

Upravljanje tokovima procesa

1. Koja je veza između poslova u toku i protoka?

Veza između njih je definisana Litlovima zakonom.

$$WIP = \lambda \times CT$$

- WIP - srednji broj poslova u procesu
- CT - srednje ciklusno vreme realizacije posla u procesu
- λ - srednja brzina dotoka poslova u proces

2. Prodavnica hamburgera ima prosečno 1200 kupaca dnevno (radni dan od 15 sati). U nekom trenutku se u prodavnici nalazi 60 kupaca. Kupci mogu da čekaju da naruče, da čekaju dok se pripremi što su naručili, da jedu itd. Koje je prosečno vreme koje kupac provede u prodavnici?

Srednja brzina dotoka poslova u proces

$$\lambda = 1200 \text{ kupaca} / 15 \text{ h} = 80 \text{ kupaca na sat}$$

WIP (poslovi u toku) = 60 kupaca koji su u prodavnici

$$CT = WIP / \lambda = 60 / 80 = 0.75 \text{ h} = 45 \text{ minuta}$$

3. Jedna filijala Kreditne banke obradi 3 000 zahteva za kreditom godišnje. Prosečno se jedan zahtev obrađuje 2 nedelje. Ako se pretpostavi da u godini ima 50 radnih nedelja, koliko se zahteva za kreditom nalazi u nekom trenutku u banci?

$$CT = 2 \text{ nedelje}$$

$$\lambda = 3000 / 50 = 60 \text{ zahteva nedeljno}$$

$$WIP = \lambda * CT = 60 * 2 = 120 \text{ zahteva}$$

4. U primeru 2 je pomenuto da se u nekom trenutku u prodavnici nalazi 60 kupaca. Koliko često može upravnik da očekuje da se zameni cela grupa od 60 kupaca?

- **Brzina potrošnje zaliha** pokazuje koliko često je WIP zamenjena u celosti sa novim skupom poslova.

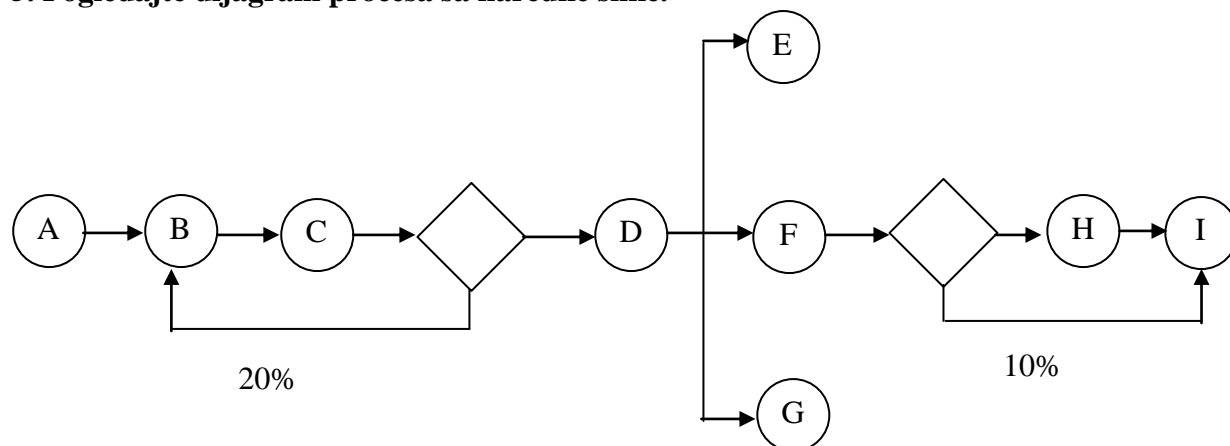
$$\lambda = \frac{WIP}{CT}$$



$$\text{Brzina potrošnje zaliha } \frac{1}{CT}$$

$$1 / CT = 1 / 0.75 = 1.33 \text{ (1/h)}$$

5. Pogledajte dijagram procesa sa naredne slike.



Procenjena vremena čekanja i obrade za svaku aktivnost su dati u sledećoj tabeli. Sva vremena su data u minutima.

Aktivnost	Vreme čekanja	Vreme obrade
A	7	3
B	5	8
C	4	2
D	10	5
E	7	2
F	0	3
G	2	5
H	8	9
I	2	8

- izračunajte srednje ciklusno vreme za proces
- izračunajte efikasnost ciklusnog vremena

a. Srednje ciklusno vreme za proces

$$CT = V_a + (1 + 0.2) (V_b + V_c) + V_d + \max(V_f, V_e, V_g) + 0.9 V_h + V_i$$

$$CT = 10 + 1.2 * (13 + 6) + 5 + 5 (V_g) + 0.9 * 9 + 8 = 82.1 \text{ minuta}$$

b. efikasnost ciklusnog vremena

efikasnost = vreme procesa / ciklusno vreme

$$\text{vreme procesa} = 3 + 1.2 * (8 + 2) + 5 + 5 (V_g) + 0.9 * 9 + 8 = 41.1 \text{ minut}$$

$$\text{efikasnost} = 41.1 / 82.1 = 0.5$$

6. Resursi koji su potrebni za svaku aktivnost iz procesa u prethodnom primeru su:

Aktivnost	Tip resursa
A	R1
B	R2
C	R2
D	R2
E	R3
F	R3
G	R4

H	R4
I	R1

Pretpostavimo da postoje dve jedinice R1, tri jedinice R2, dve jedinice R3 i dve jedinice R4.

- Izračunajte teoretski kapacitet procesa i pronađite uska grla
- Ako je uočeno da je protok 6 poslova na sat, koje je iskorišćenje kapaciteta

Prvo nam treba broj poslova koji se obrađuje u toku svake aktivnosti. Ako je na početku broj poslova 1, onda se ostali brojevi poslova mogu odrediti u odnosu na taj jedinični.

Prva aktivnost u procesu je aktivnost A. Za nju je broj poslova 1.

Broj poslova za aktivnosti B i C se računa kao broj poslova u aktivnostima koje obrađuju i ponovljene poslove:

$$N = (1 + r) * n$$

Ukupan broj poslova u aktivnostima koje se ponavljaju

r verovatnoća da će se posao ponoviti

n broj poslova koji ulazi u aktivnosti koje se ponavljaju

Za naš primer je $n = 1$, a verovatnoća $r = 0.2$

Za aktivnost D je broj poslova ponovo 1

Za aktivnosti E, F i G je broj poslova 1, pošto su u pitanju paralelne aktivnosti

Za aktivnost H je broj poslova $p \times 1$ (ovoliko poslova ulazi u petlju) = $0.9 * 1 = 0.9$

Za aktivnost I je broj poslova 1

Tabelarno se ovo može prikazati na sledeći način:

Aktivnost	Vreme čekanja	Vreme obrade	Broj poslova
A	7	3	1
B	5	8	1.2
C	4	2	1.2
D	10	5	1
E	7	2	1
F	0	3	1
G	2	5	1
H	8	9	0.9
I	2	8	1

Sada se pronalazi jedinično opterećenje. Ovo se radi za svaki od tipova resursa. Jedinično opterećenje se određuje tako što se množi vreme izvršenja aktivnosti sa brojem poslova u toj aktivnosti, pa se dobijeni proizvodi sabiraju (za određeni resurs).

Resurs R1:

$$3 * 1 + 8 * 1 \text{ (aktivnosti A i I)} = 11 \text{ minuta}$$

Resurs R2:

$$(8 + 2) * 1.2 + 5 * 1 \text{ (Vb i Vc se množe sa 1.2, a Vd sa 1)} = 17 \text{ minuta}$$

Resurs R3:

$$2*1 + 3*1 \text{ (vremena aktivnosti } V_e \text{ i } V_f) = 5 \text{ minuta}$$

Resurs R4:

$$5 * 1 + 9 * 0.9 \text{ (} V_g + V_h*0.9) = 13.1 \text{ minuta}$$

Sada treba odrediti jedinični kapacitet svakog resursa. Jedinični kapacitet svakog resursa je recipročna vrednost jediničnog opterećenja i ukazuje na broj poslova koje treba da obavi svaki jedinični resurs u jedinici vremena.

Resurs R1:

$$1 / 11$$

Resurs R2:

$$1 / 17$$

Resurs R3:

$$1 / 5$$

Resurs R4:

$$1 / 13.1$$

Ukupni kapacitet po resursu

R1: postoje dve jedinice

$$\text{Ukupni kapacitet} = 2 * 1 / 11 = 2 / 11 = 0.18$$

R2: postoje tri jedinice

$$\text{Ukupni kapacitet} = 3 * 1 / 17 = 3 / 17 = 0.176$$

R3: postoje dve jedinice

$$\text{Ukupni kapacitet} = 2 * 1 / 5 = 2 / 5 = 0.4$$

R4: Postoje dve jedinice

$$\text{Ukupni kapacitet} = 2 * 1 / 13.1 = 2 / 13.1 = 0.15$$

Tabelarno se ovo može prikazati na sledeći način:

Resurs	Jedinično opterećenje (min)	Jedinični kapacitet (posao/minut)	Raspoloživi resursi (jedinice)	Ukupni kapacitet (posao/min)
R1	$3*1 + 8 * 1 = 11$	1/11	2	$2 / 11 = 0.18$
R2	$(8 + 2) * 1.2 + 5 * 1 = 17$	1/17	3	$3 / 17 = 0.176$
R3	$2*1 + 3*1 = 5$	1/5	2	$2 / 5 = 0.4$
R4	$5 * 1 + 9 * 0.9 = 13.1$	1/13.1	2	$2 / 13.1 = 0.15$

Usko grlo je resurs sa najmanjim ukupnim kapacitetom, a to je R4. To je istovremeno i teoretski kapacitet procesa.

$$0.15 \text{ poslova/minut} = 9 \text{ poslova/sat}$$

b. Zadat je protok od 6 poslova na sat.

Iskorišćenje kapaciteta = protok / kapacitet procesa

R1: iskorišćenje kapaciteta = $6 / 10.8 = 55.5\%$

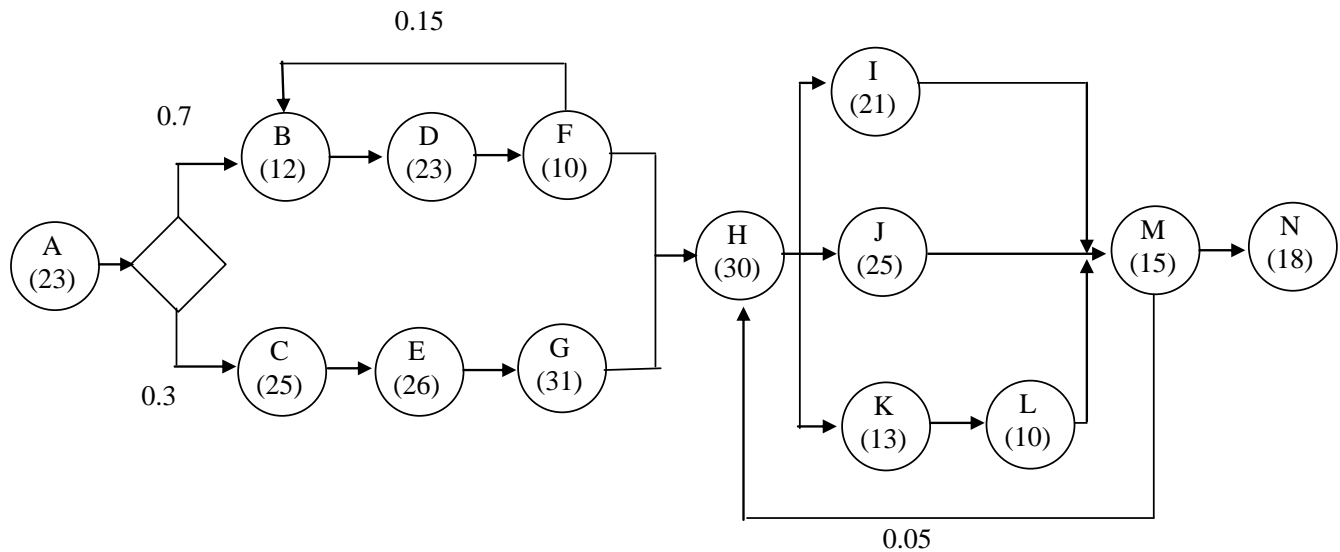
R2: iskorišćenje kapaciteta = $6 / 10.56 = 56.8\%$

R3: iskorišćenje kapaciteta = $6 / 24 = 25\%$

R4: iskorišćenje kapaciteta = $6 / 9 = 66.7\%$

Primer 7.

Za proces sa slike izračunajte ciklusno vreme. Brojevi u zagradama su procenjena vremena trajanja aktivnosti.



Ciklusno vreme

$$CT = Va + 0.7 \times (1 + 0.15) (Vb + Vd * Vf) + 0.3 \times (Vc + Ve + Vg) + (1 + 0.05) (Vh + \max (Vi, Vj, Vk+Vl) + Vm) + Vn$$

$$CT = 23 + 0.7 \times (1 + 0.15) (12 + 23 + 10) + 0.3 \times (25 + 26 + 31) + (1 + 0.05) (30 + 25 (j) + 15) + 18 =$$

$$CT = 185.825 \text{ minuta}$$

Primer 8

Ako su za obavljanje aktivnosti iz prethodnog zadatka potrebni resursi iz sledeće tabele,

- a. Ako postoje dve jdeinice resursa 1, dve jedinice resursa 2, tri jedinice resursa 3 i tri jedinice resursa 4, izračunajte kapacitet procesa
- b. Ako je protok 2 posla na sat, koje je iskorišćenje kapaciteta.

Resurs	Aktivnosti
--------	------------

1	A, E i G
2	B, D i J
3	C, I, K i M
4	F, H, L i K

Prvo nam treba broj poslova koji se obrađuje u toku svake aktivnosti. Ako je na početku broj poslova 1, onda se ostali brojevi poslova mogu odrediti u odnosu na taj jedinični.

Prva aktivnost u procesu je aktivnost A. Za nju je broj poslova 1.

Broj poslova za aktivnosti **B, D i F** se računa kao broj poslova u aktivnostima koje obrađuju i ponovljene poslove:

$$N = (1 + r) * n$$

Ukupan broj poslova u aktivnostima koje se ponavljaju

r verovatnoća da će se posao ponoviti

n broj poslova koji ulazi u aktivnosti koje se ponavljaju

Za naš primer je $n = 0.7 \times 1$ (u pitanju su paralelne aktivnosti), a verovatnoća ponavljanja $r = 0.15$

$$N_{bdf} = (1 + 0.15) \times 0.7 = 0.805$$

Broj poslova za aktivnosti C, E i G se računa kao broj poslova u or grani.

$$N_{ceg} = 0.3 \times 1 = 0.3$$

Za aktivnosti H, I, J, K, L i M je broj poslova

$$N = (1 + 0.05) \times 1 = 1.05$$

Za aktivnost N je broj poslova 1

Tabelarno se ovo može prikazati na sledeći način:

Aktivnost	Vreme obrade	Broj poslova
A	23	1
B	12	0.805
C	25	0.3
D	23	0.805
E	26	0.3
F	10	0.805
G	31	0.3
H	30	1.05
I	21	1.05
J	25	1.05
K	13	1.05
L	10	1.05
M	15	1.05
N	18	1

Sada se pronalazi jedinično opterećenje. Ovo se radi za svaki od tipova resursa. Jedinično opterećenje se određuje tako što se množi vreme izvršenja aktivnosti sa brojem poslova u toj aktivnosti, pa se dobijeni proizvodi sabiraju (za određeni resurs).

Resurs 1:

$$23 \cdot 1 + 26 \cdot 0.3 \text{ (aktivnost E)} + 31 \cdot 0.3 \text{ (aktivnost G)} = 40.1 \text{ minuta}$$

Resurs 2:

$$12 \cdot 0.805 \text{ (aktivnost B)} + 23 \cdot 0.805 \text{ (Aktivnost D)} + 25 \cdot 1.05 \text{ (aktivnost J)} = 54.425 \text{ minuta}$$

Resurs 3:

$$25 \cdot 0.3 \text{ (aktivnost C)} + 25 \cdot 1.05 \text{ (aktivnost I)} + 13 \cdot 1.05 \text{ (aktivnost K)} + 15 \cdot 1.05 \text{ (aktivnost M)} = 63.15 \text{ minuta}$$

Resurs 4:

$$10 \cdot 0.805 \text{ (aktivnost F)} + 30 \cdot 1.05 \text{ (aktivnost H)} + 10 \cdot 1.05 \text{ (aktivnost L)} + 18 \cdot 1 \text{ (aktivnost N)} = 68.05 \text{ minuta}$$

Sada treba odrediti jedinični kapacitet svakog resursa. Jedinični kapacitet svakog resursa je recipročna vrednost jediničnog opterećenja i ukazuje na broj poslova koje treba da obavi svaki jedinični resurs u jedinici vremena.

Resurs 1:

$$1 / 40.1$$

Resurs 2:

$$1 / 54.425$$

Resurs 3:

$$1 / 63.15$$

Resurs 4:

$$1 / 68.05$$

Ukupni kapacitet po resursu

Resurs 1: postoje dve jedinice

$$\text{Ukupni kapacitet} = 2 \cdot 1 / 40.1 = 0.05$$

R2: postoje 2 jedinice

$$\text{Ukupni kapacitet} = 2 \cdot 1 / 54.425 = 0.037$$

R3: postoje 3 jedinice

$$\text{Ukupni kapacitet} = 3 \cdot 1 / 63.15 = 0.048$$

R4: Postoje 3 jedinice

$$\text{Ukupni kapacitet} = 3 \cdot 1 / 68.05 = 0.044$$

Tabelarno se ovo može prikazati na sledeći način:

Resurs	Jedinično opterećenje (min)	Jedinični kapacitet (posao/minut)	Raspoloživi resursi (jedinice)	Ukupni kapacitet (posao/min)
R1	$23 \cdot 1 + 26 \cdot 0.3 + 31 \cdot 0.3 = 40.1 \text{ minuta}$	$1/40.1$	2	0.05

R2	54.425	1/54.425	2	0.037
R3	63.15	1/63.15	3	0.048
R4	68.05	1/68.05	3	0.044

Kapacitet procesa je jednak najmanjem kapacitetu, a to je kapacitet resursa 2. Taj kapacitet iznosi 0.037 poslova u minutu, odnosno 2.2 posla na sat.

b. protok je 2 poslova na sat.

Iskorišćenje kapaciteta = protok / kapacitet procesa

R1: iskorišćenje kapaciteta = $2 / 3 = 66.7\%$

R2: iskorišćenje kapaciteta = $2 / 2.2 = 90.1\%$

R3: iskorišćenje kapaciteta = $2 / 24 = 69.4\%$

R4: iskorišćenje kapaciteta = $2 / 9 = 75.7\%$

Teorija ograničenja

Po ovoj teoriji ograničenje je sve što sistem sprečava da postigne više performance u odnosu na postavljeni cilj. Ova teorija se koristi za upravljanje uskim grlima.

Primer:

Jedno preduzeće u istom procesu proizvodi proizvode A i B. Jedinični profit za proizvod A je 80 dolara, a tržišna tražnja za taj proizvod je 100 jedinica nedeljno. Jedinični profit za proizvod B je 50 dolara, a tržišna tražnja je 200 jedinica nedeljno. Za proizvodnju jedne jedinice proizvoda A je potrebno 0.4 sata, dok je za proizvodnju jedne jedinice proizvoda B potrebno 0.2 sata. Radna nedelja traje 60 sati. Zbog tog ograničenja proizvod nije u stanju da zadovolji celu tražnju za oba proizvoda. U skladu sa tim, preduzeće mora da odluči koliko proizvoda određenog tipa želi da proizvodi.

Ako je cilj preduzeća da ima maksimalni profit, neko bi preporučio da se proizvodi najviše moguće proizvoda A, pošto ovaj proizvod donosi veću zaradu. Plan proizvodnje bi se mogao da izračuna na sledeći način.

Prvo se izračuna maksimalan broj jedinica proizvoda A koji se može proizvesti u okviru radne nedelje od 60 sati.

Jedinice A = $(60 \text{ sati/nedeljno}) / (0.4 \text{ sata/po jedinici}) = 150 \text{ jedinica}$

Iako se može proizvesti 150 jedinica nedeljno, tržište traži samo 100 jedinica. Plan proizvodnje prema tome treba da preporuči proizvodnju 100 jedinica proizvoda A. Pošto proizvodnja proizvoda A zahteva 40 sati od ukupnog vremena procesa (0.4×100), ostaje 20 sati koji se mogu iskoristiti za proizvodnju proizvoda B. Ovo vreme se može prevesti u proizvodnju 100 jedinica proizvoda B ($20 / 0.2$). Ukupan profit koji se postiže ovakvim planom proizvodnje je:

Ukupni profit = $80\$ \times 100 + 50\$ \times 100 = 13\,000 \$$

Da li je ovo najbolji plan proizvodnje, u smislu da je maksimalan nedeljni profit?

Pogledajmo alternativni plan. Ako preduzeće pokuša da prvo zadovolji zahteve za proizvodom B, onda je vreme potrebno za to 40 sati (200×0.2). Posle toga ostaje 20 sati za proizvodnju proizvoda A. Za to vreme se može proizvesti 50 jedinica ovog proizvoda ($200 / 0.4$). Ukupan profit na osnovu ovakvog plana je:

$$\text{Ukupni profit} = 80\$ \times 50 + 50\$ \times 200 = 14\ 000 \$$$

Alternativni plan je povećao profit za 1000 dolara nedeljno. Ovaj primer pokazuje da u slučaju postojanja ograničenja ne možete da odluke donosite na osnovu najjednostavnijih pravila. U ovom slučaju smo problem pokušali da rešimo tako što smo u obzir uzeli samo proizvod sa najvećim profitom. U obzir nisu uzeta ograničenja vezana za proizvodnju ni zahteve tržišta.

Primer

Lanac prodavnica je zaposlio konsultantsku kuću koja treba da odredi tipove i količinu oglasa koju bi oni trebalo da imaju. Tri moguća načina reklamiranja su radio, televizija i novinski oglasi. Oni žele da znaju broj oglasa koje treba postaviti u svaki od ovih načina reklamiranja, da bi ih video maksimalni broj ljudi. Urađena je i procena koliko ljudi će videti koju od reklama. U tabeli su dati broj ljudi koji će reklamu videti, kao i cena oglašavanja u svakom od medija.

Način reklamiranja	Ljudi koji će to videti	Cena
Televizija	20 000	15 000\$
Radio	12 000	6 000\$
Novine	9 000	4000 \$

Da bi mogla da se donese odluka potrebno je da se razmotre sledeća ograničenja.

1. Ograničenje vezano za budžet je 100 000\$
2. Na televiziji ima vremena za četiri reklame
3. Radio ima vremena za 10 reklama
4. Novine imaju prostora za sedam reklama.
5. Agencija ima vremena da napravi najviše 15 reklama ukupno.

Preduzeće želi da zna koliko i kojih vrsta reklama treba da postavi da bi se najviše dobilo (da bi reklame videlo najviše ljudi).

Ako se krene od najjednostavnijeg kriterijuma da se bira najviše reklama na mediju sa najviše gledalaca, pošlo bi se od toga da se maksimalno iskoristi televizija, pa onda radio i na kraju novine. Ovo dovodi do 4 reklame na televiziji (60 000\$), šest reklama na radiju (36 000\$) i jedne reklame u novinama (4 000\$). Cena kampanje bi bila 100 000\$ sa procenjenim auditorijumom od 161 000 ljudi.

Ako bi se problem rešavao rešavao primenom nekih tehnika za optimizaciju, moglo bi se doći do rešenja sa dve reklame na televiziji, devet reklama na radiju i četiri reklame u novinama. Cena je ponovo 100 000 \$, a auditorijum je 184 000 ljudi.