



UNAPREDJENJE KVALITETA POSLOVNIH PROCESA – LEAN 6 SIGMA

Prof. dr Ivan Mihajlović, imihajlovic@mas.bg.ac.rs, kabinet: 401

Asistent Nemanja Janev, nemanja.janev998@gmail.com, kabinet: xxx

Univerzitet u Beogradu - Mašinski fakultet u Beogradu



Raspored poena

- Projekat: 30 poena
 - Kolokvijum i odbrana projekta u 6. terminu (16. januar 2023.)
- Kolokvijum/Završni ispit: max 70 poena
- Potrebno poena za ocenu 6 (šest): 51 poena



Sadržaj predmeta

- **LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD**
- LEAN SINHRONIZACIJA I ISKORIŠĆENJE KAPACITETA
- KONTROLA KVALITETA U PROIZVODNJI I 6 SIGMA KONCEPT
- LEAN 6 SIGMA
- DIZAJN EKSPERIMENTA



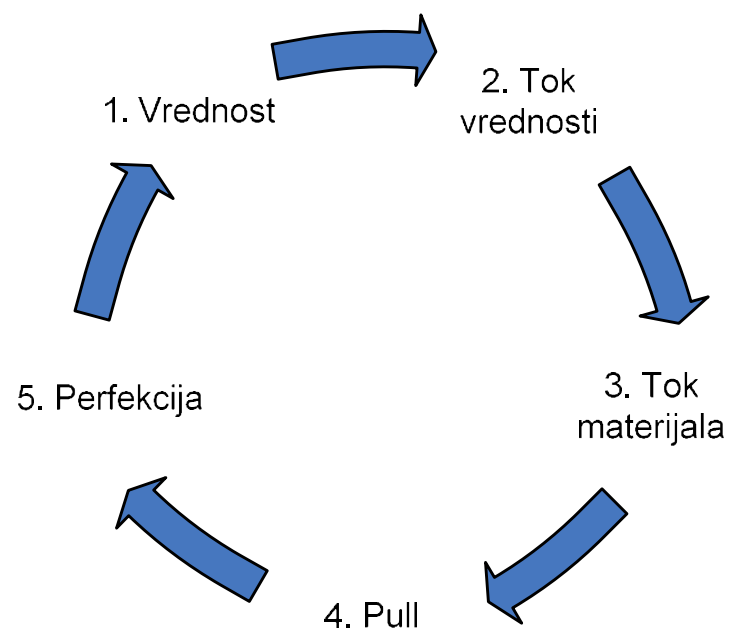
LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

- Značenje termina LEAN
- VREDNOST
 - *vrednost je definisana kao ono za šta je kupac spreman da plati a gubitak je svaka aktivnost koja ne dodaje novu vrednost proizvodu*
- Tok vrednosti i tok materijala
- LEAN i JiT – Sinhronizovana proizvodnja



LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

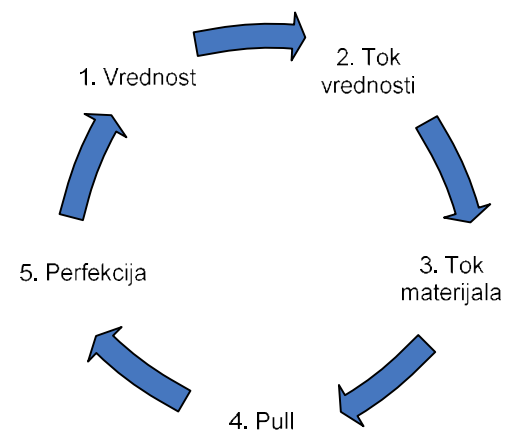
- Pet ključnih principa u LEAN konceptu:





LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

- Tehnike i alati Lean-koncepta, koji se koriste za postizanja navedenih 5 lean principa su:
 - Mapiranje i analiza toka vrednosti,
 - 7 Gubitaka,
 - 5S,
 - TPM,
 - SMED,
 - JIT - Kanban,
 - Kaizen.

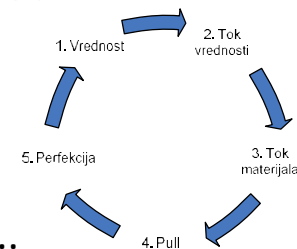




LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Mapiranje i analiza toka vrednosti

- Potrebno je **identifikovati vrednost u proizvodu**, ali i u procesu proizvodnje, na takav način da se minimizira mogućnost nastajanja novih gubitaka, kao i iznos ostvarenih gubitaka proizvodnje, koje je nemoguće izbeći.
- Fokusiranje na vrednosti je u smislu onoga za šta je kupac spreman da da svoj novac.
- Tok vrednosti predstavlja celokupni proces stvaranja proizvoda. On počinje kao plan proizvodje a završava se kao isporuka finalnih proizvoda krajnjim korisnicima - kupcima. Svaki stadijum kroz koji proizvod prolazi trebao bi dodavati vrednost proizvodu, iako često to nije slučaj u praksi.
- Kako bi se uradila analiza toka vrednosti sprovodi se tzv. **mapiranje toka vrednosti**, koje pomaže identifikaciji aktivnosti dodavanja ili ne dodavanja vrednosti (odnosno gubitaka), npr:
 - **Aktivnosti dodavanja vrednosti:** Mašinska obrada, Proizvodnja, Farbanje, Sklapanje,
 - **Aktivnosti koje izazivaju gubitke:** Sortiranje i klasifikacija, Zalihe, Kretanje (Transport),

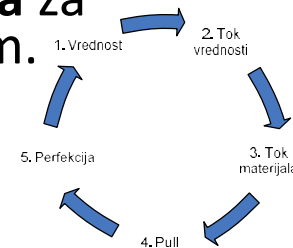




LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Mapiranje i analiza toka vrednosti

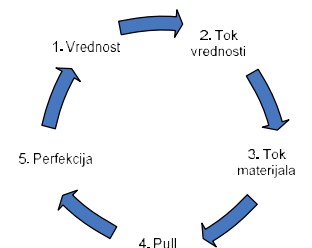
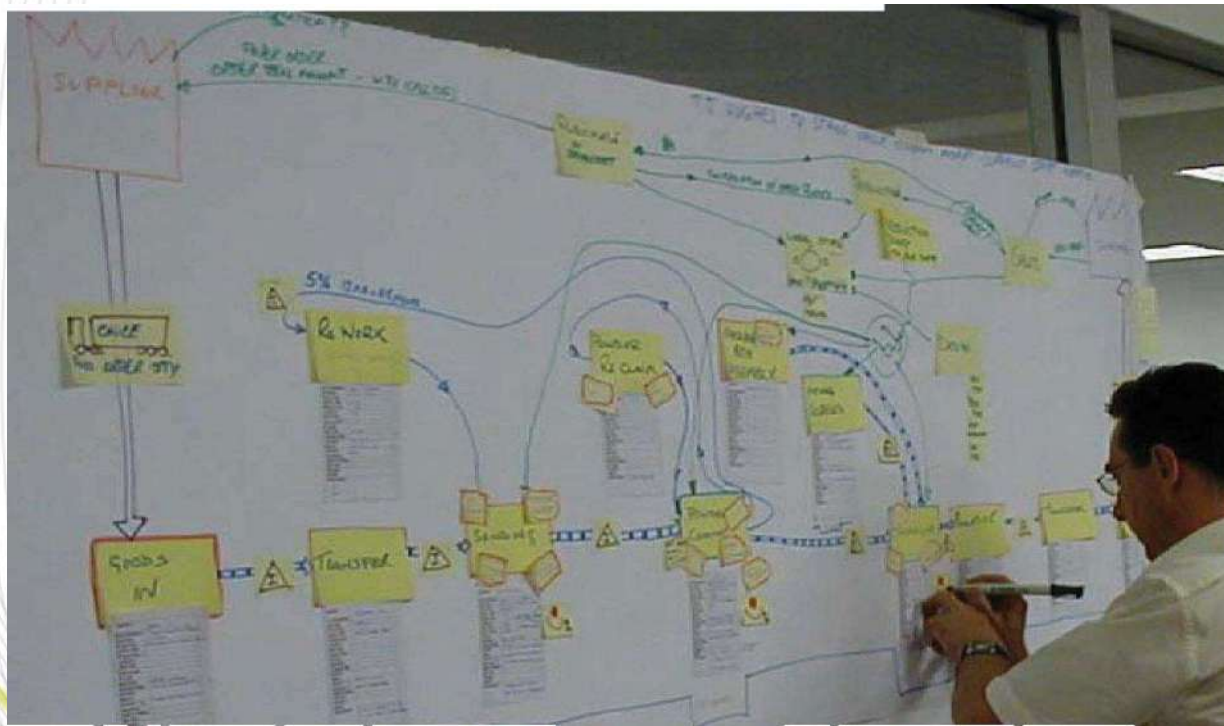
- **Mapiranje tehnološkog/proizvodnog procesa** podrazumeva izradu dijagrama koji opisuje proces. Postoji mnogo različitih formata «mapa» sa različitim setom simbola i oznaka.
- **Mapiranje toka vrednosti** je zapravo u suštini isti koncept, osim što se ovde pored fizičkog predstavljanja redosleda operacija, analizira odnos troškova tih operacija i vrednosti proizvoda nakon njih. Na taj način, analizira se da li operacije uvećavaju vrednost finalnom proizvodu ili dovode do gubitaka.
- Prvi stadijum u Mapiranju Toka Vrednosti je priprema mape trenutnog stanja (**Current State Map**). Od informacija sa mape trenutnog stanja može se pripremiti mapa budućeg stanja (**Future State Map**), na kojoj su gubici minimizirani i eliminisane aktivnosti koje ne dodaju vrednost, u odnosu na mapu trenutnog stanja. Treći, najvažniji stadijum, je **preduzimanje akcija** za promenu proizvodnog procesa iz trenutnog do stanja što bližeg željenom.





LEAN/RESURSNNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Mapiranje i analiza toka vrednosti

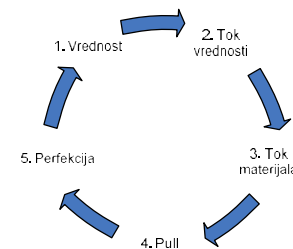




LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Tok materijala

- Idealan slučaj: ***Tok vrednosti = Tok materijala***
- Optimizacija pri planiranju toka materijala - kod novog procesa ili produkta (kroz optimizaciju Layout –a i aktivnosti Operativnog planiranja).
- U metodama analize postojećeg toka materijala: dostupnost materijala, operatera, alata i mašina su kritični za uspeh.
- Ovo zahteva da svaki operater može da obavlja veći broj zadataka u okviru tima, mašine se moraju održavati tako da su 100% dostupne, i operacije moraju biti dizajnirane tako da komadima sa defektom nije dozvoljeno da pređu na naredni stadijum procesa.
- Kako bi se to ostvarilo, razvijeni su i *Alati toka materijala*.

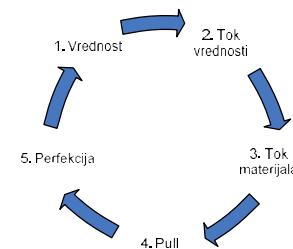




LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Tok materijala

- Neki od ***Alata optimizacije toka materijala*** su:
 - **Just in Time (JIT)** – pravovremena proizvodnja (Kanban kao početna varijanta i Sinhronizovana proizvodnja – koja je suštinski element Lean koncepta);
 - **Poka - Yoke**, takođe poznat i kao Dokazivanje Greške, je tehnika razvijena da smanji mogućnost da neispravni materijal/deo pređe u sledeći stadijum procesa. Takođe, ova metoda podrezumeva i izradu delova, koji se sklapanjem ugrađuju u finalni proizvod, na takav način de se onemogućiti ili umanjiti mogućnost za grešku prilikom njihove ugradnje.
 - **TPM (Total Preventive Maintenance)** – totalno preventivno održavanje, je filozofija održavanja gde se za sve mašine potrebne u procesu meri dostupnost, performanse i iskorišćenje. Ovaj pristup ima za cilj razvoj preventivnog a ne reaktivnog održavanja.

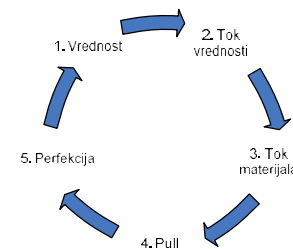




LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Tok materijala

- Neki od ***Alata optimizacije toka materijala*** su:
 - **SMED (Single Minute Exchange od Dies)** – brza izmena alata, je neophodno za obezbeđivanje glatkog toka materijala kada se različiti delovi proizvoda obrađuju na istoj mašini. Ovo je alat koji je razvijen kako bi se na istoj mašini mogli obrađivati različiti elementi proizvoda a da pri tome period prilagođavanja same mašine traje manje od jednog minuta.
 - **Heijunka**, primenom ovog koncepta se zalihe gotovih proizvoda smanjuju tako da kupci dobijaju svoje proizvode kada su im potrebni. Na primer, kupčeva nedeljna potreba za različitim tipovima proizvoda može biti razložena na raspored proizvodnje i isporuke mešanih tipova proizvoda, svakog dana. Time se ne isporučuje cela narudžbina na kraju nedelje, već se delovi narudžbine isporučuju svakog dana. Ovo smanjuje zalihe i povećava fleksibilnost proizvodnje.

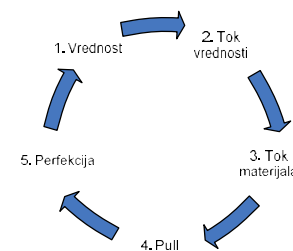




LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Tok materijala

- Neki od ***Alata optimizacije toka materijala*** su:
 - **Takt time – takt proizvodnje**, ima za cilj usaglašavanje brzine proizvodnje sa brzinom prodaje. Dobija se usklađivanjem broja proizvoda prodatih na sat (ili jedinicu vremena) sa brojem proizvoda koji se proizvode u jednom satu.
 - Broj proizvoda koji se proizvode u jednom satu se dobijaju ukoliko se ukupna planirana dnevna proizvodnja podeli sa iznosom raspoloživog proizvodnog vremena u radnom danu.
 - Takt vreme mora se prilagoditi da odgovara brzini prodaje tako da su postignuti zahtevi kupaca ali i izbegnuta preterana proizvodnja.

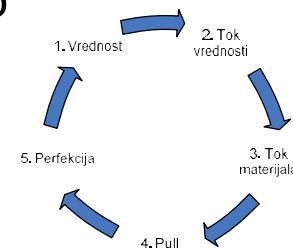




LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Pull

- Lean organizacija mora biti organizovana tako da se proizvode samo produkti koje kupac želi i to onda kada ih želi, što predstavlja takozvani **Pull** sistem.
- Ovde su proizvodne operacije dizajnirane da «vuku» proizvod kroz proces, a ne da se sirovine «guraju» (**Push**) u proces.
- Idealna solucija bi bila proizvoditi novi produkt samo onda kada je već gotov produkt iste vrste prodat, ali je ovo često nemoguće ostvariti, te se obično zahteva formiranje vremenskog rasporeda proizvodnje, na osnovu narudžbina kupaca.
- Pull koncept smanjuje količinu zaliha ulaznih sirovina - repromaterijala, zaliha materijala u toku samog procesa rada (poluproizvoda) i kao veoma značajno, zalihi gotovih proizvoda.
- Osnovni alat Pull metoda proizvodnje je **KANBAN**. Kanban se može opisati kao signalna karta proizvodnog sistema.

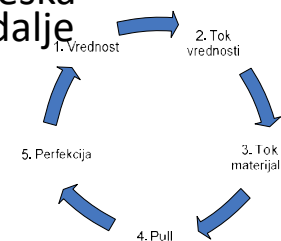




LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Perfekcija

- **Perfekcija** je filozofija koja tvrdi da se dalja unapređenja uvek mogu činiti. I nakon svake aktivnosti uklanjanja gubitaka uvek će preostati neki elementi gubitaka u operacijama, te je pristup perfekciji u angažovanju radne snage da kontinualno unapredi način rada kako bi se uklonili i preostali gubici. Sama perfekcija takođe ima određene alate. Alati Perfekcije su:
 - **Kaizen**, koji je takođe poznat i kao *Kontinualno unapređenje*. U Kaizen-u se na procesu čine male izmene i mala unapređenja, sa težnjom da se one vrše redovno. Kod ove metode se teži da učinjene izmene ne budu skupe i da unapređenja budu mala, ali kako ona zahtevaju samo mali iznos investicija, mogu se često ponavljati i praćene su smanjenim investicionim rizikom.
 - **Kaikaku**, koji se obično sa japanskog prevodi kao Radikalno ili Sveukupno unapređenje. Ova metoda je sušta suprotnost Kaizen metode. Kaikaku je primena kompleksne izmene u procesu koji generalno može da dovede do većeg unapređenja performansi. Radikalne promene, ipak, dovode i do većih elemenata troškova, te se ne vrše često kao male izmene u Kaizen-u i njihov rizik je veći. Naime, ukoliko se učini pogrešna procena ili pogrešno planiranje promena, greške kod radikalnih promena mogu dovesti do bankrota kompanije. Ukoliko se pojavi greška kao posledica Kaizen unapređenja, ona najčešće nije toliko velika da bi značajno ugrozila dalje poslovanje kompanije.





LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

- **Metod 7 gubitaka :**

- **Transport**, kao aktivnost koja u svakom slučaju ne uvećava vrednost proizvodu, ali je neophodna. Cilj je da se izvrši njegova optimizacija, kako unutrašnjeg tako i spoljašnjeg transporta, te da se izbegne mogućnost da se materijal ili proizvodi pomeraju više nego što je to zaista potrebno.
- **Zalihe**, su proizvodi/materijali koji čekaju da se na njima dogodi dalja akcija ili da se dogodi naručivanje materijala. Ovo se najčešće javlja kod sistema «zaliha-potraživanje=push». Cilj je izvršiti optimizaciju nivoa zaliha prema realnim uslovima poslovanja.
- **Kretanje**, nepotrebno kretanje ljudi, na primer ako su rastojanja između radnih mesta velika, višestruko uzimanje istog komada ili potreba za čestim pružanjem ruku da bi se dohvatio materijal ili alat. Kretanje se optimizira analizom rasporeda radnih mesta i adekvatnom alokacijom.
- **Čekanje**, ljudi koji čekaju da se proces završi ili da materijal stigne do radnog mesta. Pravilnom optimizacijom redosleda radnih operacija i terminiranjem, čekanje se smanjuje na najmanju moguću meru.
- **Neadekvatna obrada**, aktivnosti koje se rade na materijalu/proizvodu a ne dodaju vrednost, primer je korišćenje vrlo preciznog komada alata za operaciju koja ne zahteva takvu preciznost i obratno, korišćenje nepreciznog alata onda kada je neophodno uraditi precizne zahvate na predmetu rada.



LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

- **Metod 7 gubitaka :**

- **Defekti/Popravka**, izrada proizvoda koji nisu pogodni za prodaju, ili zahtevaju popravku da bi dostigli zahtevani nivo standarda, pri čemu je ovde standard uska definicija kvaliteta. U svakom slučaju, ponekad je moguće ispraviti nastali defekat na proizvodu a ponekad nije. I jedna i druga okolnost dovodi do uvećanja troškova, odnosno do gubitaka.
- **Hiperprodukcija**, proizvodnja proizvoda koji nisu naručeni ili preterana proizvodnja. Ovo je upravo najveći od svih navedenih gubitaka, jer uključuje neke od elemenata svih ostalih gubitaka. Zastupnici Lean koncepta upravo smatraju da je hiperprodukcija najbrži put ka uništenju PPS-a. Iz tog razloga, Lean koncept podrazumeva JiT mnogo više nego MRP način poslovanja.



LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

- **Alat 5S:**

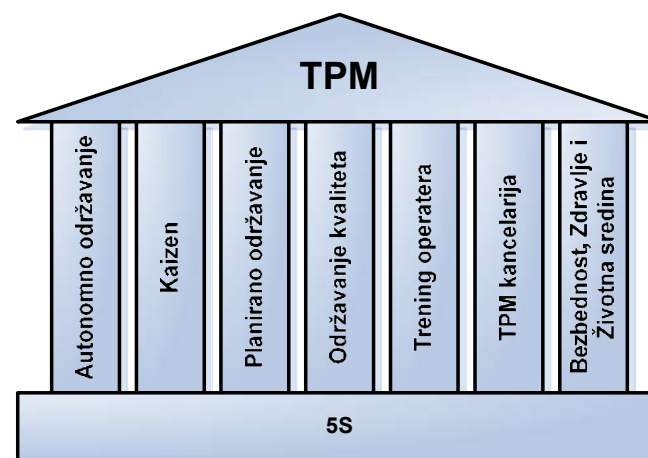
- **Sortiranje** «Seiri» ima za cilj da sa radnog mesta ukloni ono što nije potrebno, kao što su suvišni alati, materijali i delovi, kao i da identifikuje koji su predmeti realno potrebni za vršenje operacija na svakom radnom mestu.
- **Sređivanje** «Seiton» se odnosi na potrebne materijale, komponente i alate, koji se uređuju na takav način da im operator može lako pristupiti. Kao primer ovog metoda je tabla za alate, najčešće smeštena na zid radionice, na kojoj svaki alat ima svoje obeleženo mesto i lako se locira. Dodatno, kad postoji prazno mesto na tabli lako je identifikovati nedostajući alat.
- **Čišćenje** «Seiso» pomoću koga se radno mesto održava čistim tako da je bezbedno da operatori rade i kreću se. Ovo takođe utiče na produktivnost jer što je lakše operaterima da se kreću oni brže završavaju svoje zadatke.
- **Standardizacija** «Seiketsu» formalizuje prethodne aktivnosti u standarde tako da svi operateri, na sličnim radnim mestima, moraju postići iste ili približne rezultate. Primena ovoga obezbediće da svako radno mesto bude organizovano i čisto.
- **Nastavi** «Shitsuke» ova tehnika obezbeđuje da 5S aktivnosti postanu redovna praksa u organizacionoj kulturi. Usmerava radnu snagu da ostane fokusirana na 5S aktivnosti u redovnim intervalima vremena, obično svakog dana. Da bi se održala doslednost, mere se pokazatelji kojima bi se obezbedilo da su svi zaposleni uključeni i informisani u trenutni napredak na ovom polju.



LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

- **Total Preventive Maintenance (TPM)** , pet ciljeva:

- Poboľjšati efikasnost opreme,
- Svo osoblje obučiti za održavanje mašina,
- Omogućiti da održavanje izvodi svo osoblje,
- Planirati aktivnosti održavanja unapred,
- Imati za cilj olakšano održavanja još u fazi dizajniranja mašina i opreme, sa minimalnim potrebama rada na održavanju.



TPM struktura:



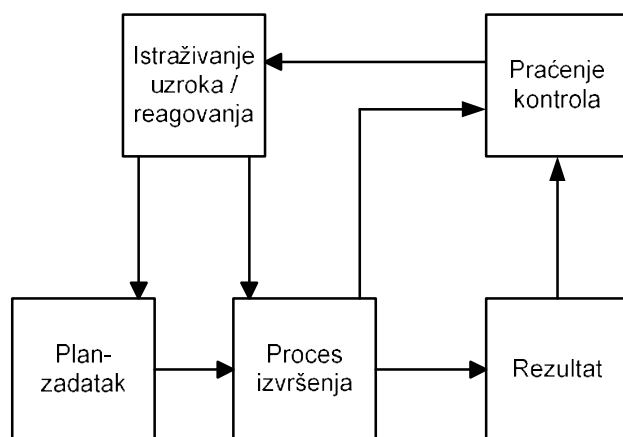
LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

- **Single Minute Exchange of Dies (SMED)**, sistem:
- Ovaj sistem je razvio Shigao Shingo u Japanu i detaljno ga opisao u svojoj knjizi štampanoj još 1985. SMED nije samo Lean alat, može se koristiti za smanjenje vremena zamene alata u većini proizvodnih sistema.
- Termin «single minute» u nazivu metode, ne znači da se delovi uvek menjaju u vremenu manjem od minute, već se odnosi na fokus u cilju smanjenja vremena gde god je to moguće na najmanju moguću meru, najčešće manje od deset minuta.
- Postoje tri osnovne komponente SMED-a:
 - Identifikovati koje se akcije zamene delova mogu odvijati dalje od mašine, ili na mašini u toku rada, a koje se moraju obavljati dok mašina stoji, koje je Shingo označio kao spoljašnje i unutrašnje podešavanje.
 - Redizajnirati sistem tako da se omogući da se više aktivnosti odvija dok mašina radi, odnosno u toku rada mašine.
 - Minimiziranje vremena potrebnog za odvijanje unutrašnjih podešavanja, koje se odvijaju dok proizvodnja stoji.
- Da bi se izmerio iznos napredka primenom SMED sistema, vrše se merenja vremena zamene delova opreme pre i nakon primene ovog sistema.



LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

- **Lean koncept je nemoguće ostvariti bez uspostavljenog sistema kontrole procesa:**



Kibernetiski model organizacije



LEAN/RESURSNNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Lean Operativno planiranje i terminiranje - optimizacija toka materijala

- U literaturi se **operativni plan** uglavnom vezuje za planiranje neposrednih radnih aktivnosti vezano za mesto – lokaciju odvijanja,
- Dok se **termin plan** vezuje za redosled i vreme trajanja pojedinih radnih operacija kao i čitavog ciklusa proizvodnje.
- U suštini, nemoguće je razdvojiti operativni plan od termin plana
- Prema tome, u okviru operativnog planiranja i terminiranja, zadatke definisane godišnjim planom treba u okviru operativnog plana raspodeliti:
 - po pogonima, odeljenjima, radionicama, vodeći računa o tehnološkoj uslovljenosti pojedinih faza proizvodnje (što je suština operativnog planiranja),
 - prema rokovima završetka proizvoda, pridržavajući se pri tome preuzetih obaveza u pogledu planiranog roka isporuke ili potreba popunjavanja zaliha gotovih proizvoda (što je suština terminiranja).



LEAN/RESURSNNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Lean Operativno planiranje i terminiranje - optimizacija toka materijala

- Sadržaj operativnog plana, za svaki ciklus proizvodnje, obuhvata:
 - Razrađene proizvodne zadatke za svaki pogon, odeljenje, radionicu, do nivoa radnog mesta po količini i vrsti proizvoda ili delova proizvoda koje treba obraditi,
 - Rokove početka i završetka svih pojedinačnih elemenata proizvodnog zadatka,
 - Specifikaciju potreba po vrstama i količinama inputa: materijala, delova, poluproizvoda, energenata i drugo. Pri tome, treba imati u vidu već postojeće raspoložive zalihe,
 - Potrebe u radnoj snazi (po strukama i stepenu stručnosti) za pojedine pogone, odeljenja, radionice,
 - Plan za izvršenje radova na održavanju mašina sa rokovima i specifikacijama potreba u materijalu, radnoj snazi i ostalo. U tom pogledu potrebno je razlikovati plansko-preventivni i reaktivni vid održavanja proizvode opreme, jer svaki uslovljava drugačiji vid planiranja.
- Za uspešno terminiranje, prethodno je potrebno sastaviti:
 - plan opterećenja radnih mesta,
 - plan izvršenja zadataka po radnim nalogima.



LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Lean Operativno planiranje i terminiranje - optimizacija toka materijala

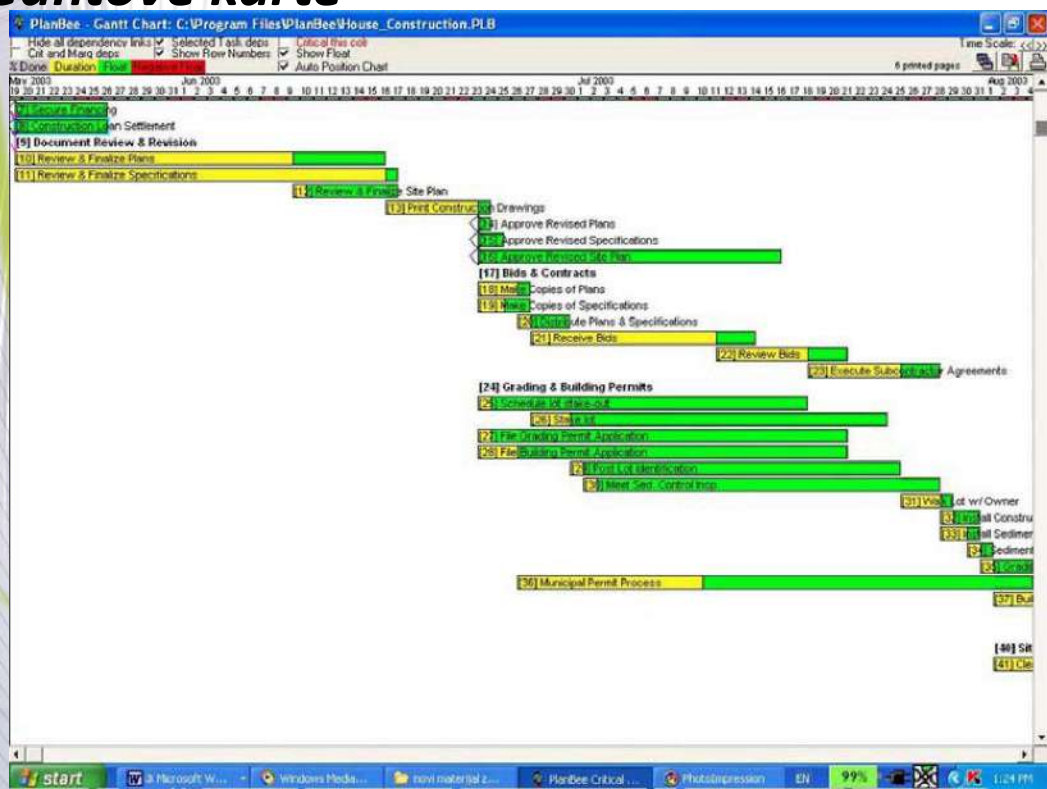
- Kao alati za operativno planiranje i terminiranje, koriste se brojni alati. Najčešće korišćeni alati su:
 - *Gantove karte*
 - *Metoda uravnotežavanja plana i ostvarenja – LOB*



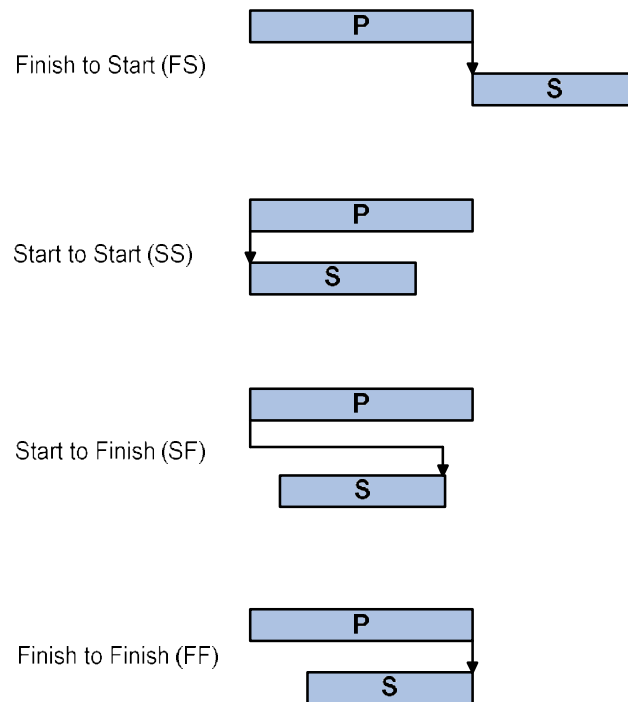
LEAN/RESURSNNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Lean Operativno planiranje i terminiranje - optimizacija toka materijala

- **Gantove karte**



Henry L. Gantt (1861-1919).





LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Lean Operativno planiranje i terminiranje - optimizacija toka materijala

- **Metoda uravnotežavanja plana i ostvarenja – LOB**

1941. godine razvila i primenila grupa stručnjaka u Goodyear Tire&Rubber kompaniji (SAD)

- Sama LOB-metoda predstavlja sintezu prilagođenih Gantt-ovih dijagrama i elemenata tehnike mrežnog planiranja.
- LOB metoda zahteva sledeći vid informacija:
 - **Raspored završetka** koji označava realno potrebnu količinu delova konačnih proizvoda koje treba isporučiti u određenom vremenskom intervalu (Tabela) .
 - Operacioni Program, koji u ovom slučaju zapravo predstavlja **dijagram vremenskih rokova**. To je grafički prikaz koji pokazuje vremenski rok i raspored aktivnosti u okviru različitih radnih operacija (Slika)



LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Lean Operativno planiranje i terminiranje - optimizacija toka materijala

- ***Metoda uravnotežavanja plana i ostvarenja – LOB***

Raspored završetaka	
Nedelja	Zahtev
0	0
1	12
2	14
3	8
4	6
5	10
6	12
7	14
8	16
9	18
10	22

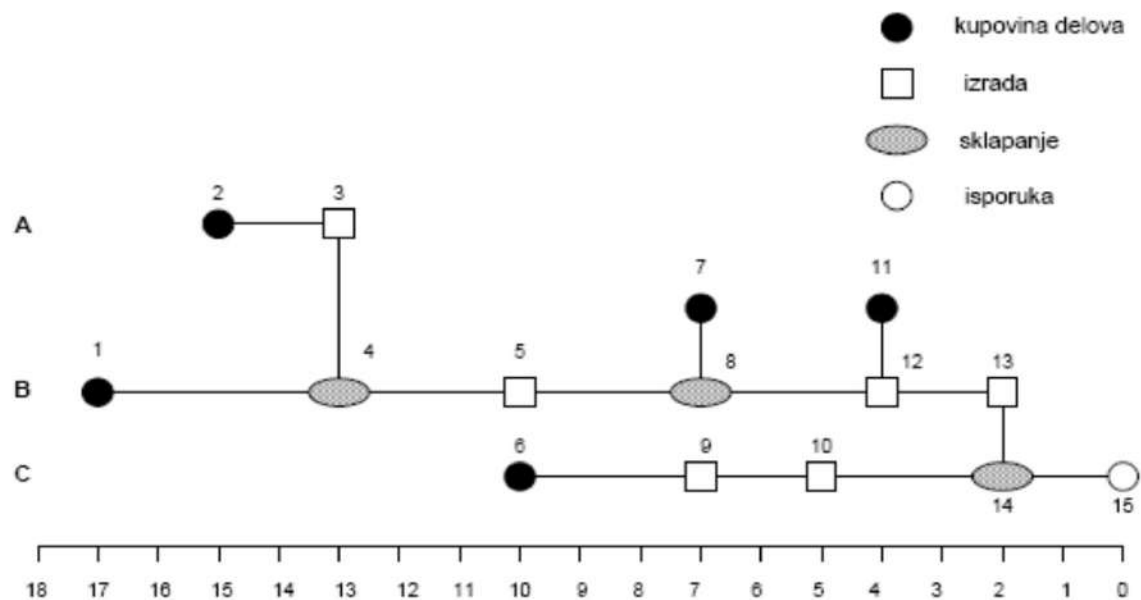
Planirani završetak proizvoda po radnim nedeljama, u komadima



LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Lean Operativno planiranje i terminiranje - optimizacija toka materijala

- **Metoda uravnotežavanja plana i ostvarenja – LOB**



Dijagram vremenskih rokova (zasnovan na BOM)



LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Lean Operativno planiranje i terminiranje - optimizacija toka materijala

- **Metoda uravnotežavanja plana i ostvarenja – LOB**

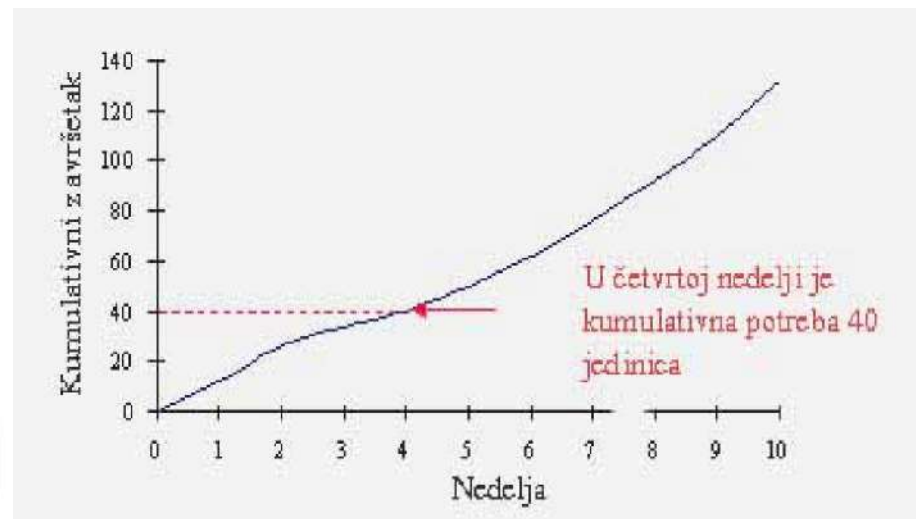
Nedelja	Potrebe	Kumulativni završetak
0	0	0
1	12	12
2	14	26
3	8	34
4	6	40
5	10	50
6	12	62
7	14	76
8	16	92
9	18	110
10	22	132

26=0+12+14

U četvrtoj nedelji potrebno je 6 nominalnih jedinica

U devetoj nedelji kumulativna potreba je 110 jedinica

Tabela kumulativnog završetka procesa



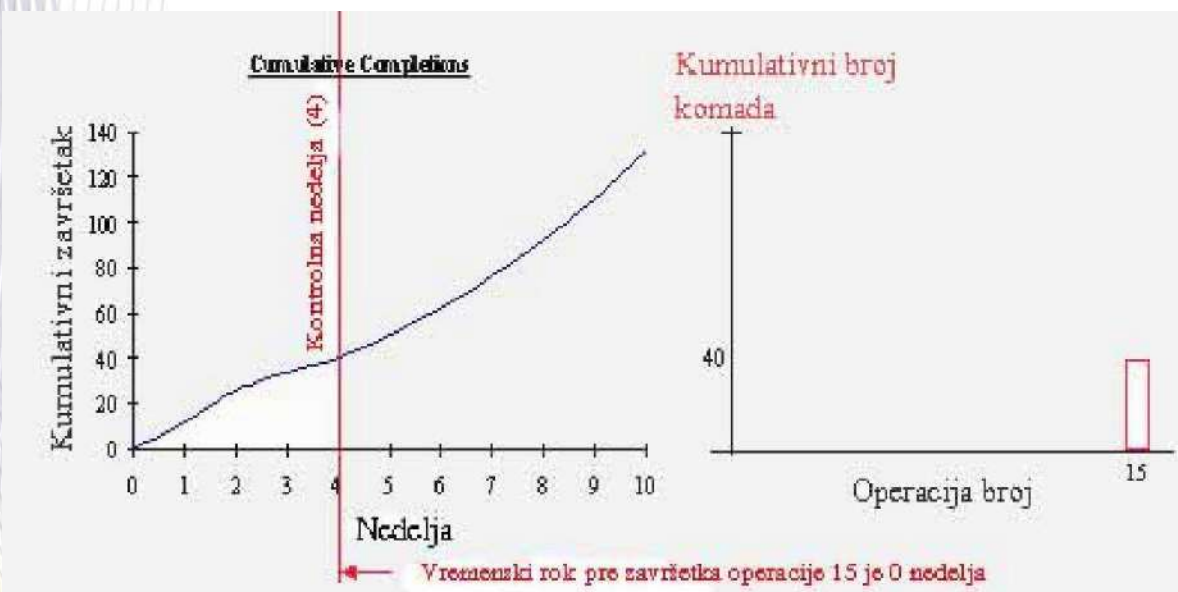
Grafik kumulativnog završetka procesa



LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Lean Operativno planiranje i terminiranje - optimizacija toka materijala

- **Metoda uravnotežavanja plana i ostvarenja – LOB**



Konstrukcija histograma operacije 15

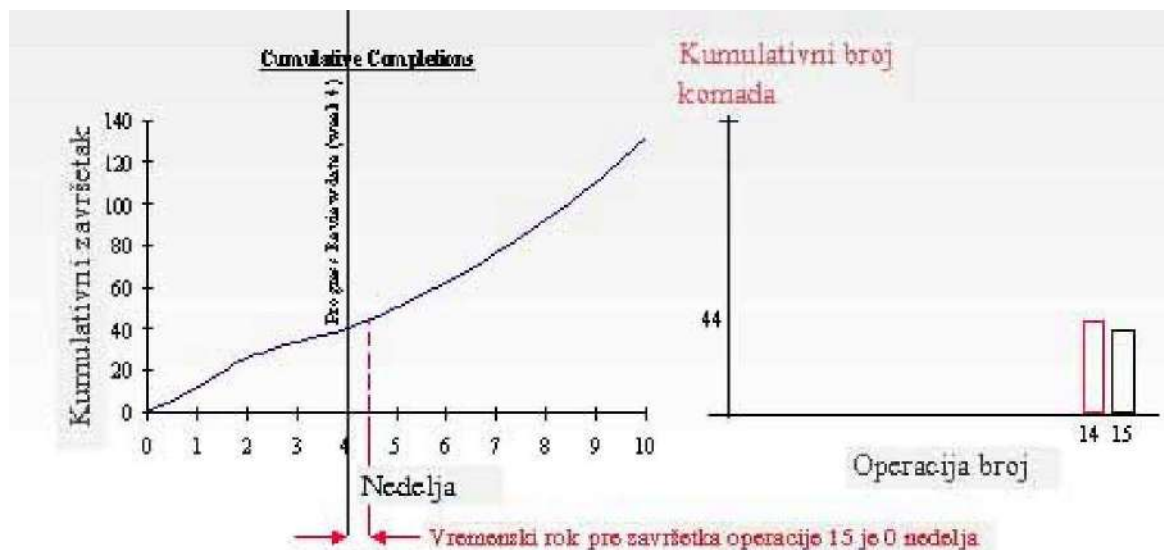
kumulativna tačka razmatranja = kontrolna nedelja + vremenski rok pre završetka = 4 + 0 = 4 nedelja



LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Lean Operativno planiranje i terminiranje - optimizacija toka materijala

- **Metoda uravnotežavanja plana i ostvarenja – LOB**



kumulativna tačka razmatranja = kontrolna nedelja + vremenski rok pre završetka = 4 + 0.4 = 4.4 nedelja



LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Lean Operativno planiranje i terminiranje - optimizacija toka materijala

- **Metoda uravnotežavanja plana i ostvarenja – LOB**

Proračun kumulativnog broja gotovih proizvoda za svaku od radnih operacija

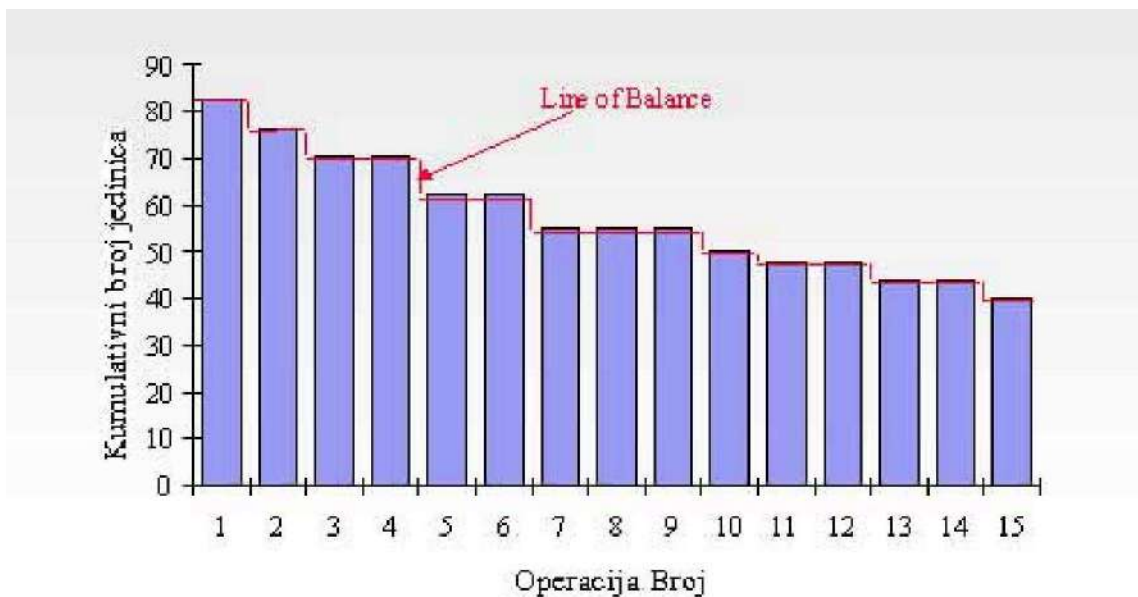
Oper. Broj	Vremenski rok pro završetka (dani)	Vremenski rok pro završetka (nedelje)	Kontrol. nedelja + (a)	Broj celih nedelj.	Kumulativni završetak (jedinice)	Započ. nedelja	Kumulativni završetak u započetoj nedelji	Ukupno završenih jedinica
		(a)			(b)		(c)	
1	17	3.4	7.4	7	76	8.0	0.4 * 16	82
2	15	3.0	7.0	7	76	8.0	0.0 * 16	76
3	13	2.6	6.6	6	62	7.0	0.6 * 14	70
4	13	2.6	6.6	6	62	7.0	0.6 * 14	70
5	10	2.0	6.0	6	62	7.0	0.0 * 14	62
6	10	2.0	6.0	6	62	7.0	0.0 * 14	62
7	7	1.4	5.4	5	50	6.0	0.4 * 12	55
8	7	1.4	5.4	5	50	6.0	0.4 * 12	55
9	7	1.4	5.4	5	50	6.0	0.4 * 12	55
10	5	1.0	5.0	5	50	6.0	0.0 * 12	50
11	4	0.8	4.8	4	40	5.0	0.8 * 10	48
12	4	0.8	4.8	4	40	5.0	0.8 * 10	48
13	2	0.4	4.4	4	40	5.0	0.4 * 10	44
14	2	0.4	4.4	4	40	5.0	0.4 * 10	44
15	0	0	4.0	4	40	5.0	0.0 * 40	40



LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Lean Operativno planiranje i terminiranje - optimizacija toka materijala

- **Metoda uravnotežavanja plana i ostvarenja – LOB**



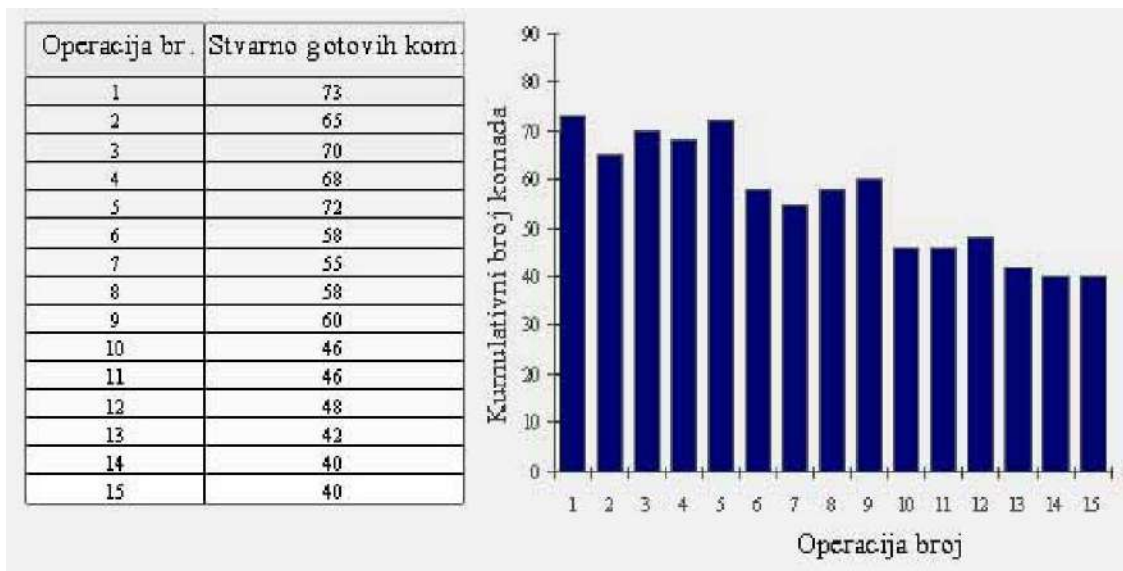
Konstrukcija LOB linije plana proizvodnje



LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Lean Operativno planiranje i terminiranje - optimizacija toka materijala

- **Metoda uravnotežavanja plana i ostvarenja – LOB**



Stvarne količine završenih komada u kontrolnoj nedelji



LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA – UVOD

Lean Operativno planiranje i terminiranje - optimizacija toka materijala

- **Metoda uravnotežavanja plana i ostvarenja – LOB**



Upoređenje stvarnog stanja sa predviđanjima LOB metode – dijagram progressa procesa



Zadatak za studente/rad na predavanju-vežbama:

- Studenti formiraju grupe od po tri člana:
 - Biraju određeni **proizvod** ili **proces kreiranja usluge**
 - Za navedeni proizvod/proces **identifikovati vrednost** (u smislu potrebe korisnika koje se njima ispunjavaju; specifične funkcije proizvoda; performanse koje ne poseduju drugi slični proizvodi/procesi – pokazatelji kvaliteta koje mu mogu povećati vrednost tokom vremena; estetska vrednost – karakteristike koje proizvod čine privlačnim; regulatorna vrednost – kako se proizvod odnosi prema specifičnim standardima i regulativama; kulturološka vrednost – načini na koje proizvod može doneti društvenu vrednost korisnicima; kompanijska vrednost – kako kompanija omogućuje dodatnu vrednost kroz funkcije kao što su garancija, usluge podrške, ili integracija sa drugim proizvodima kompanije) – **Već urađeno u BMC-u**
 - Za navedeni proizvod/proces identifikovati **tok materijala** (na osnovu pretpostavljenih komponenti proizvoda, definisati neophodne tipove materijala koji sačinjavaju proizvod; za navedene tipove materijala, skicirati šemu toka materijala – počevši od skladišta repromaterijala do skladišta gotovih proizvoda)
 - Analizirati tok materijala iz ugla toka vrednosti: Identifikovati operacije koje uvećavaju vrednost proizvodu i operacije kod kojih se stvaraju gubiti (iz ugla **7 gubitaka**)
 - Na osnovu komponenti proizvoda i toka materijala, za zadati dijagram vremenskih rokova izrade/sklapanja navedenog proizvoda; Koristiti identični Planirani završetak proizvoda po radnim nedeljama kao u prethodnom primeru, usvojiti da je kontrolna nedelja takođe 4 – nedelja i broj radnih dana u nedelji 5, **kreirati LOB**