}$	<b>255</b>	<b>256</b>	<b>257</b>	<b>259</b>	<b>265</b>
zaostajanje $l_i$ DD	-4	0	1	-5	2
prehitevanje DD	4			5	
zamuda DD			1		2

- Minimizira se zamujanje in zaostajanje – najpogosteje optimalno pravilo za statično razvrščanje.

# Pravilo najmanjšega kritičnega razmerja

(CRR = Critical Ratio Rule)

- Ohlapnost in kritično razmerje:

$$sl = (T_k - T_o) - t_{pr}$$

$$cr = \frac{T_k - T_o}{t_{pr,p}}$$

$sl$  = ohlapnost ('slack'),

$cr$  = kritično razmerje ('critical ratio'),

$T_o$  = današnji dan (termin – datum planskega računa),

$T_k$  = zahtevani dobavni rok (končni termin) delovnega naloga,

$t_{pr}$  = pretočni čas za izvedbo delovnega naloga,

$t_{pr,p}$  = preostali pretočni čas za delovni nalog (je enak pretočnemu času, če noben od nalogov še ni v obdelavi).

- Ohlapnost pove, koliko časa je še na razpolago za izvedbo delovnega naloga,
- kritično razmerje pa:
  - $cr < 1$  → delovni nalog prehiteva plan,
  - $cr = 1$  → delovni nalog se realizira točno po planu,
  - $cr > 1$  → delovni nalog zamuja (kasni).
- Delovne naloge uredimo v zaporedje po rastočem kritičnem razmerju.

# PRIMER RAZVRŠČANJA PO PRAVILU NAJMANJŠEGA KRITIČNEGA RAZMERJA

delovni nalog	A	B	C	D	E
pretočni čas $t_{pr,i}$	5	3	2	6	1
zahtevani rok izgotovitve $T_{k,i}$	256	265	257	259	255
ohlapnost $sl$	0	11	4	2	3
kritično razmerje $cr$	1,00	4,67	3,00	1,33	4,00
zaporedje delovnih nalogov	A	D	C	B	E
	5	4	3	2	1
kritično razmerje $cr$	1,00	1,33	3,00	4,00	4,67
ohlapnost $sl$	0	2	4	3	11
pretočni čas $t_{pr,i}$	5	6	2	1	3
rok začetka izvajanja $T_{z,i}$	251	256	262	264	265
planirani rok izgotovitve $T_{r,i}$	256	262	264	265	268
zahtevani rok izgotovitve $T_{k,i}$	256	259	257	255	265
zaostajanje $l_i$ DD	0	3	7	10	3

$\frac{(257 - 251)}{2} = 3,00$

$(257 - 251) - 2 = 4$

Današnji dan  
(datum računa)  
 $T_d = 250$   
Datum začetka  
izvajanja  
 $T_0 = 251$

Če ima več delovnih nalogov enako kritično razmerje, je vseeno, kako jih razvrstimo

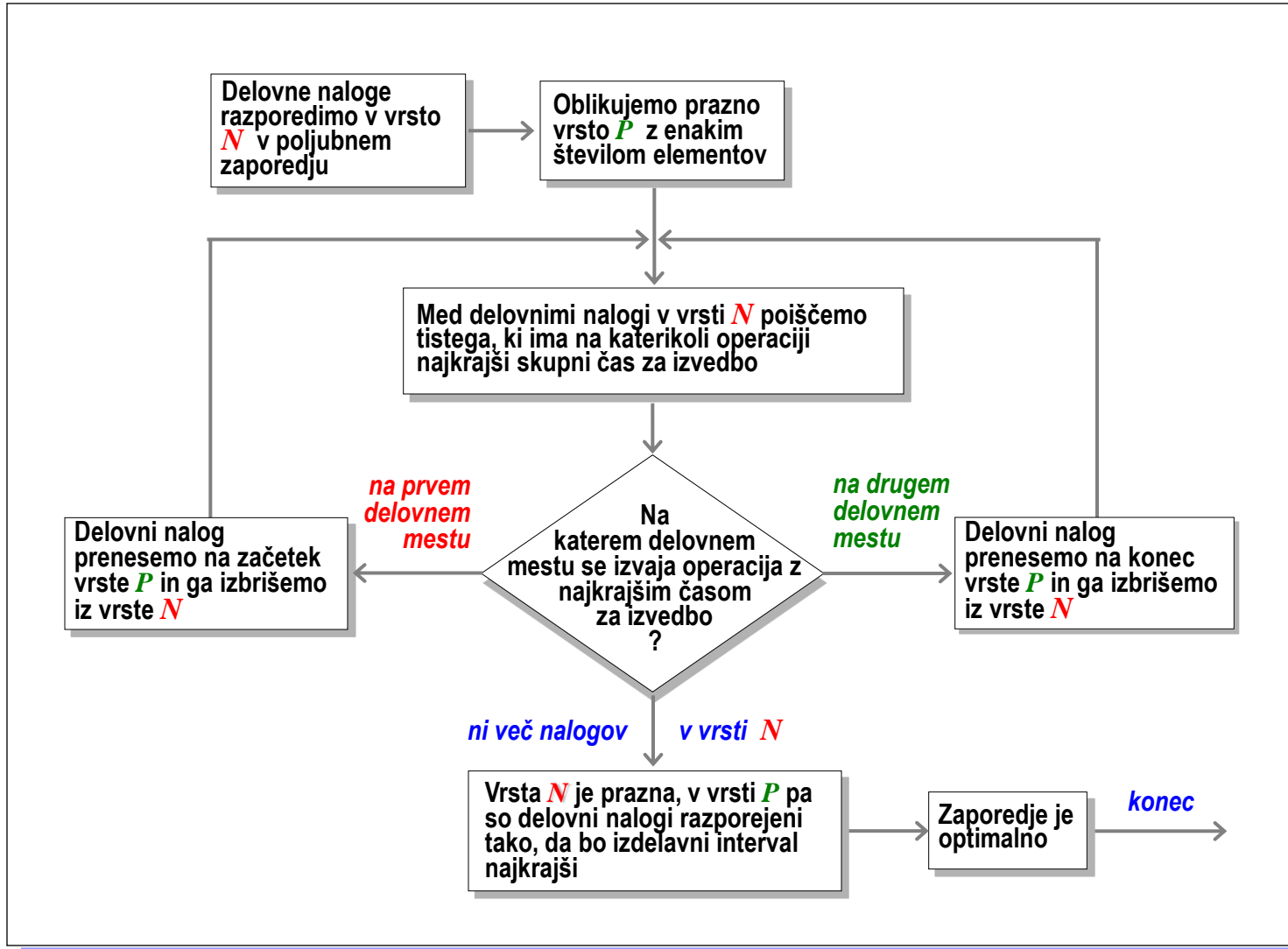
En delovni nalog bo gotov ob zahtevanem roku, ostali štirje precej zaostajajo. Povprečna zamuda teh je 5,75 delovnega dneva.

# Johnsonov algoritem za razvrščanje operacij v procesih z dvema operacijama

- Delovne naloge
  - z dvema zaporednima operacijama,
  - ki se vedno izvajata na istih dveh zaporednih delovnih mestih (druga operacija se ne more začeti izvajati, dokler ni končana prva operacija, med njima obdelovanci lahko čakajo),se skuša razvrstiti v zaporedje tako, da bo
  - Izdelavni interval (skupni čas za realizacijo vseh nalogov) čim krajši,
  - kapacitete pa čim bolj zasedene (tudi brez vmesnih mrtvih časov, ko niso obremenjene).
- Johnsonov algoritem je univerzalen, v praksi se uporablja tudi varianta za terminiranje procesov s tremi operacijami.



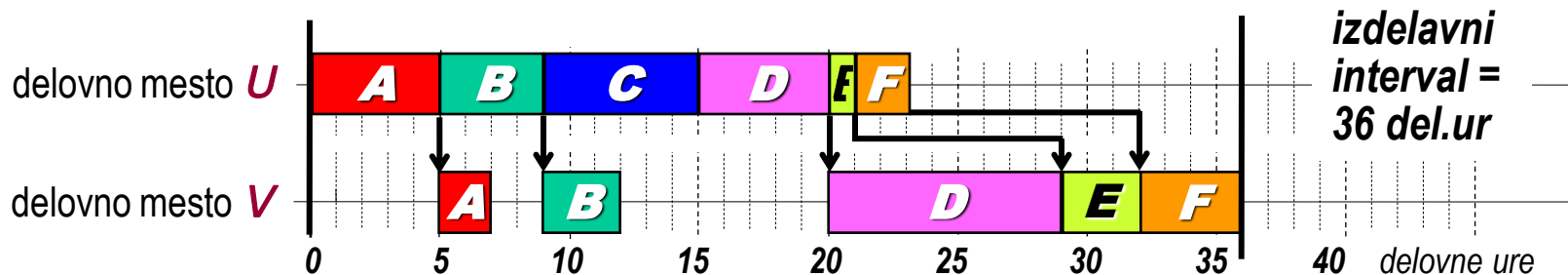
# Johnsonov algoritem za razvrščanje operacij v procesih z dvema operacijama



## PRIMER RAZVRŠČANJA PROCESOV Z DVEMA OPERACIJAMA Z JOHNSONOVIM ALGORITMOM

Za izdelavo je na začetku tedna lansiranih 6 delovnih nalogov (**A** do **F**) s po dvema operacijama, ki se izvajata vedno v enakem zaporedju in na istih strojih (delovnih mestih) **U** in **V**. Med operacijama obdelovanci lahko čakajo. Kako razvrstiti - določiti zaporedje izvajanja teh delovnih nalogov?

delovni nalog	vrsta delovnih nalogov <b>N</b>					
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>
skupni pretočni čas $t_{pr,i}$	7	7	6	14	4	6
čas prve operacije $t_{op,1}$ na del.m. <b>U</b>	5	4	6	5	1	2
čas druge operacije $t_{op,2}$ na del.m. <b>V</b>	2	3	0	9	3	4

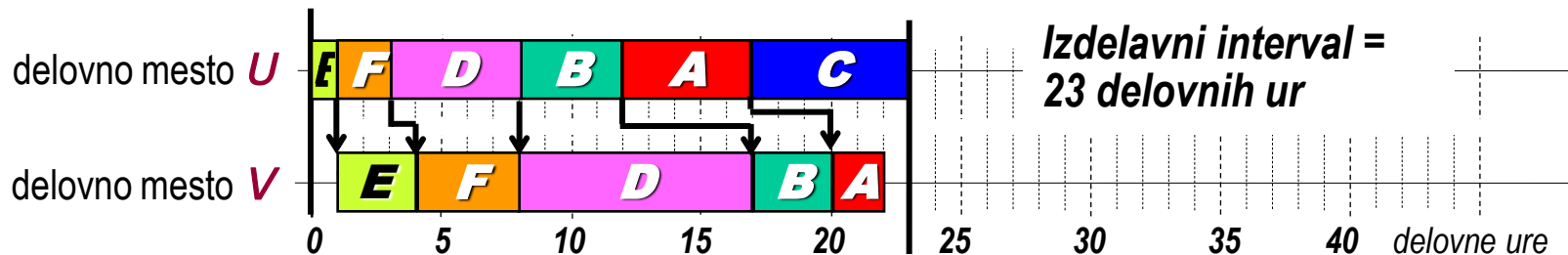


# PRIMER RAZVRŠČANJA PROCESOV Z DVEMA OPERACIJAMA Z JOHNSONOVIM ALGORITMOM

Optimiran raspored:

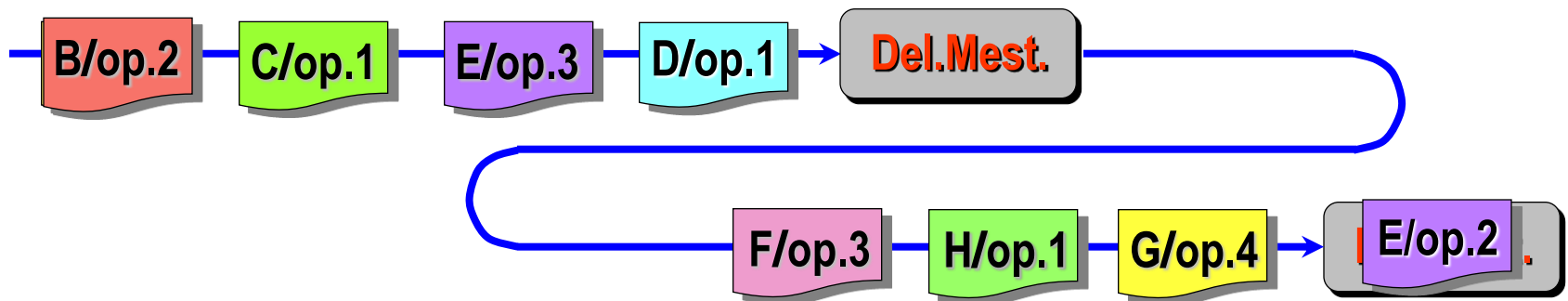
	vrsta delovnih nalogov <i>N</i>					
delovni nalog	A	B	C	D	E	F
skupni pretočni čas $t_{pr,i}$	7	7	6	14	4	6
čas prve operacije $t_{op,1}$ na del.m. <i>U</i>				⌒	⌒	⌒
čas druge operacije $t_{op,2}$ na del.m. <i>V</i>	⌒	⌒	⌒			

	vrsta delovnih nalogov <i>P</i>					
delovni nalog	E	F	D	B	A	C
skupni pretočni čas $t_{pr,i}$	4	6	14	7	7	6
čas prve operacije $t_{op,1}$ na del.m. <i>U</i>	1	2	5	4	5	6
čas druge operacije $t_{op,2}$ na del.m. <i>V</i>	3	4	9	3	2	0



# Dinamični problemi razvrščanja

- 3 Nepretrgoma prihajajo v izdelavo operacije na delovnih nalogih, ki jih je treba opraviti na posameznih delovnih mestih. Te prehajajo iz delovnega mesta na delovno mesto in izgotovljene zapuščajo izdelavo.



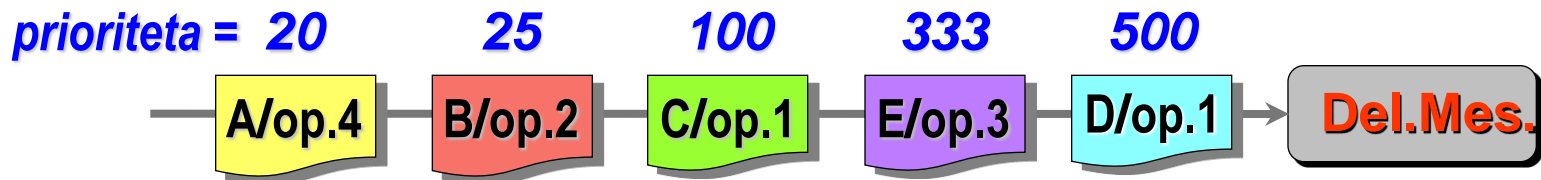
- Delovna mesta lahko **hkrati** izvajajo **le eno operacijo**; če se zgodi, da bi morali ob istem času izvesti več različnih operacij, nastane **čakajoča vrsta operacij**;
  - tako delovno mesto je **ozko grlo** ('bottleneck') in omejuje pretočnost izdelave.

# Dinamični problemi razvrščanja

- 4 Vprašanje je podobno, kot pri statičnih problemih:
- v kakšnem zaporedju izvajati operacije (ne delovne naloge!), ki čakajo pred stroji, da bo pretok skozi proizvodnjo čimbolj kontinuiran in skupni izdelavni čas čim krajši ?
    - zaporedje v čakajoči vrsti se stalno spreminja !
  - Metode reševanja dinamičnih problemov:
    - prioritetna pravila
      - eksterna (statična) prioriteta
      - interna (dinamična) prioriteta
    - prilagojeno mrežno (projektno) planiranje
      - terminski račun v naprej (v desno)
      - terminski račun v nazaj (v levo)
    - Heller-Logemannov algoritem
    - genetski algoritmi, itd.

# Prioritetna pravila

- Prioriteta določa mesto delovnega naloga / operacije v vrsti pred delovnim mestom čakajočih operacij;
  - čim večja je, toliko večjo prednost ima delovni nalog (oziroma operacije na njem) pri zasedanju kapacitet.
- Prioritete se običajno glede na možno število pred delovnim mestom čakajočih operacij številčijo od 0 (najnižja prioriteta – na koncu čakajoče vrste) do 99 ali 999 (najvišja prioriteta - na začetku vrste, operacija je prva na vrsti za izvedbo).



- Ločujemo
  - **eksterno** (statično) in
  - **interno** (dinamično) prioriteto.

# Prioritetna pravila

- **Eksterna prioriteta** je dodeljena vodilnemu delovnemu nalogu (za končni izdelek) in se prenaša na vse pod-naloge (za izdelavo sestavnih delov, ki se vgrajujejo v končni izdelek) ter operacije na teh delovnih nalogih:
  - dodeljuje jo naročnik (prodaja) na osnovi izbranih kriterijev ('nujnost'),
  - je statična - enkrat dodeljena eksterna prioriteta se načeloma s časom redko spreminja.
- Eksterno prioriteto se uporablja previdno, saj praviloma ruši trenutno optimalno zaporedje dela,
  - Običajno se izdelavni časi večih delovnih nalogov podaljšajo na zaradi enega samega "nujnega" naloga, ki se mu pretočni čas (morebiti) res skrajša.

# Prioritetna pravila

- **Interna prioriteta** je dinamična, nanaša se le na operacije; določa se jo sproti med procesom terminskega planiranja (vsakič, ko pride do nekega gibanja v čakajoči vrsti) na osnovi večih kriterijev:
  - nekateri kriteriji prioriteto višajo (povečujejo), drugi jo nižajo (zmanjšujejo);
  - posebne najvišje prioritete imajo operacije:
    - ki so že v izvajanju (delo, ki se ravnokar izvaja, se nikdar ne prekinja),
    - ki so bile planirane, a iz nekega vzroka niso bile realizirane (višja sila - okvare strojev, pomanjkanje materiala, odsotnost delavcev),
    - ki jim sledijo operacije na istem delovnem mestu (obravnavajo se kot ena operacija),
    - ki se izvajajo 100% prekrito (vzporedno - tekoči trak, linijska proizvodnja).



# Prioritetna pravila

- Kriteriji, ki prioriteto višajo :
  - ↑ **zakasnitev** - čim dlje operacija že čaka na izvedbo, toliko višjo prioriteto dobiva;
  - ↑ **trajanje operacije** - krajše operacije imajo večjo prioriteto;
  - ↑ **višina stroškov** do zadnje že izvedene operacije na delovnem nalogu - večji stroški pomenijo večjo prioriteto;
  - ↑ **nivo v strukturi** – delovni nalogi / operacije za izdelavo komponent na nižji stopnji gradnje imajo višjo prioriteto kot delovni nalogi / operacije za izdelavo izdelkov na višji stopnji gradnje (če se obdelujejo na istem delovnem mestu);
  - ↑ operacije, kjer je potrebna **redukcija prehodnega časa** (da bi skrajšali pretočni čas), dobivajo višjo prioriteto.

# Prioritetna pravila

- Kriteriji, ki prioriteto nižajo :
  - ↓ obremenitev **delovnega mesta**, kjer se izvaja **naslednja operacija** - kolikor večja je obremenitev naslednjega delovnega mesta, toliko nižja je prioriteta zadevne operacije;
  - ↓ **število preostalih operacij** na delovnem nalogu – več ko je še operacij za izvedbo na delovnem nalogu, nižja je prioriteta te operacije (začetne operacije imajo v načelu nižjo prioriteto kot končne);
  - ↓ **razvejanje** - operacije, ki se lahko izvajajo na večih strojih, dobijo nižjo prioriteto.
- Kriterije za določanje prioritete se uporablja tudi, kadar pri razvrščanju več operacij hkrati konkurira za isto delovno mesto (preobremenitev kapacitet); takrat se operacije razvrstijo glede na prioriteto.

# Analitično določanje interne prioritete

$$P = l - (T_k - T_0) + E \cdot w_e + \frac{100 \cdot S_{iz,r}}{S_{iz}} \cdot w_s - m \cdot w_m + \dots$$
$$\dots + \frac{100 \cdot t_{pr,o}}{t_{pr}} \cdot w_t + r \cdot w_r - \frac{u}{s_r} \cdot w_u + d \cdot w_d$$

$l$  = planirana zakasnitev,

$T_k$  = zahtevani rok izgotovitve,  $T_0$  = datum računa,

$E$  = eksterna prioriteta,

$S_{iz,r}$  = stroški izdelave do zadnje že realizirane operacije,

$S_{iz}$  = planirani stroški izdelave,

$m$  = število preostalih operacij,

$t_{pr,o}$  = preostali pretočni čas,  $t_{pr}$  = planirani pretočni čas,

$r$  = faktor redukcije prehodnih časov (medoperacijskih zastojev),

$u$  = število operacij, ki čakajo na naslednjem kapacitivnem mestu,

$s_r$  = število strojev na naslednjem kapacitivnem mestu,

$d$  = dispozicijska stopnja,

$w_x$  = uteži posameznih dejavnikov, 0 .. 100, vsota vseh uteži mora biti 100

# Heuristično določanje interne prioritete

- Ko ni na razpolago podatkov za celoten izračun prioritete, in pri motnjah v delovnem procesu, ko je treba ukrepati hitro, se lahko uporabi poenostavljeno določanje interne prioritete, ki uporablja le tri kriterije: pretočni čas delovnih nalogov, zamudo in predračunsko vrednost delovnih nalogov.

*prioriteta =*

*(točke\_za\_pretočni\_čas × točke\_za\_vrednost) + točke\_za\_zamudo*

Točkovanje posameznih kriterijev:

Maksimalno število točk = 34

pretočni čas delovnega naloga	<i>DU</i>	≤ 5	> 5 -15	> 15 - 40	> 40
	točke	4	5	6	7
zamuda delovnega naloga	<i>DU</i>	≤ 10	> 10 -30	> 30 - 120	> 120
	točke	3	4	5	6
(predračunska) vrednost		<i>majhna</i>	<i>srednja</i>	<i>velika</i>	<i>zelo velika</i>
	točke	1	2	3	4

## PRIMER HEURISTIČNEGA DOLOČANJA PRIORITET

Ob izostanku delavca je ostalo v čakajoči vrsti 5 delovnih nalogov. V kakšnem zaporedju jih izvajati, ko bo delavec lahko prišel z delom?

delovni nalog	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
pretočni čas	8	4	12	42	1
zamuda	15	8	80	10	130
vrednost	srednja	zelo velika	zelo velika	velika	majhna

Točkovanje kriterijev za poenostavljeno določanje prioritete:

delovni nalog	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
pretočni čas	5	4	5	7	4
vrednost	2	4	4	3	1
zamuda	4	3	5	3	6
prioriteta	14	19	25	24	10

Delovni nalogi (oziroma operacije, ki čakajo) naj se izvajajo v zaporedju **C-D-B-A-E**; izjema je seveda delovni nalog, ki je bil ob času izostanka morda v izvajanju.

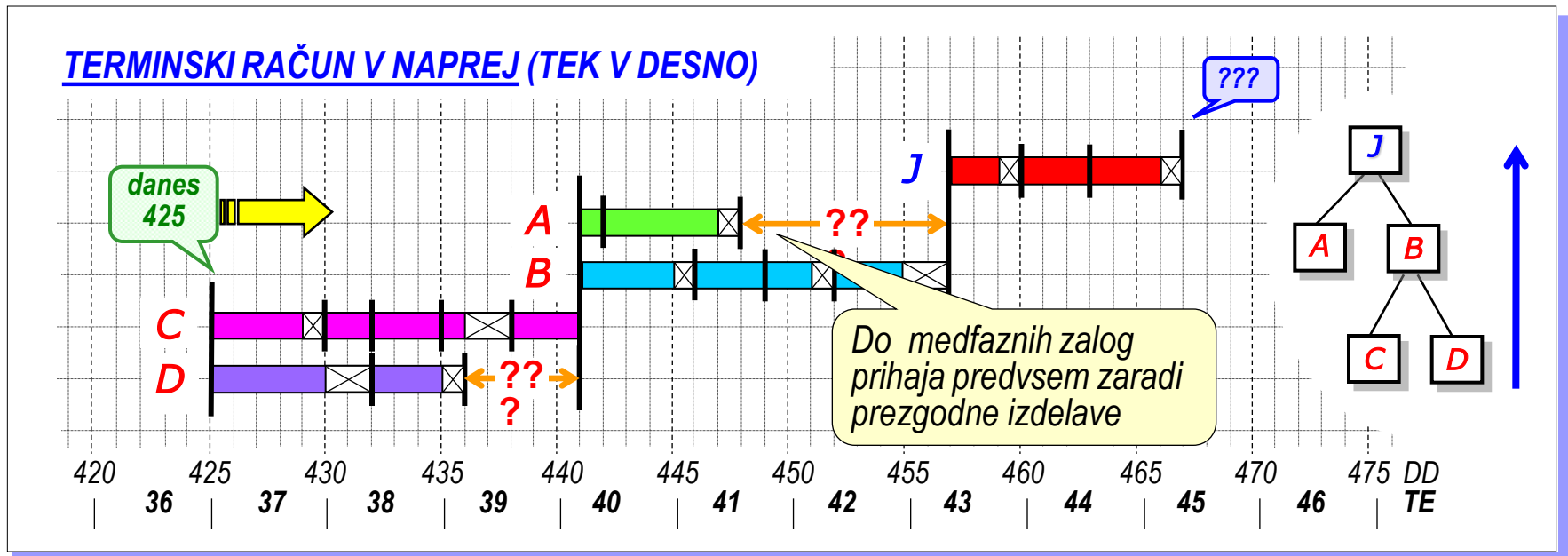
## Razvrščanje s prilagojenim mrežnim planiranjem

- Skup delovnih nalogov, ki so ob nekem času hkrati v izdelavi, se lahko smatra kot mrežo - zaporedje med seboj povezanih dejavnosti (aktivnosti) - delovnih operacij.

## Terminski račun v naprej (tek v desno)

- Začne se z najnižjim nivojem v strukturi izdelka in delovnim nalogom (ali podnalogom) z najvišjo (eksterno) prioriteto, preračuna se celotno verigo delovnih nalogov in nato nadaljuje z naslednjim nalogom z nižjo (eksterno) prioriteto.
- Če bi se moralo na delovnem mestu istočasno izvesti dve ali več operacij, se izvedba operacij z nižjo (interno) prioriteto izvrši kasneje (desno po terminski skali).
- Obdelovanci med operacijami lahko čakajo (medoperacijski zastoji), nastajajo medfazne zaloge (WIP = Work-in-Progress) in velike časovne rezerve, vendar je zasedba kapacitet dokaj enakomerna.

# Terminski račun v naprej (tek v desno)



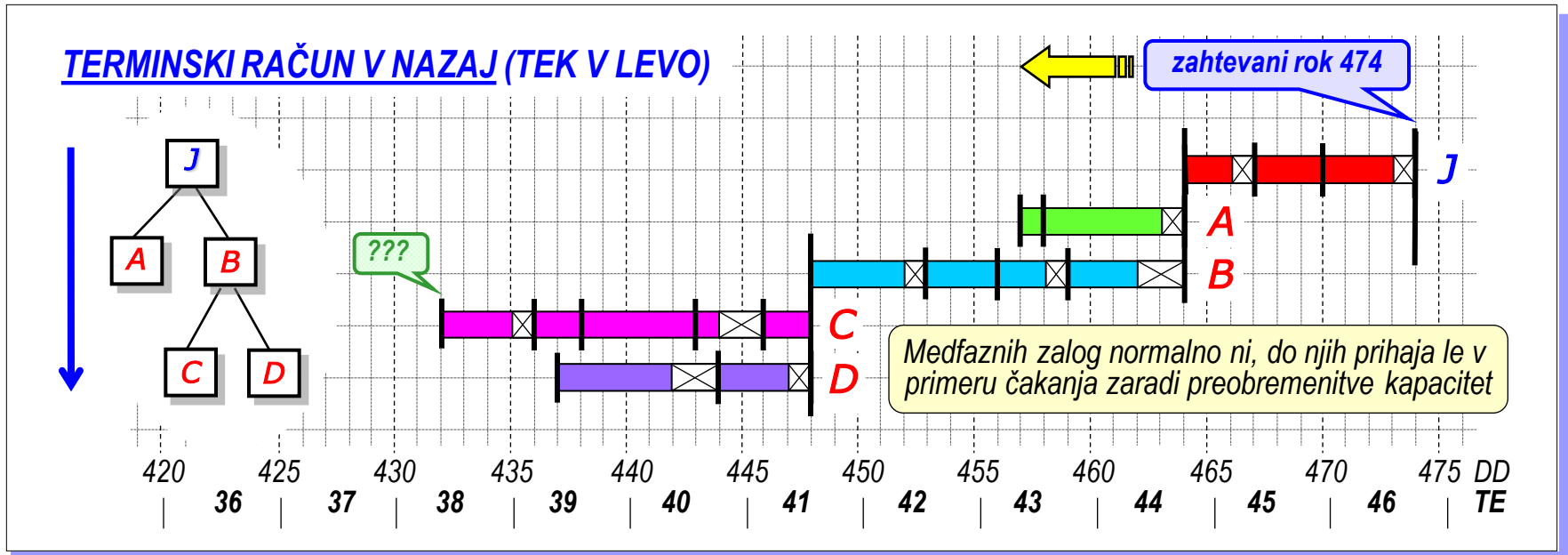
- Problemi terminskega računa v naprej:
  - dokler se ne izvede terminski račun, se ne ve, kakšen bo dobavni rok za izdelke,
  - prezgodnja realizacija delovnih nalogov za sestavne dele / sestave s kratkimi pretočnimi časi in s tem povzročene medfazne zaloge – nedokončana izdelava.

# Terminski račun v nazaj (tek v levo)

- Začne se z delovnim nalogom za izdelavo končnega izdelka z najvišjo (eksterno) prioriteto, preračuna se celotno verigo (pod)nalogov in nato nadaljuje z naslednjim nalogom za izdelavo končnega izdelka z nižjo (eksterno) prioriteto.
- Če bi se moralo na istem delovnem mestu istočasno izvesti dve ali več operacij, se izvedba operacij z nižjo (interno) prioriteto po času premakne v nazaj (levo po terminski skali).
- Tudi v tem primeru obdelovanci med operacijami lahko čakajo (medoperacijski zastoji zaradi preobremenitve kapacitet), nastajajo medfazne zaloge.
- Časovnih rezerv ni, zato je nevarnost, da roki za začetek padejo v preteklost, obremenitev kapacitet je neenakomerna.



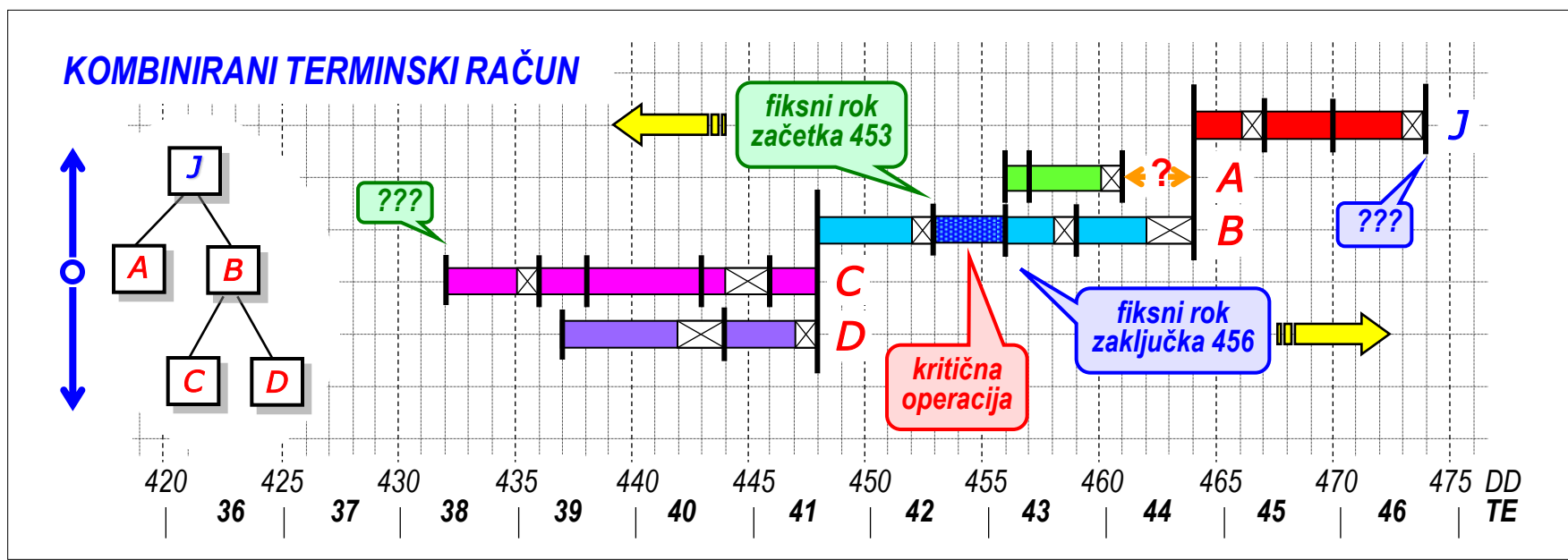
# Terminski račun v nazaj (tek v levo)



- Problemi terminskega računa v nazaj:
  - dokler se ne izračuna rokov, se ne ve, kdaj se mora začeti izvedba nekega delovnega naloga,
  - lahko se zgodi, da začetni roki padejo v preteklost,
  - medfazne zaloge – nedokončana proizvodnja zaradi medoperacijskih zastojev zaradi neenakomerne obremenitve kapacitet.

# Kombinirani terminski račun (levo / desno)

- Za operacije, ki se izvajajo na kritičnih delovnih mestih, se roki za začetek in zaključek izdelave določijo po nekem pravilu razvrščanja;
- nato se predhodne operacije terminirajo v nazaj od roka začetka zadevne operacije,
- naslednje pa od roka zaključka v naprej.



# Genetski algoritmi

- Po načelih naravne selekcije se generirajo različne možne strukture članov družin (operacij) generacij (skupin operacij, ki se izvajajo na istem delovnem mestu);
- vsaka iteracija v procesu razvrščanja je generacija;
- populacijo ene generacije sestavljajo terminski plani, posamezniki, ki so preživeli iz prejšnje generacije in novi terminski plani oziroma otroci prejšnje generacije,
- V vsaki generaciji se najbolj sposobni posamezniki razmnožujejo, najmanj sposobni pa odmrejo.

# Kombinatorika s permutacijami

- Generirajo se vse možne razvrstitve operacij, ki so hkrati v izdelavi
- išče se razvrstitev, ki zagotavlja najkrajši izdelavni čas delovnih nalogov.

# Potek terminskega planiranja in vodenja izdelave

