

MODELOVANJE PROIZVODNOG SISTEMA PRIMJENOM SIMULACIJA**MODELING OF THE PRODUCTION SYSTEM BY APPLICATION OF SIMULATION**Nenad Tomić, Sanja Bojić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – MAŠINSTVO**

Kratak sadržaj – Rad se bavi modelovanjem novog proizvodnog postrojenja kompanije Bioelements. U radu je primjenom simulacija, analiziran trenutni proces proizvodnje kompanije, uočena su uska grla i predložene promjene za proširenje kapaciteta u budućnosti. Simulacije su izvršene u simulacionom programu Tecnomatix.

Ključne reči: simulacije, proizvodni sistemi, tokovi materijala

Abstract – This paper deals with the modeling of a new production plant of the company Bioelements. By application of simulations, the current production process of the company is analyzed, the production bottlenecks are detected and suggestions for the increase of the production capacity in the future are given. The simulations were performed in the Tecnomatix simulation software.

Keywords: simulation, production systems, material flow

1. UVOD

Definicija logistike, koja je postala učestala u modernom svijetu glasi: težnja ka uređenju bilo kog sistema, definisanje pravila ponašanja sistema i podsistema, tehnike i ljudi da bi se postigao veći stepen efikasnosti, dakle sa minimalnim potrebnim trudom i ulaganjima traži se maksimalni učinak. [1]

Osnovni cilj logistike je organizacija i optimizacija toka materijala i informacija od proizvođača do potrošača. Dakle optimizacija nabavke, proizvodnje i distribucije, što neminovno nameće pitanje usaglašenog i kooperativnog transporta i skladištenja.

Sa razvojem tehnologije i sve veće konkurencije na tržištu dolazi do potrebe za analizom i optimizacijom cjelokupnog toka roba. Zadovoljstvo kupca se stavlja na prvo mjesto, logistika dobija ogroman značaj, i kao takva od nje se zahtjeva da željeni proizvod bude odgovarajućeg kvaliteta, na pravom mjestu, dostavljen u pravo vrijeme i po što nižoj cijeni. Da bi se to omogućilo potrebno je da tokovi materijala budu neprekidni i fleksibilni, sa minimalno mogućim zalihama.

Osnovni podsystemi logistike su:

- transportna logistika;

NAPOMENA:

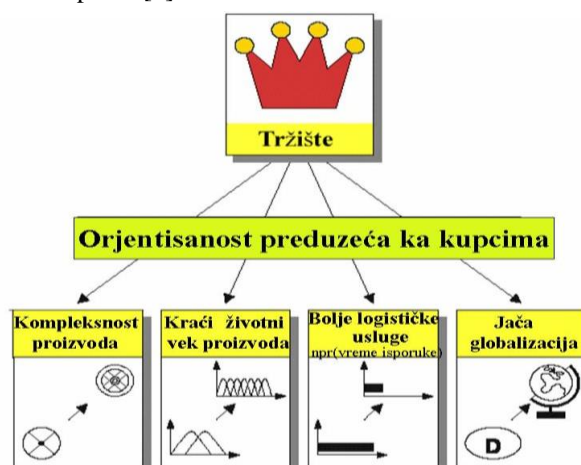
Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Sanja Bojić, vanr. prof.

- skladišna logistika;
- logistika nabavke i distribucije;
- proizvodna logistika;
- logistika otpadnih materijala.

1.1 Proizvodna logistika

Ukoliko pretpostavimo da postoji logistika poslovanja na tržištu, postojeće porudžbine i ugovori za proizvodnju opreme, dijelova i sklopova, mašina, što će dovesti do organizovanja proizvodnje, a proizvodni procesi se zasnivaju na tokovima materijala kome se uz učešće rada mašina i ljudi uz potrošnju energije mijenjaju svojstva, to dovodi do upotrebne vrijednosti koja zadovoljava potrebe kupca. Tokom ovih procesa uloženi kapital se vraća tek prodajom proizvoda kupcu [1].

Proizvodi kao i sama proizvodnja, danas imaju mnogo teži zadatak nego prije par decenija kada su bili u povlaštenom položaju u odnosu na kupce, razlog tome je taj što konkurencija nije bila velika te varijacije proizvoda su bile minimalne. U današnje vrijeme kupac je taj koji diktira tržište u odnosu na svoje potrebe. Na slici 1. je prikazan uticaj tržišta na proizvode. Proizvodi moraju dostizati svoj maksimum, a ujedno se i svakodnevno usavršavati. Zbog velike konkurencije, sam životni vijek proizvoda se smanjio sa nekadašnjih deset godina na trenutnih pet godina i konstantno se smanjuje. Kroz poboljšanja i optimizacije u logistici moraju se tražiti rešenja koja vode ka kraćim vremenima isporuke i bržem obrtu kapitala [1].



Slika 1. Uticaj tržišta [1]

Kako bi neka proizvodnja bila optimalna, potrebno je da bude dobro isplanirana, dobro usklađena na svim logističkim procesima nabavke, obrade, skladištenja i distribucije gotovih proizvoda. Kako bi se izvršila optimizacija

cijelog procesa, veoma je bitno unaprijed izvršiti planiranje sistema, kako bi se izbjegle mnoge poteškoće.

1.2 Ključni indikatori performansi procesa (KPI)

Ključni indikatori uspješnosti pokazuju mjeru uspješnosti (ili neuspješnosti) organizacije prilikom dostizanja njenih domena i ciljeva. Uspjeh bilo kog logističkog sistema usmjerenog na performanse zavisi od izbora odgovarajućih KPI-ova. Ukoliko dođe do izbora pogrešnih KPI-ova, to može dovesti do neoptimalnih rezultata. Dakle KPI su jedan od mehanizama mjerenja ostarenja ciljeva organizacije [3].

Većina indikatora KPI se odnosi na:

- efektivnost: karakteristika procesa koja ukazuje na stepen u kome se izlaz procesa poklapa sa zahtevima (da li radimo prave stvari?);
- efikasnost: karakteristika procesa koja ukazuje na stepen u kome proces pruža zahtevani izlaz sa minimalnim troškovima resursa (da li dobro radimo stvari?);
- briga o korisniku: stepen u kome korisnici/klijenti procesa cijene pružene performanse [4].

2. PRIMJENA SIMULACIJA ZA MODELOVANJE I OPTIMIZACIJU PROIZVODNIH PROCESA

Nekada jedini alat inženjerima za provjeru njihovih ideja i proizvoda bila je fizička predstava toga kako to funkcioniše u stvarnosti.

U današnje vrijeme, jedan od alata koji su najznačajniji inženjerima koji je nastao sa razvojem tehnike i tehnologije, su simulacije. Tradicionalne metode zamijenjene su kompjuterskim programima koji su sposobni da predvide ponašanje neke konstrukcije pri različitim uslovima opterećenja. Na ovaj način skupi eksperimenti su zamijenjeni znatno jeftinijim i moćnijim kompjuterskim metodama, koje ne zahtijevaju uništenje konstrukcije kako bi se odredile njene osobine. Simulacije predstavljaju vjernu imitaciju realnih dešavanja kroz vrijeme.

Ponašanje realnog sistema i njegovih problema kroz vrijeme utvrđuje se kroz simulacioni model. Simulacioni model je sačinjen od skupa pretpostavki i mnogih pojednostavljenja koji oslikavaju željeni problem.

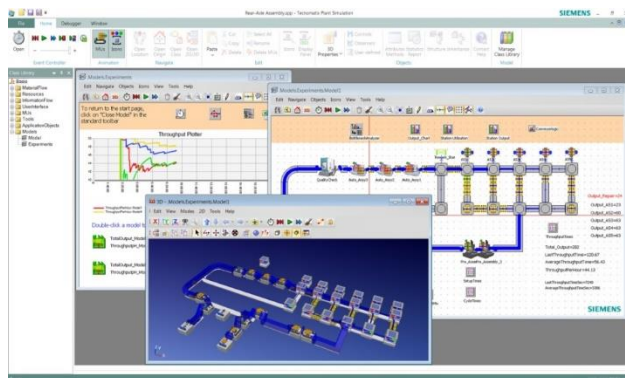
2.1 Simulacioni softver Tecnomatix

Tecnomatix plant simulation predstavlja softverski paket koji ima mogućnost rješavanja spoljašnjeg problema koji se pred njega stavi. Softver Tecnomatix Plant Simulation omogućava simulaciju, vizuelizaciju, analizu i optimizaciju proizvodnih sistema i logističkih procesa.

2.2 Opis i razvoj modela

DOO Bioelements je firma koja se bavi projektovanjem i proizvodnjom mašina za poljoprivredu i šumarstvo, osnovana je 2014. godine. Ključni proizvod firme je mašina za sitnjenje biljnih ostataka – Gladiator, koja se proizvodi serijski, 4 do 5 komada mesečno.

Postoji potreba za povećanjem proizvodnih kapaciteta zbog kojih se firma seli u veću proizvodnu halu.



Slika 2. Tecnomatix plant simulation [2]

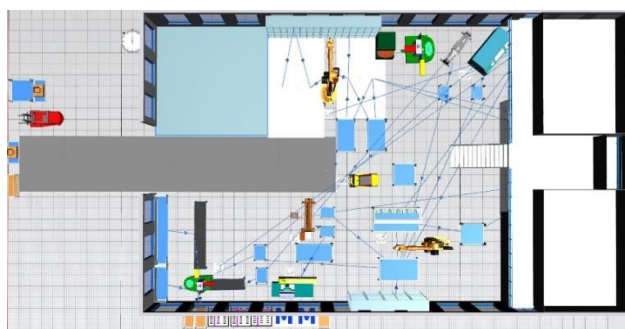
U ovom radu, izvršena je simulacija rada proizvodnog sistema, na osnovu postojećih proizvodnih procesa, ali u novoj proizvodnoj hali, sa ciljem da se utvrdi stepen iskorišćenja postojećih kapaciteta, kako bi se uočila eventualna uska grla i ispitala mogućnosti povećanja kapaciteta.

Prvi simulacioni model predstavlja trenutni proces proizvodnje jednog postrojenja, a drugi simulacioni model predstavlja budući proces proizvodnje sa većim kapacitetom.

Za proizvodnju mašine potreban je veliki broj različitih dijelova, neki od njih dolaze kao poluproizvodi, dok dio dijelova dolazi već spreman za ugradnju. Osnovni poluproizvodi su cijevi, šipke i ploče koji dolaze u različitim dimenzijama, i u različitim vremenskim intervalima. Potrebni su određeni gotovi dijelovi; diskovi, ležajevi, zavrtnjevi, gume i drugi, kao i potrošni materijal.

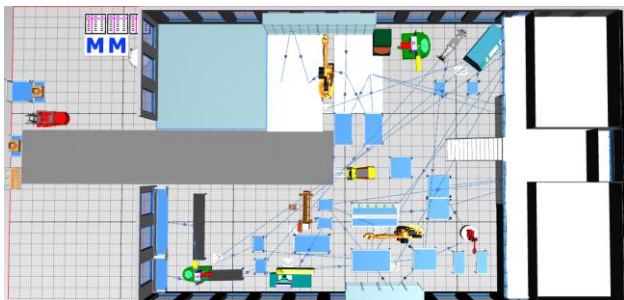
Po dolasku poluproizvoda vrši se njihova obrada, odnosno sječenje, a mali dio se šalje na dodatnu obradu. Svaki od poluproizvoda ima različita procesna vremena. Sledeći postupak je privarivanje i zavarivanje dijelova. Kako bi se mogli zavareni dijelovi ofarbati, potrebno je izvršiti njihovo čišćenje. Ofarbani i osušeni dijelovi se sklapaju, i dodaju svi potrebni gotovi proizvodi koji su se u međuvremenu skladištili u regale. Sklapanje predstavlja proces koji zahtijeva najviše vremena, a razlog tome je veliki broj dijelova. Trenutni kapacitet proizvodnje je četiri mašine mjesečno.

U prvom simulacionom modelu, slika 3, materijal dolazi u vremenskom intervalu od 30 sati. Postoji samo jedan sto za privarivanje i jedan sto za zavarivanje. Ovo verno odslkava trenutni način proizvodnje.



Slika 3. Prvi simulacioni model [2]

U drugom simulacionom modelu, slika 4, dolazak materijala je određen na svakih 15 sati. U budućem stanju je u planu da budu dva mjesta za privarivanje, takođe se planira dodatni robot koji će vršiti proces zavarivanja zajedno sa čovjekom koji se nalazi za prvim stolom.



Slika 4. Drugi simulacioni model [2]

2.3 Rezultati simulacija

Ispitivanje je rađeno za vremenski period od 160 sati. U prvom simulacionom modelu su napravljene četiri mašine, dok je u drugom modelu uspješno napravljeno osam mašina, dok je deveta bila u procesu sklapanja.

Na osnovu rezultata dobijenih simulacionim modelima, mogu se izračunati indikatori koji pokazuju koliko vremena je potrebno da izađe jedan proizvod, kao i vrijeme rada mašina koje učestvuju u procesu za proizvodnju jednog proizvoda. U tabeli 1. prikazani su uporedni rezultati za oba modela.

Tabela 1. Uporedni rezultati modela

	Model I	Model II
Prosječno vrijeme za pravljenje jedne mašine [h]	40	20
Vrijeme rada testere [%]	6,18	13,1
Vrijeme rada plazme [%]	18,8	38,78
Vrijeme rada apkant prese [%]	29,51	55,82
Vrijeme rada privarivanja 1 [%]	36,49	31,71
Vrijeme rada privarivanja 2 [%]	X	33,47
Vrijeme rada zavarivanja 1 [%]	37,87	35,38
Vrijeme rada zavarivanja 2 [%]	X	31,9
Vrijeme rada pjeskarenja [%]	59,58	97,3
Vrijeme rada farbanja [%]	64,34	98,1
Vrijeme rada sklapanja [%]	46,5	68,3

Rezultati pružaju mogućnost poređenja vremena rada mašina u toku proizvodnje, potrebno vrijeme za sklapanje jednog gotovog proizvoda.

Kada je u pitanju prvi simulacioni model, testera, plazma i apkant presa spadaju u pripremne operacije, njihova učinkovitost je velika, te samim tim iskorisćenost mala. Kada se uzme u obzir da proces privarivanja i zavarivanja vrši jedna osoba, iz rezultata se može primjetiti da je iskorisćenost veoma velika, pogotovo kada se uzme u obzir činjenica da proces privarivanja počinje tek kada se završe svi prethodni procesi. Proces pjeskarenja i farbanja ima zadovoljavajuću učinkovitost. Proces sklapanja predstavlja posljednju operaciju u sistemu, budući da je ovo proces koji najduže traje, rad na sklapanju iznosi skoro polovinu vremena proizvodnje cijele mašine.

U simulacionom modelu budućeg stanja, materijal dolazi češće, samim tim iskorisćenost pripremnih operacija je približno duplo veća. Kao što je i očekivano, iskorisćenost

procesa privarivanja i zavarivanja je ostala približno ista, a razlog tome je što u ovom simulacionom modelu imamo duplo više mjesta za obradu. Kada su u pitanju operacije pjeskarenja i farbanja, iskorisćenost im je maksimalna. Ovaj podatak pokazuje da ove dvije operacije predstavljaju usko grlo u budućem sistemu. Iskorisćenost procesa sklapanja je u normalnim granicama.

3. ZAKLJUČAK

U ovom radu korišćene su simulacije u cilju određivanja uskih grla u sistemu, proizvodnih kapaciteta budućeg postrojenja.

Simulacije su se ovom prilikom pokazale kao veoma koristan alat, koji je omogućio vjerodostojan prikaz trenutnog stanja, kao i budućeg planiranog stanja brzo, efikasno, bez potrebe da se sprovodi eksperiment ili analiza u realnom sistemu.

Dobijeni rezultati pokazuju da firma može udvostručiti svoje proizvodne kapacitete, ukoliko dodaju po jednu poziciju na operacijama privarivanja i zavarivanja. Za dalje povećanje kapaciteta potrebno je povećati kapacitete operacija pjeskarenja i farbanja, budući da su trenutno na maksimalnim iskorišćenjima.

Bitno je naglasiti da su dobijeni rezultati validni samo za uslove definisane u ovom radu i da bi se u daljim istraživanjima trebala posvetiti pažnja poređenju sa izmjenjenim ulaznim parametrima, kao što su promjenjeni intenzitet dolaska proizvoda, korištenje većeg broja mašina, smanjenje procesnih vremena itd.

4. LITERATURA

- [1] Milosav Georgijević: Tehnička logistika, FTN-skripta, Univerzitet u Novom Sadu, 2009.
- [2] Tecnomatix Plant Simulation Software
- [3] Turajlić, N., Nešković, S., & Vučković, M. (2009). Mesto mera performansi u modelima poslovnih procesa. INFOTEH-Jahorina, 8, 598-602.
- [4] Ivana Tomić: Doktorska disertacija, FTN, Univerzitet u Novom Sadu, 2017.

Kratka biografija:



Nenad Tomić je rođen u Brčkom (BiH) 1996. godine. Diplomski rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Skladište i oprema – Planiranje i organizacija logističkog sistema odbranio je 2019. godine.
Kontakt: nenad.tmc96@gmail.com



Sanja Bojić rođena je u Karlovcu 1981. Doktorirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2013. god., a od 2019 je u zvanju vanredni profesor. Oblasiti istraživanja su logistika, skladišni sistemi i simulacije tokova materijala.