

1. LEAN/RESURSNO ŠTEDLJIVA PROIZVODNJA - UVOD

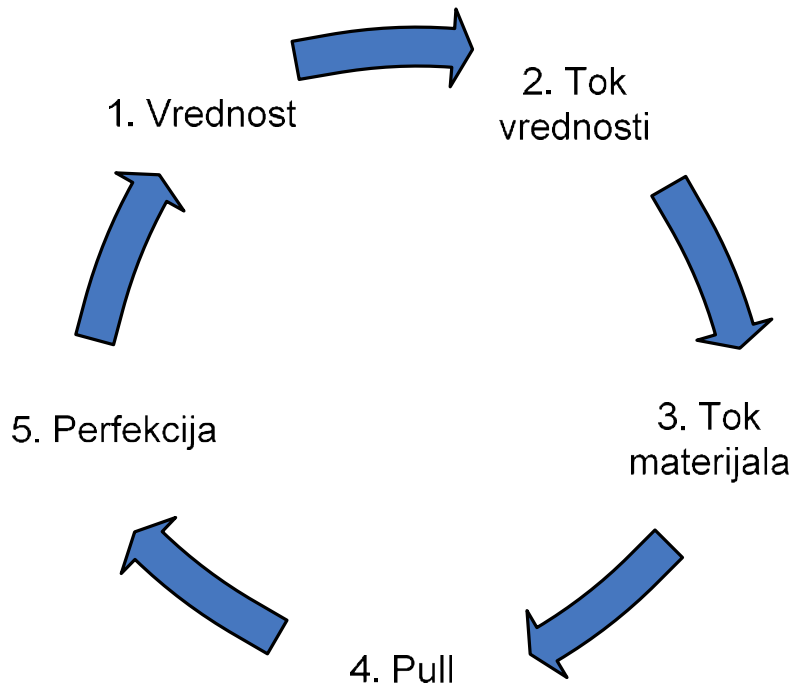
Koncept Lean proizvodnje razvijen je kao rezultat istraživanja sprovedenog u automobilskom sektoru, na koji je jak uticaj izvršio Japanski način poslovanja. Krajem dvadesetog veka, u Japanu, objavljena je studija u kojoj su upoređeni pokazatelji različitih kompanija širom sveta. Naziv studije bio je «Mašina koja je promenila svet», gde se u prenesenom smislu misli na automobil. Srž studije bio je u tome da ne postoji magični recept u postizanju visokih performansi proizvodnje. Potreban je jednostavno sistematski pristup da bi se eliminisali gubici i da se pažnja celokupne kompanije fokusira na proces stvaranja vrednosti.

Poreklo reči Lean, ukoliko se potraži njen prevod, može biti (*oslonac - podrška ali i slabost*). Ukoliko se uzme u obzir da Lean filozofija potiče od koncepta novog smisla poslovne prakse koja predstavlja: poslovanje bez gubitaka uz oslanjanje samo na aktivnosti koje donose profit (vrednost), svakako da reč ne treba bukvalno prevoditi. Ipak, može se reći da se radi o poslovnom konceptu koji se oslanja na vrednosti kao jedinom značajnom ishodu procesa proizvodnje. Pri tome, ***vrednost je definisana kao ono za šta je kupac spreman da plati a gubitak je svaka aktivnost koja ne dodaje novu vrednost proizvodu.***

Cilj lean pristupa je da obezbedi tehnike koje omogućuju kompanijama da definišu i ustanove vrednost u svojim proizvodima, identifikuju gde i kako se vrednost dodaje, i da te aktivnosti uredi tako da se u proces uključi minimum gubitaka i da se, što je veoma važno, proizvode produku samo kada su potrebni. Krajnji cilj Lean proizvodnje je da kompletno ukloni gubitke iz procesa stvaranja proizvoda. U savremenoj literaturi se može naći i tumačenje da je **Lean koncept proizvodnje zapravo nasledio** prethodni „Kanban“ sistem „Just in Time“ proizvodnje. Takođe, **Lean koncept se poistovećuje** sa drugim vidom „Just in Time“ koncepta, a to je tzv. **sinhronizovana proizvodnja**. U suštini, LEAN koncept je najviši nivo uštede resursa u procesu proizvodnje.

U Lean konceptu, postoje 5 ključna principa, koji su prikazani i na slici 1.1, a to su:

1. **Vrednost**, koja se fokusira na vrednost u smislu onoga za šta je kupac/krajnji korisnik spreman da plati,
2. **Tok vrednosti**, identifikuje kako se vrednost dodaje proizvodu/usluzi,
3. **Tok materijala**, dizajn procesa koji rezultuje u neprekidnom toku materijala, od sirovina do gotovog proizvoda,
4. **Pull**, koncept proizvodnje za «pull» proizvoda kroz proces, a ne «push» sirovina u proces,
5. **Perfekcija**, prihvata pristup koji unapređuje proces toka vrednosti, bilo kroz mala unapređenja ili kroz globalne izmene.



Slika 1.1. Osnovni elementi LEAN koncepta poslovanja

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.

O svakoj od navedenih tehnika biće više reči u daljem tekstu.

Lean filozofija se širi u pravcu Lean razmišljanja koje uključuje sve aktivnosti sa kojima se proizvod susreće i pri čemu se primenjuje minimizacija gubitaka u proizvodnim aktivnostima, manipulaciji sirovinama u lancu snabdevanja, administraciji porudžbenica i svim drugim funkcijama organizacije.

Na osnovu svega rečenog očigledno je da je potrebno 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. Da bi ostvarivala ovu aktivnost kompanija mora razumeti šta kupac zahteva u pogledu osobina i performansi, i koliko je spreman da izdvoji za dati proizvod. Ishod ove aktivnosti je jasno razumevanje stanja na tržištu, odnosno koje proizvode kupci zahtevaju. Ovi zahtevi možda nisu ostvarivi momentalno, ali oni predstavljaju jasnu predstavku onoga što kupci žele.

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),

Mapiranje i analiza toka vrednosti je alat koji se koristi za analizu procesa ili aktivnosti u operacijama proizvodnje. Ove aktivnosti potom mogu biti podeljene na one koje dodaju i one koje ne dodaju vrednost.

Mapiranje 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.

Izrada mapa tokova vrednosti može se vršiti olovkom i papirom ali i software-ima koji to rade na mnogo višem nivou. Na slici 1.2 je predstavljen primer izrade mape trenutnog stanja.



Slika 1.2. Mapa toka vrednosti-priprema mape trenutnog stanja

Cilj posmatranja toka vrednosti jeste dizajn procesa koji rezultuje neprekidnim tokom materijala, od procesiranja narudžbenice, preko nabavke neophodnih sirovina i repromaterijala, proizvodnje pa sve do isporuke. Potencijalni dobici ovakvog pristupa su smanjenje zaliha, zastoja i vremena trajanja proizvodnih ciklusa.

Prelazak na ovakav način poslovanja zahteva i posvećeni mentalni stav zaposlenih u smeru stalnog fokusiranja na vrednost proizvoda i ignorisanje tradicionalnih organizaionih ograničenja.

Prema tome, kako bi se postigli optimalni rezultati, neophodno je pratiti i tok materijala kroz proizvodni proces. Idealno stanje bi bilo, ukoliko bi tok materijala bio jednak toku vrednosti. Međutim, taj koncept je teško ostvariti. Samim time, nakon analize tokova materijala, vrši se njihova optimizacija.

U metodama analize 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*. Neki od njih su:

Just in Time (JIT) – pravovremena proizvodnja, koji predstavlja sistem upravljanja materijalom dizajniran za proizvodnju koja koristi metod toka materijala. Ova tehnika teži da isporuči materijal/delove do mašina/radnih mesta u onom momentu kada su oni zaista potrebni. Bez stvaranja nepotrebnih zaliha.

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 podrazumeva i izradu delova, koji se sklapanjem ugrađuju u finalni proizvod, na takav način da se onemogući ili umanju 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.

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.

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 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.

U «pull»sistemu svaka radna stanica radi na bazi proizvodnje samo prema potrebi i vrši potražnju materijala od prethodne stanice ili magacina samo kada su oni potrebni. Suprotan je «push» stil koji kontinualno proizvodi delove bez obzira da li je sledeća radna stanica spremna da ih prihvati i obradi ili da li ima prodaje. Na taj način, u pull sistemu se proizvodnja inicira onda kada su određeni proizvodi prodati ili kada imamo narudžbinu za tim proizvodima (tzv. proizvodnja prema kupcima).

Tada se pristupa trebovanju materijala upravo za tu količinu proizvoda i potom njihovoj proizvodnji. Kod Push sistema, radi se o proizvodnji prema zalihama. Naime, u ovom slučaju se raspoložive zalihe repromaterijala „guraju“ u proizvodni sistem kako bi se dobila određena količina gotovih proizvoda. Potom, za gotove proizvode se vrši promocija i prodaja na tržištu.

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. Ovaj sistem koristi signale za pokretanje materijala kroz proizvodni proces. Oslanja se na prosto pravilo za proizvodnju i isporuku samo kada su signalna karta ili prazni kontejner dostavljeni radnoj stanici. Naime, operateri na radnim mestima ne znaju da li su gotovi proizvodi iz prethodnog ciklusa proizvodnje prodati ili nisu. Takođe, ne znaju da li je izvršeno naručivanje nove količine za tekući ciklus. Onog momenta kada se javi tražnja za novim proizvodima, emituje se signal – kanban, koji označava proizvodnju nove količine proizvoda.

Na kraju, poslednji stadijum Lean koncepta je Perfekcija. Perfekcija teži kompletnoj eliminaciji preostalih gubitaka, iako je poznato da je nemoguće to u potpunosti učiniti. Ova tehnika omogućuje fokus, pokretačku silu i pravac aktivnosti za unapređenje procesa permanentno.

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 Kaizan-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 Kaizan-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. Svakako, ovo je samo navedeno kao

ilustracija, u oba slučaja nije poželjno pogrešno planirati i dovoditi do grešaka prilikom unapređenja i optimizacije proizvodnje.

Kako je već rečeno u prethodnom tekstu, pored identifikacije vrednosti, i smeštanja istih u okviru toka vrednosti, takođe je neophodno identifikovati gubitke. **Gubitak** je, kao što je već napomenuto, svaka aktivnost koja ne donosi novu vrednost proizvodu ili usluzi. Međutim, treba imati u vidu da neke aktivnosti ne dodaju vrednost proizvodu, ali su neophodne da bi naredne aktivnosti dodale vrednost uz minimalne gubitke.

Iako je kod optimizacije proizvodnje jednostavnije koncentrisati se na manje oblasti u određenom vremenu, minimiziranje gubitaka u nekoj manjoj zoni ne sme biti sa većim troškovima, a da kao posledicu izazove troškove u drugim zonama. Kako bi se to izbeglo, kao alat u identifikaciji gubitaka razvijen je pristup klasifikacije koji se naziva **7 gubitaka**. Cilj je da se izvrši optimizacija operacija koje stvaraju gubitke ali ih je nemoguće izbeći.

Metod 7 gubitaka potiče iz Japanske industrije. Prema ovom alatu, sedam gubitaka su:

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. O zalihama će više reči biti u narednim poglavljima.

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. O tome će više reči biti u narednim poglavljima.

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, o čemu će više reči biti u narednim poglavljima.

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.

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.

Kako je već rečeno, u kompanijama koje su se opredelile za Lean koncept, prvi stadijumi svake aktivnosti Lean unapređenja su identifikacija vrednosti i omogućivanje stvaranje vrednosti na takav način da se smanji ili onemogući nastajanje gubitaka. Da bi se ovo uradilo često je neophodno urediti radno mesto i standardizovati metode rada. Jedan od često korišćenih metoda za uređenje i organizovanje radnih mesta je metod 5S. Ovo je zapravo veoma jednostavan metod, ali dalekosežno može imati značajan uticaj na ukupnu uštedu vremena trajanja proizvodnog procesa, a samim time, i na dobit kod poslovanja.

Metod 5s potiče iz Japana i predstavlja metodologiju koja se fokusira na postizanju i održavanju vizualne urednosti i čistoće. 5S teži da ukloni nepotrebne elemente iz radnog prostora i da organizuje radno mesto tako da je operaterima lako da obavljaju svoje zadatke i održavaju čistu i urednu okolinu.

5S se može predstaviti kao 4 aktivnosti i jedno uverenje da se nastavi sa te 4 aktivnosti. Sam naziv 5S potiče od pet japanskih reči: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu i Shitsuke. Postoje mnogi prevodi za Japanske reči za 5S, jedan od prevoda, koji se najčešće koristi u domaćoj literaturi je: «Seiri» - sortiraj «Seiton» - sredi «Seiso» - očisti «Seiketsu» - standardizuj «Shitsuke» - nastavi.

Sortiranje 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, 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, 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, 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, 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,

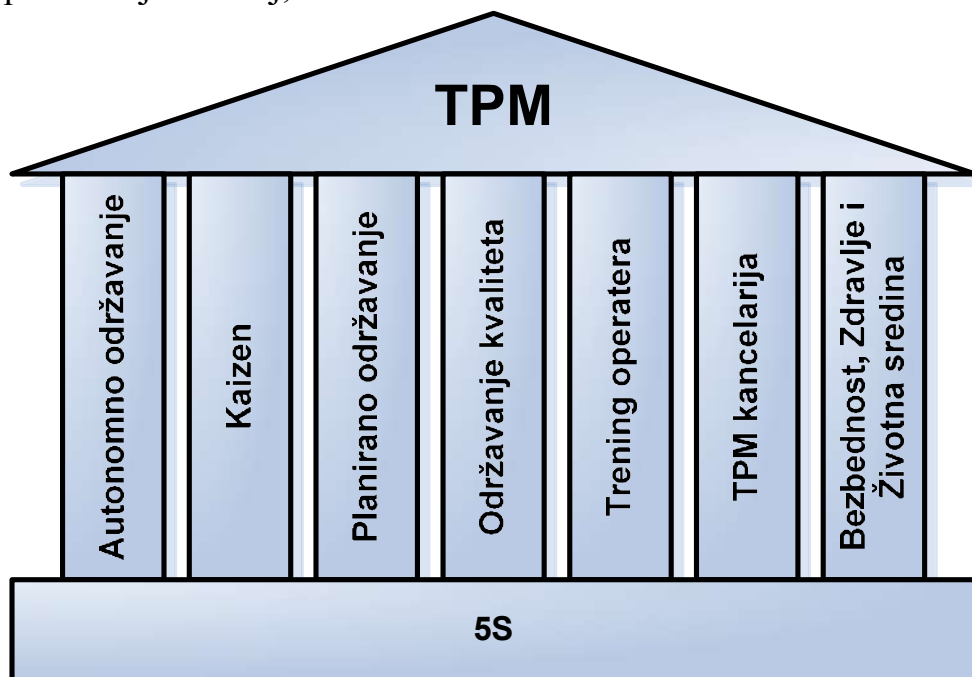
mere se pokazatelji kojima bi se obezbedilo da su svi zaposleni uključeni i informisani u trenutni napredak na ovom polju.

Već je više puta napomenuto da je osim činjenice da kompanija poseduje adekvatne proizvodne kapacitete, od izuzetnog značaja i to da su ti kapaciteti operativno dostupni – odnosno u ispravnom stanju. Samim time, da bi se postiglo da se minimalni gubici stvaraju usled kvarova mašina ili da se proizvode produkti lošeg kvaliteta, sve mašine, alati i oprema moraju imati dobro održavanje. Da bi se ovo postiglo potrebno je primeniti moderne metodologije, kao jedan primer takve metodologije je **Total Preventive Maintenance (TPM)** ili potpuno preventivno održavanje proizvodnje.

Ovo je filozofija održavanja gde se za sve mašine, alate i opremu vrši merenje dostupnosti, performansi i iskorišćenja. Ovaj pristup ima za cilj postizanje preventivnog a ne reaktivnog održavanja, tako da su problemi locirani i rešeni pre kvara mašine ili pre no što opadne kvalitet proizvoda. Pet ciljeva TPM-a su:

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

TPM se često prikazuje kao veći broj stubova koji stoje na istoj osnovi, i svi podržavaju isti cilj, slika 1.3.



Slika 1.3. TPM struktura

Struktura se takođe zasniva na primeni 5S za uklanjanje sa radnog mesta neželjenih predmeta tako da se lakše uočavaju potrebe za održavanjem. Pri tome od značaja su sledeći pojmovi:

Autonomno održavanje (Autonomous Maintenance) ima za cilj da osposobi operatere na mašinama da sami održavaju svoju proizvodnu opremu, to može omogućiti da mašina radi veći broj sati, da se izvrši prevencija i rano otkrivanje kvarova i ograniči procenat škarta u proizvodnji.

Kaizan koncept je već definisan. U konkretnom slučaju se odnosi na kontinualno unapređenje mašina i opreme. O ovom konceptu će više reči biti u daljem tekstu.

Planirano održavanje (Planned Maintenance) se koncentriše na izvođenje preventivnog održavanja, prema unapred definisanom planu. Ovo dovodi do toga da se nedostaci u radu mogu otkloniti znatno pre nego što dođe do potreba za reakcijom na veću havariju ili kvar mašine.

Održavanje kvaliteta (Quality Maintenance) ima za cilj proizvodnju delova bez defekata vršenjem unapređenja na delovima mašina/opreme što utiče na ukupni kvalitet proizvodnje.

Trening operatera da održavaju svoje i druge mašine i opremu, u okviru svojih pogona. Ovo omogućuje da operateri održavaju svoje mašine, razumeju zašto je do kvara došlo i predlažu načine izbegavanja sličnih kvarova u budućnosti.

TPM kancelarija (Office TPM) za cilj ima da TPM primeni i na kancelarijske poslove i da tako unapredi njihovu produktivnost i eliminiše gubitke.

Zdrava i bezbedna okolina (**Safety, health and environment**) ima za cilj da minimizira broj nesrećnih slučajeva, nezgoda i oštećenja zdravlja ljudstva, kao i sprečavanje narušivanja ekoloških parametara okoline.

TPM metodologija meri «**šest velikih gubitaka**» koji su: kvar mašina, vremena postavljanja proizvodnje, manji zastoji, gubici brzine, defenti i gubici iskorišćenja.

Značajan indikator performansi u TPM-u je Ukupna Efikasnost Opreme (Overall Equipment Efficiency OEE). Ova veličina je definisana kao dostupnost proizvodne opreme, brzina rada opreme i stepen iskorišćenja opreme. Na primer, mašina koja ima dostupnost 90% (90% slobodnog kapaciteta za dati ciklus proizvodnje) sa maximumom brzine (100%) i iskorišćenje 98% ima OEE od 88.2%

Dalje, da bi se postigao glatki tok vrednosti na proizvodnoj liniji koja proizvodi različite tipove proizvoda, potrebna je i brza izmena alata. Da bi se smanjila količina materijala koji čeka na obradu, potrebno je fokusirati napore na smanjenju vremena zamene alata tako da se proizvodni kapacitet može održati ili čak uvećati. Čest pristup postizanja brze zamene alata je primena **Single Minute Exchange of Dies (SMED)** metodologije ili sistema za zamenu komponenti u minutu. 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:

1. 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.
2. Redizajnirati sistem tako da se omogući da se više aktivnosti odvija dok mašina radi, odnosno u toku rada mašine.
3. 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.

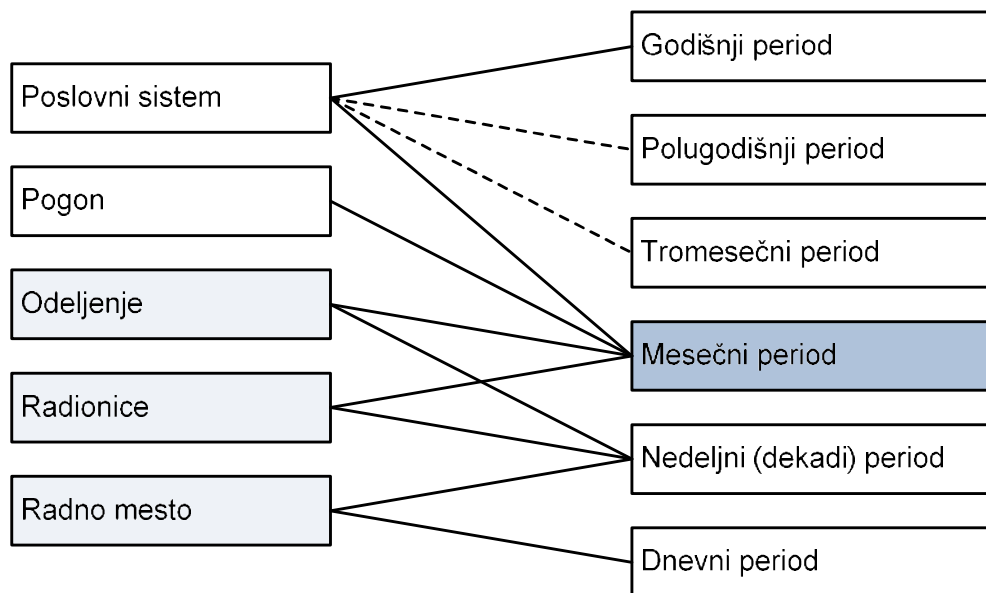
Ukoliko je još dodatno potrebno smanjiti vreme zamene delova, može se primeniti OTED metoda. **OTED** je skraćenica za (**One-Touch Exchange of Dies**) ili zamena delova jednim dodiranjem tastera, koja teži da se zamena delova vrši pritiskom na taster, obično je u pitanju vreme kraće od minute. Ovakav vid zamene delova je primenjiv u automatizovanim – robotizovanim obradnim centrima.

1.1. LEAN U ORGANIZACIJI NEPOSREDNE PRIPREME PROCESA PROIZVODNJE

„Vrednost je ono za šta je kupac spreman da plati a gubitak je svaka aktivnost koja ne dodaje novu vrednost proizvodu“

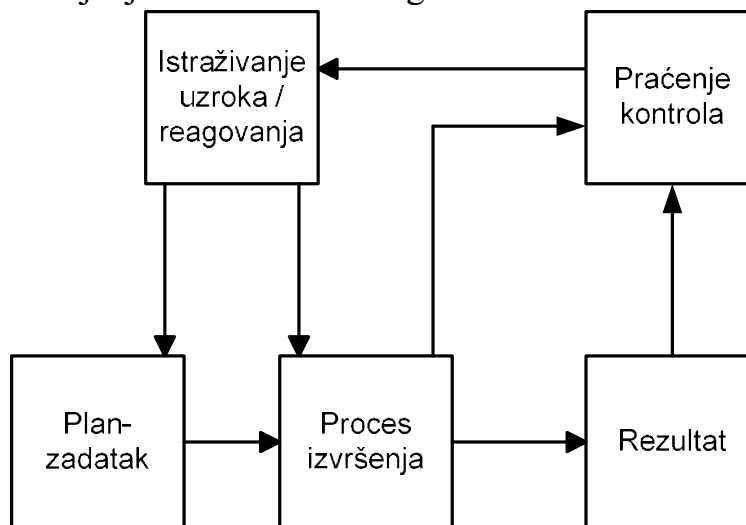
Navedeni citat je preuzet iz opisa LEAN koncepta resursno štedljive proizvodnje. O samom LEAN konceptu je bilo znatno više reči u prethodnom poglavlju ove skripte. Ipak, obzirom da će predmet ovog poglavlja biti organizacija neposredne pripreme proizvodnog procesa, svakako je značajno da su u tim aktivnostima ima na umu šta zapravo predstavlja ishod svakog proizvodnog procesa, iz ugla optimizacije resursa, što za zapravo i jeste ulago LEAN koncepta. Dakle, iz ugla organizatora proizvodnje, na kraju procesa proizvodnje se ne javljaju samo proizvodi i usluge. Iz ugla LEAN koncepta, tačnije je da se na kraju svakog procesa javlja **nova vrednost**. Ukoliko se uzme u obzir činjenica da je za svaki novi ciklus proizvodnje neophodno obezbediti određena novčana sredstva, sopstvena ili iz nekog eksternog izvora finansiranja - dakle vrednost, logično je da se ta vrednost proizvodnim procesom samo mora uvećavati a ne nikako smanjivati. Činjenica je da samu tu vrednost

definišu krajnji korisnici, kroz količinu novca koju trebaju da izdvoje za kupovinu samog proizvoda. Takođe, u procesu stvaranja i uvećanja vrednosti proizvoda, obavljaju se različite radne operacije prema planu proizvodnje. Nije moguće da će svaka operacija samo dodavati vrednost. Npr., kako je već opisano u tehnici 7 gubitaka, operacija transporta ne dodaje novu vrednost proizvodu, međutim, nije moguće poslovati bez operacija unutrašnjeg i spoljašnjeg transporta. S druge strane, određene operacije, kao što su obrada na radnim mašinama, pakovanje, ambalažiranje, dizajn, ... donose novu vrednost proizvodu, ali ponekad mogu imati i neopravdane troškove, odnosno gubitke. Na taj način, u okviru neposredne pripreme proizvodnih procesa neophodno je smanjiti broj i optimizirati operacije koje ne uvećavaju vrednost proizvodu ali i izvršiti eliminaciju potencijalnih gubitaka kod operacija koje donose i uvećavaju vrednost. U ovom poglavlju, cilj će biti da se analiziraju modeli i procesi koji se primenjuju za organizaciju neposredne pripreme proizvodnog procesa a koji su u direktnoj vezi sa krajnom vrednošću proizvoda. S druge strane, ukoliko se uzme u obzir da planiranje u organizaciji počinje na dugoročnom nivou, koje ima dugoročnog uticaja na funkcije čitavog poslovnog sistema, te se potom spušta na srednjoročni nivo, koji utiče na nivo pogona i odeljenja, da bi se na kraju spustilo na operativni nivo, do vremenskog ciklusa trajanja jednog proizvodnog procesa, tada se mora reći da se neposredna priprema proizvodnog procesa obavlja u okviru operativnog planiranja, a zasniva se na dugoročnim planovima proizvodnog procesa. Na slici 1.4 je dat šematski prikaz prostornog i vremenskog aspekta strukture proizvodnog procesa.



Slika 1.4. Veze prostornog i vremenskog aspekta strukture proizvodnog procesa

Ukoliko se problem planiranja, a posebnog neposrednog operacionog planiranja, procesa proizvodnje posmatra iz ugla opšte teorije sistema, svakako je interesantno posmatrati tzv. kibernetiski model organizacije. Kibernetiski prikaz je dat na slici 1.5. Plan proizvodnje je osnovni matični okvir na osnovu kojeg se odvija sama proizvodnja, kroz izvršenje radnih zadataka u proizvodnom procesu. Potom, na izlazu se javljaju rezultati procesa proizvodnje (paket proizvod – usluga, odnosno vrednost). Kako bi rezultati bili u skladu sa unapred definisanim kvalitetom, vrši se praćenje i kontrola kako samih proizvoda, tako i procesa proizvodnje. Na kraju, ukoliko se jave odstupanja od definisanih novoa kvaliteta, neophodno je izvršiti istraživanje uzroka odstupanja, te potom reakciju. Reakcija se može sastojati iz otklanjanja uzroka odstupanja kvaliteta u toku samog procesa ili iz zaustavljanja procesa u cilju otklanjanja svih uzroka lošeg kvaliteta.



Slika 1.5. Kibernetiski model organizacije

Kako se značajan deo operativnog planiranja sastoji iz definisanja redosleda radnih aktivnosti, kao i definisanja njihovog vremenskog trajanja, u daljem tekstu biće predstavljeni osnovni alati za terminiranje i međusobno raspoređivanje aktivnosti.

1.1.1. Lean Operativno planiranje i terminiranje

Na osnovu godišnjeg plana i programa proizvodnje, pristupa se razradi operativnih planova u vremenu i prostoru usklađeno sa postojećim proizvodnim uslovima. Pri tome, 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, te će se na dalje u okviru operativnog planiranja obraditi i koncept terminiranja procesa

proizvodnje.

Naravno, mogući su različiti pogledi na to koliki period vremena treba obuhvatiti operativnim planom. Takođe, obzirom na pravilo da je planiranje utoliko tačnije ukoliko je vremenski period planiranja kraći, vremenski interval za operativni plan se najčešće usvaja kraćim od mesec dana. Međutim, u daljem tekstu ove skripte, **vremenski interval za operativni plan biće usklađen sa dužinom trajanja proizvodnog ciklusa.**

U suštini, u okviru operativnog planiranja, 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).

Takođe, kako bi se svaki sledeći ciklus proizvodnje mogao neometano da odvija prema operativnom planu, pored planiranja zasnovanog na dugoročnom planu proizvodnje, neophodno je imati i kvalitetnu povratnu informaciju tokom procesa, prema kibernetском modelu, jer to omogućuje korekcije osnovnog plana. Naime, ni jedan plan nije savršen, samim time u toku realizacije operativnog plana proizvodnje, povratne informacije o toku proizvodnog procesa mogu dovesti do neophodnim manjih ili većih korekcija originalnog plana. Osim toga, podaci o stanju proizvodnje ali i stanju zaliha repromaterijala, raspoloživost kapaciteta, stanje ispravnosti proizvodne popreme, itd, iz prethodnih ciklusa proizvodnje, značajno utiču na operativni plan tekućeg ciklusa.

Prema tome, na osnovu podataka o trenutnom stanju - uslovima u operativnom delu PPS-a, kao i dugoročnom planu i programu proizvodnje, pristupa se izradi operativnog plana. Sadržaj operativnog plana, za svaki ciklus proizvodnje, obuhvata:

- a) Razrađen proizvodni zadatak za svaki pogon, odeljenje, radionicu, do nivoa radnog mesta po količini i vrsti proizvoda ili delova proizvoda koje treba obraditi,
- b) Rokove početka i završetka svih pojedinačnih elemenata proizvodnog zadatka,
- c) Specifikaciju potreba po vrstama i količinama inputa: materijala, delova, poluproizvoda, energenata i drugo. Pri tome, treba imati u vidu već postojeće raspoložive zalihe,
- d) Potrebe u radnoj snazi (po strukama i stepenu stručnosti) za pojedine pogone, odeljenja, radionice,
- e) 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

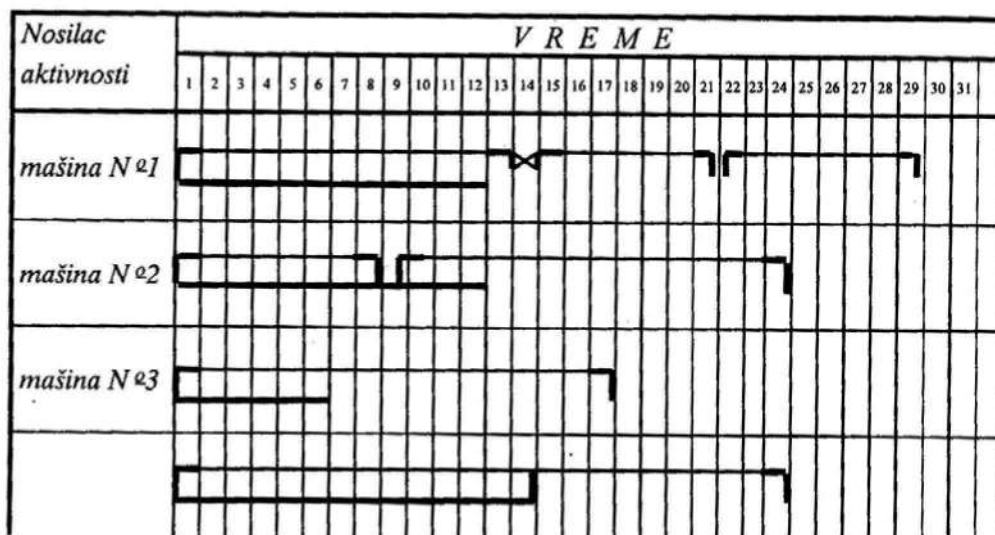
uslovljava drugačiji vid planiranja. O tome će više reći biti u narednim poglavljima. Kako je već rečeno, logičan nastavak i bitan sadržaj operativnog planiranja u smislu daljeg detaljnijeg definisanja u vremenu i prostoru predstavlja i terminiranje. Suština terminiranja sastoji se u vremenskom usklađivanju toka i redosleda tehnoloških operacija, pri čemu se polazi od planiranih rokova za završetak proizvoda uz istovremeno što racionalije korišćenje proizvodne opreme. Za uspešno terminiranje, prethodno je potrebno sastaviti:

- plan opterećenja radnih mesta,
- plan izvršenja zadataka po radnim nalozima.

1.1.1.1. Gantove karte kao alat za terminiranje

Jedno od najranije razvijenih sredstava za planiranje, praćenje i regulisanje aktivnosti na izradi proizvoda su Gantove karte (Gantogrami). Pored toga, ovo je i danas najčešći alat koji se koristi u terminiranju. Tvorac Gantovih karata je Henry L. Gantt (1861-1919).

Osnovna ideja Gantt-ovih karti je u vizualnom prikazivanju planiranih i ostvarenih rokova za proizvodnju i druge aktivnosti, odnosno njihovih nosioca. Na slici 1.6. dat je prikaz Gantove karte koja se koristila u originalnom vidu, za svrhe planiranja i praćenja izvršenja proizvodnih zadataka.

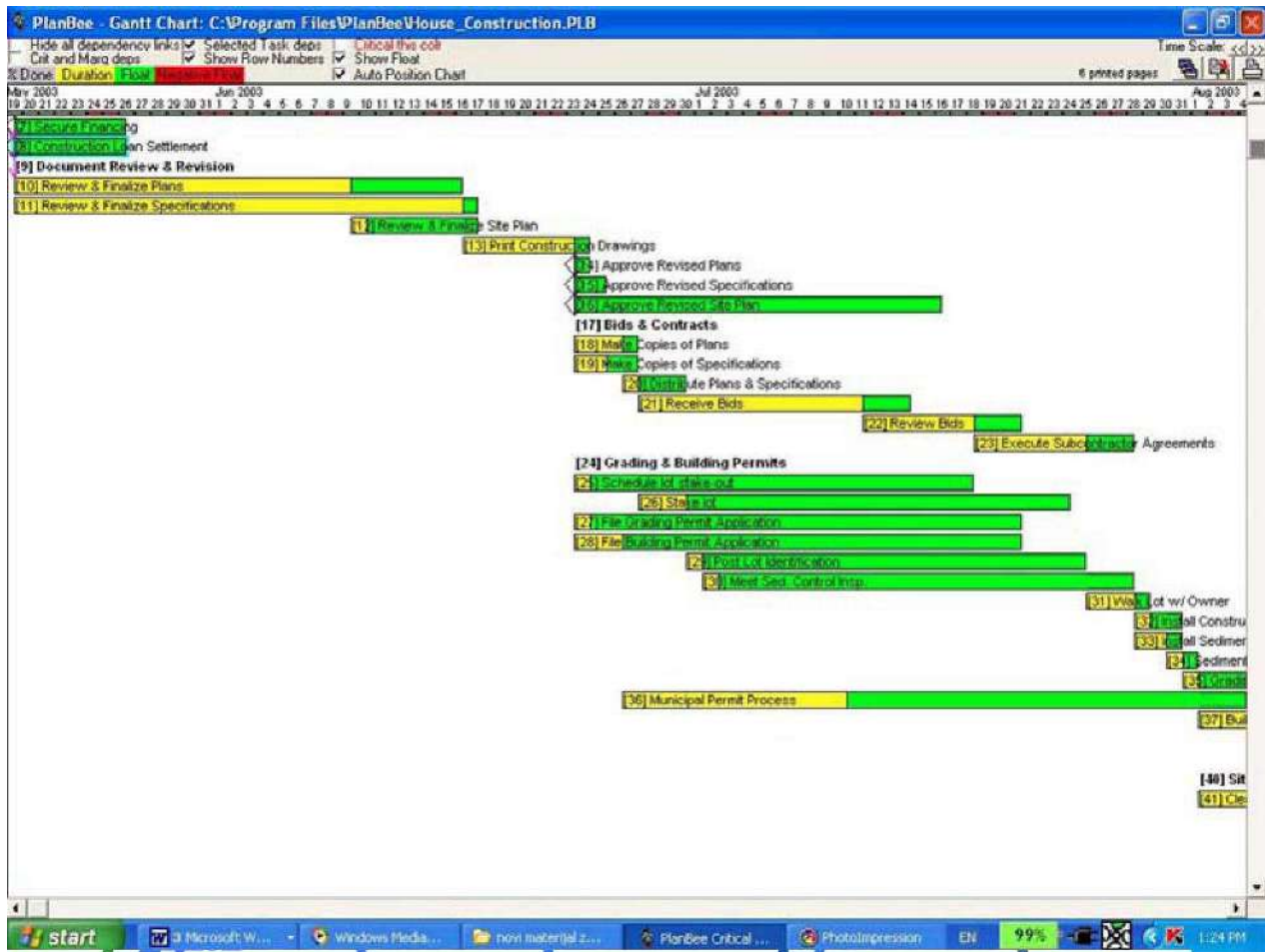


Slika 1.6. Originalni izgled Gantovih karti

Pri čemu su korišćene oznake na dijagramu:

- ┌ - početak obavljanja aktivnosti
- └ - završetak neke aktivnosti
- ▬ - linija koja povezuje simbole početka i završetka na prikazani način označava predviđeno vreme trajanja odgovarajuće aktivnosti,
- ▭ - donja linija od simbola početka na desno označava koliko je od planiranog ostvareno,
- ∨ - ovaj simbol se koristi da se na vremenskoj liniji definiše sadašnji trenutak, odnosno trenutak posmatranja.

U novije vreme razvijen je čitav niz savremenih softvera koji, između ostalog, vrše konstrukciju Gantt-ovih karti na osnovu zadatih parametara. Iako su načelno gantove karte razvijene za potrebu brze proizvodnje u uslovima ratne proizvodnje u I svetskom ratu, u današnje vreme svoju najveću primenu ovaj vid planiranja ima u oblasti upravljanja projektima. Naime, gotovo svi aplikativni softveri koji se koriste za upravljanje projektima, zasnovani su na Gantovim kartama planiranja (MS Project, Primavera, PlanBee, ...). Na slici 1.7 dat je primer Gantt-ove karte konstruisane savremenim aplikativnim rešenjem.

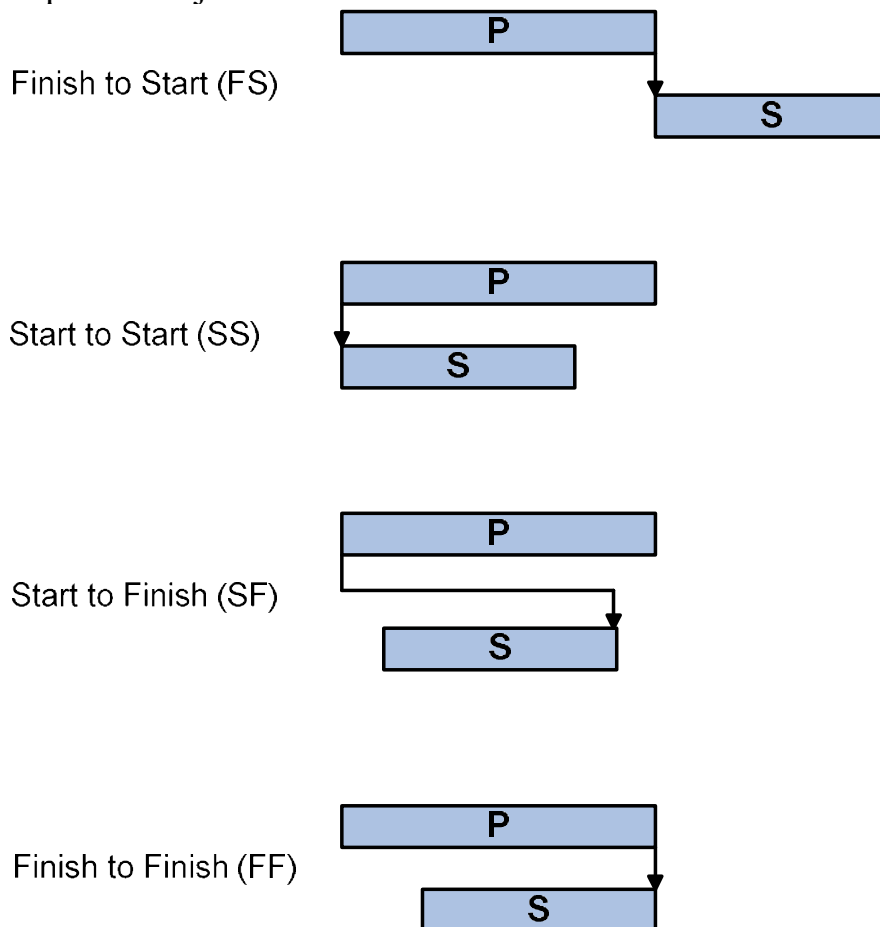


Slika 1.7. Gantov dijagram konstruisan u programu PlanBee
(Critical Path Project Management)

Svakako, treba imati u vidu da je planiranje proizvodnje takođe kategorija upravljanja projektima, te je logično da se Gantove karte široko primenjuju i kod terminiranja proizvodnih procesa. Prema slici 1.7, očigledno je sa su savremeni gantogrami značajno drugačiji od polaznih. Na njima se može uočiti da je lako predstaviti međusobni odnos pojedinih aktivnosti, takođe, moguće je predstaviti stepen završetka aktivnosti (drugačija boja u odnosu na nezavršeni deo), omogućeno je predstavljanje resursa koji su angažovani u okviru aktivnosti (prostim unosom naziva resursa na samu aktivnost ili pored nje). Pored toga, na osnovu plana i izvršenja aktivnosti na gantogramima, savremeni softveri mogu generisati izveštaje o angažovanosti radne snage, materijalnim resursima, kao i o troškovima rada i ostvarenju budžeta.

Karakteristični tipovi veza između aktivnosti, koji se javljaju u Gantt-ovim kartama su prikazani na slici 1.8. Tip veze FS je „Finish to Start“, gde je zapravo kraj prethodne aktivnosti povezan sa početkom naredne; SS je „Start to Start“ i tu postoji povezanost početka između dve aktivnosti; SF je „Start to Finish“ i tu je početak

prethodne aktivnosti povezan sa završetkom naredne. Na kraju, veza FF podrazumeva povezanost dveju aktivnosti zajedničkim završetkom. Svaki od navedenih tipova veza su primenjivi u raspoređivanju radnih zadataka u okviru procesa proizvodnje.



Slika 1.8. Tipovi veza između aktivnosti

Svakako, u današnje vreme najčešće korišćeni alat za planiranje procesa-projekata, iz ugla izrade termin planova (Gantograma) je MS Project.

Kao jedna od značajnih metoda, koja je zapravo nastala kao nadogradnja Gantovih dijagrama biće opisana LOB metoda.

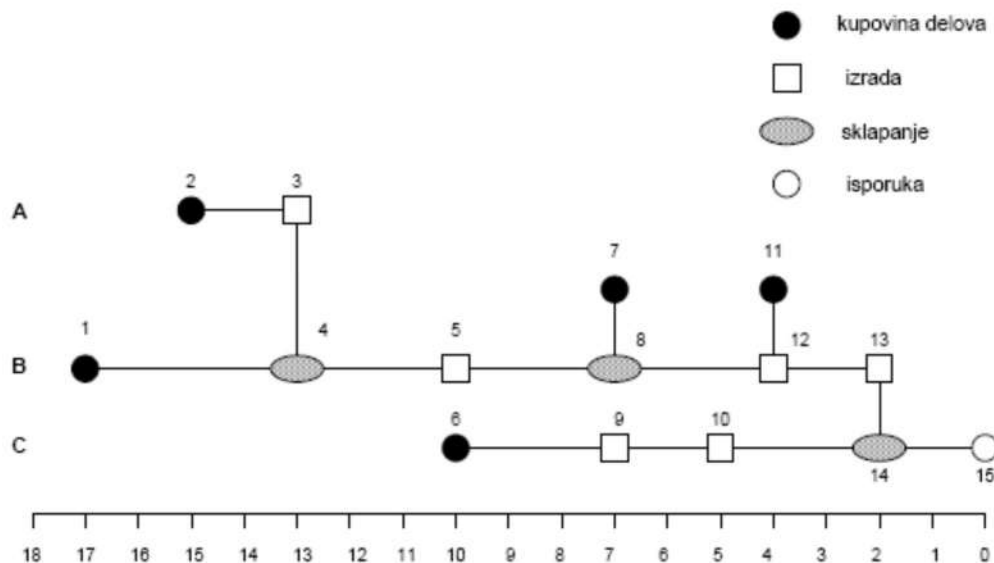
1.1.1.2. Metoda uravnotežavanja plana i ostvarenja – LOB

Sa porastom složenosti proizvodne problematike i naročito zaoštrenih zahteva u pogledu uspešnosti planiranja i regulisanja izvršavanja planiranih zadataka, u okviru definisanih zahteva vremena, količina i kvaliteta, ostvaruju se uslovi za razvoj brojnih metoda i tehnika. Među takve treba ubrojati LOB metodu koju je 1941.

godine razvila i primenila grupa stručnjaka u Goodyear Tire&Rubber kompaniji (SAD). Očigledno je i ovde da je metoda razvijena u okviru intenzivne proizvodnje kakva je proizvodnja vezana za ratne uslove. Naime, u takvim uslovima je neophodno brzo proizvoditi velike količine proizvoda a da pri tome svi imaju unapred definisani zadovoljavajući nivo kvaliteta. Samim time, neophodna je sveobuhvatna kontrola svih raspoloživih resursa.

Sama LOB-metoda predstavlja sintezu prilagođenih Gantt-ovih dijagrama i elemenata tehnike mrežnog planiranja. Osnovni principi LOB metode biće objašnjeni na konkretnom primeru. LOB metoda zahteva sledeći vid informacija:

- Raspored završetka koji označava realno potrebnu količinu delova konačnih proizvoda koje treba isporučiti u određenom vremenskom intervalu.
- 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 1.9.



Slika 1.9. Dijagram vremenskih rokova

Prilikom primene LOB metode, postoje četiri osnovna stadijuma:

- A. Formiranje tabele kumulativnog završetka procesa, koja se konstruiše na osnovu rasporeda završetka pojedinih operacija i količina proizvoda.
- B. Operacioni program definisan dijagramom vremenskih rokova.
- C. Dijagram plana procesa:
 - konstrukcija osnove za Liniju Bilansa (Line of Balance LOB), prema planu procesa,
 - pregled stvarno dostignutog nivoa procesa i upoređenje LOB linije sa stvarno dostignutim nivoom proizvodnje.

D. Analiza procesa i predlog unapređenja.

Prema tome, najčešće su stvarni zahtevi isporuke gotovih delova finalnih proizvoda, dati u tabelarnom obliku, Tabela 1. Ova tabela zapravo predstavlja količinu gotovih proizvoda koje je neophodno isporučiti stvarnim ili potencijalnim korisnicima u toku svake od narednih nedelja. Ukoliko se radi o stvarnim kupcima, količine po nedeljama su najčešće različite. S druge strane, ako se radi o proizvodnji prema MRP planu i istraživanju tržišnih potreba za proizvodima, tada se svakako planira ujednačena proizvodnja i samim time jednaka količina proizvoda po nedeljama. U konkretnom slučaju, Tabela 1, radi se o stvarnim narudžbinama kupaca.

Tabela 1. Planirani završetak proizvoda po radnim nedeljama

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

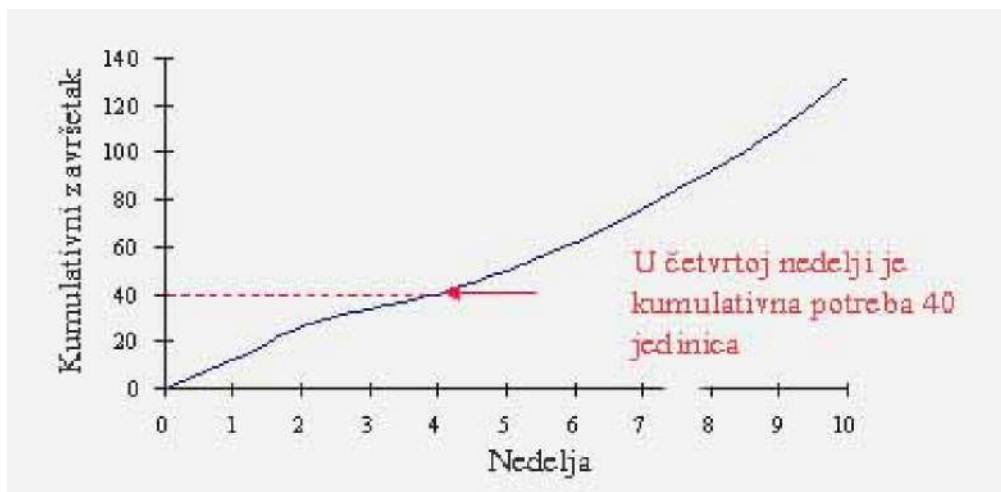
Da bi se formirala tabela kumulativnog završetka procesa, dodaje se jedna kolona datoj tabeli u kojoj se unose vrednosti kumulativnih potreba za svaku nedelju, kao što je prikazano u Tabeli 2.

Tabela 2. Tabela kumulativnog završetka procesa

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

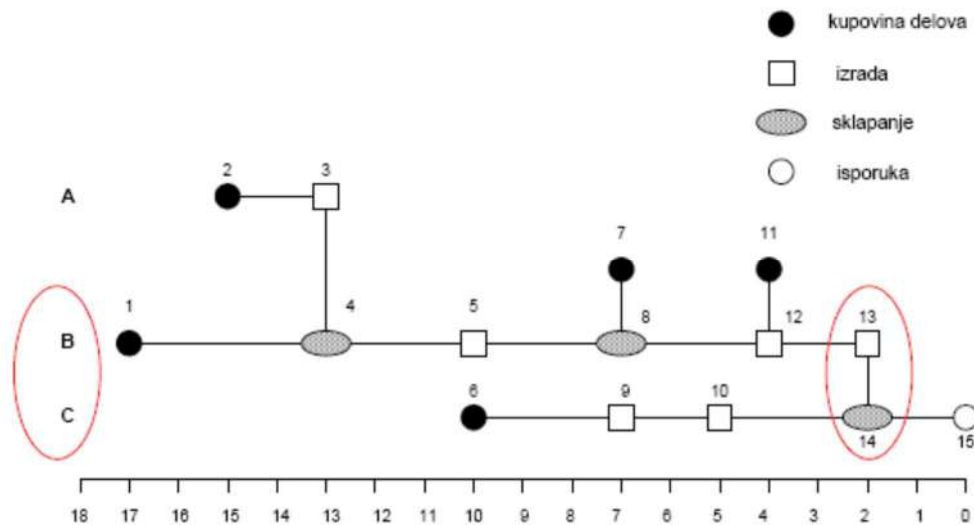
Grafik kumulativnog završetka je ilustracija prethodnih tabelarnih podataka i dat je na slici 1.10.



Slika 1.10. Grafik kumulativnog završetka procesa

Vremenski rok jeste dužina vremena pre završetka finalnih operacija na nekom od delova konačnog proizvoda. Dijagram vremenskih rokova je prikazan slikom 1.9, pri čemu vremenska skala ide sa desna na levo (baždarena je u danima, 0÷18 dana). Na dijagramu je datum finalne isporuke definisan kao nulti momenat vremena, odnosno završetak operacije 15 – isporuka, je nulta tačka razmatranja.

Dok npr. podsklopovi B i C moraju biti kombinovani sklapanjem (Operacija 14) dva dana pre isporuke finalnog proizvoda, Slika 1.11.



Slika 1.11. Interpretacija Operativnog Plana

Na isti način, za podsklop C, operacija izrade 9 mora biti gotova 7 dana pre planirane isporuke. Operacija 10 mora biti gotova 5 dana pre kraja i tako redom.

Operacija 1, kupovina potrebnih delova podsklopa B ima najduži planirani vremenski rok, i potrebno ju je obaviti 17 dana pre završetka ukupnog procesa.

Dijagram plana procesa pokazuje broj komada koji su završeni za bilo koju važnu ili kritičnu operaciju i upoređuje se sa LOB linijom, u bilo kojoj jedinici vremena. Sastoji se od LOB-linije i Linije stvarnog razvoja projekta koja se daje u histogram obliku.

Ilustracija na slici 1.12 je dobijena pri razmatranju, npr. četvrte nedelje projekta. Logično je u razmatranje uzeti upravo četvrtu nedelju, jer je ranije rečeno da se u literaturi najčešće aproksimira da jedan proizvodni ciklus treba planirati do nivoa jednog meseca. Sama LOB linija će se dobiti na osnovu broja komada koji su morali biti gotovi kod svake operacije u datom vremenskom periodu.

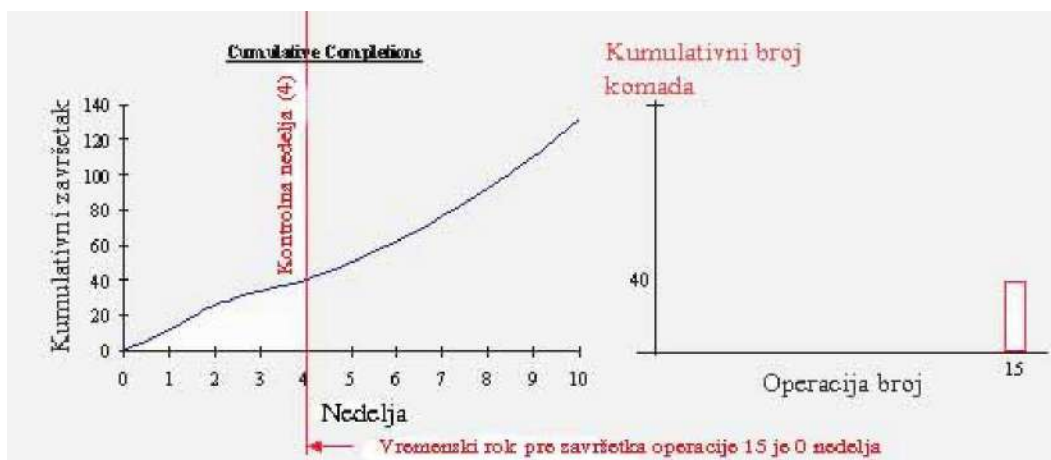
Prema tome, na osnovu Operativnog plana, definisanog slikom 1.9, sledi:

- Vremenski rok za celi proces je 17 dana (3.4 nedelja, ukoliko je usvojeno 5 radnih dana u nedelji)
- Tačka razmatranja: Četvrta nedelja.

Sa ovim podacima se konstruiše histogram gde je: X-osa broj operacije i Y-osa kumulativni završetak. Na taj način za operaciju 15, u četvrtoj nedelji, imamo: Vremenski rok pre završetka je 0 dana (0 nedelja).

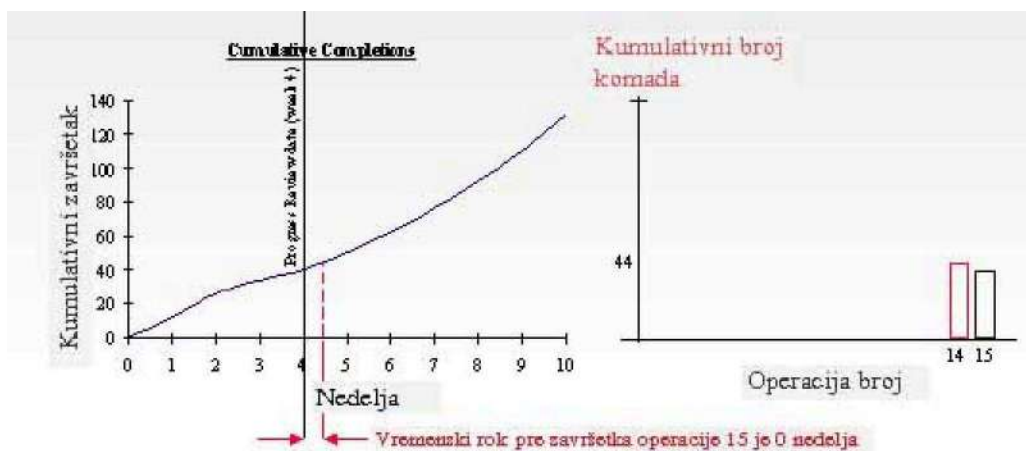
Prema tome za ovu operaciju je **kumulativna tačka razmatranja = kontrolna nedelja + vremenski rok pre završetka** = 4 + 0 = 4 nedelja. Na taj način je kumulativni broj gotovih jedinica, na osnovu tabele 3 jednak 40 jedinica. Ova se vrednost može odrediti i grafički, korišćenjem dijagrama sa slike 2.5. Konstrukcija histograma ove

operacije je data na slici 1.12.



Slika 1.12. Konstrukcija histograma operacije 15

Na isti način, vremenski rok pre završetka za operaciju 14, sa slike 2.6, je 2 dana - odnosno $2/5 = 0.4$ nedelja. Prema tome je: kumulativna tačka razmatranja = kontrolna nedelja + vremenski rok pre završetka = $4 + 0.4 = 4.4$ nedelja. Prema tome je kumulativni broj gotovih jedinica, na osnovu tabele 2 ili slike 2.5 jednak 40 komada za 4 nedelje + $10 \cdot 0.4 = 40 + 4 = 44$ jedinica (jer je potreban broj gotovih komada u petoj nedelji 10, pa samim time imamo vrednost $10 \cdot 0.4$). Grafički prikazano to izgleda na način dat na slici 1.13.



Slika 1.13. Konstrukcija histograma za operaciju 14

Na isti način se određuje histogram za svaku operaciju, sve do operacije pod rednim brojem jedan. U tabeli 3 je dat tabelarni prikaz proračuna kumulativnog broja gotovih jedinica za svaku operaciju.

Tabela 3. Proračun kumulativnog broja gotovih proizvoda za svaku od radnih operacija

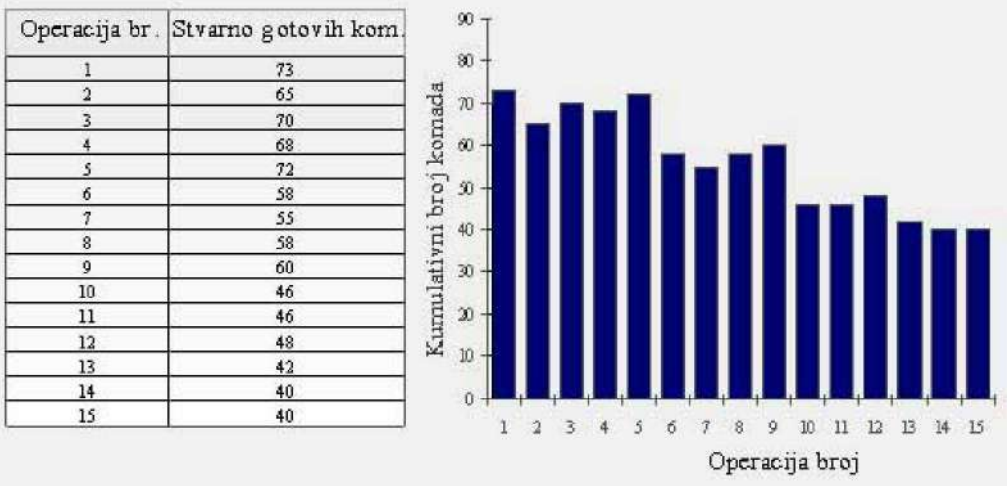
Oper. Broj	Vremenski rok pre završetka (dani)	Vremenski rok pre završetka (nedelje)	Kontrol. nedelja + (a)	Broj celih nedelj	Kumulativni završetak (jedinice)	Započ. nedelja	Kumulativni završetak u započetoj nedelji	Ukupno završenih jedinica
		(a)			(b)		(c)	
1	17	3.4	7.4	7	76	8.0	0.4 * 16	82
2	15	3.0	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 * 10	40

Na osnovu definisanog histograma za svaku radnu operaciju, može se definisati LOB-linija, slika 1.14.



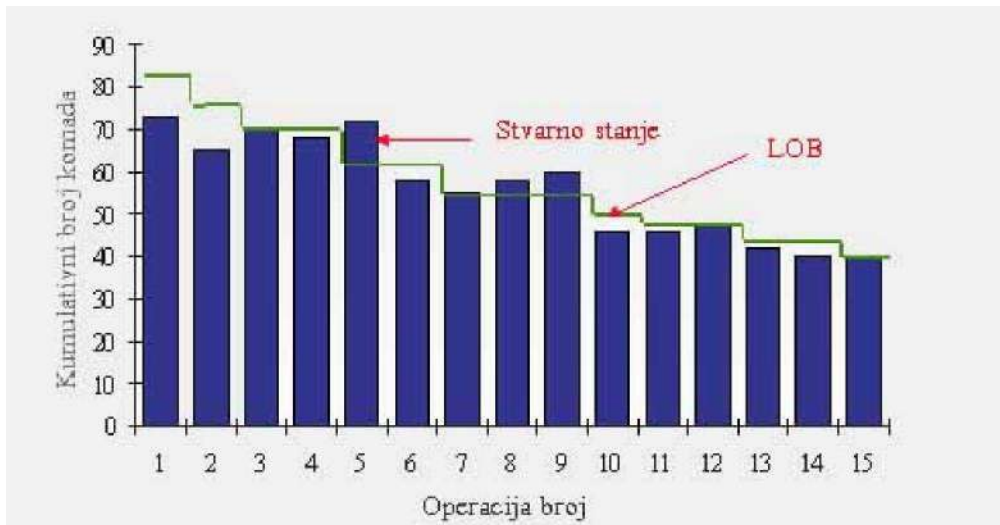
Slika 1.14. Konstrukcija LOB linije plana proizvodnje

Jednom kada se LOB linija formira, svaka pojedina operacija može da se kontroliše upoređenjem sa stvarno završenim jedinicama u kontrolnoj nedelji. Tako, npr., ukoliko su stvarno završene količine po operacijama definisane tabelarno i histogramom, date na slici 1.15.



Slika 1.15. Stvarne količine završenih komada u kontrolnoj nedelji

Ukoliko prethodno konstruisanu LOB liniju nanesimo na dati dijagram, možemo uporediti predviđenu količinu sa stvarno ostvarenom, u četvorj nedelji, što je dato na slici 1.16.



Slika 1.16. Upoređenje stvarnog stanja sa predviđanjima LOB metode – dijagram progresa procesa

Na osnovu stanja prikazanog na slici 1.16, moguće je izvršiti analizu aktuelnog procesa sa stanovišta svake radne operacije. Na primer, za operaciju 15, 40 komada su trebala da budu završena (prema LOB liniji), i završena su 40 komada (Histogram), što znači da se operacija 15 odvija po planu. Međutim ako posmatramo operaciju 6, prema LOB liniji je bilo potrebno da završena bude količina od 62 jedinice, međutim prema histogramu 58 jedinica je zaista završeno. Prema tome u narednoj nedelji (petoj) je potrebno nadoknaditi razliku. Zašto je to značajno? Naime, ukoliko se ovaj nedostatak ne nadoknadi, tada se u okviru operacije 15 u

narednom ciklusu proizvodnje neće moći da isporuči planirana količina proizvoda. Naime, nedostatak od 4 delova proizvoda koje je trebalo nabaviti kupovinom u operaciji 6, dovodi do toga da možemo sklopiti i isporučiti 4 finalna proizvoda manje jer će im nedostajati delovi koje je trebala blagovremeno da obezbedi ova operacija. Na opisani način, može se razmatrati progres svake operacije u odnosu na konstruisani dijagram progresa procesa na slici 1.16. Posredstvom navedene metode, može se izvršiti upoređenje ostvarenih količina komada proizvoda u odnosu na potrebnu količinu u toku samog procesa proizvodnje te, ukoliko dođe do odstupanja, može se na vreme reagovati nadoknadom zaostatka pre isteka kompletnog vremena trajanja procesa proizvodnje. Prema tome, ova metoda u obzir uzima i dinamičnost promena procesa proizvodnje a ne samo potrebne količine.

Kao bitan plan operativnog planiranja, i osnova za uspešno terminiranje, neophodno je izvršiti i definisanje redosleda aktivnosti, odnosno sekventno planiranje. Naime, kada naručeni posao stigne do radnog centra, moraju se doneti odluke o redosledu samih radnih aktivnosti. Ovaj vid operativnog planiranja se naziva sekventno planiranje („sequencing“). Na sam način raspoređivanja radnih zadataka uticaj mogu imati:

1. *Fizička ograničenja*, shodno prirodi materijala koje treba obrađivati ili shodno redosledu proizvodne opreme. Prema tome, tu postoji neophodan redosled aktivnosti koji je nemoguće menjati. Ovo je čest slučaj u procesnoj industriji
2. *Prioritet kupaca*. Ponekad se na redosled operacija može uticati na osnovu značaja samih kupaca, bez obzira na to kojim redosledom su stizale narudžbine. Naime, ponekad je neohodno prvo izvršiti radne aktivnosti na proizvodima naručenim od strane kupac koji su redovni klijenti PPS-a ili naručuju značajno veće količine od drugih. Svakako, ovakav vid organizacije je moguć samo tamo gde proces proizvodnje nije vidljiv i nije u direktnom kontaktu sa samim kupcima. U suprotnom, svakako bi izazvao nezadovoljstvo kupaca koji naručuju manje količine.
3. *Rok isporuke*. Kod ovog vida organizacije, prioretizacija radnih aktivnosti na proizvodima se vrši prema rokovima isporuke, nezavisno od veličine posla ili značaja samih kupaca. Ovaj vid organizacije povećava performanse pouzdanosti jer se smanjuje mogućnost kašnjenja sa isporukom.
4. *First – In- First – Out (FIFO)*. U ovom vidu organizacije se klijenti uslužuju tačno prema redosledu pristizanja porudžbine, prema principu „ko prvi pristigne, prvi je uslužen“. Ovaj vid organizacije se smatra kao fer, u operacijama koje imaju visok kontakt krajnjih korisnika – sa proizvodnim operacijama. Ipak, nedostatak je što se u obzir ne uzima rok isporuke pojedinih poslova, prema urgentnosti.

5. *Last-In-First-Out (LIFO)*. Kod ove organizacije redosled radnih aktivnosti se zasniva na praktičnim razlozima. Naime, ovde se prve radne aktivnosti obavljaju na predmetu rada koji je poslednji stigao. Iako deluje nelogično, ovakav vid rada je čest kod skladišta koja imaju samo jedan ulaz. Naime, logično je prvo vršiti obradu na predmetu rada koji je najbliži ulazu skladišta, dakle koji je posledni pristigao. Ovaj vid organizacije se primenjuje u operacijama koje ne uključuju kontakt sa krajnjim korisnicima – klijentima.
6. *Longest Operation Time first (LOT)*. Pod određenim okolnostima, operacije mogu planirati rad prvo na predmetima rada koje je najduže potrebno obrađivati. Prednost je jer se tada radni centri bave operacionim radom koji je dugoročnog karaktera. U nekim slučajevima se manji obim posla, kraćeg roka, može i odbiti.
7. *Shortest Operation Time first (SOT)*. Ovaj organizacioni metod se primenjuje tamo gde su operacije zavisne od trenutne potrebe za gotovim novcem. Tada se prioritet daje poslovima koji se mogu prvi završiti i za njih se upućuju predračuni te sakuplja gotovina. Ovaj vid rada može unaprediti prihod kompanije ali dugoročno može uticati na ukupnu produktivnost i na gubitak većih klijenata.