

**INFORMATIČKE TEHNOLOGIJE U FUNKCIJI KVALITETA
PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA PROIZVODNIH POSLOVNIH
SISTEMA**

**INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE FUNCTION OF QUALITY
OF PREVENTIVE MAINTENANCE OF PRODUCTION BUSINESS
SYSTEMS**

**Sejfo Papić, Doc. Dr.,
Omer Mahmutović, Van. Prof. Dr.,
Safet Velić, Doc. Dr.,
Pedagoški fakultet Univerziteta u Sarajevu,
Sarajevo**

**Fuad Klisura, Doc. Dr.,
IPI Zenica,
Zenica**

REZIME

Preventivno održavanje treba da obezbijedi neophodnu eksploatacionu sposobnost sredstava proizvodnog poslovnog sistema u smislu sprečavanja pojave manjih ili većih kvarova. Nesumnjivo, korištenje informatičkih tehnologija pruža mogućnost efikasnijeg djelovanja preventivnog održavanja. U radu je predstavljeno istraživanje uticaja stepena primjene informatičkih tehnologija na kvalitet preventivnog održavanja sredstava i opreme. Kvalitet preventivnog održavanja u proizvodnom poslovnom sistemu je definisan kroz efektivnost pojedinih parametara na osnovu kojih je određen procenat ostvarenih ciljeva preventivnog održavanja uzimajući u obzir aspekte zaštite okoliša. Regresionom i korelacionom analizom je predstavljena veza između stepena primjene informatičkih tehnologija i procenta ostvarenih ciljeva preventivnog održavanja.

Ključne riječi: Preventivno održavanje, Informatičke tehnologije, Kvalitet održavanja.

SUMMARY

Preventive maintenance should ensure the necessary exploitation capability of the production business system assets in the sense of preventing the occurrence of minor or major failures. Undoubtedly, the use of information technologies provides the possibility of a more effective preventive maintenance. This paper presents a study of the impact of the degree of application of information technologies on the quality of preventive maintenance of assets and equipment. The quality of preventive maintenance in the production business system is defined by the effectiveness of certain parameters based on which the percentage of the achieved preventive maintenance goals is determined, taking into account the aspects of environmental protection. Regression and correlation analysis shows the connection between the degree of application of information technologies and the percentage of achieved preventive maintenance goals.

Key words: Preventive maintenance, Information technologies, Maintenance quality.

1. UVOD

Preventivno (investiciono) održavanje sredstava za rad se obavlja planski u vremenu njegovog vijeka trajanja. U teoriji održavanja proizvodnih poslovnih sistema razvijeno je niz metoda i modela, kako preventivnog tako i totalnog održavanja.

Kada je riječ o značaju preventivnog održavanja, dovoljno je navesti činjenicu da bi u slučaju da nema preventivnog održavanja sredstava za rad, dovelo do pojave iznenadnih kvarova, što bi uzrokovalo zastoje unutar proizvodnih sistema sa nesagledivim posljedicama.

S druge strane, razvoj informatičkih tehnologija (IT) krajem XX i početkom XXI vijeka, doveo je do njihove primjene u svim porama ljudskog društva. Činjenica je da primjena IT pruža određene pogodnosti u smislu kvalitetnijeg, jednostavnijeg i bržeg upravljanja i vođenja procesa.

Međutim, nisu poznati precizni dokazi u kojoj mjeri primjena IT doprinosi uspješnijem i kvalitetnijem upravljanju preventivnim održavanjem u proizvodnim poslovnim sistemima.

2. INFORMATIČKE TEHNOLOGIJE U FUNKCIJI KVALITETA ODRŽAVANJA

Da bi se mogao odrediti uticaj jednog skupa varijabli na drugi, neophodno je definisati određene kriterijume na osnovu kojih se vrši njihovo stepenovanje. To znači da je potrebno odrediti stepen primjene IT u funkciji kvaliteta upravljanja određenim procesom.

Da bi dodali određene vrijednosti u odgovorima na pitanja o stepenu primjene IT, koristi se Likertova skala ocjene, kod koje se pomoću vrijednosne tablice unaprijed dodjeljuju vrijednosti, tabela 1. [1]

Tabela 1. Vrijednosna tablica za ocjenu primjene IT u upravljanju preventivnim održavanjem [1]

Pitanje:	Ponuđeni odgovori		Dodijeljena vrijednost
Redni broj pitanja o primjeni IT	a	Ne koriste se informatičke tehnologije	1
	b	Koristi se samo standardni programi (npr. MS Office)	2
	c	Koriste se specijalni programi	3
	d	Koriste se specijalni programi i umreženost računara	4
	e	Koriste se informatičke tehnologije u sklopu IIS	5

Istraživanje je izvedeno na uzorku od 10 metaloprerađivačkih preduzeća (MP). Podaci o stepenu primjene IT u upravljanju preventivnim održavanjem su prikupljeni na osnovu pitanja o planiranju preventivnog održavanja, sprovedenom preventivnom održavanju i nabavci rezervnih dijelova i ostalog materijala. Istraživanje je sprovedeno za 2017 kalendarsku godinu.

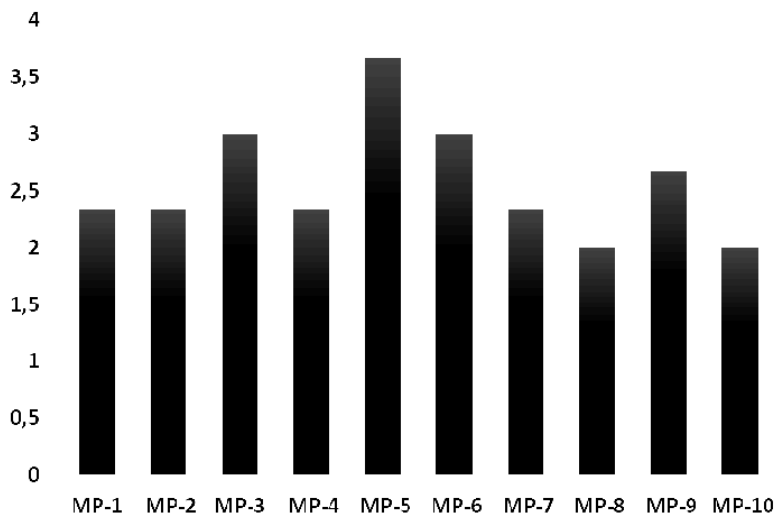
Rezultati istraživanja sa konačnim ocjenama dati su u tabeli 2.

Tabela 2. Vrijednosti ocjena dobijenih na osnovu prikupljenih podataka

R. br pitanja	Vrijednosti ocjena po preduzećima									
	MP-1	MP-2	MP-3	MP-4	MP-5	MP-6	MP-7	MP-8	MP-9	MP-10
1.	2	2	3	2	4	3	2	2	3	2
2.	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2
3.	3	3	3	3	4	3	3	2	3	2
K.O.	2,33	2,33	3,00	2,33	3,67	3,00	2,33	2,00	2,67	2,00

Konačna ocjena stepena primjene IT u upravljanju preventivnim održavanjem dobijena je kao aritmetička sredina ocjena odgovora na tri navedena pitanja.

Na slici 1 predstavljeni su rezultati mjerenja stepena primjene informatičkih tehnologija pomoću dijagrama sa stupcima.



Slika 1. Rezultati mjerenja stepena primjene IT

3. EFEKTIVNOST I EFIKASNOST PREVENTIVNOG ODRŽAVANJA

Mogući pristupi tehnologije održavanja mogu biti sve one aktivnosti koje treba sprovesti da bi se tehnički sistem održao u radno sposobnom stanju na zahtijevanom nivou eksploatacione pouzdanosti, gotovosti i pogodnosti održavanja. Tako, postupci preventivnog održavanja predstavljaju aktivnosti i operacije koje treba sprovesti da bi se tehnički sistem zadržao u radnom stanju. Ovo govori da ima različitih postupaka održavanja, kako po načinu sprovođenja, tako i po neposrednim zadacima, odnosno ciljevima. [2]

Iako se u literaturi susreću detaljni opisi ovih postupaka, nije moguće napraviti opšteprihvaćeni postupak, već se on definiše za svaki tehnički sistem posebno. Ali, svaki pojedinačni postupak u sebi sadrži neke osnovne elemente koji mogu biti osnova za definisanje pojedinačnih postupaka preventivnog održavanja.

Radi mogućnosti komparacije učinka preventivnog održavanja za metaloprerađivačka preduzeća uzorka istraživanja, pri istraživanju su prikupljeni podaci za:

- Održavanje od strane rukovaoca,
- Preventivni periodični pregled (bez posebnih instrumenata),
- Kontrolne preglede regulisane propisima ili zakonima,
- Podmazivanje,
- Tehničku dijagnostiku,
- Preventivne zamjene dijelova,
- Popravljenje i obnavljanje istrošenih dijelova,
- Preventivne periodične opravke i
- Generalne preventivne opravke.

Izdvajanje pitanja je učinjeno na osnovu [2], uz prilagođavanje karakteru istraživanja.

U cilju dobijanja relevantnih podataka koji se mogu upoređivati i za različita preduzeća, izvršeno je određivanje procentualne uspješnosti za svaku od navedenih karakteristika postupka preventivnog održavanja, na način da je određen procenat ostvarenosti dijela preventivnog održavanja u odnosu na plan datog dijela postupka.

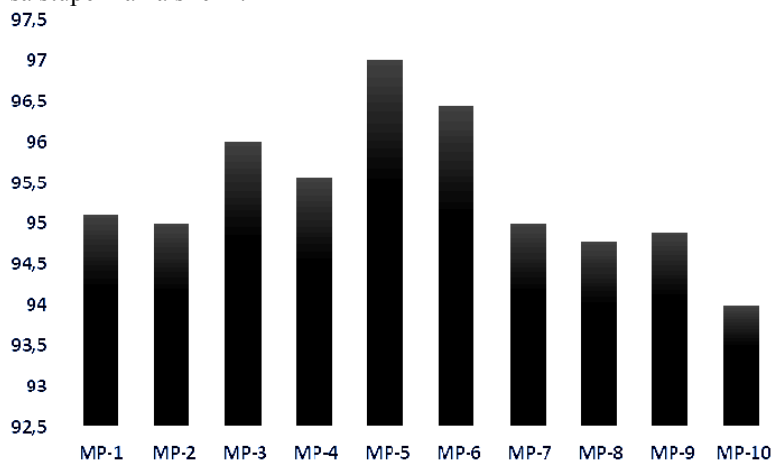
Tako za MP-1, na osnovu prikupljenih podataka za navedeni period istraživanja, uspješnost

po navedenim postupcima izražena u procentima, respektivno je: 97 %, 95 %, 94 %, 98 %, 90 %, 87 %, 100 %, 95 % i 100 %. Ukupna procentualna uspješnost računa se kao aritmetička sredina naprijed navedenih uspješnosti po dijelovima preventivnog održavanja i iznosi: 95,11 %. Na isti način se određuje procenat uspješnosti preventivnog održavanja ostalih preduća i rezultati su predstavljeni u tabeli 3.

Tabela 3. Vrijednosti procenta ostvarenih ciljeva metaloprerađivačkih preduzeća

Jed. Mj.	Efikasnost preventivnog održavanja									
	MP-1	MP-2	MP-3	MP-4	MP-5	MP-6	MP-7	MP-8	MP-9	MP-10
%	95,11	95,00	96,00	95,56	97,00	96,44	95,00	94,78	94,89	94,00

Rezultati mjerenja procenta ostvarenih ciljeva preventivnog održavanja predstavljeni su dijagramom sa stupcima na slici 2.



Slika 2. Rezultati mjerenja procenta ostvarenih ciljeva preventivnog održavanja

3.1. Regresiona i korelaciona analiza

Ako se posmatraju dijagrami sa stupcima može se zapaziti njihova međusobna sličnost. To upućuje na zaključak da je moguća matematička veza između elemenata jednog i drugog skupa. Za regresionu analizu su potrebna dva skupa elemenata, jedan skup čine ulazne veličine (X), a drugi izlazne veličine (Y). Za ovaj slučaj kao ulazne veličine uzeti su rezultati mjerenja stepena primjene IT, a izlazne veličine su rezultati mjerenja procenta ostvarenih ciljeva preventivnog održavanja. Na taj način se može formirati tabela 4, koja ujedno predstavlja tabelu eksperimentalnih mjerenja.

Tabela 1. Tabela eksperimentalnih mjerenja (X -ulazne veličine; Y -izlazne veličine)

X	2,33	2,33	3,00	2,33	3,67	3,00	2,33	2,00	2,67	2,00
Y	95,11	95,00	96,00	95,56	97,00	96,44	95,00	94,78	94,89	94,00

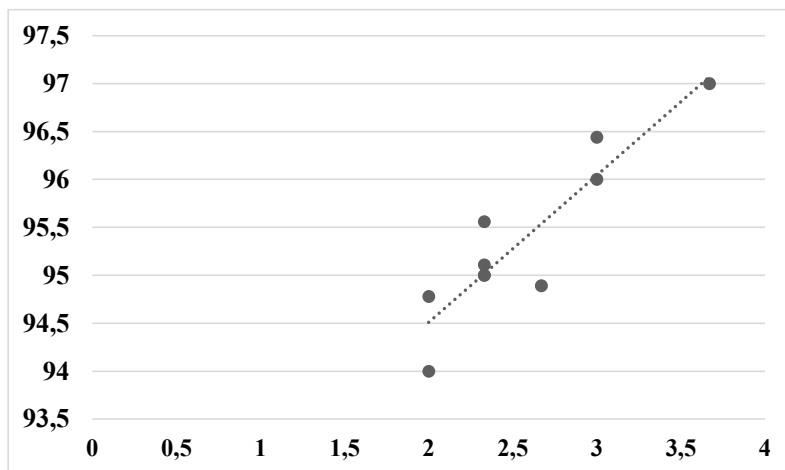
Formiranjem karakterističnih matrica i uspostavljanjem matrične jednačine, te njenim sređivanjem dobija se sistem linearnih jednačina (1) [3].

$$\begin{aligned}
 10\hat{b}_0 + 25,66\hat{b}_1 &= 953,78 \\
 25,66\hat{b}_0 + 68,31\hat{b}_1 &= 2449,87 \quad \dots(1)
 \end{aligned}$$

Rješenja datog sistema jednačina su $\hat{b}_0 = 92,86$ i $\hat{b}_1 = 0,98$, pa je jednačina regresione prave a ujedno i regresionog modela, odnosno matematičkog modela uticaja primjene IT na efikasnost preventivnog održavanja:

$$y = 92,86 + 0,98x \quad \dots(2)$$

Predstavljanjem parova eksperimentalnih mjerenja, gdje su na orsinati predstavljeni rezultati mjerenja primjene IT, a na apscisi rezultati mjerenja ostvarenih ciljeva preventivnog održavanja, dobiće se dijagram rasipanja (slika 3). Na dijagramu rasipanja se vidi da postoji direktna korelacija između elemenata dva skupa (jer su tačke raspoređene oko linije tendencije koja je rastuća).



Slika 3. Dijagram rasipanja

Poznato je da preventivno održavanje podrazumijeva upotrebu, između ostalog, materijala koji su štetni za čovjeka i okoliš, pri projektovanju sistema održavanja mora se voditi računa o propisima koji se odnose na taj segment. Iako, postoje zakonske regulative čije ne sprovođenje podleže sankcijama, veliki broj metaloprerađivačkih preduzeća nije implementirao ni minimum tih zahtjeva u svojoj organizaciji.

4. ZAKLJUČAK

Primjena IT u upravljanju preventivnim (investicionim) održavanjem nesumnjivo zauzima visoko mjesto u metaloprerađivačkim organizacijama. Prvenstveno, to se odražava na ažurnije praćenje termina preventivnog održavanja i pravovremenoj nabavci rezervnih dijelova i materijala za održavanje.

Ovo istraživanje pokazuje da preduzeća koja više primjenjuju IT u preventivnom održavanju, imaju efikasnije i efektivnije preventivno održavanje, što za posljedicu ima manji broj otkaza i manje vrijeme sredstava u otkazu.

No, regresioni model, koji je dobijen pri istraživanju važi uz određena ograničenja. Treba prilagoditi stepen primjene IT sa trenutnom situacijom u preduzeću, kao i prema veličini preduzeća. Tako npr. ako bi malo preduzeće potpuno kompjuterizovalo praćenje preventivnog održavanja, sigurno nebi imalo očekivane efekte, jer je potreban čovjek koji će to pratiti u svakom trenutku vremena. A takvu situaciju nemaju mala preduzeća jer su funkcije kod takvih preduzeća spojene.

Regresioni model pokazuje, da preduzeća koja nemaju IT u upravljanju preventivnim

održavanjem mogu očekivati uspješnost preventivnog održavanja od preko 90 % ostvarenih ciljeva, što svakako nije loše.

Dakle, istraživanje pokazuje da IT mogu pomoći kod postizanja bolje efikasnosti preventivnog održavanja.

5. LITERATURA

- [1] Papić, S., Jašić, M.: Određivanje stupnja primjene intraneta u upravljanju proizvodnim procesima, 7. Naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem "KVALITET 2011", Neum, B&H, 01. - 04 juni 2011.
- [2] Adamović, Ž.: Totalno održavanje tehničkih sistema -III izdanje, D.P. „OMO“, Beograd, 2002.
- [3] Seferović, E. Bašić, H.: Osnovi metrologije i obrade rezultata mjerenja, Univerzitet u Sarajevu, Mašinski fakultet, Sarajevo, 2005.