

# PRIMENA INDIKATORA EFEKTIVNOSTI U PROCESU PUNJENJA U PUNIONICI SOKOVA

## OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS IN THE FILLING PROCESS IN A BEVERAGE BOTTLER \*)

dr Ilija Đekić<sup>1)</sup>, Marija Lazarević<sup>2)</sup>

**Rezime:** U radu je dat prikaz izračunavanja indikatora ukupne efektivnosti (OEE), kao jednog od bazičnih indikatora Lean koncepta proizvodnje. U cilju izračunavanja ovog indikatora, istraživanje je realizovano u jednoj punionici voćnih sokova u Srbiji u periodu od mesec dana. Indikator ukupne efektivnosti je računat za proces punjenja voćnih sokova u tetrapak ambalažu za 10 različitih proizvoda, nakon čega je izvršeno poređenje dobijenih podataka sa vrednostima predviđenim za ovu granu industrije. Rad prikazuje karakteristične gubitke koji nastaju u punionicama kroz analizu tri faktora – raspoloživost opreme (otkazi, podešavanja), efektivnost opreme (prazni hodovi i kraći zastoji, smanjenje brzine rada) i nivo kvaliteta proizvoda (defekti i neusaglašenosti i smanjen obim proizvodnje). Analiza je pokazala da postoje velika variranja u rezultatima i to za sva tri parametra, a da je maksimalna dostignuta vrednost OEE iznosila 67,38%.

**Glavne reči:** lean, indikator ukupne efektivnosti, gubici, proces punjenja

**Abstract:** This paper presents calculation of the overall equipment effectiveness (OEE), as one of the basic indicators of Lean manufacturing process. In order to calculate this indicator, a field research has been performed in one Serbian bottling company, during a period of one month. Overall equipment effectiveness has been calculated for the process of filling fruit juices in tetra pak packages for 10 different products. Results have been compared with the values relevant for this type of food industry. The paper presents typical losses resulting from the filling process through the analysis of three major factors – availability (breakdown, set-up and adjustment), performance effectiveness (minor/idling stoppage, reduced speed), and quality rate (defect/rework and reduced production volume). Analysis showed that there are large variations in results for all three parameters, and that the maximum OEE value obtained was 67.38%.

**Key words:** lean, overall equipment effectiveness, losses, filling process

### 1. UVOD

Vreme u kome živimo, je vreme stalnih i sve većih izazova koji se stavljaju pred industrije. Industrija hrane i pića nije izuzetak. Povećanje operativnih i proizvodnih troškova, smanjenje otpada i emisije ugljen-dioksida, ali pre svega bezbedna i kvalitetna hrana, su samo neki od izazova kojima proizvođači hrane moraju da se bave. Sa druge strane, zahtevi kupaca za kvalitetnom i ukusnom hranom, po nižoj ceni, organskom hranom, uravnoteženog nutritivnog sadržaja i efikasno snabdevanje hranom. Sve ovo povećava pritisak na proizvođače prehrambenih proizvoda (Kennedy *et al.*, 2013).

U pokušaju da ispune ove brojne zahteve, uz održavanje profitabilnosti, prehrambene industrije moraju da razviju integrisani pristup poboljšanju efikasnosti prerade hrane, da primene takve alate i tehnike u poslovanju, koje imaju za cilj povećanje produktivnosti poslovanja i unapređenje kvaliteta. U tom smislu posebno se ističe „Lean“ koncept.

Sistem rada, u kome se koncept poslovanja zasniva na kupcu, je stvoren sa idejom da se kroz optimizaciju procesa omogući jeftin proizvod, na vreme i sa najboljim mogućim kvalitetom. Uvođenjem lean sistema proizvodnje uspostavlja se kontinuirani proces neprestanog sistematskog identifikovanja i otklanjanja suvišnih pojava u

1) dr Ilija Đekić, vanredni profesor, Katedra za upravljanje bezbednošću i kvalitetom hrane, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu [ldjekic@agrif.bg.ac.rs](mailto:ldjekic@agrif.bg.ac.rs)

2) Marija Lazarević, dipl.ing.teh. – student master studija Poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Beogradu

\*) ovaj rad je nastao kao rezultat diplomskog rada Marije Lazarević na temu „Analiza indikatora kvaliteta u proizvodnji voćnih sokova“ odbranjen 2013. godine.

poslovanju preduzeća, odnosno eliminisanje svega što ne predstavlja vrednost već je izvor gubitaka.

Lean proizvodnja se koristi da označi koncept koji u sebi sadrži skup alata i tehnika u cilju optimizacije vremena, ljudskih resursa, sredstava i produktivnosti, uz istovremeno podizanje nivoa kvaliteta proizvoda. Jedan od najpoznatijih alata je indikator ukupne efektivnosti opreme (Overall Equipment Effectiveness - OEE). To je alat sa kojim se meri ukupna efektivnost opreme, pojedinačne mašine ili celog tehničkog sistema.

S obzirom da je cilj svakog preduzeća koje posluje u uslovima izražene konkurencije stalno poboljšanje i unapređenje procesa proizvodnje, neophodno je vršiti merenja njegovih performansi da bi se kvantitativno utvrdili pravci poboljšanja. Merenje performansi procesa preko indikatora OEE predstavlja efikasan način da se izvrši analiza efektivnosti na jednoj mašini ili na celoj liniji, u procesu proizvodnje (Chan *et al.*, 2005). Vrednost ovog indikatora je jedna od osnova za merenje performansi učinka sistema (Oechsner *et al.*, 2002).

Indikator ukupne efektivnosti predstavlja indikator koji se računa kao proizvod tri faktora: raspoloživost opreme, performanse opreme i kvalitet proizvoda proizvedenog na toj opremi. Povećanje ukupne efektivnosti iskorišćenja opreme, predstavlja posledicu primene savremenog upravljanja održavanjem, poznatog pod nazivom totalno produktivno održavanje (Chan *et al.*, 2005).

Posmatrajući proizvodne procese u prehrambenoj industriji, većina rade sa smanjenim kapacitetom, niskom produktivnošću i visokim troškovima proizvodnje. Aktivnosti održavanja fabrike čine od 15% do 40% troškova ukupne proizvodnje, pri čemu je cena aktivnosti u okviru korektivnog održavanja, tri puta viša, nego u slučaju preventivnog održavanja (Chan *et al.*, 2005). Pored ovoga, značaj održavanja u prehrambenoj industriji je povećan, s obzirom na uticaj koji može da ima na kvalitet i bezbednost proizvoda.

Cilj istraživanja prikazanog u radu je analiza OEE indikatora na primeru procesa punjenja sokova uz identifikovanje i otklanjanje suvišnih pojava, tj. eliminisanje svih izvora gubitaka u posmatranom procesu.

## 2. Materijal i metod

Istraživanje je sprovedeno u pogonu jednog od vodećih punionica sokova na teritoriji centralne Srbije tokom avgusta 2013. godine. U posmatranom vremenu izvršeno je prikupljanje podataka tako što su realizovane svakodnevne posete punionici pri čemu se pratio proces punjenja 10 vrsta sokova u tetrapak ambalaži

(Tabela 1) uz evidentiranje za istraživanje bitnih vrednosti. Osim tih podataka, analizirani su podaci iz arhive preduzeća i održani su razgovori sa službama kontrole i održavanja. Dobijeni podaci obrađeni su korišćenjem softverskog paketa Microsoft Office 2003©.

**Tabela 1.** Karakteristike analiziranih sokova

Analizirani proizvodi	Grupa soka	Vrsta soka	Vrsta voća	Ambalaža
Proizvod A	mutni	voćni nektar	jabuka breskva	tetra brik
Proizvod B	bistri	voćni nektar	jabuka	tetra brik
Proizvod C	mutni	voćni nektar	mešani	tetra brik
Proizvod D	kašasti	voćni sok	breskva	tetra prisma
Proizvod E	bistri	voćni nektar	šumsko voće	tetra brik
Proizvod F	mutni	voćni sok	jabuka breskva	tetra prisma
Proizvod G	bistri	voćni sok	jabuka	tetra prisma
Proizvod H	bistri	voćni nektar	mešani	tetra brik
Proizvod I	mutni	voćni nektar	pomorandža jabuka	tetra brik
Proizvod J	mutni	voćni sok	pomorandža jabuka	tetra prisma

Raspoloživost (**A - availability**), predstavlja odnos vremena u kom je oprema bila raspoloživa (bez gubitaka) i ukupnog vremena proizvodnje.

$$A = \frac{\text{Trajanje proizvodnje} - \text{gubici}}{\text{Trajanje proizvodnje}} \cdot [\%]$$

Performanse efektivnosti opreme (**P - performance effectiveness**), prikazuje odnos ostvarene i standardne proizvodnje.

$$P = \frac{\text{ostvarena proizvodnja}}{\text{standardna proizvodnja}} \cdot [\%]$$

Pod pojmom standardna proizvodnja uzeta je preporuka proizvođača da je kapacitet punilice 1,000 litara soka na sat.

Indeks kvaliteta ili nivo kvaliteta (**Q - Quality rate**), predstavlja procenat ispravnih (usaglašenih) proizvoda u odnosu na ukupan obim proizvodnje.

$$Q = \frac{\text{Broj usaglašenih proizvoda}}{\text{Ukupan broj proizvedenih proizvoda}} \cdot [\%]$$

Kao proizvod ova tri indikatora indikator ukupne efektivnosti opreme OEE je računat prema sledećoj jednačini:



$$OEE = A \times P \times Q [\%]$$

### 2.1 Identifikacija glavnih gubitaka

Aktivnost punjenja se odvijala na liniji novije generacije i predstavlja završnu fazu u proizvodnji sokova. Celokupan tehnološki proces proizvodnje sokova vrši se na aseptičkoj liniji, koji predstavlja metodu toplotne obrade uz primenu postupka kratkotrajne pasterizacije i aseptičkog punjenja proizvoda u sterilnu ambalažu. Tako upakovani proizvod napunjen u aseptičnu tetrapak ambalažu ide na zatvaračicu, gde se vrši postavljanje zatvarača nakon čega se proizvod pakuje u pakete na pakerici, a zatim transportuje u skladište. Odatle se proizvodi distribuiraju širom domaćeg i inostranog tržišta.

U cilju pojašnjenja metodologije klasifikovanja i izračunavanja OEE, dat je opis šest vrsta glavnih izvora gubitaka kroz prizmu tri navedena faktora: raspoloživost opreme (otkazi opreme i podešavanja), efektivnost opreme (prazni hodovi i smanjenja brzine rada) i nivo kvaliteta proizvoda (defekti u proizvodnom procesu i smanjena proizvodnja).

Šest glavnih gubitaka je termin koji sam po sebi govori da je uočeno toliko najvećih generatora gubitaka u procesu proizvodnje (Vasić *et al.*, 2006).

**Otkaz opreme** prouzrokuje najveći deo zastoja u proizvodnim sistemima naročito ometanje rada neke mašine. Ovi otkazi su najčešće neočekivani i nekada ih karakteriše dugo vreme zastoja (npr. otkaz grejača na pasterizatoru).

**Podešavanja** koja se izvode prilikom prelaska punjenja sa jednog na drugi proizvod. Pri prelasku na sledeći proizvod u procesu punjenja neophodno je izvršiti sanitaciju linije, postavljanje folije i podešavanje punilice u zavisnosti od vrste ambalaže (Tabela 2). Svaki minut zastoja koji je ovde veći od planiranog predstavlja gubitak usled podešavanja. U savremenim uslovima proizvodnje podešavanja i postavljanja su uglavnom delimično ili potpuno automatizovana.

**Prazni hodovi i manji zastoji** posledica su organizacionih smetnji, odnosno nastaju usled nedovoljne integracije proizvodnog sistema u datom proizvodnom okruženju. Primeri ove vrste gubitaka na liniji punjenja su greške u postavljanju parametara punilice i/ili zatvaračice, obmotavanje folije oko valjaka na punilici, nedostatak folije, ulaz vazduha u crevo punilice i sl. Usled ovih gubitaka proizvodni kapacitet je manji od planiranog.

**Smanjenje brzine** nastaje usled odstupanja realne od specificirane brzine opreme. Razlozi za smanjivanje brzine rada mašina mogu biti mehanički problemi, zastarela oprema i nemogućnost maksimalnog opterećenja opreme.

**Pojava defekata** u procesu predstavlja pojavu

neusaglašenih proizvoda. Pri punjenju sokova dešava se da završna kontrola identifikuje proizvode koji ne odgovaraju specificiranim zahtevima, pri čemu se odstupanja uglavnom odnose ili na neto masu / zapreminu, ili na ambalažu (neadekvatno zatvaranje proizvoda, loše datumiranje i sl.).

**Smanjena proizvodnja** odnosno gubici usled uhodavanja su pojava koja se javlja kada krene proces punjenja novog proizvoda. U početnom periodu rada mašine izraženija je pojava kao što su otpadni škart ambalaže i folije, neusaglašeno pakovanje proizvoda, i sl. U procesu punjenja dešava se da se odbace nekoliko prvih jedinica proizvoda usled prelaska na novi tip ambalaže.

### 3. Rezultati i diskusija

Za interpretaciju i analizu rezultata uzet je uzorak od deset vrsta proizvoda koji se najčešće pune i čine više od 50% ukupne proizvodnje u posmatranom periodu. Od izabranih proizvoda četiri su voćni sokovi, ostatak čine voćni nektari. Tri analizirana soka su proizvedena od jedne vrste voća, ostali sokovi su dobijeni preradom dve ili više vrsta voća. Sokovi se pune u tetrapak ambalažu (brik i prizma). Najčešće punjen proizvod je bio proizvod „A“ i u datim periodu proizvedeno je 113,290 proizvoda. Najmanje je punjen proizvod „J“, i to 47,868 proizvoda. Radi lakše obrade podataka sokovi su obeleženi slovima abecede (A – J).

Osim praćenja i evidentiranja svih gubitaka, razvijena je matrica izmena za sve vrste proizvoda da bi se omogućilo evidentiranje eventualnih dužih izmena od planiranih. Da bi se razvila matrica i pratili rezultati, primenjene su sve pretpostavke za lean metodu SMED (Single Minute Exchange of Die). Na taj način, izmereno je vreme potrebno za promenu proizvoda a koje obuhvata i vreme čišćenja i sanitacije linije. Poznato je da većinu prehrambenih industrija karakteriše širok spektar različitih proizvoda i kraći proizvodni ciklus uz česte promene na proizvodnim linijama. U nekim industrijama za proizvodnju hrane i pića, ne proizvodi se samo jedan proizvod svakog dana, već je više proizvodnih izmena u toku jednog dana.

U posmatranom preduzeću, registrovano je da se vrše i do osam izmena proizvoda u toku jednog dana. Vreme izmene označava vreme koje je potrebno da se opere linija od prethodnog punjenja, da se na punilici postavi folija za novi proizvod i da se izvrši podešavanje mašine u zavisnosti od vrste ambalaže. Planirano vreme prelaza na slične proizvode, iznosi deset minuta. Kada se nakon punjenja mutnih i kašastih sokova prelazi na bistre sokove i pri promeni tipa pakovanja (brik ili prizma), vreme prelaza iznosi

15 minuta. Na osnovu planiranih prelaza, datih u matrici izmene, (Tabela 2), izračunato je vreme kašnjenja startovanja proizvodnje pri prelasku na sledeći proizvod.

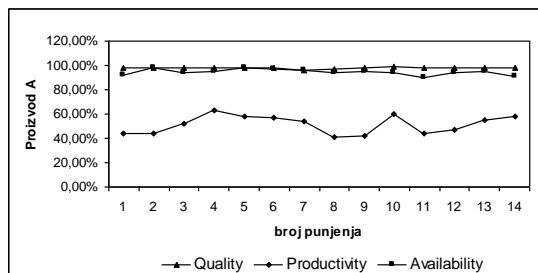
**Tabela 2.** Matrica izmene

	Proizvod A	Proizvod B	Proizvod C	Proizvod D	Proizvod E	Proizvod F	Proizvod G	Proizvod H	Proizvod I	Proizvod J
Proizvod A	15	15	10	15	10	15	15	15	15	15
Proizvod B	15	10	10	15	10	10	15	10	10	10
Proizvod C	15	15	15	15	15	15	15	15	10	10
Proizvod D	10	15	15	15	10	15	15	15	15	15
Proizvod E	15	15	15	15	15	15	10	15	15	15
Proizvod F	10	15	15	10	15	15	15	15	15	15
Proizvod G	10	10	10	10	15	10	15	10	10	10
Proizvod H	15	15	15	15	10	15	15	15	15	15
Proizvod I	10	15	10	10	15	10	15	15	15	15
Proizvod J	10	15	10	10	15	10	15	15	15	15

Nakon obrade prikupljenih podataka dobijene su vrednosti ispitivanog indikatora u procesu punjenja sokova, za deset posmatranih proizvoda. Analiza je išla u dva pravca. Prva je bila da se pojedinačno razmotre rezultati proizvod po proizvod, a drugi da se sumarno prikažu rezultati za svih 10 proizvoda i da se posmatraju varijacije.

### 3.1. Primer rezultata za jedan proizvod

Prikaz rezultata dobijenih za proces punjenja jednog soka, označenog kao proizvod „A“ je analizirao sledeće pokazatelje. U posmatranom periodu ovaj sok je najčešće punjen i u tom periodu proizvedeno je 226.580,00 litara ovoga soka, odnosno 113.290,00 komada proizvoda. Koristeći navedene formule izračunati su indikatori kvaliteta, za ovaj proizvod. Dobijeni rezultati su prikazani na slici 1.



**Slika 1.** Kretanje tri parametra za proizvod A

Sa grafičkog prikaza rezultata za ovaj proizvod, uočava se približno konstantan nivo indeksa kvaliteta (Q) pri svakom punjenju. Raspoloživost (A) uzima nešto nižu vrednost, dok su performanse same mašine (P) na liniji bile znatno niže uz primetne varijacije. Minimalne i

maksimalne vrednosti sva tri indikatora prikazane su u tabeli 3.

**Tabela 3.** Karakteristične vrednosti parametara za proizvod A

	Max	Min
Quality rate	98,75%	96,48%
Performance	63,41%	41,01%
Availability	98,00%	89,58%
OEE	59,03%	37,62%

Od tri posmatrana indikatora za proizvod A, najveći interval varijacije je izmeren za indikator efektivnosti (22,40%), a najmanji interval variranja imao je indeks kvaliteta (2,27%). Indikator ukupne efektivnosti opreme pri punjenju ovog soka kreće se u intervalu od oko 37,6% do 59%, što su u proseku znatno niže vrednosti od onih koje se predviđaju za prehrambenu industriju.

### 3.2. Analiza rezultata za deset proizvoda

Željene vrednosti vezane za OEE u svetu su drugačije za različite grane industrije. Za prehrambenu industriju predviđena vrednost indikatora ukupne efektivnosti iznosi 85%. Da bi se dostigla ova vrednost potrebno je da tri parametra OEE ostvaruju sledeće vrednosti: raspoloživost opreme 90%, performanse efektivnosti opreme 95% i indeks kvaliteta 99%, (Smith R. and Hawkins B., 2004).

Raspoloživost opreme pri svakom punjenju je imala nešto nižu vrednost (Tabela 4). Razlog za to su kraći ali učestali zastoji kao što je zavijanja folije oko valjka, nastavak folije, nekoliko dužih zastoja kao što su ulazak vazduha u crevo, povećanje temperature hidrauličkog ulja i veoma dug zastoj pri otkazu grejača na pasterizatoru.

**Tabela 4.** Indeksi raspoloživosti za 10 proizvoda

Vrsta proizvoda	Availability	
	Max	Min
Proizvod A	98,00%	89,58%
Proizvod B	97,67%	60,00%
Proizvod C	98,21%	80,24%
Proizvod D	99,58%	60,00%
Proizvod E	98,57%	85,45%
Proizvod F	96,43%	76,09%
Proizvod G	95,92%	82,61%
Proizvod H	96,71%	77,19%
Proizvod I	97,63%	71,28%
Proizvod J	98,70%	32,14%

Svaki minut neplaniranog zastoja i svako kašnjenje pri prelasku sa proizvoda na proizvod

usled dužeg postavljanja pomoćnog materijala i podešavanja opreme dovodi do smanjenja dostupnosti opreme za proizvodnju, kad je to bilo planirano, odnosno stvara gubitak u punionici. U prehrambenoj industriji vrednost parametra za raspoloživost opreme treba da iznosi 90%, (Smith R. and Hawkins B., 2004), dobijene vrednosti su išle dosta ispod i kretale su se u granicama od 32,14% (proizvod J) do 99,58% (proizvod D).

Prazni hodovi, kratki zastoji i smanjena brzina rad, usloveli su smanjenje performansi opreme, odnosno manji broj napunjenih proizvoda, u poređenju sa proizvodnjom u idealnim uslovima (u odnosu na planirani kapacitet), pa je shodno tome dobijena mala vrednost za meru efektivnosti opreme (Tabela 5).

Od sva tri posmatrana parametra ovaj je imao najnižu sveukupnu vrednost kod svih analiziranih proizvoda. Za indikator efektivnosti opreme predviđa se vrednost od 95% (Smith R. and Hawkins B., 2004), dok su u konkretnom slučaju izmerene vrednosti znatno ispod predviđene i kreću se u intervalu od 21,17% (proizvod C) do 71,49% (proizvod F).

**Tabela 5.** Indeksi performansi za 10 proizvoda

Vrsta proizvoda	Performance	
	Max	Min
Proizvod A	63,41%	41,01%
Proizvod B	63,86%	26,80%
Proizvod C	59,21%	21,17%
Proizvod D	63,90%	34,14%
Proizvod E	48,99%	28,42%
Proizvod F	71,49%	39,36%
Proizvod G	50,32%	31,12%
Proizvod H	50,99%	33,67%
Proizvod I	49,86%	34,58%
Proizvod J	70,40%	33,44%

Pri punjenju sokova na liniji tetrapak, zbog visoke vrednosti indeksa kvaliteta, mali je broj neusaglašenih proizvoda. To je donekle i očekivano uzimajući u obzir činjenicu da je veći deo tehničkih sistema u punionici novije generacije, koji su dobro uhodani i prilagođeni specifičnim uslovima u punionici. Nakon poređenja vrednosti indeksa kvaliteta, za konkretan pogon, sa predviđenim vrednostima za prehrambenu industriju (99%), (Smith R. and Hawkins B., 2004), može se zaključiti da nema značajnijih odstupanja u pogledu kvaliteta

proizvoda, jer se ovaj indikator kreće oko predviđene vrednosti, u intervalu od 90,05% (proizvod J) do 99,36% (proizvod I), tabela 6.

**Tabela 6.** Indeksi kvaliteta za 10 proizvoda

Vrsta proizvoda	Quality	
	Max	Min
Proizvod A	98,75%	96,48%
Proizvod B	98,64%	96,25%
Proizvod C	99,08%	93,50%
Proizvod D	98,75%	94,14%
Proizvod E	99,21%	97,36%
Proizvod F	98,30%	96,74%
Proizvod G	98,28%	96,64%
Proizvod H	98,58%	93,23%
Proizvod I	99,36%	95,94%
Proizvod J	98,40%	90,05%

Kao posledica većih uočenih varijacija u pogledu efektivnosti i raspoloživosti opreme, dolazi do značajnih odstupanja OEE od željene vrednosti. Pošto su dobijene vrednosti dva od tri parametra niže od predviđenih, to je uslovalo da sveukupni OEE za sve proizvode, ne prelazi 67,38%, što je daleko od cilja 85%, (Tabela 7).

**Tabela 7.** Pregled variranja vrednosti OEE indikatora

Vrsta proizvoda	OEE [%]		$x \pm \sigma$	R [%]
	Max	Min		
Proizvod A	59,03	37,62	47,60±7,01	21,41
Proizvod B	59,84	15,86	40,06±11,42	43,98
Proizvod C	54,89	19,44	37,93±9,09	35,45
Proizvod D	60,47	25,28	40,03±9,61	35,19
Proizvod E	44,76	44,76	37,95±6,66	20,63
Proizvod F	61,46	33,57	42,56±7,88	27,89
Proizvod G	45,84	25,17	38,76±6,88	20,67
Proizvod H	46,82	25,43	39,16±6,78	21,39
Proizvod I	45,73	23,94	38,19±7,00	21,79
Proizvod J	67,38	13,05	37,40±17,03	54,33

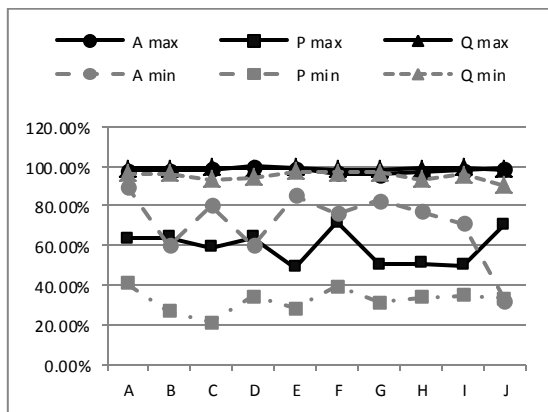
Legenda:  $x \pm \sigma$  – srednja vrednost ± standardna devijacija  
R – interval varijacije (max – min)



Prosečna vrednost ukupne efektivnosti opreme za sve posmatrane proizvode se kreće u intervalu od 37,40% do 47,60%. Pri proizvodnji soka A, odnosno mutnog voćnog nektara od jabuke i breskve, izmerena je najveća prosečna vrednost za ukupnu efektivnost opreme. Dok je najmanja prosečna vrednost ovog bazičnog indikatora dobijena za sok označen kao Proizvod J.

Iz toga proizilazi konstatacija, da sok koji se proizvodi u najvećim količinama, ima najmanje variranje posmatranih parametara, odnosno najveća je stabilnost procesa proizvodnje ovog soka u pogledu ukupne efektivnosti opreme na tetrapak liniji, a sok koji se ne puni često, i proizvodi se u malim količinama, ima najveće variranje vrednosti ovoga indikatora.

Najveći variranje OEE vrednosti izmereno je za proizvod J i iznosi čak 54,3%. Pri punjenju ovog soka maksimalna vrednost iznosi OEE je 67,38% dok je minimalan vrednost samo 13,05%. Za sok označen kao proizvod E, vrednost OEE je varirala za oko 20%, što je i najmanje zabeleženo variranje na liniji. Pregled graničnih vrednosti za indikator ukupne efektivnosti opreme, srednja vrednost, standardna devijacija i koeficijent varijacije, dati su u Tabeli 7, dok je grafički prikaz graničnih variranja tri analizirana parametra dat na slici 2.



Slika 2. Maksimalne i minimalne vrednosti posmatranih parametara

Iz prikazanog se uočava da su dobijene vrednosti indikatora znatno niže od predviđenih. Kako bi se ostvarilo poboljšanje i unapređenje posmatranog procesa, neophodno je povećanje vrednosti ovog indikatora. Povećanje OEE je veoma važno za organizaciju, jer se sa povećanjem

ovog parametra omogućuje povećanje sposobnosti firme, a iz toga slede mnoge komparativne prednosti kao što su prednost u ceni, kvalitetu svojih proizvoda, prednost u brzini isporuke, fleksibilnost proizvodnje itd.. OEE varira proporcionalno sa promenom parametara za raspoloživost opreme, efektivnosti proizvodnje i kvalitet proizvoda. Sa porastom OEE smanjuje se vreme potrebno za uklanjanje zastoja u proizvodnji. Mogućnost brzih izmena sa povećanjem sposobnosti fabrike i smanjenjem vremena intervencija, uslovljava smanjenje praznih hodova u proizvodnji. Ovo smanjenje za posledicu ima povećanje konkurentnosti firme u smislu rokova isporuke i fleksibilnosti. Manje vreme intervencija rezultuje smanjenjem troškova a time i cene proizvoda. Povećanje kvaliteta uzrokuje manje vremena za intervencije i povećanje efektivnosti (Đekić I. and Curović D., 2010).

#### 4. Zaključak

Posmatrajući dobijene vrednosti može se zaključiti da je kod većine analiziranih indikatora utvrđeno variranje rezultata u širokim granicama. Ono što se posebno ističe, kod svih posmatranih proizvoda jeste izuzetno niska vrednost za performanse same opreme (prouzrokovana velikim brojem kraćih zastoja), što je kao posledicu imalo da vrednost indikatora ukupne efektivnosti opreme ne prelazi 67,38%, a to je dosta ispod ciljane vrednosti od 85%. Organizacija, s obzirom da se radi o velikom proizvođaču sokova, ukoliko želi da zadrži svoju poziciju na tržištu, mora da uloži napore u nastojanju da poveća vrednosti ovih indikatora. Prvi i veliki korak u tom pravcu jeste eliminacija ili svođenje na najmanju moguću meru šest identifikovanih glavnih gubitaka (pre svega eliminisanje kratkih ali vrlo čestih zastoja) u procesu punjenja uz primenu odgovarajućih alata baziranih na lean konceptu proizvodnje.

\*) Research presented in this paper is a part of the graduate thesis on "Analysis of quality indicators in production of fruit juice", defended in 2013.

\*) Rezultati prezentovani u ovom radu nastali su iz diplomskog rada Marije Lazarević na temu „Analiza indikatora kvaliteta u proizvodnji voćnih sokova“ odbranjen 2013. godine.



### Literatura

- [1.] Chan, F.T.S., Lau, H.C.W., Ip, R.W.L., Chan, H.K. and Kong, S. (2005), "Implementation of total productive maintenance: A case study", *International Journal of Production Economics*, Vol. 95 No. 1, pp. 71-94.
- [2.] Đekić I. and Curović D. (2010), *Upravljanje održavanjem u proizvodnji hrane*. 1st ed. Univerzitet u Beogradu - Poljoprivredni fakultet Beograd.
- [3.] Kennedy, I., Plunkett, A. and Haider, J. (2013), "Implementation of Lean Principles in a Food Manufacturing Company", in: Azevedo, A. (Ed.), *Advances in Sustainable and Competitive Manufacturing Systems*, Springer International Publishing, pp. 1579-1590.
- [4.] Oechsner, R., Pfeffer, M., Pfitzner, L., Binder, H., Müller, E. and Vonderstrass, T. (2002), "From overall equipment efficiency (OEE) to overall Fab effectiveness (OFE)", *Materials Science in Semiconductor Processing*, Vol. 5 No. 4-5, pp. 333-339.
- [5.] Smith R. and Hawkins B. (2004), *Lean maintenance: reduce costs, improve quality, and increase market share* Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford, UK.
- [6.] Vasić, B., Todorović, J., Curović, D., Popović, V., Stanojević, N. and Curović, N. (2006), "Održavanje tehničkih sistema", Institut za istraživanje i projektovanje u privredi, Beograd.