

## PRIMENA SOFTVERA FLEXIBLE LINE BALANCING U OPTIMIZACIJI PROIZVODNE LINIJE KOMPANIJE "SCS. PLUS"

*Ana Pavlović, Sanela Arsić, Marko Todorović*  
*Univerzitet u Beogradu, Tehnički fakultet u Boru*

### Izvod

Vreme kao resurs ima veoma veliko značenje i ulogu u ostvarenju uspešnosti preduzeća. Za postizanje što većeg uspeha nije važno samo pametno iskoristiti radno vreme radnika i menadžera, nego i proceniti u koje vreme je najbolje pokrenuti određeni poslovni potez. Upravljanje vremenom može pomoći da se vreme kvalitetno planira, da se postave ciljevi, i da se na što efikasniji i brži način oni ispune. Osnovu svakog rada (fizičkog ili intelektualnog) čini upravljanje vremenom. Iskorišćenje vremena je podjednako važno kako za menadžerske tako i za druge administrativne strukture. Naime, smatra se da je efektivnost rada svakog pojedinog učesnika u procesu rada, direktno uslovljena njegovim upravljanjem sopstvenim vremenom. Ovaj rad je zasnovan na optimizaciji jednog segmenta procesa proizvodnje u kompaniji „SCS. Plus”. Kao polazni podaci upotrebljena su vremena trajanja pojedinih faza i aktivnosti samog tehnološkog procesa. Potom je izvršena optimizacija primenom softvera Flexible Line Balancing. Dobijeni rezultati optimizacije upoređeni su sa realnim trajanjem proizvodnog ciklusa.

***Ključne reči:*** *proizvodnja, upravljanje vremenom, uravnoteženje proizvodne linije*

### 1. UVOD

Od samih početaka čovekova proizvodna aktivnost je na očigledan način iskazivala osnovnu svrhu - zadovoljenje ličnih potreba. Vremenom su se menjali tehnologija i organizacija proizvodnje, kao i splet interakcionih odnosa sa okruženjem. Sa porastom cene radne snage (visokokvalifikovane posebno) nastupa period mehanizacije, automatizacije i robotizacije kao najvišeg oblika manifestovanja kapitalnog ulaganja. Zapostavljeni su drugi elementi ulaganih resursa. Neodoljiv je fenomen profita, koji je na ovaj ili onaj način ugrađen u neke od koncepta sistema vrednovanja efekata u proizvodnji (dostupno na : <http://www.scribd.com/doc/1739348/SE>

### [MINARSKI-RAD-OPTIMIZACIJA- PROIZVODNOG-PROCESA-\).](#)

Upravljanje vremenom usmereno je na ekonomizaciju i racionalnu upotrebu vremena kao dragocenog i oskudnog resursa, razvoj metoda i tehnika za unapređivanje metoda rada i efikasnosti korišćenja vremena. U poslovnom svetu česti su treninzi na temu ušteda i racionalnog korišćenja vremena.

Danas, upravljanje vremenom, kao interdisciplina, naučna oblast primenjene psihologije, teorije upravljanja i organizacije, teorije odlučivanja i projektnog menadžmenta, proučava problem upravljanja vremenom kao ključnog resursa izvršenja projekta i zadataka, odnosno obavljanje životnih i radnih aktivnosti i praktičnih strategija kao i metoda rešavanja vremenskog

deficita i vremenoskog konflikta (dostupno na :<http://www.diplomski-rad.com/2010072411143/MENADZMEN/T/seminarski-diplomski-rad-menadzment-time-management.html>).

Teorijski deo ovog rada sadrži opis proizvodnje, tipova proizvodnje, prikazuje pojam upravljanja vremenom i načine upravljanja vremenom, zatim pojam uravnoteženja i optimizacije proizvodne linije i primenu proizvodne linije U-oblika. U drugom delu rada biće opisan i objašnjen način rada sotvera Flexible Line Balancing, preko koga je izvršena optimizacija, zatim opis kompanije "SCS. Plus" iz Knjaževca, na čijoj proizvodnoj liniji je vršena optimizacija i rezultati te optimizacije.

## 2. PROIZVODNJA – POJAM I DEFINISANJE

Proizvodnja, kao i proizvodni menadžment postaju prihvatljivi termini od 1930. do 1950. godine. Kako radovi F.W. Taylor-a postaju široko poznati, menadžeri razvijaju tehnike koje su usresređene na ekonomsku efikasnost u proizvodnji. Radnici vrlo detaljno proučavaju načine na koje mogu eliminisati višak napora i povećati efikasnost u proizvodnji. U isto vreme sociolozi i psiholozi počinju da proučavaju ljude i ljudsko ponašanje u radnoj sredini [3].

Proizvodnja je večiti proces prisvajanja, prerade i oblikovanja predmeta prirode koji vrši čovek dabi obezbedio materijalne uslove života i na taj način zadovoljio potrebe pojedinaca, društvenih grupa i širih zajednica. Opređen saznanjem da samo proizvodnjom materijalnih dobara može da održi svoju vrstu, čovek nužno dolazi u svakodnevne odnose s prirodom, prilagođava je, daje joj posebne oblike i pogodne forme za korišćenje, čini je upotrebljivom i korisnom, a to sve je u okviru određenog društvenog oblika i njegovim posredstvom [4].

Proizvodnja se, dalje, može shvatiti kao proizvodnja u širem, odnosno užem smislu. U užem značenju proizvodnja je proces proizvodne aktivnosti u kojem se direktno ostvaruje proces trošenja rada. Proizvodnja se, u ovom slučaju, svodi na onu aktivnost ljudi u kojoj se realno ostvaruje objedinjavanje i uzajamno kombinovanje materijalnih i subjektivnih činilaca proizvodnje i oni dovode u aktivan odnos trošenja gde se vodi proces rada, prerađuju predmeti prirode i daje im se posebna forma pogodna za upotrebu i korišćenje. Međutim, proizvodnjase najčešće shvata u širem smislu kao jedinstvo osnovnih momenata privredne aktivnosti društva.

Tako shvaćena proizvodnja obuhvata celokupnost ekonomskog života, sve njegove osnovne segmente: proizvodnju, raspodelu (razmenu) i potrošnju, a ne samo proces rada u kome se istovremeno i neposredno vrši celishodno trošenje subjektivnih i materijalnih činilaca proizvodnje. U tom jedinstvu proizvodnja ima odlučujući značaj za celokupnu oblast ekonomskog života ljudi [4].

Radno mesto u proizvodnji predstavlja osnovni podsistem na kome se izvršava jedna tehnološka operacija, ili nekoliko tehnoloških operacija. Radno mesto predstavlja skup materijalnih i tehničkih uslova koji uz angažovanje čoveka, aktivno ili pasivno (nadzor), omogućavaju izvršavanje jedne, ili nekoliko, tehnoloških operacija. S obzirom da se na radnom mestu manifestuju svi uticaji, pozitivni ili negativni, koje generiše sam sistem ili njegovo okruženje, neophodno je na određeni način determinisati organizacioni tip radnog mesta [8].

Funkcija proizvodnje je zapravo tehnička funkcija u preduzeću, koja je jedini stvaralac novostvorene vrednosti. Sam čin proizvodnje zahteva brojne druge poslove, kao uslov za pravilno izvršenje funkcije proizvodnje.

Te poslove možemo klasifikovati u tri grupe [6]:

- poslovi pripreme,
- poslovi neposrednog izvršenja i
- poslovi održavanja sredstava.

Planiranje i upravljanje proizvodnjom je od velikog značaja za svaku kompaniju. Ciljevi upravljanja proizvodnom su [5]:

- Smanjenje količine zaliha,
- Poboljšanje vremena proizvodnje,
- Skraćanje vremena proizvodnje,
- Smanjenje količine obrtnih sredstava vezanih u proizvodnji i
- Povećanje transparentnosti poslovnih događaja.

Prilikom planiranja proizvodnje, u najvećem broju slučajeva, se ne vodi računa o škartu koji se doručuje na tehničkim sistemima na kojima se izvršava i planirana (osnovna) proizvodnja. To znači da se raspoloživi vremenski kapacitet koristi isključivo za osnovnu proizvodnju. Međutim, kako se škart doručuje na tehničkim sistemima osnovne proizvodnje, jasno je da se jedan deo raspoloživog vremenskog kapaciteta troši za tu doradu. Posledica ne vođenja računa o ovome ispoljava se kroz manjak kapaciteta, zastoje u proizvodnji, produžavanje proizvodnih ciklusa itd. [7].

### 3. UPRAVLJANJE VREMENOM

Imperativ uspešnog poslovanja je: Vreme treba što racionalnije koristiti. Ovaj opšti stav ima posebnu težinu obzirom na poslovanje u savremenom tržišnom okruženju gde širok uticaj imaju [1]:

- konkurencija na tržištu (stalne promene u zahtevima kupaca, rokovi isporuke)
- tehničko-tehnološke promene (novi proizvodi, nove tehnologije).

Najveća odgovornost za vremenski interval ostvarivanja same proizvodnje

leži na samim operativnim jedinicama proizvodnje, pod uslovom da su razvoj i priprema proizvodnje i neposredna priprema proizvodnje urađeni besprekorno i sa realno sagledanim podacima o trenutnom stanju proizvodnih linija.

Svaki proces u domenu proizvodnje predstavlja skup aktivnosti čija je zajednička osobina potrošnja vremena. Vreme kao zajednička dimenzija, manifestuje se sa stanovišta organizacije proizvodnje u datim uslovima ostalih resursa. Uopšteno posmatrano mogu se odrediti dva ekstremna slučaja:

1. Sve aktivnosti se uzastopno nižu, tu se javlja najduža mogućavarijanta,
2. Sve aktivnosti se obavljaju istovremeno

Ni jedna ni druga krajnost nisu bliske realnosti, ali se između njih nalaze brojne moguće varijante. Pri upravljanju vremenom pojedinih procesnih aktivnosti treba imati u vidu [1]:

1. tehnološku, radnu uslovljenost pojedinih aktivnosti odnosno operacija.
2. ograničenja u pogledu kapaciteta, radi izbegavanja čekanja, proizvodne opreme, radnika ili objekata rada (mogućnost pojave uskog grla).
3. neophodnost transporta materijala sa jednog mesta na drugo u skladu sa rasporedom opreme (izvršiti optimalno raspoređivanje opreme u prostoru).

### 4. URAVNOTEŽENJE PROIZVODNE LINIJE

Tradicionalni problem uravnoteženja proizvodne linije razmatra proces proizvodnje konkretnog proizvoda pri čemu je proizvodni proces okarakterisan kao redosled radnih zadataka koje treba raspodeliti radnim mestima. Za svaki radni zadatak potreban je poznati iznos vremena da bi se izvršio. Takođe postoji međuzavisnost redosleda pojedinih

radnih zadataka: svaki radni zadatak može biti dodeljen određenom radnom mestu, tek pošto su zadaci koji mu prethode raspodeljeni.

Jedna od metoda za uravnoteženje proizvodne linije jeste upravo postupak modifikovane metode uslovnih nizova, obrađena u prethodnom primeru.

Uravnoteženje proizvodne linije predstavlja takvu podelu rada po radnim mestima na liniji koja obezbeđuje postavljeni cilj-planirani obim proizvodnje u jedinici vremena. Praktično se problem pojavljuje u dva vida [2]:

1. Uravnoteženje postojeće proizvodne linije i
2. Projektovanje nove proizvodne linije.

Mnogo je češći slučaj rešavanja problema u njegovom prvom vidu, i tada nije moguće uvek doći do optimalnog rešenja. Kada se rešava drugi vid problema do optimalnog rešenja se uvek može doći jer se tada projektuje potpuno nova proizvodna linija za koju su poznati svi polazni parametri i moguće je vršiti njihovu modifikaciju.

Uravnoteženje postojeće proizvodne linije može se zahtevati da bi se izvršile promene u vremenu trajanja proizvodnog ciklusa, vremena izvršenja pojedinih radnih zadataka, rasporeda radnih zadataka, dodavanje novih ili uklanjanje postojećih radnih zadataka, itd. U praktičnoj primeni, potreba za ponovnim uravnoteženjem postojeće proizvodne linije se javlja kontinualnim promenama potreba kupaca, koje uslovljavaju proizvođače da slede zahteve tržišta, i na taj način unapređuju dotadašnji izgled i funkcionalnost proizvoda. Dalje, promene u količini naručenih proizvoda uslovljavaju kompanije da kontinualno menjaju brzinu proizvodnje.

U osnovi uravnoteženja postojeće ili nove proizvodne linije je kombinatorijski problem, u kome se prepliću kombinacije problema koji treba da maksimiziraju iskorišćenje radnih mesta ili opreme ili da minimiziraju vreme potrebno za proces obrade materijala.

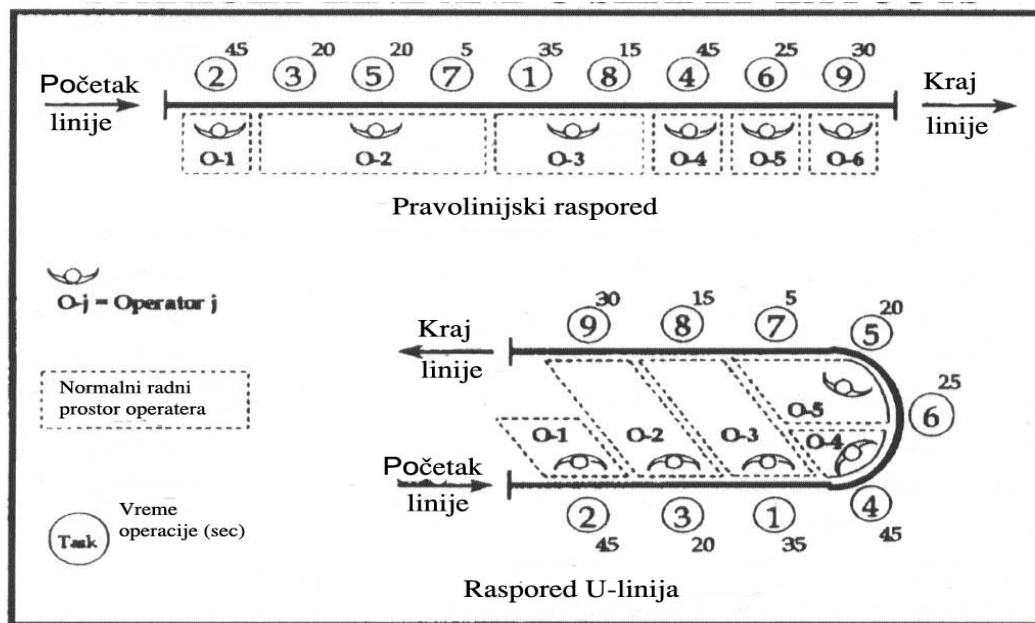
Uravnoteženje proizvodnih operacija na proizvodnoj liniji moguće je izvesti na neki od sledećih načina [2]:

- adekvatan način izvođenja operacija,
- uvođenje paralelnog rada na obavljanju posmatrane operacije (veći broj mašina ili veći broj radnika),
- postavljanje međuoperacijskih skladišta,
- produžavanje radnog vremena radnika pri obavljanju operacija koje predstavljaju usko grlo.
- uvođenje U-oblika proizvodne linije, o čemu će više reči biti u daljem tekstu.

#### **4.1. Primena proizvodne linije U-oblika (U-shaped lines) sa paralelnim radnim mestima**

Izučavanja velikog broja istraživača u poslednjih nekoliko godina pokazuju da proizvodne linije U-oblika povećavaju produktivnost radne snage u odnosu na tradicionalni pravolinijski raspored.

Naime, proizvođači često koriste montažne linije na kojima se sklapaju proizvodi većih dimenzija. U procesu rada na montažnoj liniji svaki komad se gradi postepeno kako se kreće duž pojedinih radnih mesta. Obično, jedan radnik radi na jednom radnom mestu, ponavljajući deo procesa sklapanja na svakom komadu proizvoda. Na slici 1 je dat primer pravolinijskih i U oblika montažne linije [2].



Slika 1. Pravolinijski i U- oblik montažne linije [2]

Fundamentalna razlika između pravolinijskog i U-oblika proizvodne linije (ili montažne linije) sastoji se u sledećem. Kada se koristi pravolinijski raspored, operateri su poredani u linearni raspored, i svako završava svoj deo posla na određenom delu linije. Ovakvo raspoređivanje je od značaja jer eliminiše nepotrebno kretanje radnika i verovatnoću mešanja radnika (operatera). Kada se koristi raspored U-oblika, operateri mogu da rade na obe strane linije, dok komadi na kojima se radi prate putanju poslova formiranu prema konfiguraciji U-linije. Na primer, operator dva, sa slike 14., izvodi radni zadatak {3} na prednjem delu linije, ide na zadnju stranu gde obavlja zadatak {9} i nakon toga se ponovo vraća na prednju stranu linije [2].

Osnovne odluke kod rada na bilo kojoj montažnoj ili proizvodnoj liniji uključuju „uravnoteženje linije“. U suštini, problem uravnoteženja linije (line balancing problem) deli proizvodne zadatke (odnosno najmanje jedinice rada na sklapanju-kod montažne linije-koje operator može da izvrši nezavisno) u grupe i dodeljuje te grupe zadataka radnim mestima uz zadovoljenje dva

osnovna zahteva. Prvo, vreme potrebno da se obave ovi zadaci dodeljeni konkretnom radnom mestu ne sme prevazići vreme trajanja proizvodnog ciklusa, koje odgovara vremenskom intervalu potrebnom za sklapanje jednog komada proizvoda. Dodatno, sve međupovezanosti radnih zadataka definisane redosledom sklapanja komada proizvoda moraju biti ispoštovane.

Uravnoteženje linije je važan i kompleksan problem za sve kompanije koje koriste liniju za montažu jer ono u suštini determiniše nivo produktivnosti radne snage određenog sistema. Rešavanje uravnoteženja linije, za pravolinijski raspored, radi se tehnikom SALB (Simple Assembly Line Balancing). Kod U-oblika u te svrhe se koristi tehnika SULB (Simple U-Line Balancing).

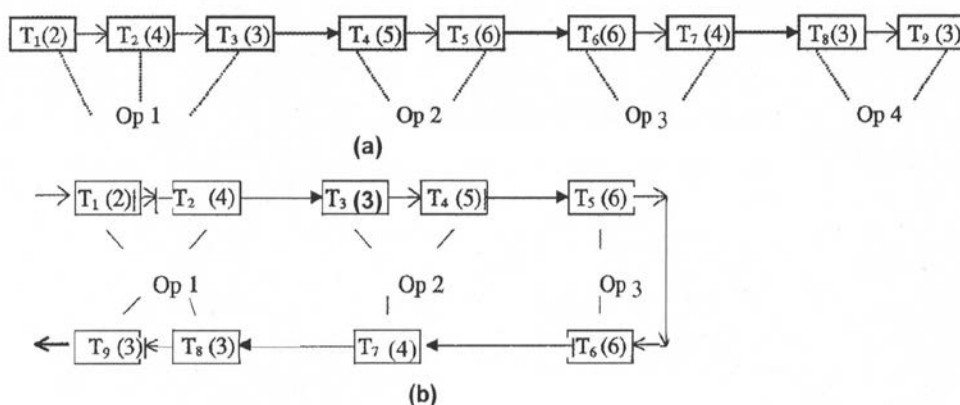
Postoje mnoge metode za rešavanje SALB problema koje uključuju kako heurističke tako i terminističke procedure. Iako fundamentalna razlika između pravolinijskog rasporeda i U-oblika rasporeda može delovati mala, njen uticaj na proceduru uravnoteženja linije je značajan. Na taj način, metode

rešavanja koje se primenjuju na SALB problem nisu primenjive na SULB problem.

U-linija je dobra alternativa za proizvodni sistem jer operateri (radnici) postaju obučeni za obavljanje više od jednog radnog zadatka i ispunjavaju zadatke locirane na različitim mestima proizvodne linije. Pored toga, kako raspored radnih mesta u obliku U-linije

daje više mogućnosti za raspodelu radnih zadataka, broj radnih mesta potrebnih za U-liniju nikada nije veći nego kod pravolinijskog rasporeda [2].

Da bi se konkretan učinak prihvatanja U-linije umesto prvolinijskog rasporeda shvatio pogledajmo primer prikazan na slici 2.



**Slika 2.** Primer tradicionalne (pravolinijske) proizvodne linije (a) i proizvodne linije U-oblika (b). Vreme trajanja proizvodnog ciklusa u oba slučaja je 12 s (vremena pojedinih zadataka su date u zagradama) i radni zadaci su označeni brojevima 1-9 [2]

U prvom slučaju (a), za obavljanje 9 radnih zadataka potrebno je 4 operatera (4 radna mesta), pri čemu je efikasnost svakog od njih 9/12, 11/12, 10/12 i 6/12, respektivno. U situaciji sa U - linijom (b) isti radni zadaci se obavljaju na tri radna mesta, pri čemu svaki od njih ima efikasnost = radni učinak 100%. Naravno, u drugom slučaju je potreban viši nivo znanja operatera za rukovanjem opremom.

## 5. ISTORIJAT KOMPANIJE “SCS. PLUS”

Kompanija “SCS. Plus” sa sedištem u Knjaževcu osnovana je 1997. godine kao radionica za proizvodnju sedišta i naslona od bukovog furnira sa 20 zapošljenih radnika. Dobra poslovna politika i visok kvalitet obezbedeli su kompaniji konstantn rast i razvoj, tako da preduzeće danas zapošljava 125 radnika i proizvodi preko 700 modela otpreska. Proizvodni program je veoma raznovrstan i obuhvata

sedišta, naslone, školjke, ploče, delove nameštaja sa besprekornim površinama i za tapaciranje.

Kompanija „SCS. Plus“ je najveći proizvođač delova za stolice od furnira na Balkanskom poluostrvu. Godišnje se u kompaniji proizvede preko 1.000. 000 delova, sedišta i naslona, ploča - tabli za pisanje, školjki. Dosadašnji proizvodni program obuhvata i montažu gotove stolice na metalnim konstrukcijama i proizvodnju školskog nameštaja.

Preduzeće je do sada realizovalo brojne investicione programe. Tako na primer, izvršena je automatizacija proizvodnje kupovinom CNC mašine koja može bušiti potrebne rupe na sedištima i naslonima prema modelu i zahtevu kupaca, kupljena je i montirana savremena lakirница tako dasedišta i naslone može isporučiti kao lakirane prema stogim ekološkim zahtevima inokupaca ili nelakirane, potrebnom opremom otpatke od drveta presuje i proizvodi materijal za grejanje

sopstvenih prostorija itd. (Interna dokumentacija kompanije „SCS. Plus“). U svom proizvodnom programu kompanija „SCS. Plus“ d.o.o. Knjaževac ima tri grupe proizvoda (a) sedišta i naslone, (b) školjke i (c) proizvode od punog drveta. Navedene grupe proizvoda su heterogene obzirom da obuhvataju više različitih podgrupa prema specifičnim zahtevima kupaca. Zbog toga će opis tehnološkog procesa proizvodnje sadžati tehnologiju proizvodnje sedišta i naslona, tehnologiju proizvodnje školjki ekskluziv i proizvoda od punog drveta (Interna dokumentacija kompanije „SCS. Plus“).

### **5.1. Opis tehnološkog procesa proizvodnje sedišta i naslona u kompaniji „SCS. Plus“**

U kompaniji „SCS. Plus“ radnici rade u tri smene. Dnevni kapacitet koji se proizvede je od 1500 – 1800 komada za smenu.

Može se reći da se više od 80% tehnoloških operacija u preradi drveta izvršava mašinskim tehnološkim zahvatima i da se kod većine tih tehnoloških operacija pomoćni zahvati izvršavaju mašinski, mašinski–ručno ili ručno. Ostale tehnološke operacije se izvršavaju sa mašinsko–ručnim ili ručnim pomoćnim zahvatima. Jasno, kod izvršnja tehnoloških i pomoćnih zahvata mašinski, znači bez neposrednog angažovanja čoveka, njihovo trajanje je uslovljeno režimom rada (broj obrtaja, pomeranje po jednom obrtu, brzina pomeranja) vrstom drveta i željenim kvalitetom obrade i predstavlja determinističku (računsku) veličinu. Ukoliko se neki od pomoćnih zahvata izvršava i ručno onda je on stohastička (slučajna) veličina, s obzirom da podleže uticaju zalaganja radnika, kao i pojavi nepredviđenih zahvata. Može se reći da bi kod takvih tehnoloških operacija trajanje ručnih pomoćnih zahvata, posmatrano u odnosu na normu vremena, bilo veoma malo. Kod ostalih tehnoloških

operacija kod kojih se tehnološki zahvati izvršavaju mašinsko–ručno ili ručno, njihovo trajanje je stohastička veličina. Pomoćni zahvati u takvim tehnološkim operacijama se, takođe, izvršavaju mašinsko–ručno ili ručno i njihovo trajanje je takođe stohastička veličina. S obzirom da takve tehnološke operacije mogu biti dosta složene učešće pomoćnih zahvata u normi vremena može biti značajnije [9].

Kompanija „SCS. Plus“ proizvodi sedišta i naslone za poznate kupce, što znači da ima ugovorene količine i modele. Po dobijanju novog modela i tehničkog crteža razvojna služba preduzeća radi kontra uzorke i šalje kupcu na overu. Nakon ispitivanja uzorka kupac daje direktnu porudžbinu (količine po modelima). Tehnološki proces proizvodnje sedišta i naslona počinje (Interna dokumentacija kompanije „SCS. Plus“):

U tabeli 1. prikazan je redosled radnih operacija sa vremenom trajanja svake od njih, kao i neophodan broj radnika, na svakoj od operacija u tehnološkom procesu.

## **6. ANALIZA RAZMATRANOG OPTIMIZACIONOG PROBLEMA U SOFTVERU FLEXIBLE LINE BALANCING**

U daljem tekstu je predstavljena optimizacija datog problema primenom Flexible Line Balancing softvera.

U tabeli 2. dat je unos podataka u softver Flexible Line Balancing.

Na Slici 3. dat je način na koji je softver Flexible Line Balancing polazno grupisao radne zadatke u okviru razmatranog tehnološkog procesa.

Polazna raspodela vremena po grupacijama radnih mesta u softveru Flexible Line Balancing je data na slici 4.

Potom, izvršen je pokušaj optimizacije razmatranog tehnološkog procesa, primenom metodologije proizvodne linije U – oblika. Na taj način, izvršeno je pregrupisanje radnih mesta kao u tabeli 3.

Optimalni raspored radnih mesta, u radnim grupama, koji je ishod optimizacije Flexible Line Balancing softvera, je dat na slici 5.

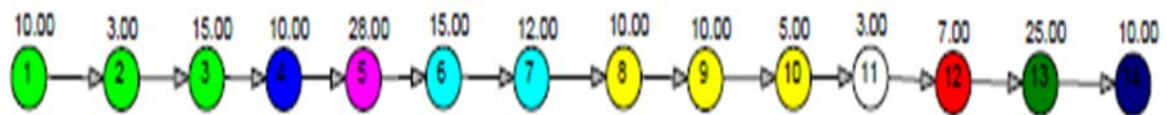
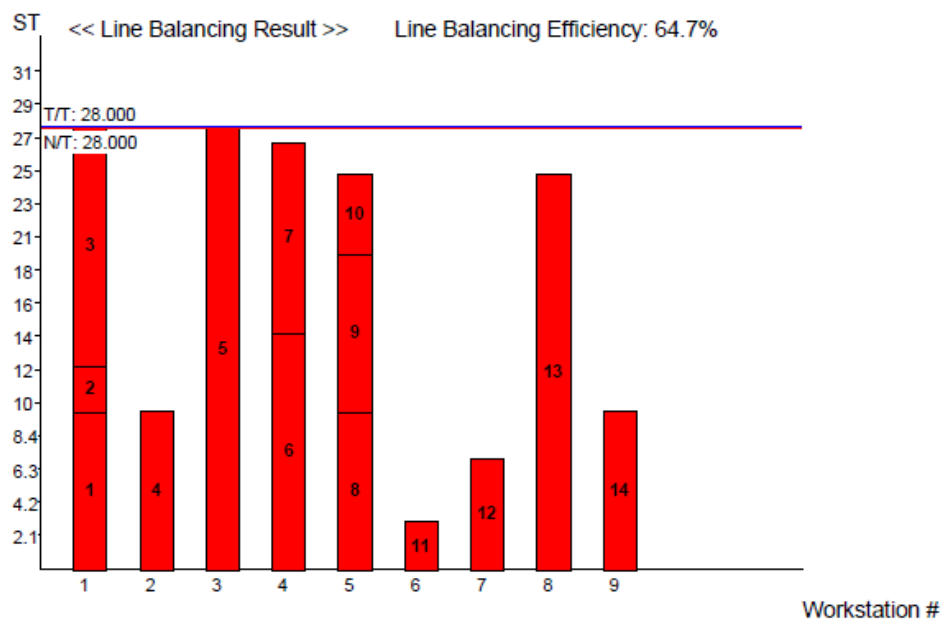
**Tabela 1:** Redosled radnih operacija na tehnološkom procesu izrade naslona i sedišta

Radna operacija	Vreme trajanja ( po komadu )	Broj radnika
1. CIRKULARI	10 sekundi	2
2. PRIPREMA MATERIJALA	3 sekunde	1
3. PRESOVANJE LICA	15 sekundi	2
4. KONTAKTNO BRUŠENJE	10 sekundi	1
5. PUNJENJE PRESA	28 sekundi	2
6. OPERACIJA OBREZIVANJA	15 sekundi	2
7. KITOVANJE I MEĐUFAZNA KONTROLA	12 sekundi	2
8. BRUŠENJE (grubo i fino)	10 sekundi	1
9. PREKITOVANJE	10 sekundi	2
10. DORADA ČELA	5 sekundi	1
11. KONTROLA	3 sekunde	2
12. BRUŠENJE	7 sekundi	1
13. LAKIRANJE	25 sekundi	2
14. POLIRANJE	10 sekundi	2



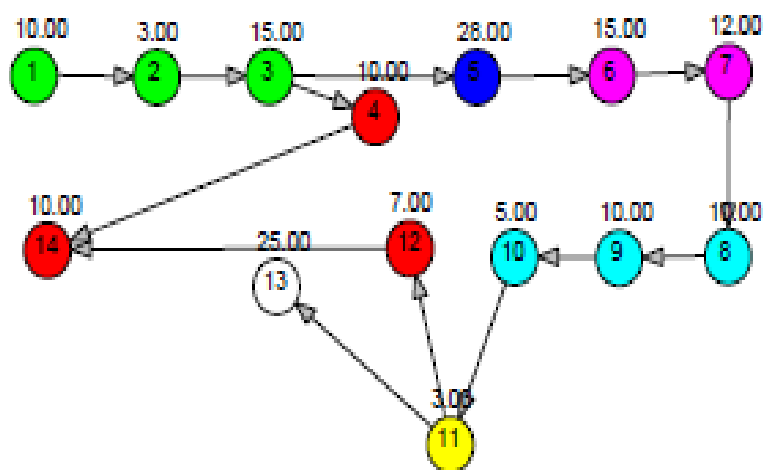
**Tabela 2:** Unos podataka u softver Flexible Line Balancing

No	Workstation #	Work Are	Elem Task Description	ST	Elem Task #	Prec	Sep	Ind	Grp	Conn	Cont
1	1		RAD NA CIRKULARU	10	1			F			
2			PRIPREMA MATERIJALA	3	2	1		F			
3			PRESOVANJE LICA	15	3	2		F			
4	2		KONTAKTNO BRUŠENJE	10	4	3		F			
5			PUNUNJE PRESA	28	5	4		F			
6	4		OPERACIJA OBREZIVANJA	15	6	5		F			
7			KITOVANJE I MEĐUFAZNA KONTROLA	12	7	6		F			
8	5		BRUŠENJE	10	8	7		F			
9			PREKITOVANJE	10	9	8		F			
10			DORADA ČELA	5	10	9		F			
11	6		KONTROLA	3	11	10		T			
12	7		FINO BRUŠENJE	7	12	11		F			
13	8		LAKIRANJE	25	13	12		F			
14	9		POLIRANJE	10	14	13		F			

**Slika 3.** Polazna grupacija radnih zadataka primenom softvera Flexible Line Balancing**Slika 4.** Grafik polazne raspodele vremena po grupacijama radnih vremena

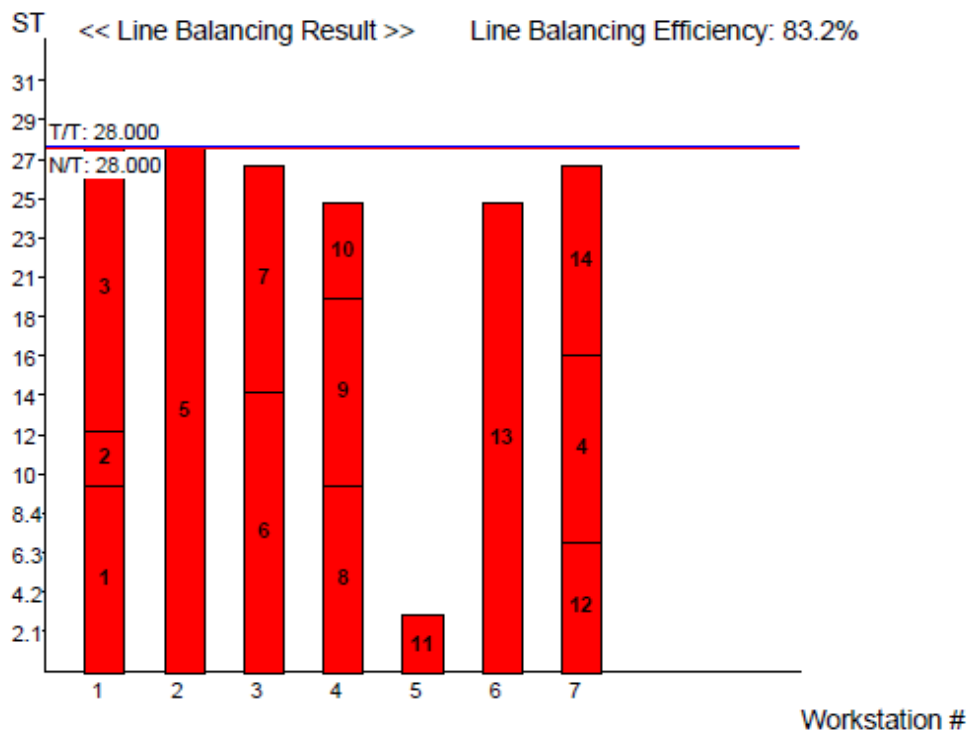
**Tabela 3: Pregrupisanje radnih mesta primenom softvera Flexible Line Balancing**

No	Workstation #	Work Are	Elem Task Description	ST	Elem Task #	Prec	Sep	Ind	Grp	Conn	Cont
1	1		RAD NA CIRKULARU	10	1			F			
2			PRIPREMA MATERIJALA	3	2	1		F			
3			PRESOVANJE LICA	15	3	2		F			
4	2		PUNJENJE PRESA	28	5	3		F			
5			OPERACIJA OBRZIVANJA	15	6	5		F			
6	3		KITOVANJE I MEĐUFAZNA KONTROLA	12	7	6		F			
7			BRUŠENJE	10	8	7		F			
8	4		PREKITOVANJE	10	9	8		F			
9			DORADA ČELA	5	10	9		F			
10	5		KONTROLA	3	11	10		T			
11			LAKIRANJE	25	13	11		F			
12			FINO BRUŠENJE	7	12	11		F			
13	7		KONTAKTNO BRUŠENJE	10	4	3		F			
14			POURANJE	10	14	4,12		F			

**Slika 5. Optimalni raspored radnih mesta**

Na operacijama 4, 12 i 14 radi četiri radnika, a nakon izvršene optimizacije taj broj može da se smanji na pola, odnosno na dva radika. Tako da od ukupnog broja radnika koji rade na tehnološkom procesu izrade sedišta i naslona, a taj broj je 21 radnik, nakon izvršene optimizacije bilo bi angažovano 19 radnika. Time bi radnici koji rade na operacijama 4, 12 i

14 bili više angažovani i ne bi imali pauze u svom radu, a i došlo bi do finansijske uštede poslodavca zbog manjeg broja angažovanih radnika. Na sledećoj slici je dat optimalni način upravljanja vremenom razmatranog tehnološkog postupka (Slika 6).



**Slika 6.** Optimalan način upravljanja vremenom razmatranog tehnološkog procesa

Očigledno je da je tzv. "Tackt Time" procesa 28 sekundi. Ukupna efikasnost proizvodne linije je 83.2%. Pri tome, po jedine radne grupe imaju maksimalnu efikasnost (grupa 1 i 2). Najmanju efikasnost ima radni zadatak 11, ali to je operacija kontrole kvaliteta koju inače treba posmatrati nezavisno od ostalih operacije i nemoguće je dodeliti je radniku koji obavlja neku od tehnoloških operacija u procesu proizvodnje.

## 7. ZAKLJUČAK

U radu je dat detaljan opis kompanije "SCS. Plus" iz Knjaževca, u kojoj je vršeno istraživanje, zatim kompletan opis tehnološkog procesa izrade sedišta i naslona sa vremenima i brojem radnika na svakoj od operacija, dat je i detaljan opis softvera Flexible Line Balancing u kome

je izvršena optimizacija i dat je prikaz rezultata optimizacije.

Zaključak je da je nakon izvršene optimizacije došlo do povećanja efikasnosti rada na proizvodnoj liniji za 18,5%.

Za dalja istraživanja bilo bi interesantno izvršiti optimizaciju druge dve proizvodne linije u kompaniji „SCS. Plus“ i na taj način na osnovu dobijenih rezultata dati kompaniji predloge za izvršenje drugačije organizacije proizvodnje i radnika, drugačijeg rasporeda mašina, uz mogućnost uštede i povećanja efikasnosti rada na proizvodnim linijama i efikasnosti kompanije kao celine.

## APPLICATION SOFTWARE FLEXIBLE LINE BALANCING IN OPTIMIZATION PRODUCT LINE OF COMPANY "SCS. PLUS "

*Ana Pavlović, Sanela Arsić, Marko Todorović*

---

### Abstract

Time as a resource has a great significance and role in the achievement of company performance. To achieve the greatest possible success is not only important to use cleverly-time workers and managers, but also to estimate what time is best to launch a business move. Time management can help you during quality planning, to set goals, and to be the most efficient and faster way to fulfill the objectives. The basis of each work (physical or intellectual) makes time management. The use of time is equally important for managerial and other administrative structures. It is believed that the effectiveness of each participant in the process of working directly affected by its management of our time. This work is based on the optimization of one segment of the production process in the company „SCS. Plus”. As baseline data were used the duration of individual phases and activities of the production process. Then was performed optimization using software Flexible Line Balancing. The results of optimization were compared with the actual duration of the production cycle.

**Keywords:** *Manufacturing, time management, balancing of production lines*

---

### LITERATURA

- |  |  |
|--|--|
| <p>[1] A. Jovanović, I. Mihajlović, Ž. Živković, (2005). <i>Upravljanje proizvodnjom</i>, Tehnički fakultet, Bor</p> <p>[2] I. Mihajlović, (2007). <i>Logistika proizvodnje</i>, Tehnički fakultet, Bor</p> <p>[3] S. Anli Kumar, N. Suresh, (2009). <i>Operations Management</i>, Banlagor</p> <p>[4] D. Šoškić, (1984). <i>Ekonomska enciklopedija I</i>, Beograd</p> <p>[5] M. Žugaj, M. Varga, (1987), <i>Terminiranje proizvodnje</i></p> <p>[6] N. Pavlović, (2007). <i>Osnovi organizacije</i>, Novi Sad</p> <p>[7] L. Vujičić, (1979), <i>Organizacija proizvodnje u preduzećima za preradu drveta – knjiga III</i>, Beograd</p> | <p>[8] M. Radović, (1980), <i>Organizacija procesa proizvodnje</i>, Beograd</p> <p>[9] M. Vukićević, (1994), <i>Organizacija proizvodnje – Praktikum za postavljanje i utvrđivanje efiksnost proizvodnje u preradi drveta</i>, Beograd</p> <p>[10] Interna dokumentacija kompanije „SCS. Plus“ (2014), Biznis plan kompanije „SCS. Plus“</p> <p><a href="http://www.scribd.com/doc/1739348/SEMINARSKI-RAD-OPTIMIZACIJA-PROIZVODNOG-PROCESA-">http://www.scribd.com/doc/1739348/SEMINARSKI-RAD-OPTIMIZACIJA-PROIZVODNOG-PROCESA-</a></p> <p><a href="http://www.diplomski-rad.com/2010072411143/MENADZMEN T/seminarski-diplomski-rad-menadzment-time management.html">http://www.diplomski-rad.com/2010072411143/MENADZMEN T/seminarski-diplomski-rad-menadzment-time management.html</a></p> |
|--|--|