

**KALKULACIJA TROŠKOVA KAO ELEMENT PLANIRANJA
ODRŽAVANJA**

**CALCULATION OF COSTS AS AN ELEMENT OF MAINTENANCE
PLANNING**

Dr. sc. Safet Brdarević, dipl. inž.
Mašinski fakultet u Zenici
Zenica

Mr. sc. Amir Halep, dipl. inž.
Tvornica cementa Kakanj
Kakanj

Dr. sc. Sabahudin Jašarević, dipl. inž.
Mašinski fakultet u Zenici
Zenica

Dr. Brdarević Fikret,
BH Telecom, Direkcija Zenica

REZIME

U savremenom održavanju najširu primjenu nalaze strategije korektivnog i planskog (preventivnog i prediktivnog) održavanja. Plansko održavanje se sprovodi sukladno ranije kreiranim planovima održavanja u kojima je određeno koje aktivnosti održavanja se sprovode i propisana je tehnologija održavanja koja se primjenjuje. Planovi održavanja su također i temelj za kreiranje programa (terminskih planova) održavanja kojima je određeno kada se sprovode aktivnosti održavanja i tko ih realizuje. Pri planiranju održavanja je potrebno izvršiti kalkulaciju troškova planiranih aktivnosti održavanja, jer se troškovi planiranih aktivnosti održavanja moraju uklapati u predviđene troškove održavanja, sukladno propisanoj strategiji održavanja.

Ključne riječi: plansko održavanje, troškovi održavanja, strategija održavanja

SUMMARY

In the modern maintenance widest applicated strategies are corrective and planned (preventive and predictive) maintenance. Planned maintenance is carried out in accordance with the previously created maintenance plans in which certain that maintenance activities are conducted and regulated by the maintenance technology to be applied. Maintenance plans are also the basis for the creation of the maintenance schedules which are determine when to conduct maintenance activities and who will conduct. When planning maintenance is required to do calculation of costs of planned maintenance activities, because the costs of planned maintenance activities must fit into the planned maintenance costs, according to the prescribed maintenance strategy.

Keywords: planned maintenance, maintenance, maintenance strategies

1. UVOD

U savremenom održavanju najširu primjenu nalaze strategije korektivnog i planskog (preventivnog i prediktivnog) održavanja. Odabir strategije održavanja je u nadležnosti menadžmenta organizacije, a planirani troškovi planskog (preventivnog i prediktivnog) održavanja se moraju uklapati u predviđene troškove održavanja, sukladno propisanoj strategiji održavanja [1]. U procesnoj proizvodnji se nastoji sniziti nivo korektivnog održavanja na svega 10-15%, a u komadnoj proizvodnji kao što je npr. proizvodnja autodijelova nastoji se korektivno održavanje svesti na nivo od 30-40% [2] što praktično znači da u ukupnim direktnim troškovima održavanja, koji uključuju troškove rada i materijala održavanja, troškovi planskog (preventivnog i prediktivnog) održavanja trebaju učestvovati sa 80% u procesnoj proizvodnji i 60% u komadnoj proizvodnji.

U stručnoj literaturi [3], [4], [5] se može pronaći podatak da godišnji direktni troškovi održavanja trebaju biti u rasponu od 1,5% do 5% (najčešće < 3%) od procijenjene vrijednosti opreme. Kao procijenjena vrijednost se može uzeti osigurana vrijednost prema procjeni osiguravajućeg društva.

Također pri procjeni vrijednosti se uzima u obzir i nabavna cijena opreme. Još jedan orijentir za definisanje godišnjeg budžeta održavanja jeste učešće godišnjih direktnih troškova održavanja u ukupnim godišnjim troškovima proizvodnje. Danas se smatra da troškovi održavanja trebaju učestvovati sa najviše 10-15% u ukupnim troškovima proizvodnje [5].

Ukoliko se na temelju datih preporuka ustanovi da godišnji direktni troškovi održavanja organizacije trebaju biti npr. 4.050.000€ tada, sukladno rečenome se mogu sračunati planirani troškovi planskog održavanja u iznosu od $0,8 \times 4.050.000 \text{€} = 3.240.000 \text{€}$ za organizacije procesne proizvodnje, odnosno $0,6 \times 4.050.000 \text{€} = 2.430.000 \text{€}$ za organizacije komadne proizvodnje.

2. KATEGORIZACIJA OPREME

Postavljaju se pitanje šta se podrazumijeva pod pojmom oprema i kako istu klasificirati. Pojmovi sistem (sustav) i sredstvo su srodni pojmu oprema. Odgovor na pitanje šta je oprema ovisi o tome šta se održava [1]. Npr. ako se održavaju alatne mašine tada je jedna alatna mašina (strug, glodalica, bušilica itd.) jedna oprema, a ako se održavaju motorna vozila tada je jedno vozilo (automobil, kamion, autobus itd.) jedna oprema. Primjeri opreme u procesnoj industriji su: transporter, mlin, dozirna vaga, pumpa, ventilator, silos i slično. Koristi se sljedeća formula za kategorizaciju opreme:

$$\text{Kritičnost} = (\text{Vjerovatnoća otkaza}) \times (\text{Posljedice otkaza}) \quad \dots (1)$$

Vjerovatnoća otkaza i posljedice otkaza su faktori koji se unose u skali od 0,00 do 1,00 [1]. Npr. ako neka oprema često otkazuje njezina vjerovatnoće otkaza je npr. 0,97. Posljedice otkaza date opreme (ekonomske, sigurnosne i ekološke) su također ozbiljne te se ocjenjuje sa npr. 0,91 i u ovom primjeru dobiva se kritičnost opreme $0,97 \times 0,91 = 0,8827$. Vidi se da svaka pojedina oprema može dobiti najvišu ocjenu 1,0000. Nakon što se ocijeni sva oprema ocjenu svake opreme se podijeli sa ocjenom opreme koja je dobila najviše. Npr. oprema sa najvišom ocjenom ima ocjenu 0,8101. Tada se ocjene svih ostalih oprema dijele sa 0,8801. Na ovaj način se dobiva skalu ocjena u rasponu od 0 do 1 tako da se oprema iz raspona 0,0-0,7 svrstava u drugu kategoriju, a oprema iz raspona 0,7-1,0 u prvu kategoriju.

3. RASPODJELA SREDSTAVA PLANSKOG ODRŽAVANJA

Na osnovu izvršene kategorizacije vrši se vrši raspodjela sredstava planskog održavanja sukladno Paretovom pravilu tako da se na opremu prve kategorije raspoređuje 70% sredstava. Konkretno u primjeru organizacije sa procesnom proizvodnjom kod koje je planirano 3.240.000€ za potrebe planskog održavanja (na godišnjem nivou) raspoređuje se $0,7 \times 3.240.000€ = 2.268.000€$ za potrebe planskog održavanja opreme prve kategorije i 972.000€ za potrebe planskog održavanja opreme druge kategorije.

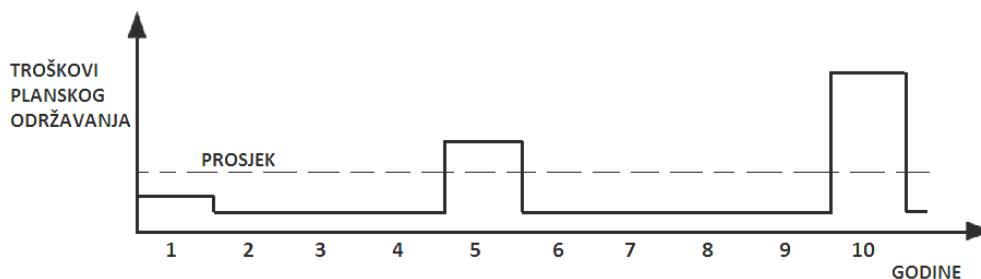
Dalja raspodjela se vrši na temelju pojedinačne vrijednosti svake opreme. Ako npr. u opremu prve kategorije spada ukupno šest mašina čija vrijednost je data u tabeli 1. tada se troškovi planskog održavanja svake pojedinačne mašine određuju sukladno vrijednosti mašine što je također ilustrovano u tabeli 1.

Tabela 1. Raspodjela sredstava planskog održavanja mašina prve kategorije

OPREMA	VRIJEDNOST	PROCENAT	GODIŠNJA SREDSTVA PLANSKOG ODRŽAVANJA
Kotao M-1	24.443.000€	32,7%	741.636€
Transporter PX-02	19.233.000€	25,7%	582.876€
Mlin GD400	11.677.000€	15,6%	353.808€
Mlin GD400-1	11.344.000€	15,1%	342.468€
Separator R-1	5.456.000€	7,3%	165.564€
Brusilica XP1	2.691.000€	3,6%	81.666€
SUMA	74.844.000€	100%	2.268.000€

Kao što se može zapaziti iz Tabele 1. oprema sa nazivom „Kotao M-1“ učestvuje sa 32,7% u ukupnoj vrijednosti opreme prve kategorije i u tome smislu na godišnjem nivou se za potrebe planskog održavanja opreme „Kotao M-1“ izdvaja $0,327 \times 2.268.000€ = 741.636€$.

Međutim ove ne znači da će se svake godine na plansko održavanje „Kotla M-1“ utrošiti 741.636€ već je to prosječni godišnji trošak planskog održavanja „Kotla M-1“ posmatrano u cijelom životnom vijeku ove opreme. Naime troškovi planskog održavanja nisu isti tokom svake godine rada opreme, jer se značajni zahvati planskog održavanja obavljaju jednom u nekoliko godina (slika 1.). Npr. zamjena ozida se vrši jednom u pet godina.



Slika 1. Prosjek troškova planskog održavanja tokom radnog vijeka

Tokom svake godine se obavljaju redovne aktivnosti sukladno planu periodičnog održavanja, a veliki zahvati se provode sukladno dugogodišnjem (okvirnom) programu održavanja. Ovo

praktično znači da pri kreiranju plana periodičnog održavanja i dugogodišnjeg (okvirnog) programa održavanja treba izvršiti kalkulaciju troškova planiranih aktivnosti održavanja te sračunati da li se ovi troškovi uklapaju u predviđena sredstva planskog održavanja sukladno strategiji održavanja koju je odredio menadžment organizacije [1].

4. ZAKLJUČAK

Savremeno održavanje zahtijeva primjenu strategije planskog održavanja, a menadžment svake organizacije donosi odluku u kojem obimu će se primjenivati ova strategija. Realizacija odabrane strategije se vrši kroz raspoređivanje sredstava planiranih za direktne troškove održavanja (troškove rada i materijala održavanja). Aktivnosti planskog (preventivnog i prediktivnog) održavanja treba planirati tako da se troškovi realizacije istih uklapaju u predviđena sredstva planskog održavanja sukladno strategiji održavanja.

5. LITERATURA

- [1] Brdarević S., Halep A., „ODRŽAVANJE“, Mašinski fakultet u Zenici, Zenica, 2013. god.
- [2] Wireman W., „DEVELOPING PERFORMANCE INDICATORS FOR MANAGING MAINTENANCE“ Industrial Press Inc., New York, 2005.
- [3] Mobley R., „MEASURING EFFECTIVENESS“ Predictive Technologies, Itasca, 2002.
- [4] Barratt M., „MEASURING MAINTENANCE PERFORMANCE“ SKF Reliability Systems, San Diego, 2004.
- [5] Mitchell J., „PHYSICAL ASSET MANAGEMENT HANDBOOK“ Clarion Technical Publishers, Houston, 2006.