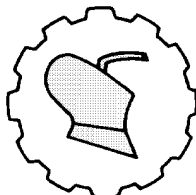


Univerzitet u Beogradu  
Poljoprivredni fakultet  
Institut za poljoprivrednu tehniku  
Naučni časopis  
**POLJOPRIVREDNA TEHNIKA**  
Godina XLIII  
Broj 4, 2018.  
Strane: 13 – 18



University of Belgrade  
Faculty of Agriculture  
Institute of Agricultural Engineering  
Scientific Journal  
**AGRICULTURAL ENGINEERING**  
Year XLIII  
No.4, 2018.  
pp: 13 – 18

UDK:658.5

Originalni naučni rad

## ZNAČAJ PROSTORNOG RASPOREDA U PROIZVODNOM PROCESU

Aleksandra Joksimović<sup>\*1</sup>, Dragan Marković,  
Vojislav Simonović, Ivana Medojević

<sup>1</sup>Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet,  
Katedra za poljoprivredno mašinstvo, Beograd

**Sažetak:** U inženjerskom projektovanju, problem prostornog rasporeda ima poseban značaj i predmet je istraživanja dugi niz godina. Tu su prisutne dve grupe problema: problem lokacije i problem raspodele elemenata. U domenu industrije problem lokacije je vezan za određivanje najpovoljnijeg mesta (proizvodnog kompleksa) na makro planu. Kada se analizira problem raspodele elemenata, potrebno je pre svega imati uvid u skup potencijalnih površina koje pojedini elementi mogu da zahtevaju u okviru nekog analiziranog sistema. Kako bi se objasnio značaj prostornog rasporeda i ciljevi njegovog uvođenja, potrebno je opisati postojeće konfiguracije linije odabranog proizvoda, na njima prikazati tok materijala, prostorni raspored i stepen automatizacije. Povećanje stepena automatizacije proizvodnih linija može imati samo prednosti, jer se povećava kvalitet gotovog proizvoda, skraćuje proizvodni ciklus i time povećava proizvodnost.

**Ključne reči:** konfiguracija, automatizacija, kvalitet, proizvodni ciklus

### UVOD

Prehrambena tehnologija, prema definiciji instituta prehrambenih tehnologa – IFT (Institut of food technologists, 1964), primena je znanja i inženjerstva u proizvodnji, preradi, pakovanju, distribuciji, pripremanju i upotrebi hrane.

---

\* Kontakt autor. E-mail adresa: [ajoksimovic@mas.bg.ac.rs](mailto:ajoksimovic@mas.bg.ac.rs)  
TR35043 Istraživanje i razvoj opreme i sistema za industrijsku proizvodnju, skladištenje i preradu voća i povrća.

Za poređenje različitih prostornih rasporeda je odabrana konfiguracija linije za proizvodnju nugata.

Rapodela elemenata u sebi sadrži problem prostornog raspoređivanja, ali kada se mora raspoređivati niz više ili manje bitnih parametara: tokovi materijala, tokovi ljudi, tokovi energije, tokovi informacije. Prema organizaciji, transportu materijala, izboru materijala i prostornom rasporedu mašina u jednom preduzeću, definišaćemo kriterijume po kojima će se porediti odabrane konfiguracije linija za proizvodnju nugata.

### **OSNOVNI POJMOVI PROIZVODNJE**

Proizvodnja predstavlja osnovno područje ljudske delatnosti. može se definisati kao usmerena aktivnost koja ima za cilj dobijanje proizvoda korisnih za društvo čija struktura varira u širokim granicama kako po vrsti tako i po kvalitetu i količini. Odnos između proizvodnje i njenih pretpostavki, odnosno ulaza i izlaza definiše se kao funkcija proizvodnje. Proizvodni ciklus obuhvata vremenski period od početka do izrade jedne količine proizvoda pa do potpunog završetka. Vremensko trajanje proizvodnog ciklusa može se podeliti na: proizvodno i neproizvodno vreme. Osnovni cilj proizvodnje je ostvarenje planiranih količina proizvoda iz proizvodnog programa sa konstrukcijskim, tehnološkim i proizvodnim karakteristikama. Pri nastupu na tržište kako bi se obezbedila stabilna pozicija na tržištu, mogu se definisati četiri sledeća proizvodna cilja: minimizacija troškova, visok nivo kvaliteta, kraći rok isporuke, velika fleksibilnost.

Optimizacija konfiguracije složene proizvodne linije je NP-težak problem u različitim postavkama mašine. Rešavanje problema u stvarnom životu postaje sveobuhvatniji izazov, jer trenutni trend ponovnog zbrinjavanja podstiče multinacionalne firme da prenose proizvodne kapacitete i radne snage u kapitalno intenzivna proizvodna okruženja koja obično zahtevaju ponovno konfigurisanje prenetih proizvodna sistema u skladu sa dostupnošću boljih mašina u kapitalno intenzivnom okruženju [1].

Proces proizvodnje nugata sadrži određene (fiksne) korake koji se moraju ispoštovati bez obzira na tip proizvodnje i stepen automatizacije iste, kako bi se na izlazu dobio tradicionalni nugat. Način izvođenja koraka je promenljiv i zavisi od tipa proizvodnje.

### **OPŠTE POSTAVKE O AUTOMATIZACIJI PROIZVODNJE**

Pod automatizacijom se podrazumevaju ekonomske i tehničke mere čiji je cilj ostvarivanje tehnoloških procesa uz angažovanje tehnološke opreme bez neposrednog učešća čoveka. Globalizacija je učinila automatizaciju sve izvodljivijom i sa tehnološkim razvojem mnoge operacije se mogu optimizirati, donoseći povećanje produktivnosti [2].

Tokom proteklih decenija, roboti su se snažno koristili za protočne linije kako bi povećali produktivnost i kvalitet proizvoda i oslobodili radnike ponavljajućih i opasnih zadataka [3]. Radi većeg kontrasta u samoj analizi, odabrane su tri različita primera konfiguracije proizvodnje. Prostorna konfiguracija je tehnički termin koji se odnosi na poseban način na koji su skup razmera povezani jedni sa drugima kao mreža [4].

U prvom je reč o proizvodnji gde deo procesa obavljaju mašine, a deo radnici bez kojih nije moguće realizovati proizvodnju. Kretanje radnika i tok materijala u samom procesu je diskontinualan kao i raspored samih mašina. U drugom je proizvodnja u velikoj meri automatizovana i prisustvo i potreba za radnicima u samom procesu je svedena na minimum. Raspored mašina je u znatno većoj meri organizovaniji i više je iskorišćen prostor. Treći primer konfiguracije predstavlja optimalnu kombinaciju prva dva primera.

### **PRVI PRIMER PROSTORNOG RASPOREDA**

Kao primer prve konfiguracije razmotra se fabrika u Belgiji koja se bavi proizvodnjom i prodajom na istoj lokaciji. Fabrika se sastoji od dva nivoa, prizemlja i prvog sprata. Raspored prostorija u fabrici je sledeći:

- prizemlje: u okviru prizemlja se nalazi sala u kojoj se vrši deo proizvodnog procesa. U istoj sali se skladište zalihe gotovog proizvoda, što u znatnoj meri otežava kretanje radnika i tok materijala.
- prvi sprat: na spratu počinje proizvodni proces i tu se nalaze sve potrebne mašine.

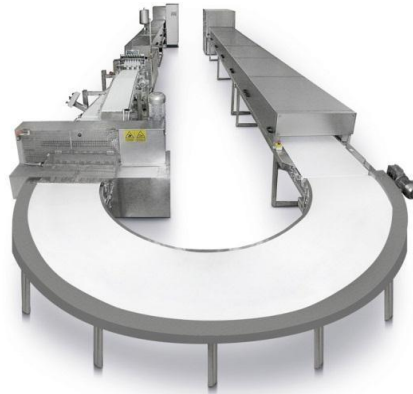
U okviru ove fabrike, prizemlje i prvi sprat su povezani transportnom trakom.

### **DRUGI PRIMER PROSTORNOG RASPOREDA**

Kao primer druge konfiguracije razmatra se fabrika u Francuskoj koja se bavi samo proizvodnjom, a zatim odmah transportuje gotov proizvod. Fabrika se sastoji od dva nivoa, prizemlja i prvog sprata. Raspored prostorija u fabrici je sledeći:

- prizemlje: U prvoj prostoriji je automatska linija za obradu nugat mase, u drugoj linija za pakovanje, a treća prostorija je kontrolna soba.
- prvi sprat: Ovde počinje proizvodni proces i tu se nalaze potrebne mašine za formiranje zamesa. Formiran zames se preko transportne trake transportuje na nivo ispod, do automatske linije za obradu nugat mase.

Zames se sa prvog sprata spušta niz transportnu traku koja zames prenosi direktno u laminator. Testana traka se transportuje do automatske linije za obradu nugat mase. Kamere za vizuelnu kontrolu su postavljene duž proizvodne linije, tako da je svaki deo procesa pokriven. Automatska linija (slika 1) za nugat obuhvata sledeće mašine: laminator, tunel za hlađenje, vertikalni rezač, poprečni sekač i polukružnu transportnu traku. Cela linija se pokreće i upravlja preko touchscreen ekrana za šta je dovoljan jedan operater.



Slika 1. Automatska linija  
*Figure 1. Automatic line*

Kod ovog primera zbog primene automatske linije se znatno uštedelo na prostoru i sam tok materijala je efikasniji, a time je proces ubrzan.

### **TREĆI PRIMER PROSTORNOG RASPOREDA**

Kod treće konfiguracije mašine za formiranje zamesa su raspoređene oko posude u kojoj se pravi zames. Noseća konstrukcija sa posudom se nalazi u centru. Dovoljan je jedan mikser koji je zadužen za mešanje smese na početku i kraju procesa. Formiran zames se preko mehanizma za ispuštanje zamesa dovodi na traku, odakle se transportuje do tunela za hlađenje. Iz tunela za hlađenje se dalje transportuje do laminatora gde se postiže željena debljina testane trake. Testana traka se dalje transportuje do alata za rezanje i sečenje. Gotovi komadi se transportuju do mašine za pakovanje. Ovakvim prostornim rasporedom se omogućava lakši nadzor cele proizvodne linije i smanjuju se unutrašnji transporti. Mašine su raspoređene redosledom prema kojem učestvuju u procesu i time je maksimalno ostvaren cilj samog uvođenja prostornog rasporeda.

### **CILJEVI PROSTORNOG RASPOREDA**

Ciljevi prostornog rasporeda se mogu grupisati na sledeći način:

1. Teži se postizanju minimalnih unutrašnjih transporta (broj ciklusa, rastojanja i transportni rad);
2. Izbegavanje povratnih kretanja i ukrštanja materijalnih tokova, jer može doći do kolizije i usporavanja procesa;
3. Minimizacija investicionih troškova;
4. Minimizacija eksploatacionih troškova;
5. Omogućavanje fleksibilnosti proizvodnog procesa;
6. Minimizacija vremena proizvodnog procesa;
7. Minimizacija tipova i broja sredstava unutrašnjeg transporta;
8. Humanizacija rada.

## DISKUSIJA

U sva tri slučaja, fabrike su sagrađene tako da se nalaze na dva nivoa i da proces proizvodnje počinje na spratu, a završava se u prizemlju. Međutim, zbog složenosti pakovanja proizvoda u različite forme i materijale, prvi primer konfiguracije zahteva veći prostor. Mašine u ovoj fabrici su većih gabarita, ali je i tok materijala koji protekne na dnevnom nivou duplo veći nego u fabrici u drugom primeru konfiguracije. Kod trećeg primera konfiguracije je ostvaren kompromis između ova dva načina proizvodnje. Cilj je ostvariti što veći protok materijala i gotovog proizvoda u što kraćem vremenu i sa što manjim unutrašnjim transportom. U tabeli 1 je grubo skiciran tok materijala kod sva tri pomenuta primera, gde se vidi jednostavnost kod trećeg primera i maksimalna iskorišćenost prostora.

Tabela 1. Tok materijala  
Table 1. Material flow

	Primer I	Primer II	Primer III
Kvadratura prostora	≈200 m <sup>2</sup>	≈400 m <sup>2</sup>	≈200 m <sup>2</sup>
Tok materijala u prizemlju			
Tok materijala na prvom spratu			

## ZAKLJUČAK

Povećanje stepena automatizacije proizvodnih linija može imati samo prednosti, jer se povećava kvalitet gotovog proizvoda, skraćuje proizvodni ciklus i samim tim povećava proizvodnost. Izbor odgovarajućeg prostornog rasporeda linije za proizvodnju u velikoj meri utiče na cenu proizvodne linije i količinu gotovog proizvoda. Prema datim podacima možemo zaključiti da treći primer konfiguracije predstavlja najpovoljnije rešenje. Razlozi su sledeći:

- Kružni raspored mašina ne zahteva veliki prostor
- Tok materijala je kontinualan i unutrašnji transport je minimalni
- Količina gotovog proizvoda koja se proizvede je veća nego kod drugog primera zbog toga što je vreme proizvodnog ciklusa manje (nema zadržavanja kod pakovanja u različite ambalaže).

## LITERATURA

- [1] Mustafa Fatih Yegul, Fatih Safa Erenay, Soeren Striepe, Mustafa Yavuz, July 2017. Improving configuration of complex production lines via simulation-based optimization. *Computers & Industrial Engineering*. Volume 109, Pages 295-312
- [2] Dener Gomes do Nascimento, Giovanni Henrique da Silva. 2017. Automation and efficiency in the operational processes: a case study in a logistics operator. *Independent Journal of Management & Production*, Vol 8, Iss 5, Pp 614-640
- [3] Müller, C., Grunewald, M., Spengler, T.S. 1 October 2017. Redundant configuration of automated flow lines based on "Industry 4.0"-technologies. *Journal of Business Economics*, 87(7):877-898
- [4] Pirouz Nourian. 2016. Configuraphics: Graph Theoretical Methods for Design and Analysis of Spatial Configurations, *Architecture and the Built Environment*, Iss 14, pp 1-348.

## THE IMPORTANCE OF LAYOUT IN A PRODUCTION PROCESS

**Aleksandra Joksimovic<sup>1</sup>, Dragan Markovic<sup>1</sup>,  
Vojislav Simonovic<sup>1</sup>, Ivana Medojevic<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade*

**Abstract:** In engineering design, the problem of layout has a special significance and has been the object of research for many years. There are two groups of problems: the problem of location and the problem of the distribution of elements. In the domain of industry, the location problem is related to determining the most favorable location (production complex) on the macro plan. When analyzing the problem of the distribution of elements, it is first of all necessary to have an insight into the set of potential surfaces that some elements may require within an analyzed system. In order to explain the importance of the spatial configuration and the objectives of its introduction, it is necessary to describe the existing configuration of the line for the production of nougats, to illustrate the flow of materials, the configuration and the degree of automation. Increasing the degree of automation of production lines can only have advantages because it increases the quality of the finished product, shortens the production cycle and therefore increases productivity.

**Key words:** *configuration, automation, quality, production cycle*

Prijavljen: 01.10.2018  
Ispravljen: 01.11.2018  
Prihvaćen: 01.12.2018