

## **LINE OF BALANCE (LOB)**

***Igor Baltanović***

*Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru*

---

### **Izvod**

LOB je jednostavan dijagram koji pokazuje mesto i vreme u kojoj će određeni tim radnika raditi na datoj operaciji. (LOB) linija balansa predstavlja proces kontrole upravljanja za sakupljanje, merenje i predstavljanje činjenica koje se odnose na vreme troškova i ostvarenja, sve merene sa jednim ciljem. Cilj korišćenja LOB-a je pokušaj da se postigne raspored izbalansiranih resursa određivanjem odgovarajuće veličine radnog tima, tj. broja radnika koji se zapošljavaju u svakoj ponavljajućoj aktivnosti kompanije.

***Ključne reči: LOB, veličina radnog tima***

---

### **1. UVOD**

LOB je jednostavan dijagram koji pokazuje mesto i vreme u kojoj će određeni tim radnika raditi na datoj operaciji. Fokusiran je na balansiranje vremena potrebnog za individualne aktivnosti pre raspodele resursa ili smanjenje procesa otpada.

LOB je kreiran od strane 4 članova grupe koju je predvodio George E. Fouch. Tokom 1941. godine the Goodyear & Rubber kompanije prate proizvodnju koristeći LOB. Uspešno je bila primenjena u planiranju proizvodnje i zakazivanja velikih mornaričkih mobilizacija tokom drugog svetskog rata. Lob se pokazao kao vredno sredstvo za ubrzanje proizvodnje vidljivosti tokom korejskog neprijateljstva, takođe. Tokom ovog perioda dobavljači odbrane koristili su LOB.

LOB je dobar vizuelni alat koji nam omogućava da vidimo da li se program može postići sa minimalnim vremenom čekanja između zadataka.

Ova aplikacija je dodatno proširena, čineći je danas pogodnom za čitav spektar aktivnosti u rasponu od istraživanja i razvoja kroz JOB SHOP i proces protoka operacija.

Posebni oblici ovih izveštaja se razlikuju u detaljima, ali osnovni obrazac je prilično ujednačen u celoj industriji.

Standardni simboli: svaki LOB grafik upotrebljava standardne simbole.

Beneficije koje donosi LOB:

1. Kontinuirana upotreba resursa;
2. Brzo počinje i brzo se završava;
3. Radnici provode manje vremena i novca na kasnijim jedinicama;
4. Pобољшanje produktivnosti za 20 %;
5. Ušteda novca i vremena;

6. Brži proces planiranja;
7. Superiorna vizuelna kontrola.

Pored toga osnovne prednosti LOB-a su:

1. Jasno pokazuje količinu posla u određenom random području određenog vremena projekta rada;
2. Ima sposobnost da pokaže i optimizaciju resursa koji se koriste za veliki broj aktivnosti koje se ponavljaju, izvršenih u nekoliko zona ili lokacija;
3. Manji su troškovi i vreme optimizacije analiza zbog svih informacija dostupnih za svaku aktivnost u projektu;
4. Jednostavno podešavanje i superiorne prezentacije i vizuelizacije;
5. Lakše izmenjivanje, ažuriranje i menjanje rasporeda;
6. Bolje upravljanje svim različitim podizvođačima projekta;
7. Omogućava jednostavnije i jasnije upravljanje resursima, kao i optimizaciju resursa funkcija;
8. Vizualizacija produktivnosti i položaj radnika;
9. Omogućava menadžerima projekta da vide, u sred projekta, da li mogu da ispune raspored ako i dalje rade kao i ranije.

Nedostaci LOB-a su sledeći:

1. Nemogućnost da stvori jasan kritički put rasporeda projekta, u odnosu na CPM raspored;
2. Mogu se podeliti samo po odeljenjima (lokacijama);
3. U CPM rasporedu korisnik može podeliti projekat prema lokaciji i drugim sistemima, dok LOB može samo prema lokaciji;
4. Stopa produktivnosti u LOB rasporedu ne uključuje efekat radnika "krive učenja" ili ako se pojedini radnici u timu menjaju.

## **2. RASPORED RAZVOJA LOB-a**

(LOB) linija balansa predstavlja proces kontrole upravljanja za sakupljanje, merenje i predstavljanje činjenica koje se odnose na vreme troškova i ostvarenja - sve merene sa jednim ciljem. To pokazuje proces, status, poreklo, vreme i faze projektnih aktivnosti, čime se obezbeđuje upravljanje za merenje alata koji pomažu:

1. poređenje stvarnog napretka sa formalnim objektivnim planom;
2. ispitivanje samo odstupanja od utvrđenih planova, a odmeravajući njihov stepen težine u odnosu na ostatak projekta;
3. primanje pravovremene informacije u vezi problematične oblasti i ukazuju na oblasti u kojima su potrebne odgovarajuće korektivne akcije;
4. predviđanje budućih performansi.

Sam LOB je grafički uređaj koji omogućava menadžeru da vidi u jednom pogledu koje

aktivnosti operacije su u ravnoteži, odnosno da li one koje bi trebalo da budu završene u vreme revizije zapravo su završene i da li bilo kakve aktivnosti zakazane za budućnost zaostaju u rasporedu. Lob grafikon se sastoji samo od jedne funkcije koja uključuje brojne kontrolne signale za sve različite nivoe upravljanja [2].

Da biste uradili Lob potrebno je sledeće:

1. tabela kumulativnog završetka projekta;
2. plan proizvodnje, ili grafikon proizvodnje samog procesa( operacioni program);
3. dijagram programa procesa;
  - a) konstrukcija LOB-a;
  - b) pregled stvarno dostignutog nivoa procesa;
  - c) ucrtavanje LOB-a na dijagram procesa;
4. analiza procesa.

### **3. CILJEVI KORIŠĆENJA LOB-a**

Cilj korišćenja LOB-a je pokušaj da se postigne raspored izbalansiranih resursa određivanjem odgovarajuće veličine radnog tima, tj. broja radnika koji se zapošljavaju u svakoj ponavljajućoj aktivnosti kompanije.

Ovo se radi tako da se jedinice isporučuju sa stopom koja ispunjava unapred određen rok; kontinuiran rad radne jedinice se održava; analiza takođe uključuje utvrđivanje početnog i završnog puta svih aktivnosti u svim jedinicama i zadatke radnog tima.

Mnogi tipovi projekta sadrže ponavljanje blokova aktivnosti. Primeri ovakvih projekta uključuju puteve i visokogradnju. U obe vrste projekata postoji niz ponovljenih zadataka u mnogim oblastima rada. Arrow i Precedence dijagrami su sposobni efikasni modeli ove vrste rasporeda. Linija balansa (takođe poznata i kao metod vertikalne proizvodnje) je grafička tehnika koja se može koristiti u kombinaciji sa Arrow ili Precedence dijagramom. U dijagramu linije balansa X osa predstavlja hronologiju projekta. Y osa identifikuje radne oblasti koje definišu projekat. Prazan grafikon je polazna tačka linije balansa.

Korišćenjem grafičkih metoda kao što je LOB rezultira zajedničkom razumevanju kako zaposleni prate jedan drugog kroz rad u poslovnim područjima. Takvo neposredno, intuitivno razumevanje projekta često nije moguće sa izlazom obezbeđenim običnim korišćenjem softverskih proizvoda.

Zaključak je da bez obzira koji program koristite, ako ne razumete šta se radi u vašim projektima, nećete biti u mogućnosti da kontrolišete troškove na svojim projektima.

Kao rezultat LOB-a od suštinskog je značaja komunikacija i analiza produktivnosti alata za projekat koji imaju ponovno područje rada [1].

### **4. PRIMENA LOB METODE U GRAĐEVINARSTVU**

Ceo svet se suočava sa konkurencijom u svim oblastima, uključujući i građevinsku industriju. Velike građevinske firme obavljaju velike projekte, a prema potrebama projekata oni

koriste različite metode za izgradnju i upravljanje. CPM, LSM i LOB su različite metode upravljanja građevinskim projektima. Sve građevinske kompanije koriste ove metode prema svojim mogućnostima i uslovima projekata.

Metoda linije balansa je izveštaj koji sadrži studije sprovedene u građevinskoj firmi u kojoj se LOB koncept koristi u početnoj fazi planiranja visokogradnje stambenog projekta. Na osnovu informacija dobijenih iz različitih LOB-ova, predstavljajući različite scenarije, dodatno je razgovarano sa menadžerima projekta, kako bi se uvideli nedostaci i predosti u vezi sa vremenom aktivnosti ciklusa, veličnom radnog tima, veličinom serije, redosledom i interferencijama između aktivnosti.

LOB omogućava timu da poradi na svojoj maksimalnoj brzini, pomažući balansiranju različitih aktivnosti u lancu proizvodnje. U skladu sa idejom korišćenja tima i stvarnog učinka, predložene su tzv. kontrolne tačke, a ne originalni LOB koji pokazuje ponavljanje rada koji može postojati u projektu, kao jednoj liniji na grafiku.

Za razliku od drugih metoda, LOB grafikom pokazuje stopu po kojoj posao koji čini sve aktivnosti je da treba preduzeti da sve aktivnosti ostanu u rasporedu. Ako jedna grupa radi van rasporeda, to će uticati na sledeću grupu, što se pokazuje na grafiku linijama u preseku. LOB bi onda imao niz stepenica poravnjanja.

Donošenje ovakvih odluka je posao menadžment tima. Kada se polaganje cevi i testiranje segmenta urade, onda zatrpavanje može da počne i radi neprekidno; međutim, teškoće u korišćenju LOB-a kao pokušaj za zakazivanje projekta su drugačije od drugih metoda.

Metoda ponovnog planiranja kao što je izgradnja omogućava rad sa ritmičkim planiranjem. U ovom slučaju, kako bi pronašli optimalno korišćenje resursa, koristi se obično druga vrsta planiranja. Radnici i oprema su dizajnirani tako da se dobije ista proizvodna stopa, u smislu građevinskih jedinica (tj. jedan sprat/nedelje, jedan stan/nedelja). Ako su planirane aktivnosti da se izgradi na ovaj način, sve aktivnosti bi mogle da postanu kritične. Ipak, većina građevinskih projekata (uključujući i jednostavne zgrade), se ne ponavljaju u svom postojanju. Kada se planiranje zasniva na građevinskim jedinicama (spratovi i apartmani), proizvodnja se prilično ponavlja i tako razvija građevinske podgrupe. U ovom slučaju raspored je razvijen na osnovu brzine proizvodnje na takav način da generiše isti radni ritam za sve radnike.

Izabran je optimalan broj radnika tako da sve ekipe obavljaju isti rad svih građevinskih jedinica u istom vremenskom periodu.

Razvijene su detaljne građevinske procedure za velike građevinske aktivnosti. Činjenica rada sa ponavljanjem stambenih jedinica projekta olakšava rad i dozvoljava razvoj značajnog nivoa detalja za većinu aktivnosti.

Građevinski postupci su:

1. sastavljanje radne ekipe;
2. vreme dnevne gradnje (konstrukcije);
3. veličina radne ekipe;
4. potrebni alati i oprema.

Kako je linija balansa pogodnija od drugih metoda i studija pokazuje upotreba LOB-a kao

značajan simulator o odlukama koje se odnose na dizajn proizvodnog sistema za multi-spratne zgrade i njen uticaj na svakodnevno poslovanje. Zato je LOB sada više popularan metod u građevinskom menadžmentu i usvojen od strane većine kompanija [3].

## 5. PRAKTIČNA PRIMENA LOB-a KROZ ZADATAK

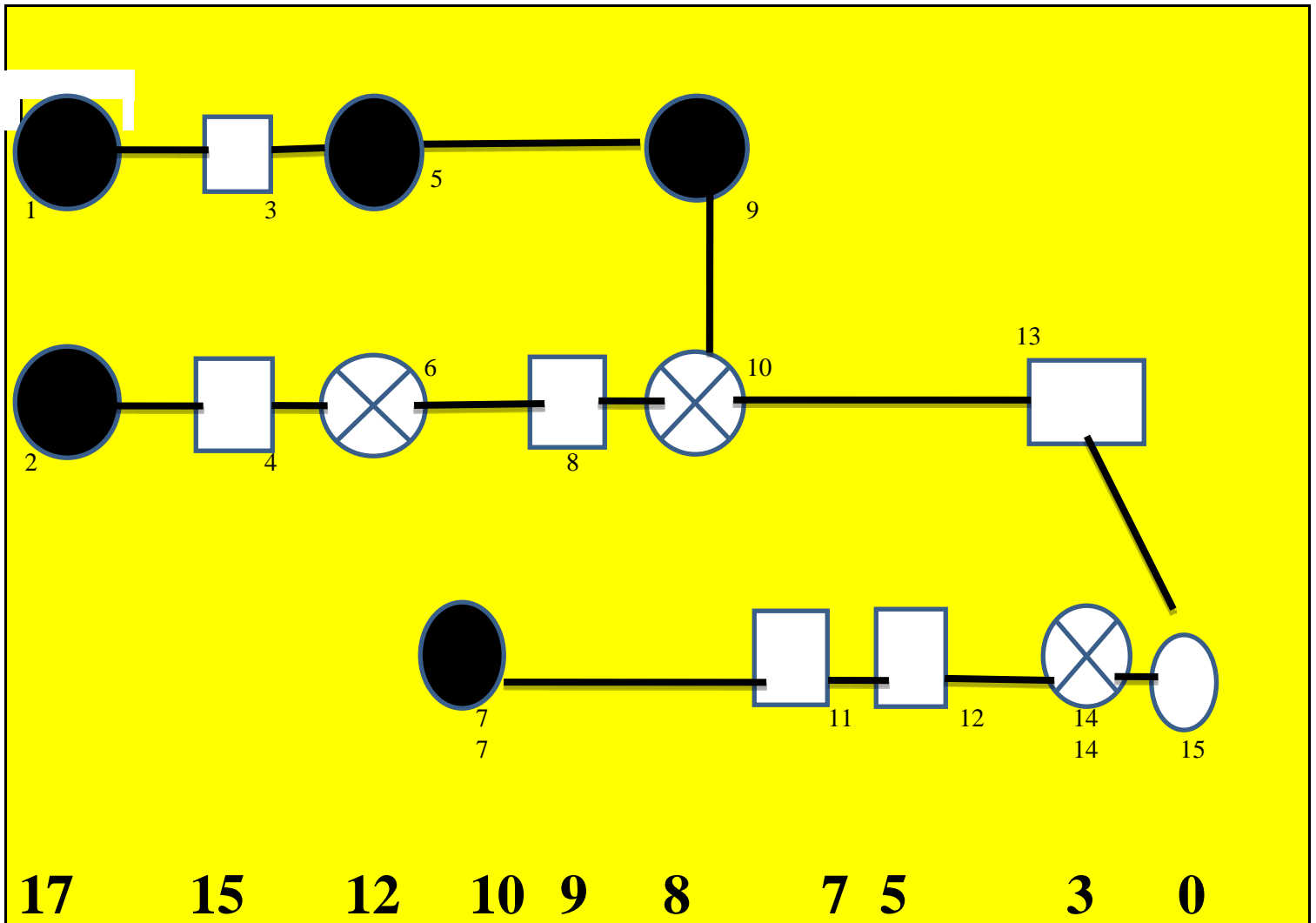
### *Primer 1.*

Jedan proizvod se sastoji od tri podsklopa A, B i C. Većinu delova potrebno je izraditi i sklopiti u fabrici, dok se ostali nadograđuju. Stvarni zahtevi isporuke gotovih proizvoda dati su tabelarno, kao i dijagram vremenskih rokova. Za kontrolnu nedelju usvojiti petu nedelju. Koristeći LOB metodu izvršiti analizu ispunjenja zadatih zahteva isporuke gotovih proizvoda.

*Tabela 1. Raspored završetka*

<b>Raspored završetka</b>	
<b>Nedelja</b>	<b>Zahtev</b>
<b>0</b>	<b>0</b>
<b>1</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>15</b>
<b>9</b>	<b>15</b>
<b>10</b>	<b>15</b>

Na osnovu tabele 1 zaključujemo da se projekat izvršava 10 nedelja i da svake nedelje ima po 15 zahteva.



*Slika 1. Dijagram vremenskih rokova (slika je autorsko delo)*

Na slici 1 se jasno vide faze projekta. Projekat ima 15 operacija i traje 17 dana.

Značenja simbola sa slike 1 su sledeći:



ovaj simbol označava kupovinu delova



ovaj simbol označava izradu delova



ovaj simbol označava skladištenje proizvoda



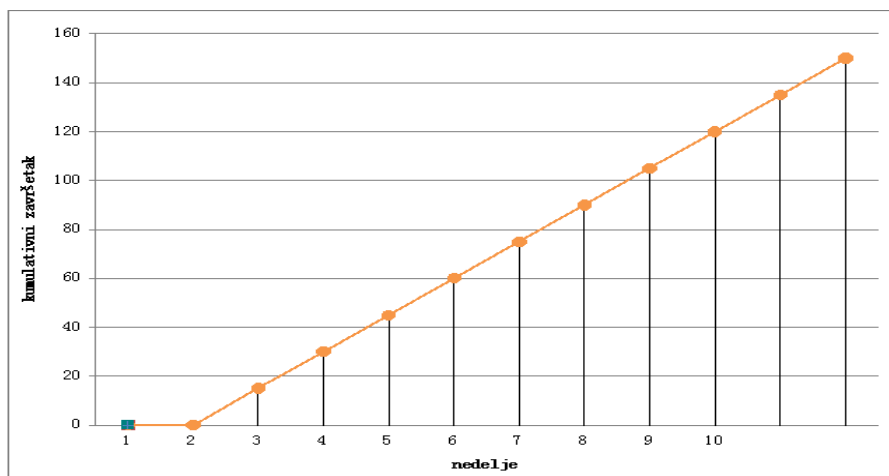
ovaj simbol označava isporuku gotovih proizvoda

Na osnovu tabele 1 date u zadatku, formira se tabela kumulativnog završetka projekta (tabela 2):

**Tabela 2.** Kumulativni završetak projekta

nedelja	zahtev	kumulativni broj gotovih jedinica
0	0	0
1	15	15
2	15	30
3	15	45
4	15	60
5	15	75
6	15	90
7	15	105
8	15	120
9	15	135
10	15	150

U tabeli 2 žutom bojom označena je kontrolna nedelja ovog projekta. Nakon formiranja tabele kumulativnog završetka, potrebno je formirati grafik kumulativnog završetka projekta:



**Slika 2.** Linija kumulativnog završetka

Na slici 2 se jasno vidi ravna linija (tok) kumulativnog završetka Za kontrolni period, kao što je u zadatku već ranije navedeno, uzeta je peta nedelja. Vreme trajanja projekta je 17 dana; na osnovu ovih podataka određujemo koliko je radnih dana nedeljno potrebno za ispunjenje zahteva.

Prvo pokušavamo sa 7 radnih dana:

$17/7 = 2,43$  pošto ovo ne obuhvata kontrolnu nedelju nastavljamo dalje,  
 $17/6 = 2,83$  ni nakon 6 dana nismo ušli u kontrolnu nedelju,  
 $17/5 = 3,4$  ušli smo u četvrtu nedelju ali nama treba peta, računamo dalje,  
 $17/4 = 4,25$  ušli smo u petu nedelju što znači da prihvatamo 4 radna dana.

Sada radimo svaku operaciju pojedinačno, računajući sledeće:

VRPZ- vremenski rok pre završetka  
 KTR- kumulativnu tačku razmatranja i  
 KBGJ- kumulativni broj gotovih jedinica  
 KTR se dobija sabiranjem VRPZ-a i KN-e (kontrolna nedelja)

#### Operacija 15

VRPZ = 0 dana  
 KTR =  $5 + 0 = 5$  nedelja  
 KBGJ = 75 jedinica

#### Operacija 14

VRPZ = 3 dana;  $3/4 = 0,75$  ned.  
 KTR =  $5 + 0,75 = 5,75$  ned.  
 KBGJ =  $75 + 15 * 0,75 = 75 + 11,25 = 86,25 \approx 87$  jedinica

#### Operacija 13

VRPZ = 3 dana;  $3/4 = 0,75$  ned.  
 KTR =  $5 + 0,75 = 5,75$  ned.  
 KBGJ =  $75 + 15 * 0,75 = 75 + 11,25 = 86,25 \approx 87$  jedinica

#### Operacija 12

VRPZ = 5 dana;  $5/4 = 1,25$  ned.  
 KTR =  $5 + 1,25 = 6,25$  ned.  
 KBGJ =  $90 + 15 * 0,25 = 90 + 3,75 = 93,75 \approx 94$  jed.

#### Operacija 11

VRPZ = 7 dana;  $7/4 = 1,75$  ned.  
 KTR =  $5 + 1,75 = 6,75$  ned.  
 KBGJ =  $90 + 15 * 0,75 = 90 + 11,25 = 101,25 \approx 102$  jed.

#### Operacija 10

VRPZ = 8 dana;  $8/4 = 2$  ned.



$$\text{KTR} = 5 + 2 = 7 \text{ ned.}$$

$$\text{KBGJ} = 105 + 15 * 0 = 105 \text{ jed.}$$

#### Operacija 9

$$\text{VRPZ} = 8 \text{ dana; } 8/4 = 2 \text{ ned.}$$

$$\text{KTR} = 5 + 2 = 7 \text{ ned.}$$

$$\text{KBGJ} = 105 + 15 * 0 = 105 \text{ jed.}$$

#### Operacija 8

$$\text{VRPZ} = 9 \text{ dana; } 9/4 = 2,25 \text{ ned.}$$

$$\text{KTR} = 5 + 2,25 = 7,25 \text{ ned.}$$

$$\text{KBGJ} = 105 + 15 * 0,25 = 105 + 3,75 = 108,75 \approx 109 \text{ jed.}$$

#### Operacija 7

$$\text{VRPZ} = 10 \text{ dana; } 10/4 = 2,5 \text{ ned.}$$

$$\text{KTR} = 5 + 2,5 = 7,5 \text{ ned.}$$

$$\text{KBGJ} = 105 + 15 * 0,5 = 105 + 7,5 = 112,5 \approx 113 \text{ jed.}$$

#### Operacija 6

$$\text{VRPZ} = 12 \text{ dana; } 12/4 = 3 \text{ ned.}$$

$$\text{KTR} = 5 + 3 = 8 \text{ ned.}$$

$$\text{KBGJ} = 120 + 15 * 0 = 120 \text{ jed.}$$

#### Operacija 5

$$\text{VRPZ} = 12 \text{ dana; } 12/4 = 3 \text{ ned.}$$

$$\text{KTR} = 5 + 3 = 8 \text{ ned.}$$

$$\text{KBGJ} = 120 + 15 * 0 = 120 \text{ jed.}$$

#### Operacija 4

$$\text{VRPZ} = 15 \text{ dana; } 15/4 = 3,75 \text{ ned.}$$

$$\text{KTR} = 5 + 3,75 = 8,75 \text{ ned.}$$

$$\text{KBGJ} = 120 + 15 * 0,75 = 120 + 11,25 = 131,25 \approx 132 \text{ jed.}$$

#### Operacija 3

$$\text{VRPZ} = 15 \text{ dana; } 15/4 = 3,75 \text{ ned.}$$

$$\text{KTR} = 5 + 3,75 = 8,75 \text{ ned.}$$

$$\text{KBGJ} = 120 + 15 * 0,75 = 120 + 11,25 = 131,25 \approx 132 \text{ jed.}$$

#### Operacija 2

$$\text{VRPZ} = 17 \text{ dana; } 17/4 = 4,25 \text{ ned.}$$

$$\text{KTR} = 5 + 4,25 = 9,25 \text{ ned.}$$

$$\text{KBGJ} = 135 + 15 * 0,25 = 135 + 3,75 = 138,75 \approx 139 \text{ jed.}$$

#### Operacija 1

$$\text{VRPZ} = 17 \text{ dana; } 17/4 = 4,25 \text{ ned.}$$

$$\text{KTR} = 5 + 4,25 = 9,25 \text{ ned.}$$

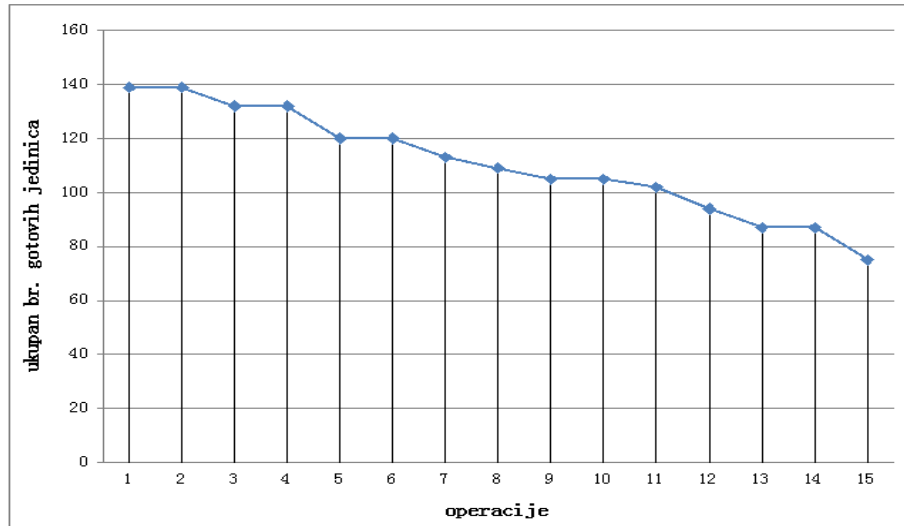
$$\text{KBGJ} = 135 + 15 * 0,25 = 135 + 3,75 = 138,75 \approx 139 \text{ jed.}$$

Nakon izvršenih svih 15 operacija sada treba formirati tabelarni prikaz dobijenih rezultata (tabela 3):

**Tabela 3. Prikaz dobijenih rezultata**

tabelarni prikaz dobijenih rezultata								
operacija	VRPZ(dan)	VRPZ(NED.)	KTR	broj celih nedelja	jedinice u celoj nedelji	započeta nedelja	broj jedinica započete nedelje	ukupan broj gotovih jedinica
1	17	4,25	9,25	9	135	10	0,25	139
2	17	4,25	9,25	9	135	10	0,25	139
3	15	3,75	8,75	8	120	9	0,75	132
4	15	3,75	8,75	8	120	9	0,75	132
5	12	3	8	8	120	9	0	120
6	12	3	8	8	120	9	0	120
7	10	2,50	7,50	7	105	8	0,50	113
8	9	2,25	7,25	7	105	8	0,25	109
9	8	2	7	7	105	8	0	105
10	8	2	7	7	105	8	0	105
11	7	1,75	6,75	6	90	7	0,75	102
12	5	1,25	6,25	6	90	7	0,25	94
13	3	0,75	5,75	5	75	6	0,75	87
14	3	0,75	5,75	5	75	6	0,75	87
15	0	0	5	5	75	6	0	75

Nakon što smo izračunali sve operacije, i sve tabelarno prikazali sada formiramo LOB liniju (slika 3):



*Slika 3. LOB linija*

## 6. ZAKLJUČAK

Ovim primerom smo pokazali mesto i vreme u kojoj će određeni tim radnika raditi na datoj operaciji. Predstavljen je proces kontrole upravljanja za sakupljanje, merenje i predstavljanje činjenica koje se odnose na vreme troškova. Postignut je cilj korišćenja LOB-a.

## LINE OF BALANCE (LOB)

*Igor Baltanović*

---

### Abstract

LOB is a simple diagram showing the location and the time in which a certain team of workers to work in a given operation. (LOB) line of balance is the process of management control for the collection, measurement and presentation of the facts relating to the time and cost of works, all measured with one goal. The aim of using LOB is an attempt to achieve a balanced schedule resources by determining the appropriate size of the working team, tj.broja workers who are employed in each recurring activities of the company.

**Keywords:** *LOB, size of the working team*

---

**LITERATURA / REFERENCES**

- [1] *International Journal Of Modern Engineering Research*, Syed Sabihuddin (2014). (<http://www.ijmer.com>)
- [2] Aca Jovanović, Ivan Mihajlović, Živan Živković, *Upravljanje proizvodnjom*, Bor (2005).
- [3] Simple source of acquisition knowledge, (<http://acqnotes.com>), Datum: 30 jun 2007.