

Kvantitativna analiza automatizovanih protočnih linija uz pomoć računara

Rezime: U ovom radu, prvo se razmatraju konfiguracije automatizovanih protočnih linija. Primene kvantitativne analize automatizovanih protočnih linija se nalaze u transfer linijama za izradu i pakovanje proizvoda. Daju se neki pokazatelji za ovu analizu. Zatim se rad fokusira na to kako koristiti softverska rešenja za kvantitativnu analizu transfer linija. Studija slučaja ilustruje osnovne tipove kvantitativne analize linija.

Ključne reči: automatizovane protočne linije, transfer linije, kvantitativna analiza linije, performanse mašina, statistika zastoja, statistika škarta.

Summary: In this paper, configurations of automated flow lines are considered. Applications of quantitative analysis of automated flow lines are found in transfer lines for machining and packaging products. We give some indicators for this analysis. Then the paper focuses on how to use the software solutions for quantitative analysis of transfer lines. Case study illustrates basic types of quantitative analysis of the lines.

Keywords: automated flow lines, transfer lines, quantitative analysis of line, machine performance, downtime statistics, reject statistics.

1. UVOD

U [1] se razmatra fleksibilna automatizovana oprema koja se upotrebljava u obradi raznovrsnih diskretnih delova u velikim obimima. Oprema je često u konfiguraciji mehanički integrisanih protočnih linija, sadržanih od brojnih ćelija koje izvršavaju obradne operacije na liniji. Ove protočne linije nazivaju se transfer mašine ili transfer linije. Takođe u [1] se izučavaju metode upotrebljavane za transport delova između ćelija, kao i druge crte koje odlikuju ove proizvodne sisteme. Naglašavaju se operacije mašinske obrade kao tipičan proces izvršavan na ovim sistemima, mada se koncept automatizovanih protočnih linija koristi u raznovrsnim industrijama i procesima.

* Rad je primljen 04. februara 2009. godine

** Fakultet organizacionih nauka, Beograd, ioliver@fon.bg.ac.yu

U ovom radu, na primeru transfer linije za izradu i pakovanje nekog proizvoda, analiziraće se način rada jedne smene. Ova linija je potpuno automatizovana, jer kontrolu svih procesa mašine vrši glavni PLC (*Programmable Logic Controller* – programabilni logički kontroler), računar koji je povezan sa svim ostalim pomoćnim računarima na liniji [2]. Ona pomoću instaliranih senzora i korisničkog interfejsa omogućava praćenje procesa proizvodnje u realnom vremenu.

2. AUTOMATIZOVANE PROTOČNE LINIJE

Jedna automatizovana protočna linija sastoji se od nekoliko mašina ili ćelija koje su povezane zajedno sa uređajima unutrašnjeg transporta koji prenose delove između ćelija. Prenos (transfer) radnih delova i specijalizovane funkcije ćelija izvršavaju se automatski. Protočna linija može se prikazati upotrebom simbola prema [1]. Neobrađen radni deo ulazi na jednom kraju linije i obradni koraci se izvršavaju sekvencijalno dok se deo kreće od jedne do druge ćelije. U protočnu liniju je moguće ugraditi međuskladišne zone, bilo na jednu lokaciju ili između svake ćelije. Takođe je moguće proširiti pojam praćenja kvaliteta i ugraditi kontrolnu petlju u protočnu liniju. Jedna inspekcijska ćelija bi se koristila za praćenje izvesnih svojstava kvaliteta delova i za informacije povratne sprege do obradnih ćelija tako da u procesu mogu da se rade podešavanja. Robotizovane ćelije mogu takođe da se lociraju duž protočne linije da bi se izvršavale izvesne operacije koje su teške ili nehumane za radnike.

Automatizovane protočne linije generalno su najpogodnije sredstvo proizvodnje u slučajevima relativnog stabilnog života proizvoda, visoke tražnje proizvoda, koja zahteva visoke stope proizvodnje i gde bi alternativna metoda proizvodnje povlačila za sobom veliku količinu rada. Ciljevi korišćenja automatizacije linije su, stoga:

- smanjenje radnih troškova;
- povećanje proizvodne stope;
- smanjenje proizvodnje u toku;
- minimiziranje rastojanja pređenih između operacija;
- postizanje specijalizacije operacija;
- postizanje integracije operacija.

Mada konfiguracija jedne automatizovane protočne linije prikazuje obrazac toka operacija u pravoj liniji, stvarno postoje dve opšte forme koje tok predmeta rada može uzeti. Ove dve konfiguracije su linijska i rotaciona.

Linijski tip

Linijska konfiguracija sastoji se od redosleda ćelija u manje-više pravolinijskom uređenju. Tok predmeta rada može uzeti nekoliko obrta od 90°, bilo zbog reorijentacije radnih komada, ograničenja fabričkog rasporeda ili drugih razloga, pri čemu još uvek može da se kvalifikuje kao pravolinijska konfiguracija. Opšti

obrazac toka predmeta rada, na primer, jeste pravougaonog oblika, koji bi dozvolio da isti radnik utovari početne radne komade i istovari gotove radne komade.

Rotacioni tip

U rotacionoj konfiguraciji radni delovi se indeksiraju oko kružnog stola ili brojčanika. Čelije su stacionarne i obično locirane oko spoljašnje periferije brojčanika. Delovi se voze na rotirajućem stolu i registruju ili pozicioniraju, po redu, na svakom mestu za obradnu ili montažnu operaciju. Ovaj tip opreme često se pominje kao indeksirajuća mašina ili brojčanička indeksna mašina.

Izbor

Izbor između dva tipa zavisi od primene. Rotacioni tip obično je ograničen na manje radne komade i manji broj mesta. Generalno nema mnogo fleksibilnosti u dizajnu rotacione konfiguracije. Na primer, dizajn tipa brojčanika nije prikladan za obezbeđenje kapaciteta međuskladišta. S druge strane, rotaciona konfiguracija obično obuhvata jeftine komade opreme i tipično zahteva manje fabričkog podnog prostora.

Linijski dizajn je bolji za veće radne komade i može se prilagoditi većem broju čelija. Broj mesta na brojčaničkoj indeksnoj mašini je ograničeniji usled veličine brojčanika. Linijske mašine mogu se fabrikovati sa ugrađenom skladišnom sposobnošću da "ispeglaju" efekat zastoja predmeta rada na pojedinačnim mestima i druge nepravilnosti.

3. KVANTITATIVNA ANALIZA LINIJE

Računarsko upravljanje mašinama omogućava praćenje svih relevantnih podataka proizvodnje u realnom vremenu. Upravljački interfejs kontrolnog panela je osmišljen tako da nudi pregled različitih kategorija podataka potrebnih tokom proizvodnje i na kraju svake smene formira izveštaj.

Ovakav prikaz daje gotove i 100 % tačne podatke koji su spremni za analizu. Osim statistike proizvodnje i vremena korišćenja mašine, prikazuju se i statistika i istorija svih zastoja i statistika škarta, što bitno proširuje bazu podataka za moguće analize. Takođe, jedan deo izveštaja izdvaja podatke o najčešćim uzrocima zastoja, kako internim tako i eksternim, kao i najčešćim uzrocima škartiranja proizvoda.

Pod eksternim zastojem podrazumeva se vreme trajanja zastoja čiji je uzrok van mašine, odnosno zastoj neke druge mašine u liniji. U ovoj analizi eksterni uzroci koje mašine registruju su većinom unutrašnji zastoji linije, tako da se moraju klasifikovati kao takvi. Pod internim zastojem podrazumeva se zastoj nastao unutar same mašine.

Pokazatelji koji se direktno ne mere izračunavaju se na osnovu sledećih obrazaca:

$$T = A + B + C + D + E + F + G + H ,$$

$$T_{run} = E + F + G ,$$

$$Y = N \cdot (D + E + G) ,$$

$$P_{miss} = Y - (X + Z) ,$$

$$Z\% = \frac{Z}{X + Z} \cdot 100 ,$$

$$\eta = \frac{X}{N \cdot (D + E) + W} \cdot 100 ,$$

$$u = \frac{E + G}{D + E + G} \cdot 100 ,$$

$$\eta_{gross} = \frac{X}{Y} \cdot 100 ,$$

gde su:

T – vreme smene (*shift time*) u [s];

A – vreme mirovanja mašine (*off time*) u [s];

B – pripremno vreme (*preperation time*) u [s],

C – vreme eksternog zastoja (*stop external time*) u [s];

D – vreme internog zastoja (*stop internal time*) u [s];

E – vreme proizvodnje (*production time*) u [s];

F – vreme čekanja (*waiting time*) u [s];

G – vreme proizvodnje brzinom koja nije nominalna (*production time not at nominal speed*) u [s];

H – nedefinisano vreme (*not defined time*) u [s];

T_{run} – vreme rada mašine (*running time*) u [s];

Y – teoretska proizvodnja (*theoretical production*) u [kom];

N – nominalna brzina (*nominal speed*) u [kom/min];

P_{miss} – izgubljena proizvodnja (*miss production*) u [kom];

X – realna proizvodnja (*real production*) u [kom];

Z – škart (*reject*) u [kom];

$Z\%$ – škart (*reject*) u [%];

η – efikasnost (*efficiency*) u [%];

W – proizvodnja brzinom koja nije nominalna (*low speed theoretical production*) u [kom];

u – iskorišćenost (*utilization*) u [%];

η_{gross} – bruto efikasnost (*gross efficiency*) u [%].

Napomena:

- 1) Postoje situacije u kojima su paralelno aktivni brojači vremena i za proizvodnju brzinom koja nije nominalna i za vreme čekanja. Ukupna vremena G i F su manja ili jednaka sumi tih vremena.
- 2) H vreme odnosi se na prelazne neodređenosti koje su prisutne samo u izveštajima završenih smena.

4. SOFTVERSKA REŠENJA

Proizvođači savremenih industrijskih mašina koriste različite pristupe u automatizaciji sopstvenih proizvoda. Uobičajeno je da se koriste standardizovani moduli koji obuhvataju i hardverske komponente i softver. Međutim, neke od kompanija su načinile iskorak i razvijaju paralelno sopstvene hardvere i softvere, koji su do te mere prilagođeni specifičnim potrebama da značajno ubrzavaju i poboljšavaju samo upravljanje.

Jedan od takvih proizvođača opreme je i GD [3], deo *Coesia Group*, koji u svojoj ponudi ima linije za pakovnje farmaceutskih proizvoda, linije za izradu i pakovanje cigareta, linije za pakovanje prehrambenih i higijenskih proizvoda i razne, specijalne vrste mernih uređaja. U svojim proizvodnim pogonima širom sveta (Nemačka, Brazil, Indonezija, SAD i Japan) primenjuju najnovija dostignuća iz razvojnog centra u Bolonji, o čemu svedoči i pionirski razvoj sintetičkih molekularnih motora.

Ovaj proizvođač tržištu nudi mašine koje mogu biti opremljene univerzalnim – standardnim modulima i softverom (SIEMENS), ili opremljene modulima koje je razvio sam proizvođač.

GD je razvio veoma jednostavan i efikasan način upravljanja preko operatorskog interfejsa koji je baziran na iPC. Osnovni elementi su:

- operativni sistem: *Microsoft Windows NT 4.0* ili *Windows XP*;
- relaciona baza podataka: *Oracle 8.0*;
- grafika: *Microsoft Visual Basic*;

dok je je sam hardver unapređen na sledeći način: velika brzina odziva postignuta je podelom PLC. Svaki PLC kontroliše samo određenu, definisanu grupu signala, tako da su PLC moduli u stanju da u realnom vremenu odrađuju

svoje zadate cikluse, što olakšava dijagnostiku i ubrzava priliv podataka i njihovu dalju obradu.

Jezik koji se koristi je SLD (*Prepmort*) koji kombinuje brze i velike matematičke biblioteke *Fortrana* i strukturnu fleksibilnost *Jazzele*, dok se podaci čuvaju u **.csv** formatu. Pri obradi podataka još se dodeljuje i oznaka porekla parametara, što takođe olakšava njihovu dalju analizu.


Softver operatorskog interfejsa (*Visual Basic*) omogućava različite tipove interakcije sa korisnicima. Trenutno su to:

- alfa-numerička tastatura;
- funkcijski tasteri;
- tač ped (*touch pad*) ili neka druga vrsta industrijskog miša;
- tač skrin (*touch screen*).

Interfejs široko koristi grafičke metode da bi se izbegli različiti načini izražavanja i proizvoljna tumačenja, uglavnom preko unificiranih ikonica sa jasno definisanim značenjem. Ovo ima za cilj obezbeđivanje brzo razumljivog sistema koji se isto tako brzo i efikasno može koristiti. Isti interfejs može imati manje ili više kompleksne prikaze u zavisnosti od različitih zahteva i nivoa tehničkog obrazovanja korisnika, pa su definisana tri osnovna nivoa prikaza. Dok je prvi nivo najkompleksniji i prvenstveno je namenjen visoko edukovanim tehničarima za podešavanje svih funkcionalnih parametara rada mašina, druga dva su namenjena rukovaocima mašina.

U ovom odeljku biće dat prikaz sinoptičkih panela statističkih izveštaja koji je dizajniran da nudi preglede različitih kategorija podataka potrebnih tokom proizvodnje i da na zahtev formira izveštaj o proizvodnji za zadate intervale.

Osnovni statistički meni [4] nazvan je Performanse mašine i prikazan je na slici 1. Podaci su prostorno podeljeni i svakom ponaosob je dodeljen grafički simbol (ikona), kao što sledi:

 – vreme proizvodnje;

 – pripremno vreme;


 – vreme čekanja;











 – interni zasto;

 – externi zasto;

 – vreme isključenosti mašine;

 – ukupno vreme proizvodnje;

 – maksimalno trajanje intervala rada između zastoja;

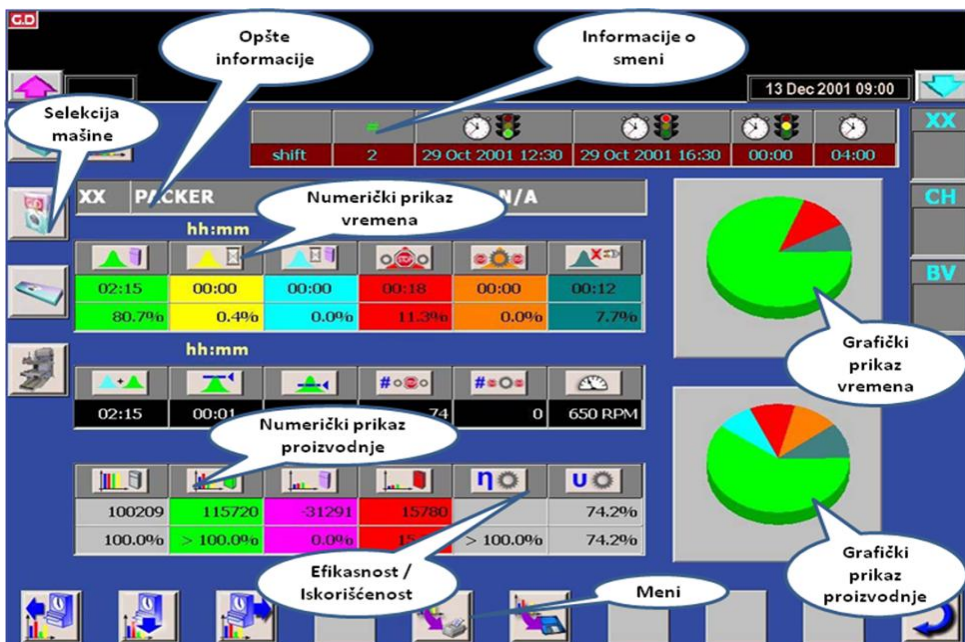
-  - prosečno trajanje intervala rada;
-  - broj internih zastoja;
-  - broj eksternih zastoja;
-  - nominalna brzina;
-  - teoretska proizvodnja (sa 100% vrednošću ispod kao osnova za kalkulacije);
-  - realna proizvodnja (ispod prikazana u % u odnosu na teoretsku proizvodnju);
-  - izgubljena proizvodnja (ispod prikazana u % u odnosu na teoretsku proizvodnju);
-  - ukupan škart (ispod prikazan u % u odnosu na teoretsku proizvodnju);
-  - iskorišćenost;
-  - efikasnost.

Pokazatelji koji se direktno ne mere izračunavaju se na osnovu obrazaca koji se prikazuju samo na generisanim izveštajima. Sem ovog generalnog kvantitativnog prikaza proizvodnje, interesantni su i izveštaji koji prikazuju statistiku zastoja kao i brojače mašina.

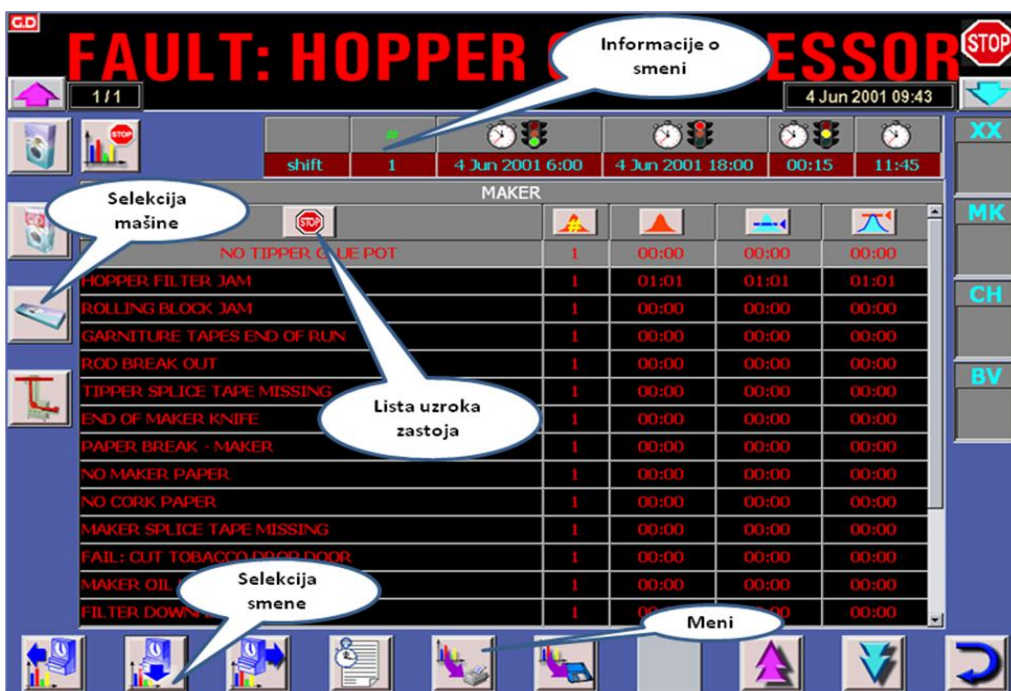
Statistika zastoja prikazana na slici 2, sadrži listu svih zastoja, broj tako klasifikovanih zastoja, njihovo ukupno trajanje, prosečno trajnje i maksimalne vrednosti svakog zastoja. Grafički simboli koji ih predstavljaju slede logiku iz predhodnog panela.

Sinoptički panel nazvan Brojači mašina, slika 3, daje pregled ukupnog škarta, škarta razvrstanog po opisanim razlozima škartiranja, po stanicama za škartiranje i broj iskorišćenih materijala (za one materijale koji se automatski menjaju).

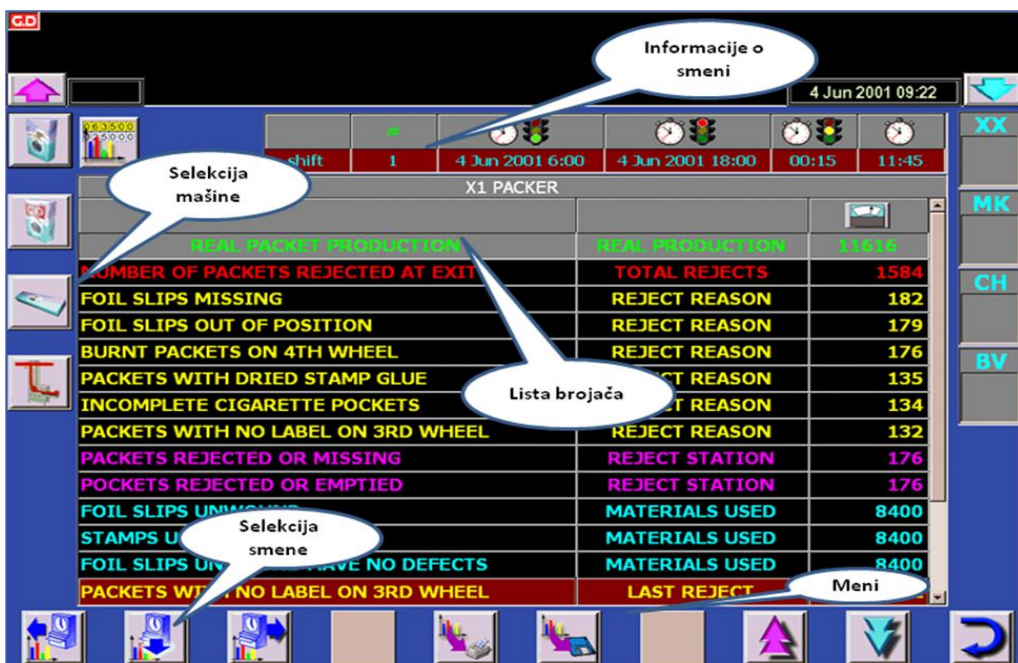
Iz kratkog prikaza izabranih sinoptičkih panela može se videti praktična prednost grafičkog unificiranja sa stanovišta preglednosti i lakog prepoznavnja određenih kategorija podataka. Podaci se ažuriraju u realnom vremenu posle svakog događaja bez potrebe za osvežavanjem ekrana, i orijentisani su na smensku proizvodnju. Kada je u pitanju pravljenje izveštaja, moguće ga je generisati za bilo koji zadati vremenski interval za proteklih 1000 smena. Stariji podaci se automatski brišu iz baze podataka.



Slika 1. Performanse mašina



Slika 2. Statistika zastoja



Slika 3. Brojači mašine

5. STUDIJA SLUČAJA

Tehnološki opis jedne linije za izradu i pakovanje cigareta dat je u [5]. Ovu liniju možemo podeliti na dve (pod)linije: na liniju za izradu cigareta i na liniju za pakovanje cigareta.

Liniju za izradu cigareta čine mašine po sledećem redosledu: GD 121, GD AF12 i GD T10.

Linija (GD kompleks) 121-AF12-T10 je pre svega dizajnirana za izradu cigareta sa filterom i za automatsko uzimanje duvana (duvanske mešavine) iz silosa rezanog duvana primarne proizvodnje. Mašina GD 121 sastoji se iz dva dela: *hooper*-a (skraćeno MH) za unos duvana, u kome se preuzima i podešava tok duvana i „mejker“-a (skraćeno MK) za pravljenje cigareta, na kome se formiraju dva cigaretna svitka koja se seku pre nego što se proslede dalje u mašinu GD AF12. Mašina GD AF12 (*tiper*) ima funkciju da doda pripremljene filtere na cigaretnu odsečke i izradi finalne proizvode, filter cigarete.

Karakteristike gotovog proizvoda – cigarete, sem dužine i dijametra, (masa, ventilacija, pad pritiska) menjaju se sa promenom repromaterijala koji se koriste za izradu cigareta. Prema vrsti cigarete (*brand*) i repromaterijala koji se koriste

za proizvodnju, vrše se podešavanja mašine kako bi dobili tražene karakteristike gotovog proizvoda. Izvršena podešavanja moguće je memorisati u bazu podataka kontrolnog IPC računara. Moguće je memorisati do 20 vrsta cigareta koje se proizvode. Prilikom prelaska na proizvodnju druge vrste cigareta, dovoljno je učitati u glavni PLC računar memorisane parametre za tu vrstu cigareta.

Na liniji za izradu cigareta manipulaciju vrši operater i pomoćnik operatera koji pripremaju mašine za rad, puštaju mašine u rad, opskrbljuju mašine repromaterijalom, vrše kontrolu gotovog proizvoda i celokupnog procesa izrade cigareta. Pored njih, angažovan je pomoćni radnik koji opskrbljuje mašinu GD AF12 (*tjper*) filter štapićima i nadzire punjenje kasete cigaretama na mašini GD T10 i njihovo pražnjenje na mašini GD AM14.

Rukovanje i upravljanje mašinama GD 121, AF12 i T10 se vrši preko komandnog pulta i kontrolnog panela IPC računara.

Liniju za pakovanje cigareta čine mašine po sledećem redosledu: GD AM14, GD X500, GD C600 i GD CK.

Proces pakovanja cigareta započinje prijemom cigareta preko transportne trake u prijemni levak mašine GD AM14 na liniji za pakovanje.

Na mašini (pakerici) za formiranje meke paklice GD X500 vrši se: raspoređivanje broja cigareta u pakovanju (tri reda po šemi 7-6-7), automatsko škartiranje cigareta nezadovoljavajućeg kvaliteta, omotavanje cigareta Al folijom i formiranje pakovanja, automatsko škartiranje pakovanja sa neispravno omotanom Al folijom, završno formiranje paklice preklapanjem i lepljenjem krajeva blankete i lepljenje akcizne markice na paklicu.

Na mašini za celofaniranje GD C600 vrši se: omotavanje formirane paklice polipropilenom sa cep trakom, termičko spajanje preklopa polipropilena na bočnim stranama paklice i termičko spajanje propilena na čeonim stranama paklice.

Na mašini GD CK vrši se grupno pakovanje 10 celofaniranih paklica (formiranje boksa) pomoću omotnog papira. Mašina vrši odmotavanje omotnog papira, njegovo odsecanje i omotavanje oko paklica i lepljenje.

Rukovanje i upravljanje mašinama GD AM 14, X500, C600 i CK se vrši preko komandnog pulta i kontrolnog panela IPC računara, koji je podeljen na dve grupe. Grupu 1 čine mašine AM14 i X500 i predstavljene su kao celina u izveštaju. Grupu 2 čine mašine C600 i CK i takođe su predstavljene kao celina.

Proizvodni kapaciteti ove dve linije su usaglašeni. Međutim, u ručnom režimu rada otvaraju se mogućnosti za proizvodnju proizvoljnim brzinama, pri čemu je proizvođač limitirao minimalnu brzinu. Linije izrade i pakovanja su povezane dvojako. Linijski transport između izrade i pakovanja cigareta je idealan način transporta. Međutim u slučajevima zastoja ili asinhronog rada, bilo jedne ili druge linije, međuskладиšte obezbeđuje neometan rad ostatku linije u određenom vremenskom intervalu. Kapacitet međuskладиšta je u direktnoj zavisnosti od

mikroklimatskih uslova u proizvodnom pogonu i samo delimično može da obezbedi neprekidan rad u zadatom intervalu.

Na osnovu statističkih podataka iz [6] 06-Maj-2008 u 08:03:48 generisani su izveštaji za 01-Maj-2008 i prvu smenu za mašinu »celofanka« sa linije pakovanja cigareta. U tabeli 1 nalazi se izveštaj o performansama mašine. U tabeli 2 je data statistika zastoja za ovu mašinu, a u tabeli 3 statistika škarta.

Tabela 1. Performanse mašine

MACHINE: CELOFANKA				
Start: 1-Maj-2008 06:00	Duration: 08:00:00	Shift Id: 1		
End: 1-Maj-2008 14:00	Break: 00:00:00	Period: shift		
MACHINE PERFORMANCE				
production data	value	%	%	formula symbols
Real production	190550	89.8		X
Missed production	21550	10.2		Y-(X+Z)
Theoretical production	212100	100		Y=N*(D+E+G)
Rejects	0		0.0	Z [%=Z*100/(X+Z)]
Low speed theoretical production	0			W
time totals		duration	%	
Shift time		08:00:00	100.0	T=A+B+C+D+E+F+G+H
Power off time		00:00:00	0.0	A
Preparation time		00:32:16	6.7	B
Not defined time (2)		00:00:07		H
External stop		00:00:00	0.0	C
Internal stop		00:15:00	3.1	D
Operator Stop during production		00:01:27		
Running time		07:12:37	90.2	E+F+G
Production time		06:49:12	85.3	E
Waiting time		00:23:25	4.9	F
Production time not at nominal speed		00:00:00	0.0	G
Max Running time		00:47:58		
Avg Running time		00:14:56		
performance				
Efficiency	89.8%	X * 100 / (N * (D + E) + W)		
Time Utilization	96.5%	(E + G) * 100 / (D + E + G)		
Gross Efficiency	89.8%	X * 100 / N * (D + E + G)		
Nominal Speed	500	N		

Tabela 2. Statistika zastoja

DOWNTIMES							
	stop reason - order by time	#	downtime hh:mm:ss	%	avg time hh:mm:ss	max time hh:mm:ss	INT/ EXT
1	ELASTICNE POLUGE SAVIJACA CELOFANA CH	4	00:03:48	25.3	00:00:57	00:01:08	I
2	SERVISNI STOP	3	00:02:13	14.8	00:00:45	00:01:08	I
3	KRAJ DESNOG NAMOTAJA FILMA CH	5	00:01:53	12.5	00:00:23	00:00:54	I
4	KRAJ ILI KIDANJE CEP TRAKE CH	1	00:01:47	11.9	00:01:47	00:01:47	I
5	KRAJ LEVOG NAMOTAJA FILMA CH	5	00:01:24	9.3	00:00:17	00:00:21	I
6	CH SPIDER: PAKLICA VAN POLOZAJA	1	00:01:18	8.7	00:01:18	00:01:18	I
7	LEVAK ZA PAKLICE CH PRAZAN	3	00:00:58	6.4	00:00:20	00:00:25	I
8	NEUSPELA KONTROLA POLOZAJA TRANSPORTERA	2	00:00:32	3.6	00:00:16	00:00:17	I
9	MIN REZERVA MATERIJALA ZA UMOTAVANJE CK	1	00:00:22	2.4	00:00:22	00:00:22	I
10	PACKET PRESENCE CHECK BREAKDOWN	1	00:00:17	1.9	00:00:17	00:00:17	I
11	MAX REZERVA MATERIJALA ZA UMOTAVANJE CK	1	00:00:16	1.8	00:00:16	00:00:16	I
12	KVAR: KONTROLA GORNJEG STOSA	1	00:00:13	1.4	00:00:13	00:00:13	I
	total values	28	00:15:01				

Tabela 3. Statistika škarta

COUNTERS			
counter	class	type	value
STVARNA PROIZVODNJA CH	OPSTI PODACI PROIZVODNJE CH	GENERAL PURPOSE	189514
SKARTIRANE NEISPRAVNE PAKLICE	OPSTI PODACI PROIZVODNJE CH	GENERAL PURPOSE	580
SKARTIRANE ISPRAVNE PAKLICE	OPSTI PODACI PROIZVODNJE CH	GENERAL PURPOSE	454
CELOFAN NIJE PRISUTAN ILI NEPORAVNAT	UZROCI SKARTA CH	REJECT REASON	462
RUCNO SKARTIRANJE CH	UZROCI SKARTA CH	REJECT REASON	62
SPOJ NA FILMU CH ZBOG RUCNE ZAMENE	UZROCI SKARTA CH	REJECT REASON	33
PRODUZENA PAUZA PEGLE ZA CELOFAN CH	UZROCI SKARTA CH	REJECT REASON	20
SPOJ CELOFANA CH	UZROCI SKARTA CH	REJECT REASON	2
GUZVANJE ODMOTAV. CELOFANA CH	UZROCI SKARTA CH	REJECT REASON	1
STVARNA PROIZVODNJA CK	OPSTI PODACI PROIZVODNJE CK	REAL PRODUCTION	190550

6. ZAKLJUČAK

Za kvantitativnu analizu automatizovanih protočnih linija ili transfer linija za izradu i pakovanje nekog proizvoda neophodno je koristiti statističke podatke mašina. Svi pokazatelji za ovu analizu su 100 % tačni. Zbog toga, na ovom nivou, metode uzorkovanja, kao što su npr. metoda trenutnih zapažanja [7-8] (*work sampling*) i metoda uzorkovanja prijema (*acceptance sampling*) [9], nisu u primeni. Inače, detaljna statistika smenske proizvodnje pruža kompletan uvid u proces i pruža velike mogućnosti za dublje analize.

Iz softverskog rešenja proizilaze i razlike u prikazu podataka. U prikazanoj studiji slučaja, noviji softver na mašinama za pakovanje nudi sem navedenog i hronološku listu zastoja (*stop history*) koja u nekim slučajevima može da bude veoma korisna za dijagnostiku. Takođe, sem svih do sada navedenih kategorija statističkih menija, izveštaji sa linije za pakovanje nude i statistički najučestalije razloge i to u kategorijama: najčešći uzroci škarta (*top reject reasons*); najčešći uzroci izgubljene proizvodnje (*missed production reasons*); najčešći uzroci internih zastoja (*top internal downtime*); najčešći uzroci eksternih zastoja (*top external downtime*). Moguće je i izračunavanje efikasnosti cele proizvodne linije. Konfiguracija podrazumeva definisanje pozicije u proizvodnom lancu svake od mašina na liniji (ulaz, sredina, izlaz), određivanje bar jedne mašine kao reference za nominalnu brzinu zbog izračunavanja teoretske proizvodnje i bar jedne mašine na izlazu zbog merenja proizvodnje. Ipak, u svakom softverskom rešenju koriste se isti obrasci za izračunavanje.

LITERATURA

- [1] Ilić, O., *Računarski integrisana proizvodnja*, FON, Beograd, 2003.
- [2] Groover, M. P., *Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing*, 3/e, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 2007.
- [3] <http://www.gidi.it/gd/index.jsp>
- [4] Ilić, O. i Z. Trkulja, "Analiza transfer linija uz pomoć računara", Simpozijum o računarskim naukama i informacionim tehnologijama - YU iNFO CD-ROM, *Zbornik radova*, Kopaonik, INFORMACIONO DRUŠTVO SCG, 2009.
- [5] Ilić, O. i Z. Trkulja, "Kvantitativna analiza automatizovanih linija za proizvodnju cigareta", VI Skup privrednika i naučnika – SPIN '08, "Operacioni menadžment i evropske integracije", *Zbornik radova*, str. 305-309, Fakultet organizacionih nauka (FON)/Centar za operacioni menadžment (COM) i Privredna komora Srbije, Beograd, 2008.
- [6] Trkulja, Z., "Analiza načina rada linije za izradu i pakovanje cigareta", Studija slučaja, FON, Beograd, 2008.
- [7] Radović, M., *Organizacija procesa proizvodnje*, Kultura, Beograd, 1998.
- [8] Radović, M. i O. Ilić: *Proizvodni sistemi: projektovanje, analiza i upravljanje*, Primeri i zadaci, Kultura, Beograd, 2000.

Reid, R. D., and N. R. Sanders, *Operations Management: An Integrated Approach*, 3/e, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, 2007.