



KVANTITATIVNA ANALIZA PROIZVODNIH PROCESA

Usklađivanje ponude i tražnje



Ciljevi, merila i elementi upravljanja

Često kažem da, kada nešto možete da merite i izrazite brojčano, onda o tome nešto znate; ali kada ne možete da izrazite brojčano, onda je vaše znanje slabo i nezadovoljavajuće; to je možda početak znanja, ali ste jedva u svojim mislima napredovali do faze nauke, šta god da je u pitanju.

-Lord Kelvin

Zašto je potrebna nauka u proizvodnji?

- Konfuzija u privredi:
 - Veliki broj “revolucija”
 - Menadžment izrazima koji su “u trendu”
 - Nuđenje površnosti umesto suštine
- Konfuzija u akademskom okruženju:
 - Snažne metodologije primenjene na probleme koji to nisu
 - Velike varijacije u onome što se predaje
- Primeri u drugim oblastima:
 - Građevinarstvo – statika, dinamika
 - Elektrotehnika – elektricitet i magnetizam
 - Druge nauke



Projektovanje automobila

- Zahtevi:
 - Masa automobila 1000 kg
 - Ubrzanje od 2.7 m/s^2 (0 do 100 za 10s)
 - Motor sa snagom koja nije veća od 200 N (njutna)
- Možemo li ovo da izvedemo?
- Odgovor: ***Nema šanse!***

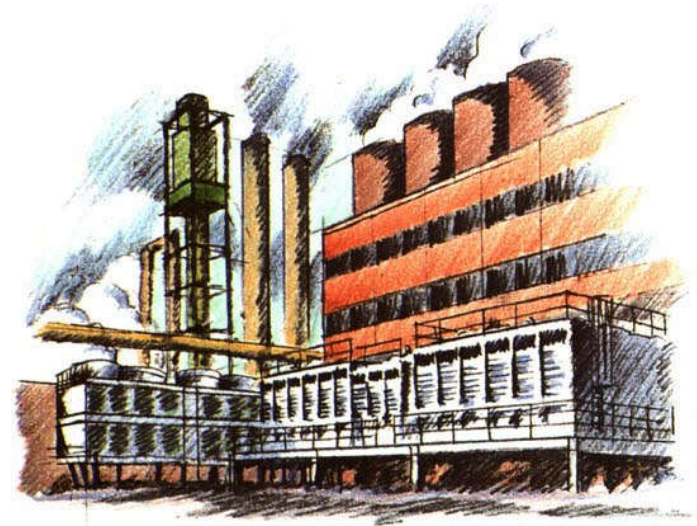


$$F = ma$$

$$200 \text{ N} \neq (1000 \text{ kg}) (2.7 \text{ m/s}^2) = 2,700 \text{ N}$$

Projektovanje proizvodnog sistema

- Zahtevi:
 - 3000 proizvoda dnevno,
 - Uz protočno vreme koje nije duže od 10 dana,
 - Uz nivo usluge (procenat poslova koji su završeni na vreme) ne manji od 90%.
- Možemo li ovo da izvedemo?
- Odgovor: *Ko zna?*



Ciljevi nauke o proizvodnji

- Alati:
 - Deskriptivni modeli
 - Preskriptivni modeli
 - Tehnike za rešavanje problema
- Terminologija:
 - Racionalizacija izraza koji su u “trendu”
 - Prepoznavanje stvari koje su zajedničke za različita okruženja
- Perspektiva:
 - Osnove
 - **Intuicija**
 - Sinteza



Pretpostavka i opovrgavanje

- Filozofske implikacije: ***Ne možemo koristiti nauku i logiku da dođemo do "Istine"***

Ukoliko je naš zadatak da objasnimo svet korišćenjem zakona i teorija, onda ne postoji racionalnija procedura od metode pokušaja i greške - pretpostavke i pobijanja: hrabrog predlaganja teorija; da se trudimo da pokažemo da su one pogrešne; i da ih prihvatimo uslovno ako su naši kritički naponi neuspešni.

--- Karl Popper

- Praktične implikacije: ***Pretpostavka i opovrgavanje su alat za rešavanje problema***



Pretpostavka i opovrgavanje - primer

Pretpostavka: Naš cilj je da budemo kao Tojota

Opovrgavanje: Naš cilj nije da budemo kao Tojota, nego da maksimizujemo prihod i profitabilnost uz pružanje projektovanih usluga korisnicima

Pretpostavka: U redu, onda je naš cilj da ostvarimo poslovne ciljeve korišćenjem TPS

Opovrgavanje: TPS je samo jedno od mogućnosti, i projektovan je za montažu automobila. Mi imamo malo zajedničkog sa montažom automobila

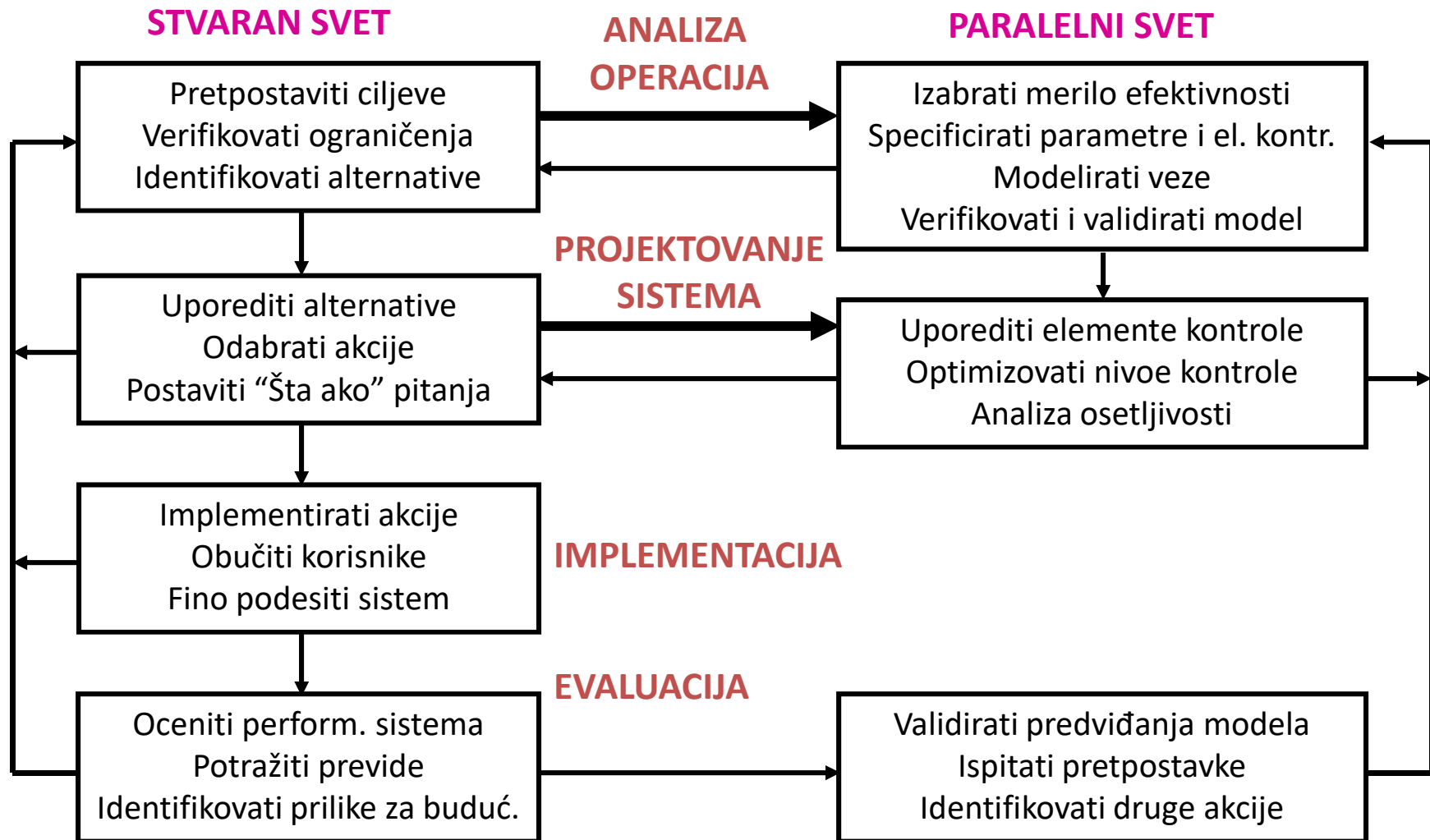
Pretpostavka: Ali, TPS ima mnogo korisnih praksi i alata koje možemo da iskoristimo. Trebalo bi da koristimo praksu i alate koji nam na najbolji način pomažu da ostvarimo postavljene ciljeve

Inicijalni zaključak: Treba da koristimo praksu i alate koji nam na najbolji način pomažu da ostvarimo postavljene ciljeve. Ali Tojota nije jedina kompanija koja ima korisnu praksu i alate. Potreban nam je način da utvrdimo koje su prakse i alati najbolji za naše poslovanje. TPS nudi dobre ideje koje bi trebalo da uzmemo u obzir

Analiza sistema

- **Analiza sistema** je strukturirani postupak rešavanje problema koji uključuje:
 - Identifikaciju **ciljeva** (šta se želi postići), **merila** (za upoređivanje alternativa) i **elemenata upravljanja** (šta se može promeniti);
 - Generisanje specifičnih **alternativa**;
 - **Modeliranje** (neka vrsta apstrakcije stvarnosti kako bi se olakšalo poređenje alternativa);
 - **Optimizaciju** (bar do nivoa rangiranja alternativa i odabira “najbolje”);
 - **Iteraciju** (ponovni prolazak kroz postupak sa pojavom novih aspekata).

Analiza sistema

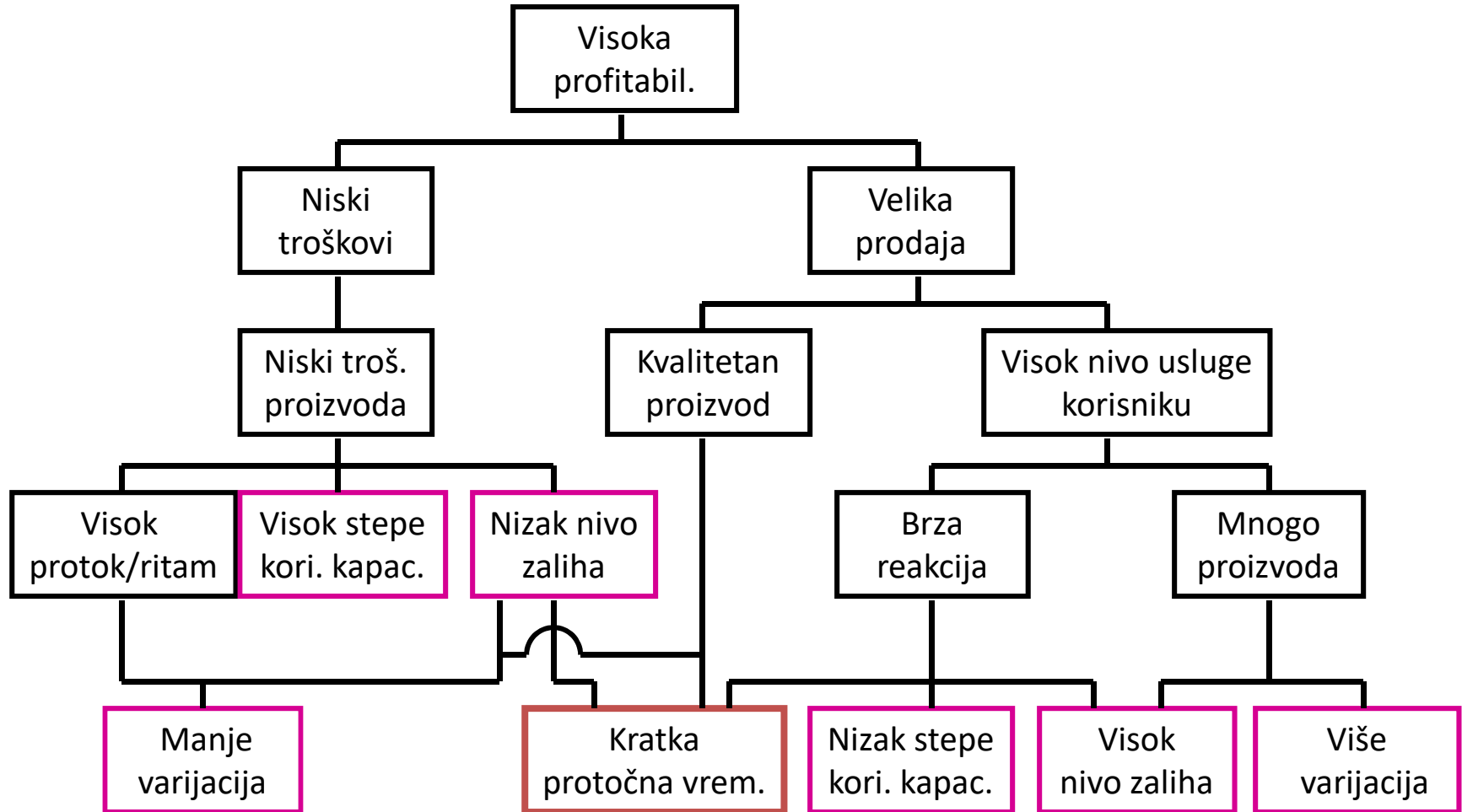


Opšta merila i ciljevi

- Osnovni ciljevi:
 - Elementarne početne pozicije
 - Osnova za usaglašavanje
 - Primer – zarađivati novac u dužem vremenskom periodu
- Hijerarhija ciljeva:
 - Bazičniji ciljevi koji podržavaju osnovne ciljeve
 - Bliži aktivnostima koje su usmerene na poboljšanja
- *Tradeoffs*: konfliktni ciljevi
 - Potrebni su modeli



Hijerarhija ciljeva





Korporativni ciljevi i merila

- Osnovni cilj: ***Maksimizirati dobit i dobrobit zainteresovanih strana u dužem vremenskom periodu.***
- Merila finansijskih performansi:
 1. Neto profit.
 2. Povrat investicija.
- Komponente:
 1. Prihod.
 2. Troškovi.
 3. Kapital.

Ciljevi i merila fabrike

- Merila:
 - **Brzina toka/propusnost**: proizvodi *visokog kvaliteta* koji se *prodaju*.
 - **Troškovi**: Operativni budžet fabrike.
 - **Kapital**: Oprema i zalihe nedovršene proizvodnje (WIP).
- Ciljevi:
 - Maksimizirati profit.
 - Minimizirati troškove po jedinici proizvoda.
- Tradeoffs: voleli bi (ali ne možemo uvek ostvariti)
 - ↑ – Brzina toka
 - ↓ – Troškovi
 - ↓ – Kapital

Operacije

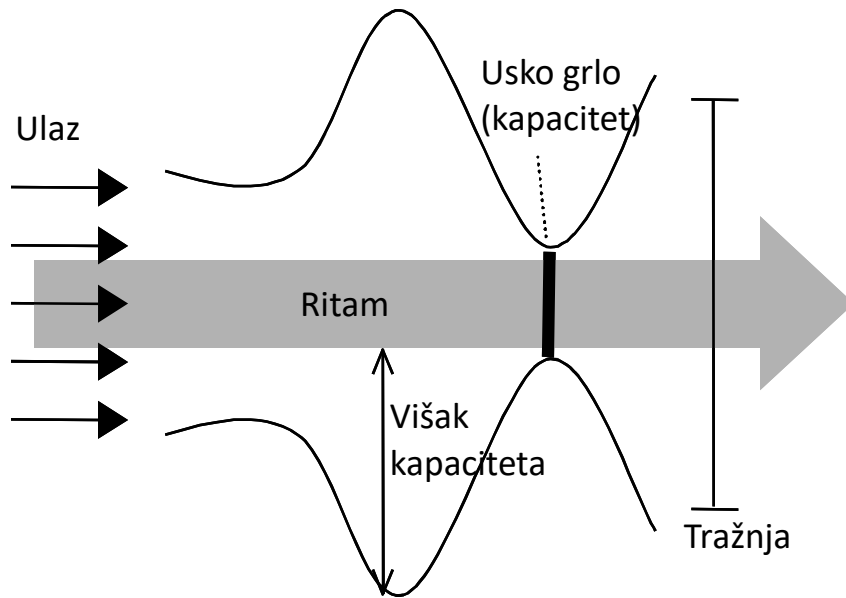
- **Transformišući resursi (kapaciteti)** – resursi koji realizuju aktivnosti, menjaju karakteristike ulaza, i dovode do stvaranja rezultata (CNC mašina, skener, ultrazvuk aparat, pica peć, ...);
- **Transformisani resursi (zalihe sirovog materijala, zalihe u procesu proizvodnje, zalihe gotovih proizvoda)** – materijali, ljudi, informacije koji se transformišu ili čekaju da budu transformisani;
- **Zahtevi za resursima (tražnja korisnika)** – ono što je korisnik spreman da plati, a nastaje kombinovanjem transformišućih i transformisanih resursa;

Upravljanje operacijama

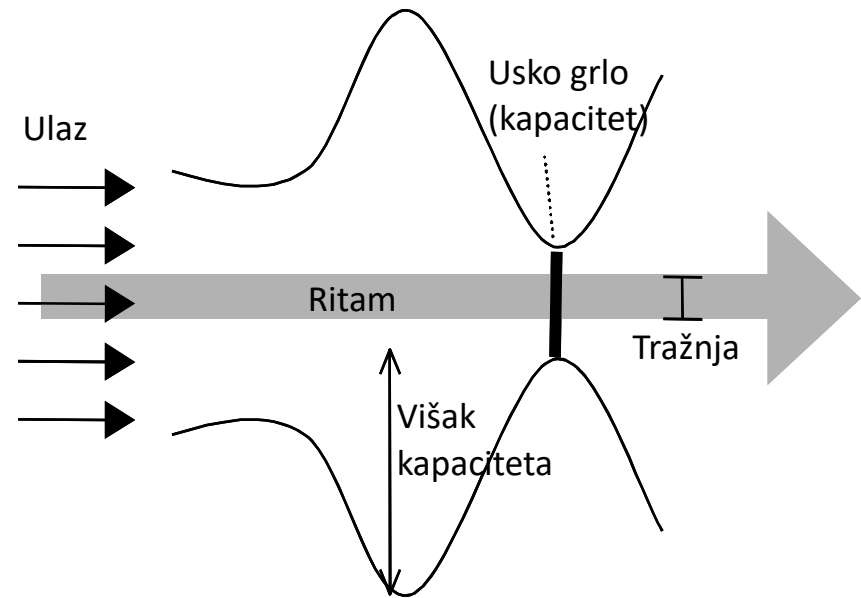
- **Cilj** – sinhronizovati transformišuće resurse, transformisane resurse i zahteve za resursima u pogledu vremena, prostora i kvaliteta;
- Ukoliko neka od varijabli nedostaje operacije ne mogu da funkcionišu, i **kao posledicu imamo neefikasnost** (na primer **prekomerne zalihe**, kada transformisani resursi čekaju na transformišuće resurse ili na zahtev za resursima; **čekanje**, kada transformišući resursi čekaju na transformisane resurse ili na zahtev za resursima; **prekomerna proizvodnja**, kada transformišući resursi čekaju na zahtev za resursima);
- Maksimalna sinhornizacija = idealan proces, **ALI...**

Operacije

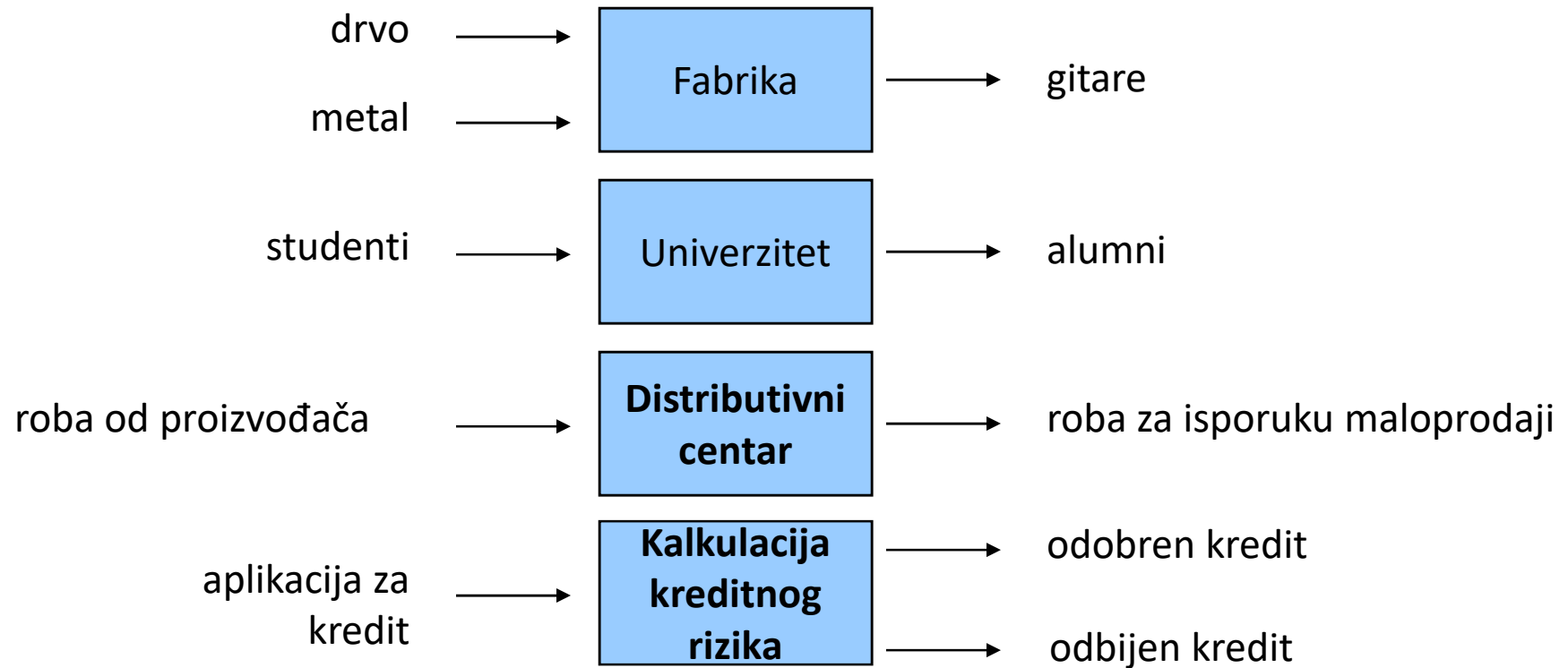
Ograničene ponudom



Ograničene tražnjom



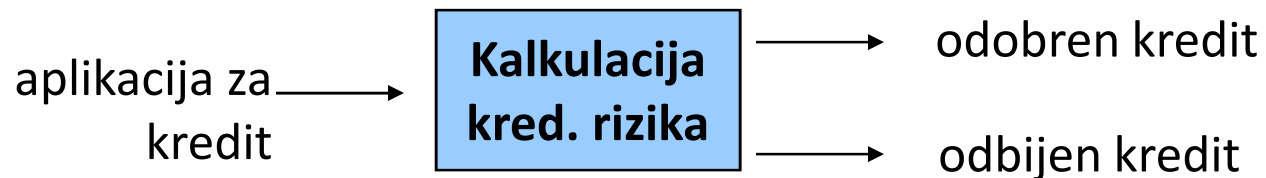
Procesni pogled - primeri



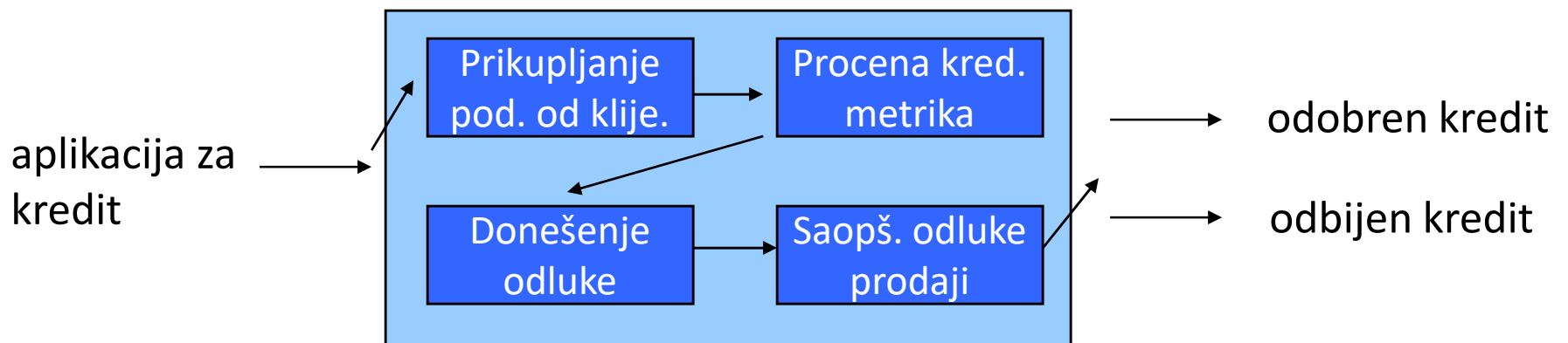
- Prosesi mogu uključivati proizvode i usluge.
- Prosesi mogu imati više ulaza i više izlaza.

Definisanje procesa

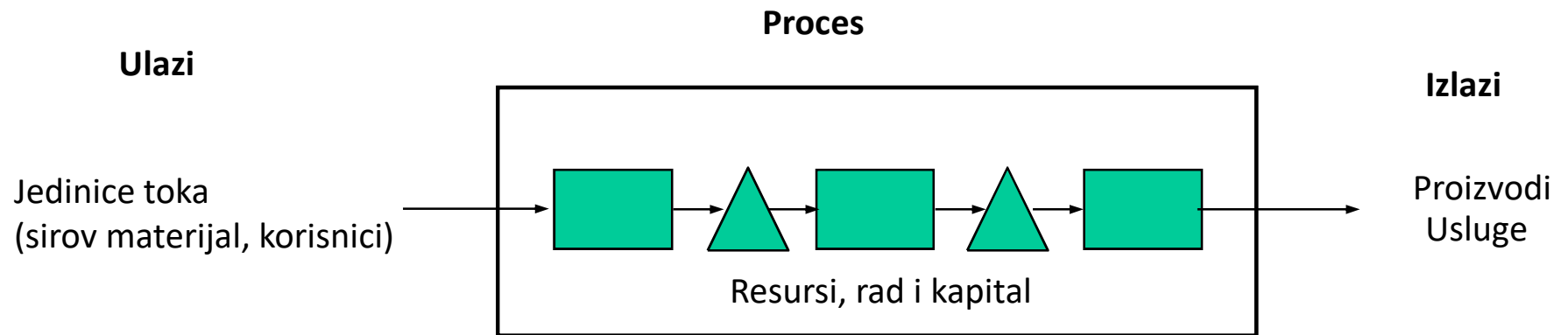
- Proces je skup aktivnosti koji prihvata ulaze i proizvodi izlaze.
- Proces može biti definisan na makro (agregiranom) nivou:



- Proces može biti definisan na mikro nivou, sa više podprocesa ili aktivnosti:

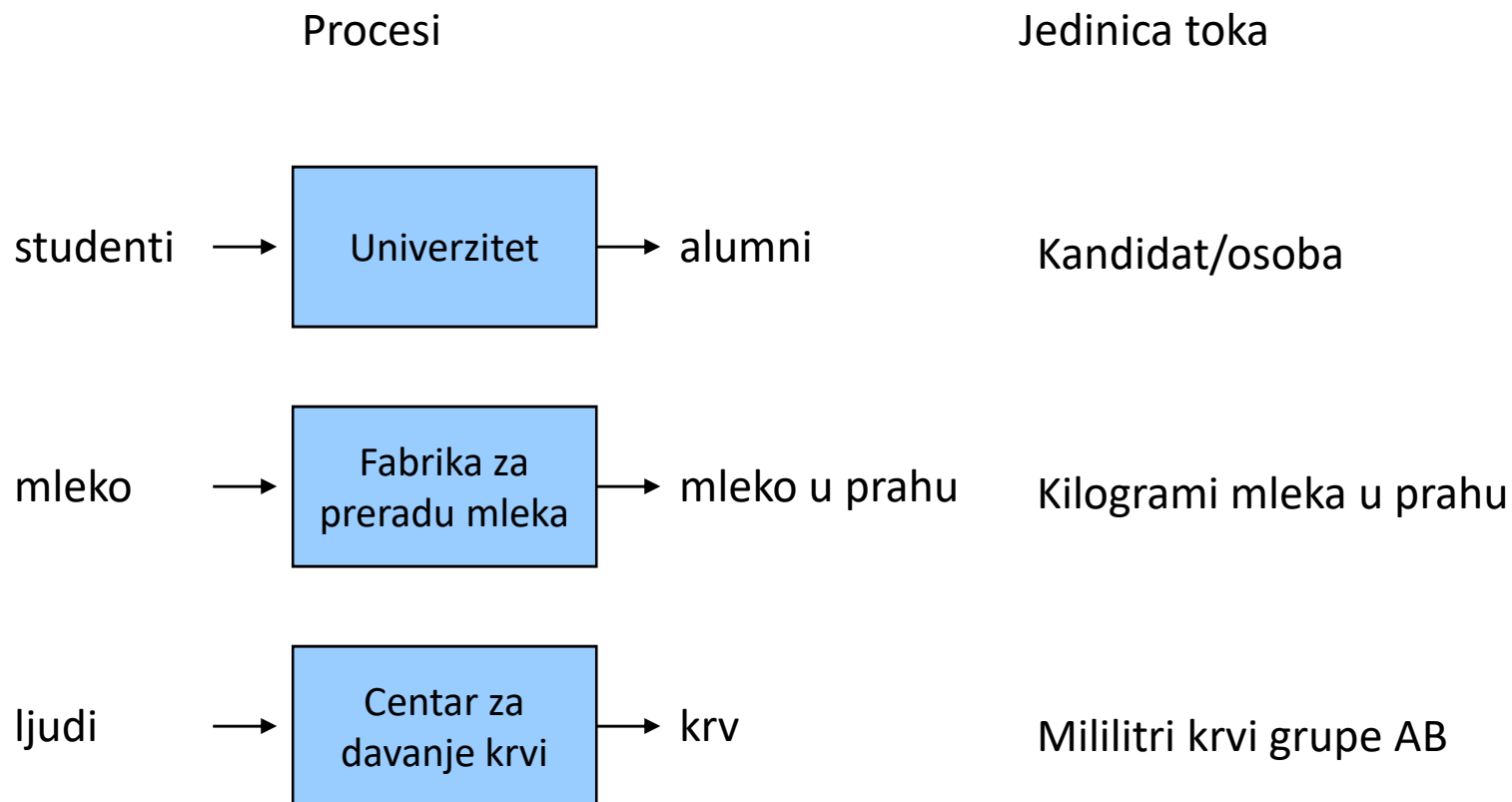


Procesni prikaz

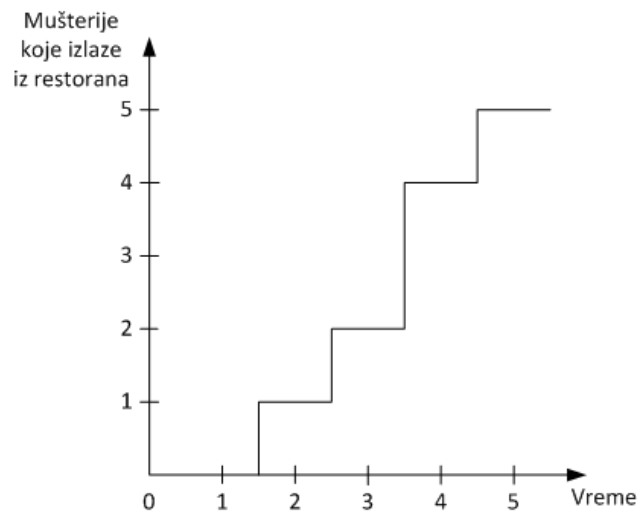
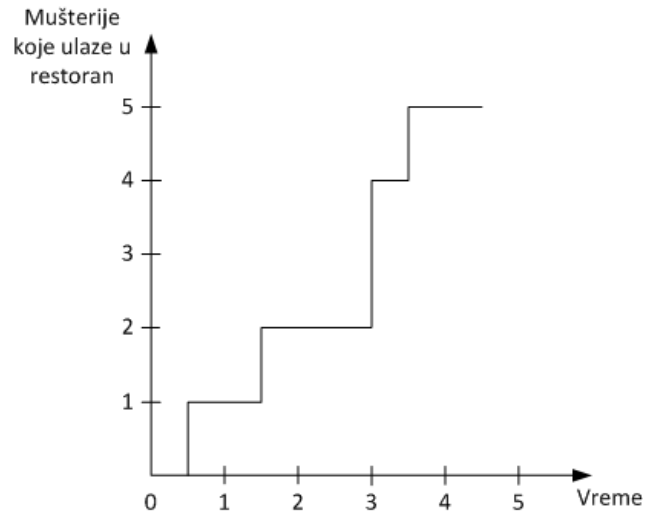


Definisanje jedinice toka

- Jedinica toka je ono što se prati kroz proces i što generalno definiše izlaz iz procesa koji je u fokusu.

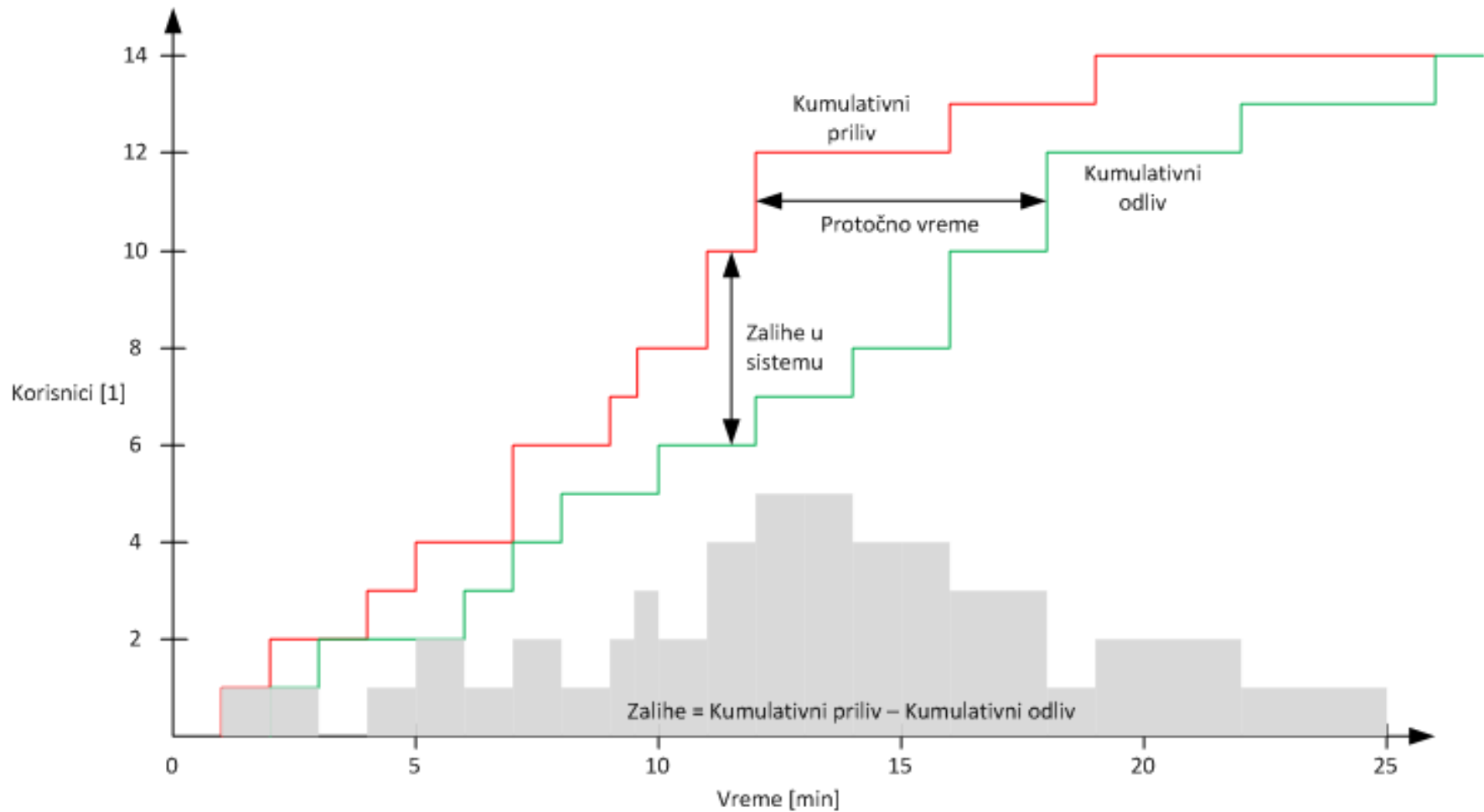


Analiza procesa na makro nivou



Dijagram protoka

25 minuta kasnije



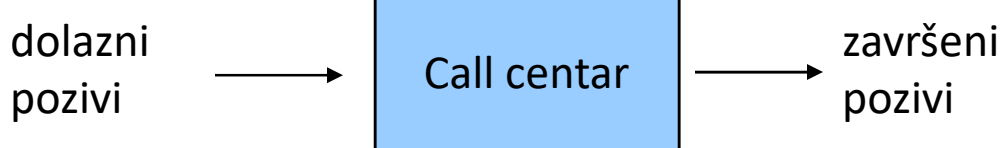
Osnovni parametri analize procesa

- **$Z = Zalihe$** = koliko jedinica toka ima u procesu (vertikalna razlika)
- **$R = Brzina\ toka/Ritam$** = brzina kojom jedinice toka ulaze/izlaze iz procesa (nagib dijagrama)
- **$T = Protočno\ vreme$** = ukupno vreme koje jedinica toka provede u procesu (horizontalna razlika)

- Litlov zakon: **$Zalihe = Ritam \times Protočno\ vreme$**

ili

$$Z = R \times T$$

- Na primer:
 

$R = U$ proseku 11 korisnika pozove u minuti

$T = U$ proseku poziv korisnika traje 2.5 minuta

$Z =$ Prosečan broj korisnika na telefonu kol centra

$$= R \times T = 11 \times 2.5$$

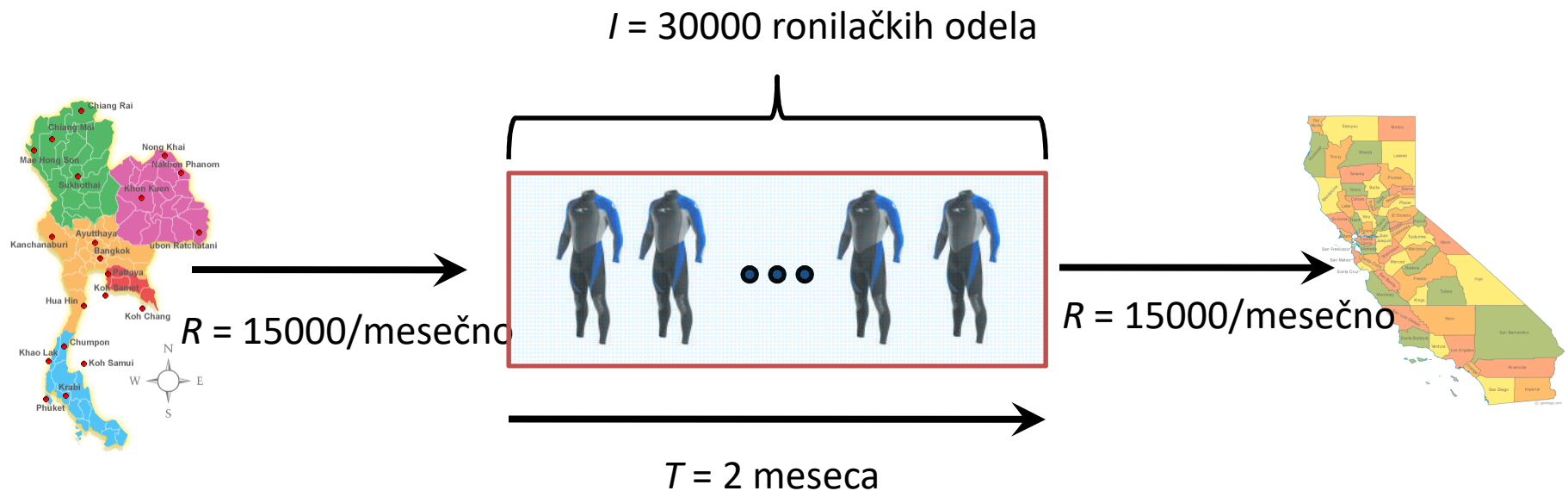
$$= 27.5 \text{ korisnika}$$

Osnovni parametri analize procesa

- Apliciranje za iseljeničku vizu:
 - Aplikanti;
 - Broj odobrenih ili odbačenih zahteva;
 - Vreme obrade zahteva;
 - Zahtevi koji čekaju da budu obrađeni.
- Proizvodnja vina:
 - Flaša vina;
 - Broj flaša vina prodatih u godini;
 - Vreme provedeno u podrumu vina;
 - Broj flaša vina u podrumu.
- Master studije na FON-u:
 - Student;
 - Broj studenata koji diplomiraju u godini;
 - 1 godina;
 - Ukupan broj studenata upisanih na program.
- Proizvodnja automobila:
 - Automobil;
 - Godišnja prodaja automobila;
 - 60 dana (od početka proizvodnje do prodaje);
 - Automobili na zalihama.

Litlov zakon – zalihe u tranzitu

- O'Neill, sa sedištem u Kaliforniji, kupuje ronilačka odela od dobavljača na Tajlandu:
 - Svakog meseca naručuju u proseku 15000 ronilačkih odela, $R = 15000$
 - Transport od Tajlanda do Kalifornije u proseku traje 2 meseca, $T = 2$
 - $Z = R \times T = 15000 \times 2 = 30000$ jedinica se u proseku nalazi u tranzitu



Četiri načina za računanje zaliha

- **U jedinicama toka (“ Z ” u $Z = R \times T$):**
 - Broj ronilačkih odela, pacijenata, tona pšenice, broj čipova ...
 - Korisno kada je određena jedinica toka u fokusu.
- **U novčanoj vrednosti \$ (“ Z ” u $Z = R \times T$):**
 - Vrednost zaliha
 - Intuitivna mera ukupnih zaliha kompanije.
- **U danima snabdevanja (“ T ” u $Z = R \times T \Rightarrow T=Z/R$):**
 - Prosečan broj dana koje jedinica toka provede u sistemu.
 - Takođe, koliko će dana trajati zalihe pri prosečnoj brzini toka ukoliko nema popunjavanja zaliha.
- **Kao obrt ($1/T = R/Z$):**
 - Koliko puta se prosečan broj zaliha javlja u sistemu.

Litlov zakon – moćniji nego što se misli

Šta je: Zalihe (Z) = Ritam (R) x Protočno vreme (T)

Kako zapamtiti: - jedinice

Implikacije:

- Od tri osnovna parametra procesa (Z,R,T), menadžment može odabrati dva, dok je treći u tom slučaju DAT!
- Držite ritam konstantnim: smanjenje zaliha = smanjenje protočnog vremena

Kada su data tri parametra, treći se može izračunati:

- Indirektno merenje brzine toka/ritma:



*Zalihe: 500 vozila
Protočno vreme: 30 dana*

- Indirektno merenje zaliha:



*Protočno vreme: 6 sati
Ritam: 200 pacijenata dnevno*

- Indirektno merenje protočnog vremena



*Ritam: 5000kg/nedeljno
Zalihe: 2500kg*



Primer korišćenja Litlovog zakona

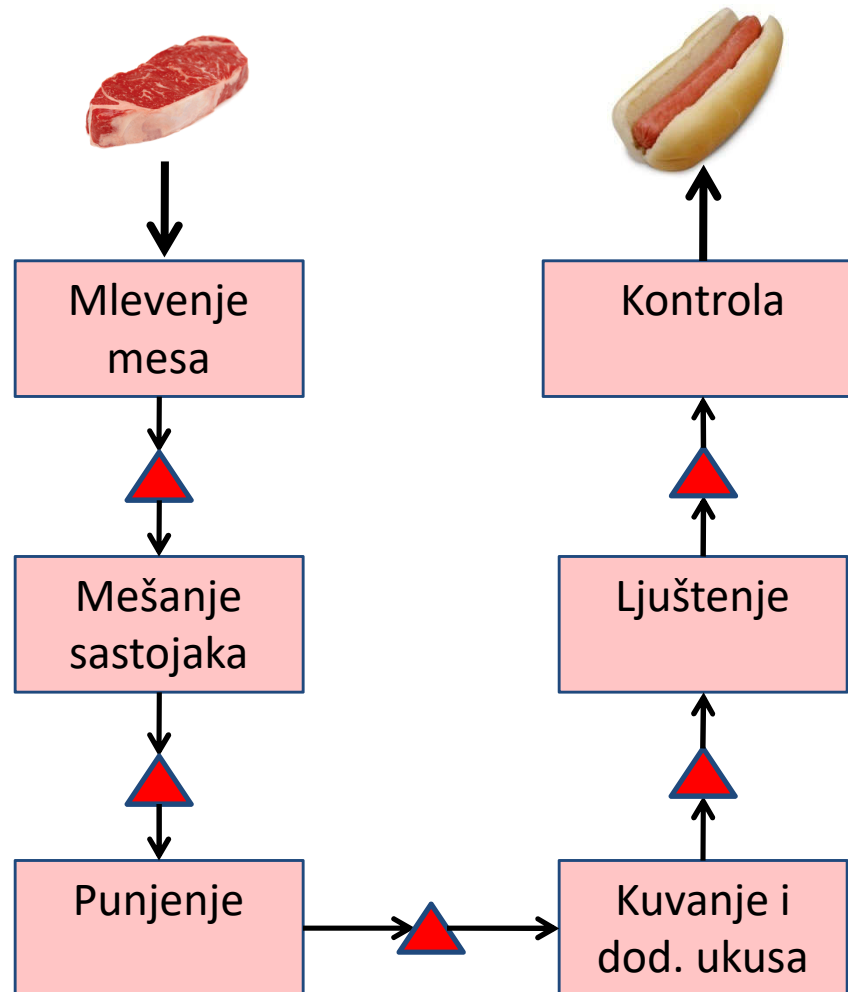
- Na akušerskom odeljenju jedne bolnice se obavi u proseku 10 porođaja dnevno;
- 80% porođaja je lako, i zahtevaju da majka i dete u bolnici ostanu 2 dana;
- 20% porođaja je teže, i zahteva da majka i dete u bolnici ostanu 5 dana;
- Kolika je prosečna popunjenost bolničkih kapaciteta na akušerskom odeljenju?



Osnovni termini i pojmovi

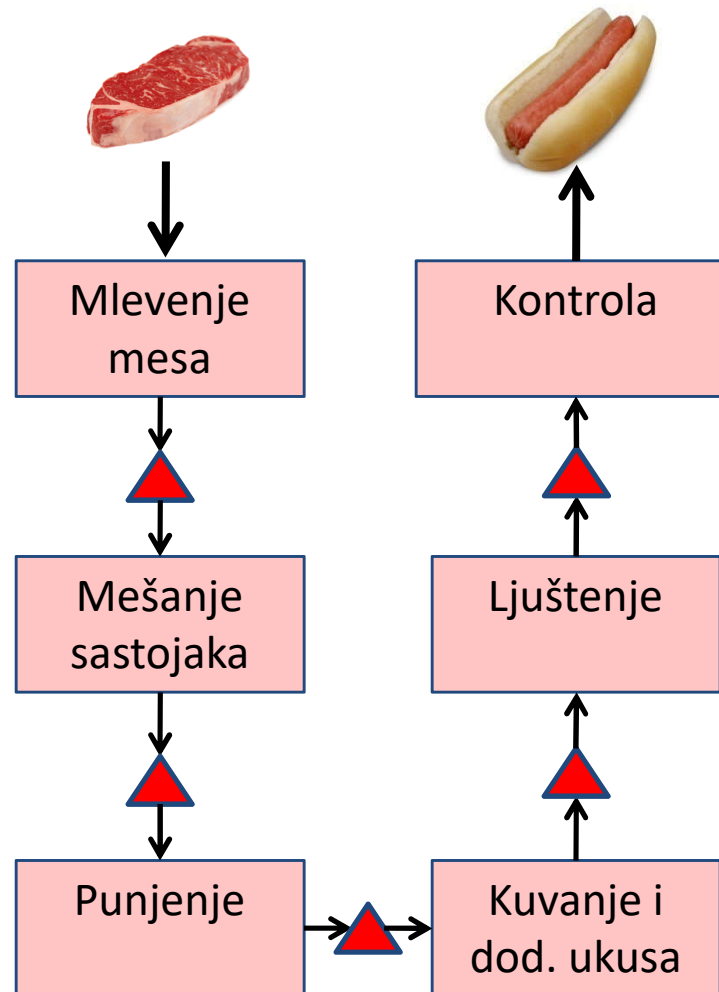
- **Vreme aktivnosti** – koliko vremena zaposleni provede na nekom zadatku;
- **Kapacitet** – $1/\text{vreme aktivnosti}$ – koliko jedinica toka zaposleni može da obradi u jedinici vremena (ukoliko ima m resursa, kapacitet se računa kao $m/\text{vreme aktivnosti}$);
- **Usko grlo** – korak u procesu sa najmanjim kapacitetom;
- **Kapacitet procesa** – kapacitet uskog grla;
- **Brzina toka (Ritam)** – $\min \{\text{tražnja, kapacitet procesa}\}$;
- **Korišćenje kapaciteta** – $\text{ritam}/\text{kapacitet}$;
- **Protočno vreme** – vreme potrebno jedinici toka da prođe kroz čitav proces;
- **Zalihe** – broj jedinica toka u sistemu

Pravljenje viršli



Podaci o procesu

- 2 mašine za mlevenje
- 22000 viršli u seriji
- 5 minuta za punjenje i mlevenje
- 6 miksera
- 22000 viršli u seriji
- 1/3 sata za mešanje
- 3 mašine
- 2300 viršli po minuti po mašini



- 17 stanica za kontrolu
- Svakom kontroloru treba 1/6 sekunde da pregleda svaku viršlu
- 8 mašina za ljuštenje
- 700 viršli po minuti po mašini
- 5 pećnica
- Svaka pećnica može da prihvati 15000 viršli
- Svaka viršla provede 15 minuta u procesu

Računanje kapaciteta – mlevenje i mešanje

- Naći *kapacitet* svakog koraka u procesu, što predstavlja maksimalni ritam (R) kroz taj korak u procesu.
- Izraziti kapacitet svakog koraka u istim jedinicama
 - Može se izabrati bilo koja vremenska jedinica (npr., viršli / min, viršli / danu, kg / sekundi), i konzistentno je se pridržavati.
 - U ovom slučaju će biti korišćeno viršli / min
- Mlevenje:
 - Svaka mašina = $22000 \text{ viršli} / 5 \text{ min} = 4400 \text{ viršli} / \text{min}$
 - 2 mašine x $4400 \text{ viršli} / \text{min} = 8800 \text{ viršli} / \text{min}$
- Mešanje:
 - Svaka mašine = $22000 \text{ viršli} / (1/3 \text{ sata} \times 60 \text{ min} / \text{satu}) = 1100 \text{ viršli} / \text{min}$
 - 6 mašina x $1100 \text{ viršli} / \text{min} = 6600 \text{ viršli} / \text{min}$



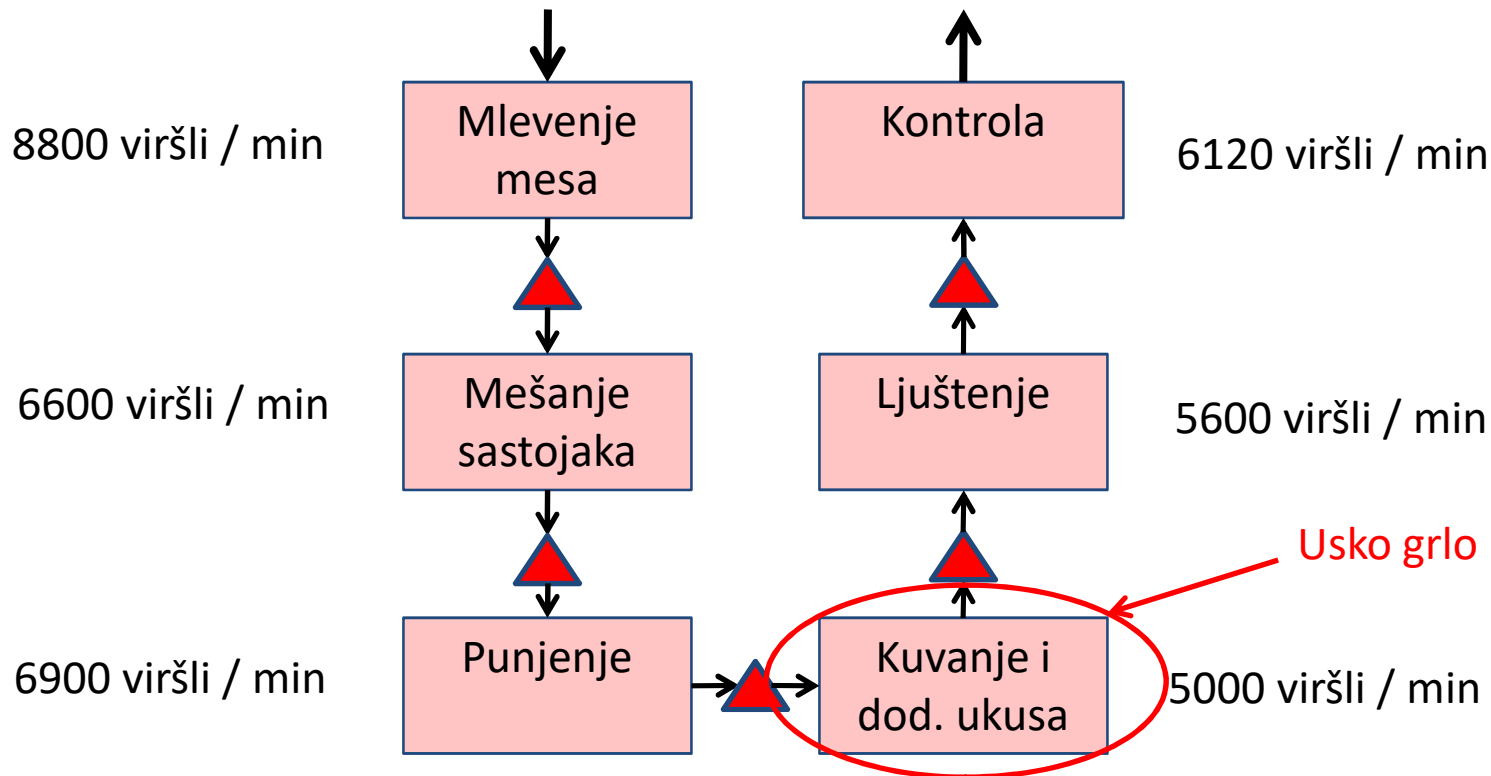
Računanje kapaciteta – punjenje, kuvanje, ljuštenje i kontrola

- Punjenje:
 - 3 mašine x 2300 viršli / min = 6900 viršli / min
- Kuvanje i dodavanje ukusa:
 - Da se nađe R , koristi se Litlov zakon, $R = Z / T$
 - $Z = 15000$ viršli, $T = 15$ min
 - $R = 15000$ viršli / 15 min = 1000 viršli / min
 - 5 pećnica x 1000 viršli / min = 5000 viršli / min
- Mašina za ljuštenje
 - 8 mašina x 700 viršli / min = 5600 viršli / min
- Kontrola
 - 1/6 sec / viršli = 6 viršli / sec
 - 17 stanica x 6 viršli / sec x 60 sec / min = 6120 viršli / min



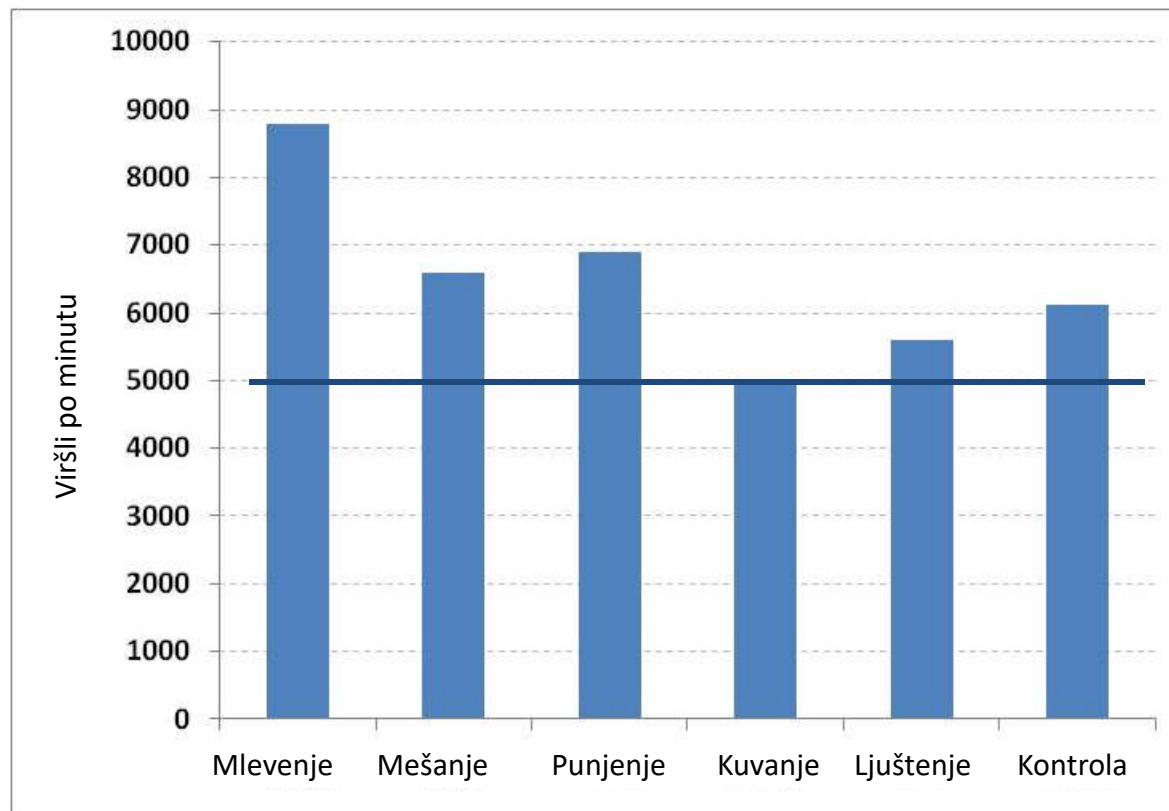
Kapacitet čitavog procesa

- Kapacitet procesa je minimalni kapacitet podprocesa:
 - Ovaj proces ne može da proizvodi više od 5000 viršli/ min.
 - Podproces koji ograničava čitav proces se naziva *usko grlo*.

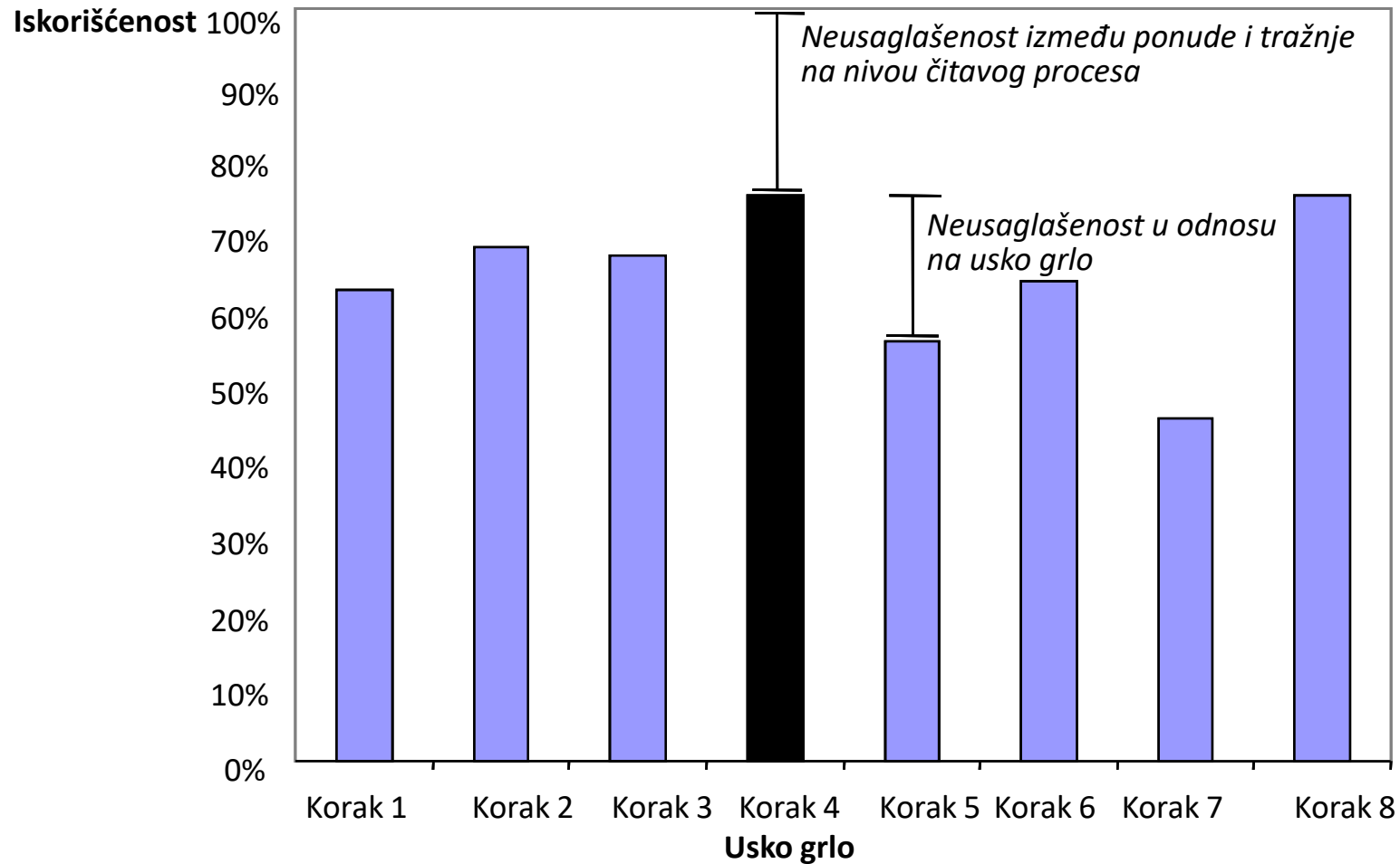


Kapacitet čitavog procesa

- Za ovaj proces, ritam, R , iznosi 5000 viršli / min
- Ovaj proces može da proizvede $5000 \text{ viršli / min} \times 60 \text{ min / satu} = 300000 \text{ viršli / satu}$



Kapacitet čitavog procesa



Kako povećati kapacitet procesa

Linija pre uravnoteženja

Korak	K1	K2	K3
Vreme	13 (780s)	11 (660s)	8 (480s)

Kapacitet: 161,5 kom/ned

Linija posle uravnoteženja

Korak	K1	K2	K3
Vreme	623s	602s	665s

Kapacitet: 189,5 kom/ned

Kako uskladiti ponudu i tražnju, ako tražnja poraste na 700 troćineta u nedelji?

- Povećati broj linija
- Dodati radnike na svako radno mesto
- Ići na dalju specijalizaciju

Povećanje broja linija

Linija pre uravnoteženja

Korak	K1	K2	K3
Vreme	13 (780s)	11 (660s)	8 (480s)

Kapacitet: 161,5 kom/ned

Linija posle uravnoteženja

Korak	K1	K2	K3
Vreme	623s	602s	665s

Kapacitet: 189,5 kom/ned

Koliko nam linija treba?

$$700/189,5 = 3,69 = 4 \text{ linije}$$

Povećanje broja linija

Linija pre uravnoteženja

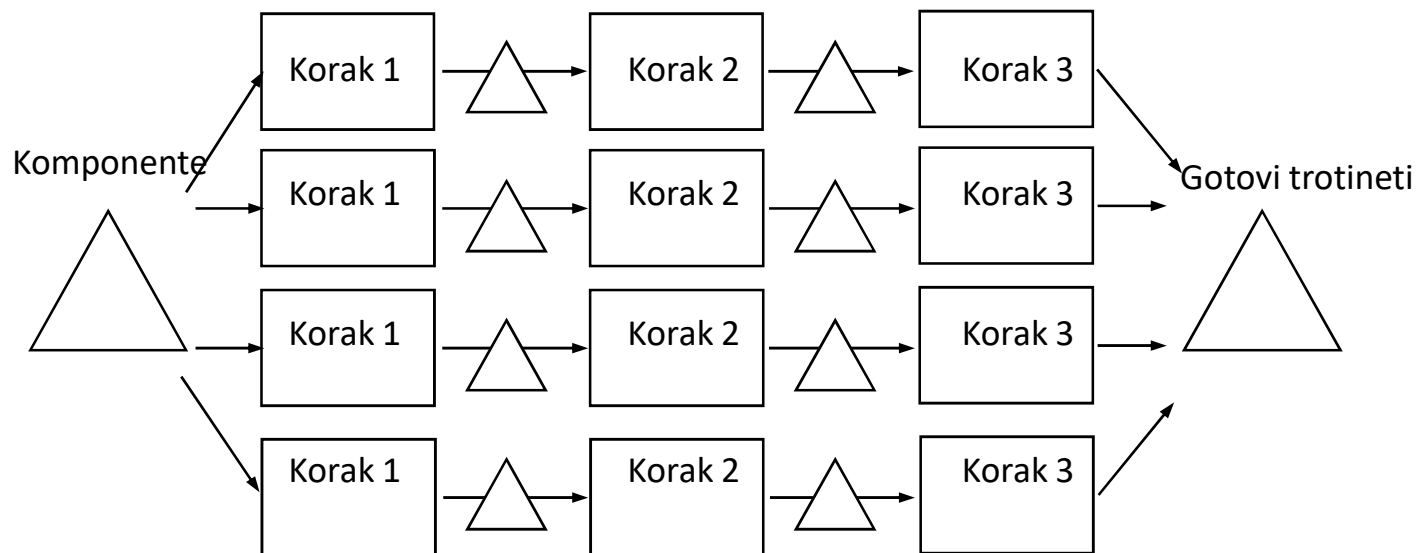
Korak	K1	K2	K3
Vreme	13 (780s)	11 (660s)	8 (480s)

Kapacitet: 161,5 kom/ned

Linija posle uravnoteženja

Korak	K1	K2	K3
Vreme	623s	602s	665s

Kapacitet: 189,5 kom/ned



Povećanje broja izvršilaca

Linija pre uravnoteženja

Korak	K1	K2	K3
Vreme	13 (780s)	11 (660s)	8 (480s)

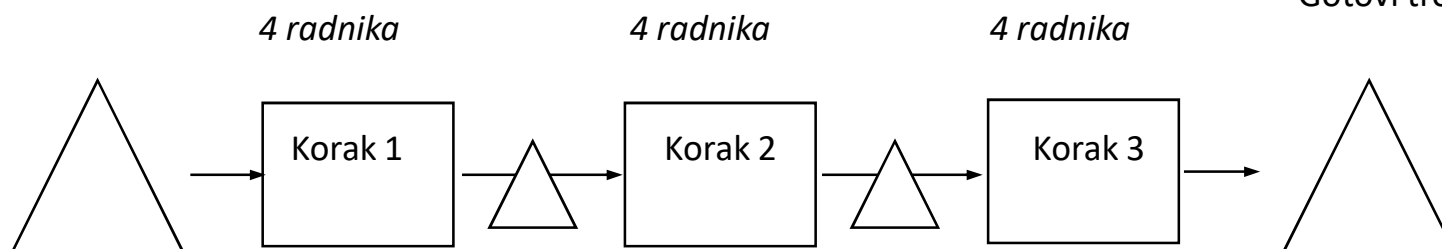
Kapacitet: 161,5 kom/ned

Linija posle uravnoteženja

Korak	K1	K2	K3
Vreme	623s	602s	665s

Kapacitet: 189,5 kom/ned

Komponente



Dalja specijalizacija posla

Linija pre uravnoteženja

Korak	K1	K2	K3
Vreme	13 (780s)	11 (660s)	8 (480s)

Kapacitet: 161,5 kom/ned

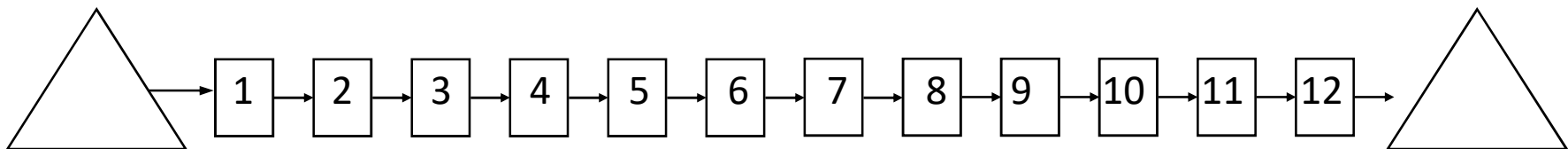
Linija posle uravnoteženja

Korak	K1	K2	K3
Vreme	623s	602s	665s

Kapacitet: 189,5 kom/ned

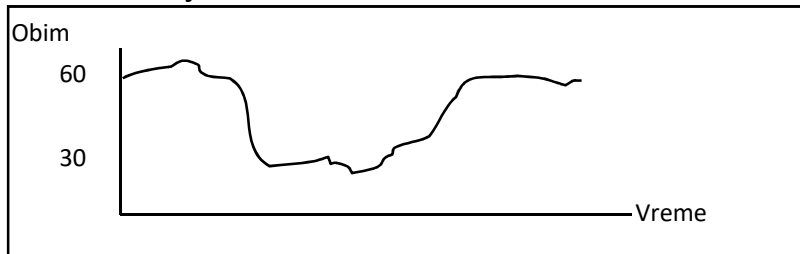
Komponente

Gotovi trotineti

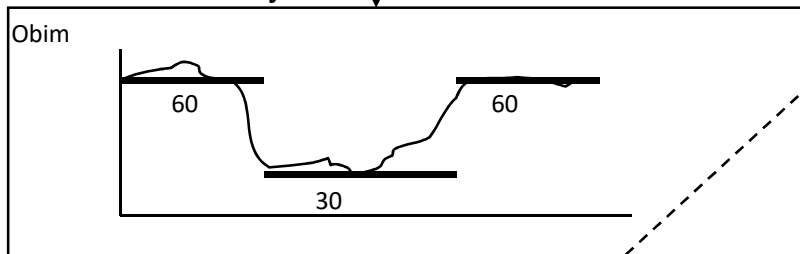


Fleksibilnost obima

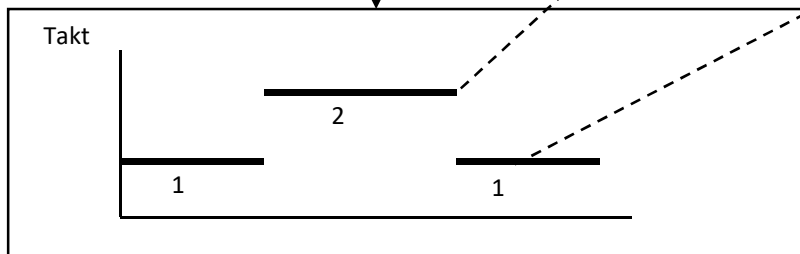
Stvarna tražnja



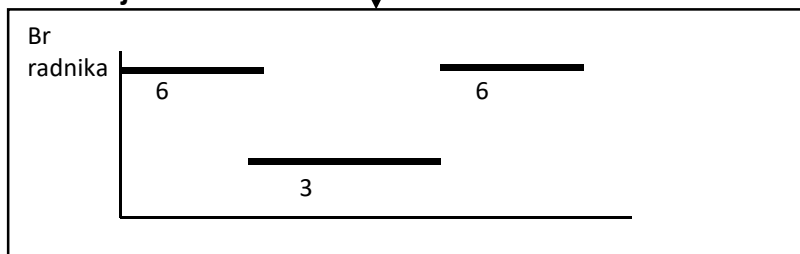
Uravnotežena tražnja



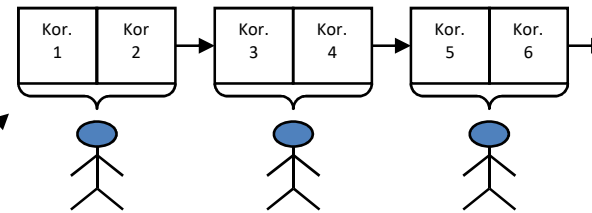
Takt *



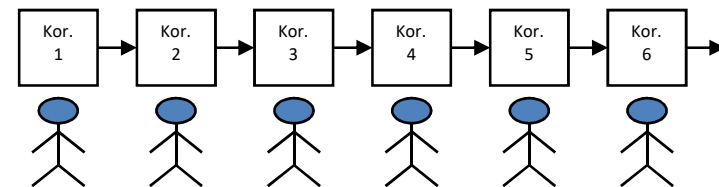
Planiranje resursa



Takt 2 minuta



Takt 1 minut



Fleksibilnost obima

Mogućnost da se prilagodimo promenljivoj tražnji

Često se ostvaruje kroz privremenu radnu snagu

Održava prosečnu iskorišćenost rada visokom

Šta kada ima više različitih jedinica toka?

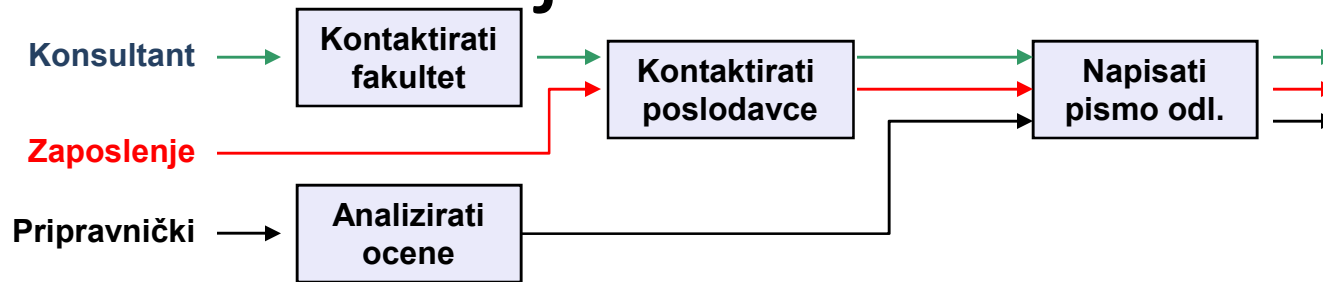
1. Za svaki resurs izračunati broj minuta koji je na raspolaganju
2. Napraviti dijagram toka, prikazujući kako se jedinice toka kreću kroz proces
3. Napraviti tabelu koja prikazuje koliko vremena svaka jedinica toka troši na svakom od resursa (radno opterećenje)
4. Sabrati opterećenja na svakom resursu za svaku jedinicu toka
5. Izračunati podrazumevano iskorišćenje kapaciteta:

$$\text{podrazumevano iskorišćenje kapaciteta} = \frac{\text{rezultat koraka 3}}{\text{rezultat koraka 1}}$$

Resurs sa najvećim podrazumevanim iskorišćenjem kapaciteta je usko grlo

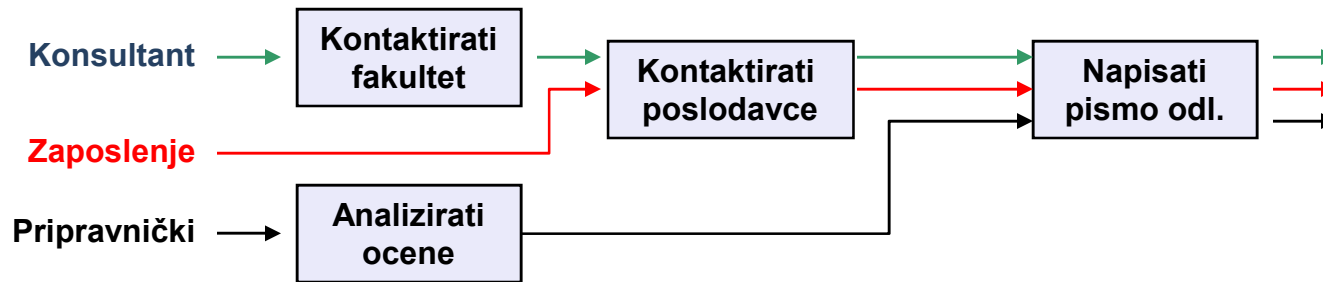
Napomena: usko grlo se može pronaći i računanjem kapaciteta za svaki korak u procesu, a zatim deljenjem tražnje za tim resursom sa njegovim kapacitetom

Analiza procesa sa više različitih jedinica toka



- Treba obraditi tri tipa aplikacije: “konsultacije”, “zaposlenje” i “pripravnički staž”
- Postoji red čekanja/zalihe ispred svakog resursa/zadatka (nisu prikazani na slici)
- Svaka aplikacija ima svoju putanju kroz proces, i nije obavezno da prođe kroz sve aktivnosti u procesu.

Definisanje zajedničke jedinice toka



- Definirati zajedničku jedinicu toka tako da se:
 - (1) Kapacitet svakog zadatka može izraziti kao broj jedinica toka u jedinici vremena.
 - (2) Tražnja može izraziti u broju jedinica toka
- Intuitivan i prirodan način je definirati “aplikaciju” kao jedinicu toka:
 - Ako je “aplikacija” jedinica toka ...
 - Kapacitet svakog zadatka treba definirati kao “broj aplikacija u jedinici vremena”.
 - Tražnju treba izraziti kao “broj aplikacija u jedinici vremena”

Tražnja i kapacitet

- Tražnja (data):

	Apl. na sat
Konsultant	3
Zaposlenje	11
Pripravnički	4

- Broj radnika i vreme aktivnosti (dato), i proračun kapaciteta:

		Kontaktirati fakultet	Kontaktirati poslodavce	Analizirati ocene	Napisati pismo odl.
Br radnika	(a)	2	3	2	1
Vreme (min/ap)	(b)	20	15	8	2

Proračun					
Kap po rad (ap/min)	(c = 1/b)	0,05	0,07	0,13	0,50
Kap zad (ap/min)	(d = a*c)	0,10	0,20	0,25	0,50
Kap zad (ap/h)	(d*60)	6	12	15	30

Proračun podrazumevanog korišćenja kapaciteta

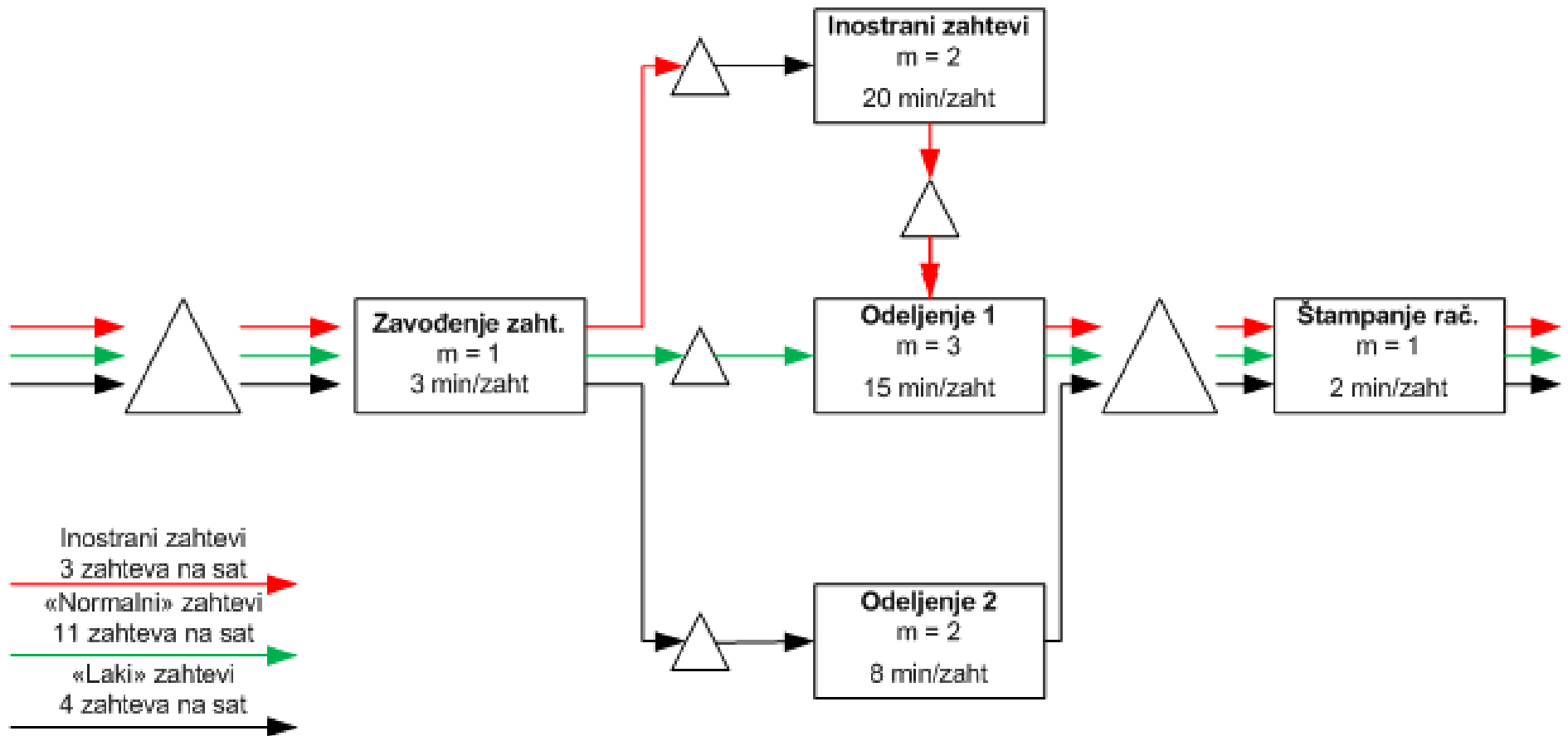
- Utvrditi ukupne zahteve:
 - Na primer, “Kontaktirati poslodavce” dobija 14 ap/h.
- Podrazumevani stepen korišćenja kapaciteta je odnos tražnje za zadatkom i njegovog kapaciteta.
- Zadatak sa najvećim podrazumevanim stepenom korišćenja kapaciteta je usko grlo.

	Kontaktirati fakultet	Kontaktirati poslodavce	Analizirati ocene	Napisati pismo odl.
Konsultant tražnja (ap/h)	3	3	0	3
Zaposlenje tražnja (ap/h)	0	11	0	11
Pripravnički tražnja (ap/h)	0	0	4	4

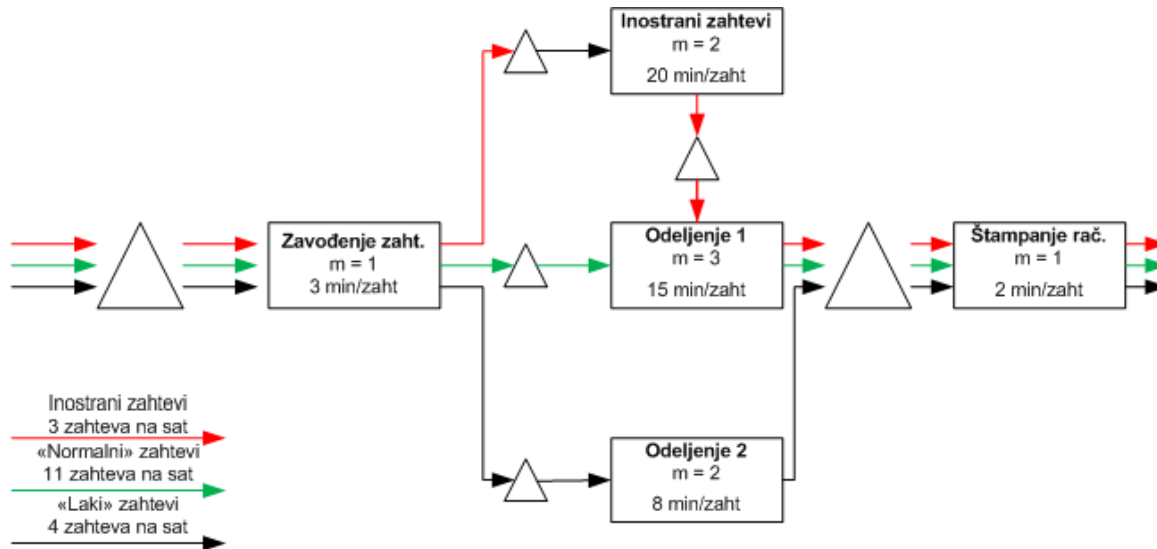
Proračun

Uku. tražnja (ap/h)	(a)	3	14	4	18
Kap zadatka (ap/h)	(b)	6	12	15	30
Podr. KK	(a/b)	50%	117%	27%	60%

Šta kada ima više različitih jedinica toka? – Poreska služba

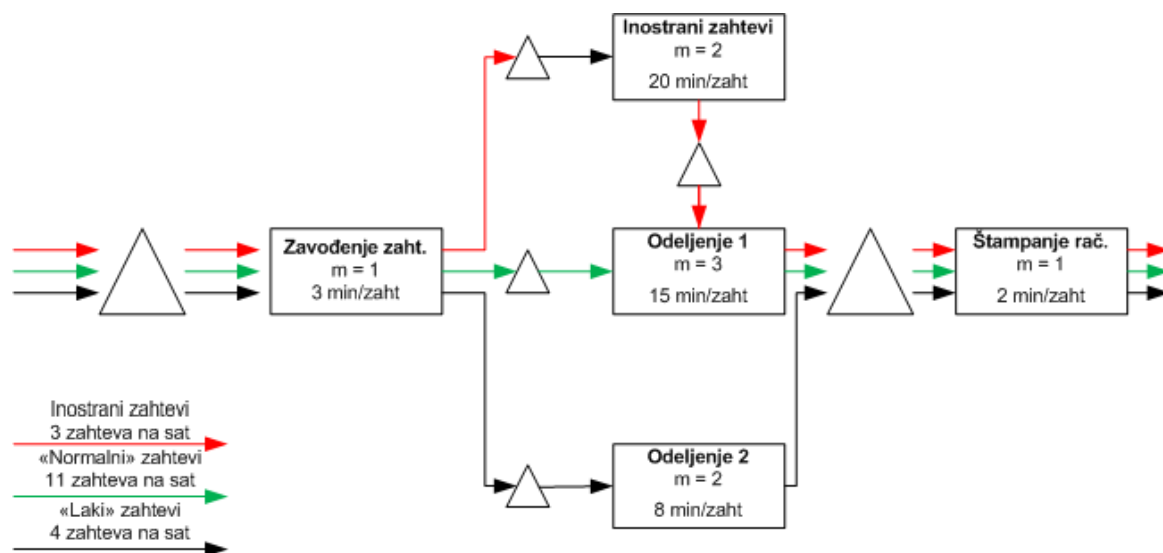


Šta kada ima više različitih jedinica toka? – Poreska služba



Resursi	Kapacitet	Tražnja ino	Tražnja nor	Tražnja laki	Ukupno	Podr kapac
Zavođenje	$1/3 = 20$	3	11	4	18	18/20
Ino zahtevi	$2/20 = 6$	3	-	-	3	3/6
Odeljenje 1	$3/15 = 12$	3	11	-	14	14/12
Odeljenje 2	$2/8 = 15$	-	-	4	4	4/15
Štampanje	$1/2 = 30$	3	11	4	18	18/30

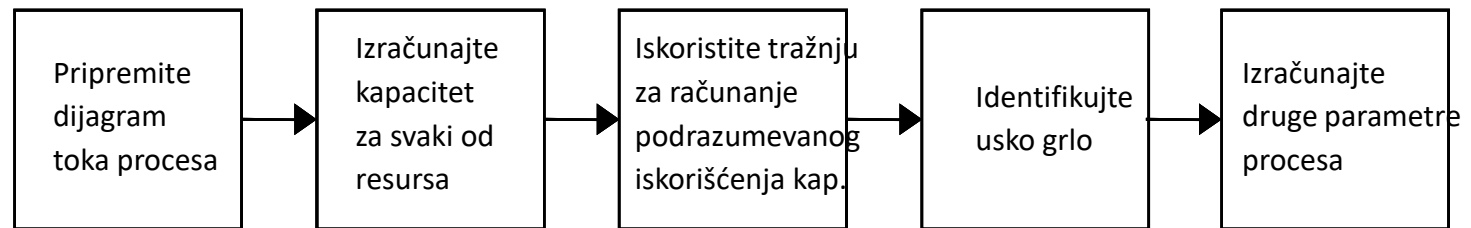
Šta kada ima više različitih jedinica toka? – Poreska služba



Ovaj način je fleksibilniji (iako je prvi intuitivniji) jer se može koristiti u slučajevima kada različite jedinice toka imaju različita vremena obrade, i u tom slučaju se kao jedinica toka uzima 1 minut!

Resursi	Rasp vreme	T ino	T nor	T laki	Ukupno	Podr kapac
Zavođenje	60	3 x 3	11 x 3	4 x 3	54	54/60
Ino zahtevi	120	3 x 20	-	-	60	60/120
Odeljenje 1	180	3 x 15	11 x 15	-	210	210/180
Odeljenje 2	120	-	-	4 x 8	32	32/120
Štampanje	60	3 x 2	11 x 2	4 x 2	36	36/60

Analiza procesa – rezime



Napomene u vezi sa višestrukim jedinicama toka

Koristiti različite boje za različite jedinice toka

Kapaciteti mogu biti različiti u zavisnosti od tipa proizvoda

Izračunati opterećenje za sve tipove proizvoda

Korak sa najvećim podraz. iskorišćenjem

- U procesu koji se sastoji od niza koraka:
 - Kapacitet uskog grla definiše maksimalnu brzinu toka (ritam) čitavog procesa.
- Dodavanje kapaciteta na uskom grlu će povećati kapacitet čitavog procesa, ali može dovesti do toga da se usko grlo pojavi na nekom drugom mestu.
- Uravnoteženje linije (npr., premeštanje aktivnosti sa uskog grla na neki drugi resurs) može povećati kapacitet čitavog procesa bez dodavanja resursa.
- Integracija posla poboljšava uravnoteženost linije.
- Podrazumevani stepen korišćenja kapaciteta se može izračunati čak i kada kroz proces prolazi više različitih jedinica toka.

Pitanja

