

**POKAZATELJI USPJEŠNOSTI ODRŽAVANJA KAO OSNOVA ZA  
ULAGANJA ZA ODRŽAVANJE U ZD RMU "ABID LOLIĆ" BILA-  
TRAVNIK**

**MAINTENANCE PERFORMANCE INDICATORS AS A BASIS FOR  
INVESTMENT FOR MAINTENANCE AT THE DS CM "ABID LOLIC"  
BILA-TRAVNIK**

**Dpl. ing. Karić Munir, član Uprave ZD RMU „Abid Lolić“ Bila-Travnik  
Doc. dr. Sabahudin Jašarević, Univerzitet u Zenici, Mašinski fakultet, Zenica,  
doc. dr Bogdan Marić, Univerzitet u I. Sarajevu, Mašinski fakultet, Istočno Sarajevo**

**REZIME**

*Uspješnost funkcije održavanja je pokazatelj postizanja cilja funkcije održavanja u određenom vremenu, uslovima okoline i uz određene troškove. Cilj funkcije održavanja predstavlja obezbjeđenje mogućnosti funkcionisanja sredstava za rad u skladu sa njihovom namjenom (funkcijom kriterijuma), zahtjevima osnovnog korisnika sredstava za rad (funkcija proizvodnje) sa minimalnim troškovima, u datom vremenu i uslovima, koji je u saglasnosti sa ciljem poslovnog sistema.*

*Za utvrđivanje pokazatelja uspješnosti funkcije održavanja koristi se više metoda. Najčešće su korištene indikatorske metode. U ovom radu primjenjena je kompleksna metoda uz određena ograničenja: tehničko, organizacijsko i ekonomsko stanovište.*

*U konkretnom primjeru prikazani su ukupni pokazatelji uspješnosti održavanja preko tehničke, organizacijske i ekonomske komponente u ZD RMU "Abid Lolić" Bila-Travnik, za period 2011-2013.*

**Ključne riječi:** uspješnost, održavanje, investiranje održavanja.

**SUMMARY**

*The success of the maintenance function is an indicator of achieving the goal of maintaining function at a given time, environmental conditions and with certain costs. The goal of the maintenance function is the provision of opportunities to maintain the functioning of the funds for the work in accordance with their purpose (function criteria), the basic requirements of the beneficiaries of the work (production function) with minimal cost, at a given time and conditions, which is consistent with the goal of the business system.*

*Many methods are used to determine the performance of maintenance functions. The most used methods are the indicator methods. In this paper, a complex method is used with certain restrictions: technical, organizational and economic standpoint.*

*In a specific example, overall indicators of maintenance performance are shown through technical, organizational and economic components at the DS CM "Abid Lolic" Bila-Travnik in period 2011-2013.*

**Keywords:** performance, maintenance, investment holding.

## 1. UVOD

Poslovni cilj ZDRMU "Abid Lolić" Bila-Travnik je pozitivno poslovanje za period 2014.-2016. god. Praćenje ostvarenja tog cilja vrši se preko ciljnih indikatora uspješnosti kroz mjesečne, kvartalne, polugodišnje i godišnje izvještaje realizacije poslovanja 2014-2016. god. Izrada i donošenje plana urgentne sanacije za rudnik predviđa novu organizaciju i sistematizaciju radnih mjesta prilagođeno potrebama tehnološkog procesa kao i analizu uzroka sa prijedlogom mjera za prevazilaženje negativnih trendova sa elaboracijom: stanja pouzdanosti postojeće opreme, iskorištenje opreme i planski angažman, evidentiranja nabavke i troška rezervnih dijelova sa ocjenom opravdanosti dužine trajanja zastoja, utvrđivanje vremena opravke opreme, popunjenost sistematizacije službi održavanja posebno vodeći računa o specijalističkim zanimanjima, utvrđivanje stvarne potrebe angažovanja trećih lica za održavanje, analiza prepreka funkcionalnosti postojeće opreme (npr. stanje trasa transportnih puteva), tehno-ekonomska ocjena funkcionalnosti postojećih postrojenja za preradu i potrebe novih, ubrzanje nabavke nove opreme i realizaciju aktivnosti koje su u saglasnosti sa poslovnim ciljem i planom investicijskog ulaganja u periodu 2014.-2016. godina kroz realan i izvodljiv termin plana nabavke i investicijskih ulaganja koristeći dosadašnje iskustvo realizacije investicijskih odluka.

Cilj funkcije održavanja mora biti u saglasnosti sa poslovnim ciljem rudnika. Za planski pristup donošenja mjera i aktivnosti dovođenja funkcije održavanja na nivo i pozicije koje će omogućiti realizaciju tog cilja neophodni su pokazatelji uspješnosti održavanja na sadašnjem nivou.

Rezultati do kojih se došlo u ovom radu (veća uspješnost otklanjanja kvarova od sprječavanja kvarova) upućuju na neophodan izbor politike održavanja adekvatne usvojenim planovima razvoja rudnika uz primjenu savremenih postupaka i sredstava tehničke dijagnostike, u novoj organizaciji i sistematizaciji radnih mjesta rudnika, organizaciju održavanja prilagoditi novim ciljevima i zadacima sa potrebnim brojem mladih izvršioaca, planirati izgradnju nove radionice za potrebe službi održavanja sa odgovarajućim sredstvima i postrojenjima što će smanjiti troškove održavanja vanjskih usluga i vremena trajanja zastoja.

## 2. ODRŽAVANJE U ZD RMU "ABID LOLIĆ" d.o.o. BILA-TRAVNIK

ZD RMU "Abid Lolić" d.o.o. posluje u koncernu JP "ELEKTROPRIVREDA" BiH i upošljava 280 radnika. U koncernu posluje 7 rudnika. Pozitivan poslovni rezultat u 2013. godini ostvarila su 2 rudnika, rudnik Bila sa podzemnom eksploatacijom uglja i rudnik Gračanica sa površinskom eksploatacijom.

Sistem održavanja organiziran je kroz:

- mašinsku službu,
- elektro službu,
- automehaničarsku radionicu.

Sredstva, postrojenja, uređaji i objekti koji se održavaju prema funkcionalnosti mogu se svrstati u sljedeće sisteme:

- sistem za snadbijevanje električnom energijom,
- sistem provjetravanja,
- sistem automatske daljinske kontrole gasnog stanja u jami,
- sistem signalizacije i telefonije,
- sistem glavnog transporta,

- transportni sistem za repromaterijal,
- sistem odvodnjavanja,
- klasirnica i pretovarni sistem,
- vozni park,
- objekti, postrojenja i uređaji vani (sistem vodosnadbijevanja, kotlovnica, objekti u vlasništvu rudnika, mašinska i elektro radionica).

Neophodni podaci za određivanje uspješnosti održavanja prikupljeni su za 2011., 2012. i 2013. godinu. Podaci za sredstva, postrojenja, uređaje i objekte održavanja prikupljeni su iz tehničkog i ekonomskog sektora i službi održavanja. Podaci o zastojsima prikupljeni su iz knjige raporta zbog tačnosti podataka, a ekonomski podaci iz ekonomskog sektora (godišnji izvještaji o poslovanju).

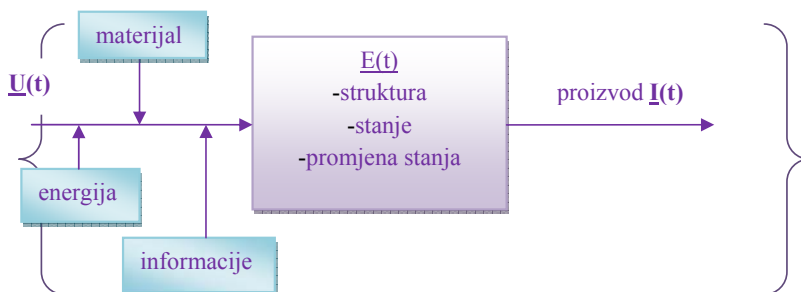
Tabela 1. pokazuje kako su sortirani podaci o zastojsima za trakasti transporter T1 u sastavu glavnog transportnog sistema.

*Tabela 1. Primjer prikupljenih podataka za Glavni transportni sistem u 2011. godini*

| Redni broj | 2011. godina T-1 Glavni transportni sistem |              |  |                          |
|------------|--|--------------|--|--------------------------|
|            | Datum                                      | Broj zastoja | Uzrok zastoja                              | Vrijeme trajanja zastoja |
| 1.         | 07.01.                                     | 1            | Ljepljenje spoj trake                      | 1h                       |
|            |  | ...          |  |                          |
| 11.        | 06.07.                                     | 12           | Zamjena ležaja na otklonskom valjku-cijevi | 2h 15min                 |
|            |  | ...          |  |                          |
| 21.        | 13.12.                                     | 22           | Zamjena otklonskog valjka                  | 4h 45min                 |
| Ukupno     | Raspoloživo vrijeme za rad (h)             | Broj zastoja | Vrijeme u otkazu (h)                       | Vrijeme u radu (h)       |
|            | 8544                                       | 22           | 134  | 8410                     |

### 3. KOMPLEKSNA METODA

Sistem je skup elemenata međusobno povezanih u cjelinu sa određenim ciljem koji se postiže funkcionisanjem tog sistema kroz neki proces [2]. U proizvodnom poslovnom sistemu može se definisati više podsistema kao funkcije poslovnog sistema (skup međusobno povezanih aktivnosti kojima se izvršava određeni parcijalni zadatak). Održavanje kao funkcija proizvedenog poslovnog sistema (podsystem) ima sve elemente sistema: cilj, ulaz, izlaz, strukturu, stanja i procese.



Slika 1. Prikaz sistema funkcije održavanja:  $\underline{U}(t)$ -vektor ulaza,  $\underline{I}(t)$ -vektor izlaza,  $\underline{E}(t)$ -vektor transformacije ulaza u izlaz funkcije održavanja.

Opšti ciljevi svih organizacijskih sistema (funkcija održavanja je organizacijski sistem) su opstanak, razvoj i kontinuitet u razvoju. U industrijskim proizvedenim sistemima zajednički cilj je ostvarenje planske proizvodnje. Cilj funkcije održavanja kao podsystema je obezbjeđenje mogućnosti funkcionisanja sredstava za rad u skladu sa njihovom namjenom, prema zahtjevima funkcije proizvodnje, sa određenim troškovima, u datom vremenu i uslovima. **Pokazatelji postizanja cilja funkcije održavanja u određenom vremenu, u uslovima okoline i uz određene troškove predstavljaju uspješnost funkcije održavanja.** Svaki sistem treba da je tehnički ostvariv, organizacijski racionalan i ekonomski prihvatljiv. Ukupna uspješnost funkcije održavanja po kompleksnoj metodi sastoji se od tehničke ( $E_T$ ), organizacijske ( $E_O$ ) i ekonomske ( $E_E$ ) komponente.

$$E(t)=f(E_T, E_O, E_E)$$

Mjera uspješnosti ostvarenja cilja funkcije održavanja može se iskazati kao odnos komponenti izlaza i ulaza, a komponente uspješnosti mogu se iskazati kao odnos uređenih skupova elemenata izlaza određenih karakteristika (tehničkih, organizacijskih ili ekonomskih) i elementi ulaza određenih karakteristika.

$$E_i=f_i\left(\frac{\text{elementi izlaza karakteristika } i}{\text{elementi ulaza karakteristika } i}\right)$$

## 4. REZULTATI USPJEŠNOSTI ODRŽAVANJA

### 4.1. Tehnička uspješnost

Tehnička uspješnost funkcije održavanja predstavlja vjerovatnoću da će se održavana sredstva za rad moći uspješno koristiti i funkcionisati u okviru funkcije kriterijuma, u traženom vremenu i uslovima. Tehničke varijable su stanja u radu i stanja u otkazu održavanih sredstava. Uspješnost se određuje na postojećim sredstvima (zatečena struktura, karakteristike, stanja) za period 2011.-2013. godina preko izraza:

$$E_T(t)=R(t)\cdot P(t)$$

$R(t)$ -raspoloživost sistema

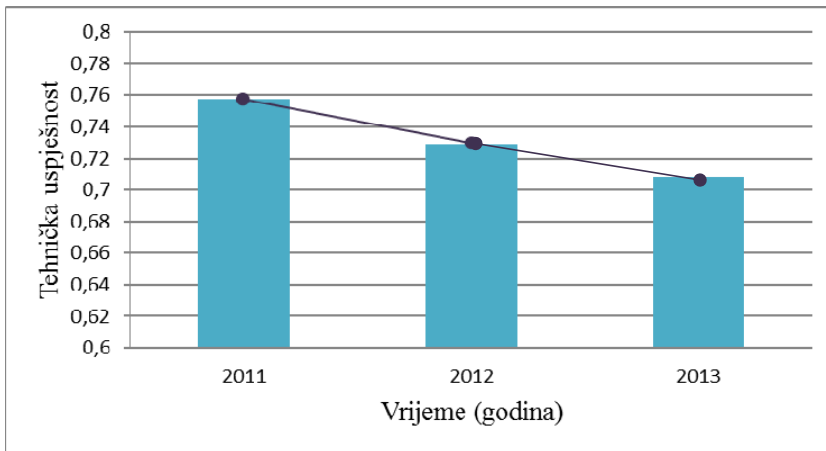
$P(t)$ -pouzdanost sistema

Tabela 2. Izračunati podaci za period 2011-2013

|                              | 2011.  | 2012.  | 2013.  |
|------------------------------|--------|--------|--------|
| Raspoloživost R              | 0.9569 | 0.9532 | 0.9179 |
| Pouzdanost P                 | 0.7915 | 0.7594 | 0.7714 |
| Tehnička uspješnost<br>$E_T$ | 0.7573 | 0.7288 | 0.7081 |

U tabeli 2. prikazani su rezultati tehničke uspješnosti održavanja za period 2011.-2013. godina.

Rezultati tehničke uspješnosti ukazuju na veću uspješnost otklanjanja kvarova u odnosu na spječavanje kvarova, što upućuje na neophodnost kvalitetnog izbora politike održavanja uz primjenu savremenih metoda, nabavku i primjenu sredstava za tehničku dijagnostiku zbog pravovremenog prognoziranja i sprječavanje kvarova. Sa povećanjem broja održanih sredstava (2012., 2013. trend povećanja će se nastaviti i u narednom periodu) opada tehnička uspješnost. Postojeći kapaciteti održavanja ne mogu pratiti pozitivan trend razvoja rudnika.



Slika 2. Kretanje tehničke uspješnosti

#### 4.2. Organizacijska uspješnost

Organizacijski zadatak funkcije održavanja je da obezbjedi potrebne i dovoljne resurse, odnosno faktore održavanja te da ih tako rasporedi da su na raspolaganju u potrebno vrijeme. Osnovni resursi održavanja su: rad (izvršioци održavanja), sredstva za rad, rezervni dijelovi i materijal za održavanje kao predmeti rada. Organizacijska uspješnost funkcije održavanja je mjera izvršenja organizacijskog zadatka funkcije održavanja. Veličine kojima se iskazuje mjera uspješnosti izvršenja organizacijskog zadatka je raspoloživost osnovnih resursa održavanja kao stepen zadovoljenosti za njima u datom vremenu i uslovima što se može izraziti kao odnos:

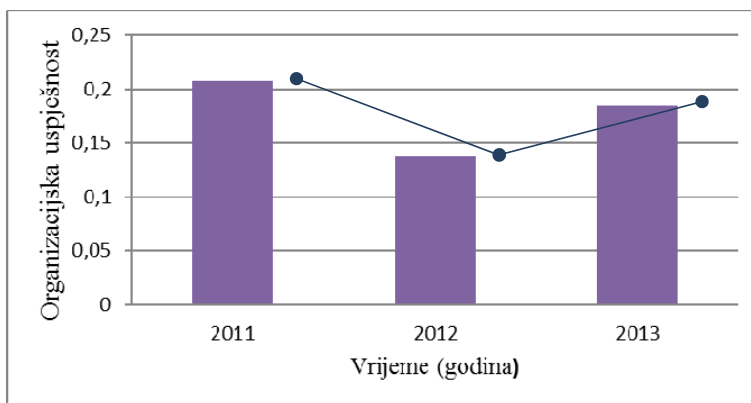
$$\frac{\text{broj zadovoljenih zahtjeva za resursom } l - \text{te vrste u vremenu } t}{\text{ukupan broj zahtjeva za resursom } l - \text{te vrste u datom vremenu } t}$$

Tabela 3.

|   | 2011.                  | 2012.                 | 2013.                  |
|---|------------------------|-----------------------|------------------------|
| Raspoloživost RD $G_{rd}$               | 0.239                  | 0.153                 | 0.217                  |
| Raspoloživost sredstava za rad $G_{sr}$ | 0.247 (1) <sub>U</sub> | 0.35 (1) <sub>U</sub> | 0.282 (1) <sub>U</sub> |
| Raspoloživost radnika $G_r$             | 0.8721                 | 0.9006                | 0.8519                 |
| Organizacijska uspješnost $E_O$         | 0.0515                 | 0.0482                | 0.0521                 |
| $E_{ousl}$                              | 0.208                  | 0.137                 | 0.185                  |
| Unutrašnja uspješnost $E_U$             | 0.039                  | 0.035                 | 0.036                  |
| $E_{uusl}$                              | 0.197                  | 0.187                 | 0.19                   |

U tabeli 3. prikazani su rezultati organizacijske ( $E_O$ ) i unutrašnje ( $E_U$ ) uspješnosti održavanja za period 2011.-2013. godine. Za proračun ukupne uspješnosti korišteni su rezultati "uslovne" organizacijske uspješnosti ( $E_{ousl}$ ) sa pretpostavkom da je zadovoljenje za sredstvima rada 1 jer su svi kvarovi popravljani u posmatranom periodu.

Stvarni pokazatelji organizacijske uspješnosti ukazuju na loš odnos prema službama održavača. Argument koji ukazuje na to je zadovoljenje zahtjeva za rezervnim dijelovima i sredstvima za rad. To je vjerovatnije od mogućnosti nerealnih zahtjeva, zbog obaveza kojih se rukovodioci službi moraju držati prema zakonu o rudarstvu i koristili su uglavnom "unutrašnje rezerve" od sredstava koja nisu u funkciji. Znatnim povećanjem broja održavanih sredstava u 2013. godini sa postojećim brojem izvršilaca u održavanju opada gotovost radnika zbog povećanog broja povreda i bolovanja.



Slika 4. Organizacijska uspješnost održavanja

#### 4.3. Ekonomska uspješnost funkcije održavanja

Izraz za ekonomsku uspješnost :

$E_E = f(\text{ekonomske varijable izlaza funkcije održavanja, ekonomske varijable ulaza funkcije održavanja})$

#### 4.3.1. Produktivnost funkcije održavanja

Produktivnost funkcije održavanja se može izraziti:

$$A = \frac{R}{L} = \frac{\text{raspoloživost održavnih sredstava u posmatranom vremenu i uslovima}}{\text{ukupan rad utrošen u funkciji održavanja}}$$

#### 4.3.2. Ekonomičnost funkcije održavanja

Ekonomičnost funkcije održavanja se može izraziti kao:

$$B = \frac{UPfo}{T}$$

gdje je

UPfo-dio ukupnog prihoda poslovnog sistema koji doprinese funkcija održavanja svojim aktivnostima u okviru ukupnog zadatka poslovnog sistema,  
T-troškovi funkcije održavanja.

#### 4.3.3. Rentabilnost funkcije održavanja

Rentabilnost funkcije održavanja se može izraziti kao:

$$C = \frac{Kd \cdot D}{S}$$

gdje je

D-dohodak poslovnog sistema,

Kd-koeficijent udjela funkcije održavanja u dohotku poslovnog sistema,

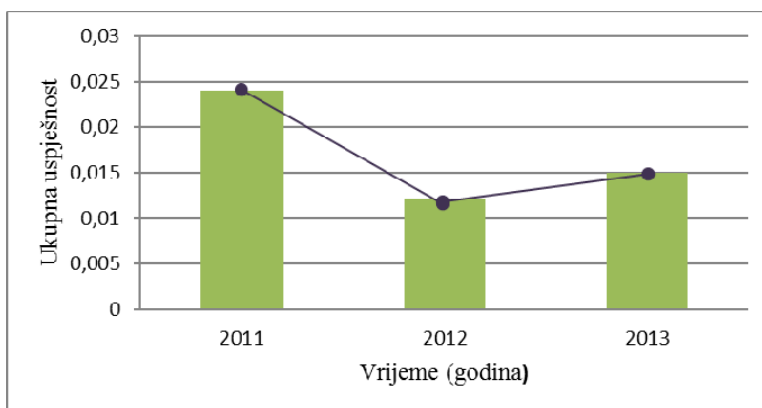
S-sredstva angažovana u funkciji održavanja.

Tabela 4. prikazuje rezultate ekonomske i ukupne uspješnosti funkcije održavanja.

Tabela 4. Rezultati ekonomske i ukupne uspješnosti funkcije održavanja

|                               | 2011.  | 2012.  | 2013.  |
|-------------------------------|--------|--------|--------|
| Produktivnost A               | 0.0928 | 0.0913 | 0.0895 |
| Ekonomičnost B                | 0.95   | 0.9142 | 1.0052 |
| Rentabilnost C                | 1.688  | 1.443  | 1.295  |
| Ekonomska uspješnost<br>$E_E$ | 0.149  | 0.121  | 0.117  |
| Ukupna uspješnost $E_U$       | 0.024  | 0.012  | 0.015  |

Rezultati ekonomske uspješnosti imaju trend pada za posmatrani period. Postojeći kapaciteti održavanja ne mogu zadovoljiti povećane potrebe za održavanjem sa povećanjem broja održavnih sredstava. Taj nedostatak kapaciteta održavanja proizvodi angažovanje i povećanje troškova vanjskih usluga.



Slika 5. Kretanje ukupne uspješnosti održavanja za period 2011.-2013. godine

## 5. ZAKLJUČCI

Pokazatelji uspješnosti održavanja do kojih se došlo u ovom radu ukazuju na neophodnost preispitivanja postojeće politike održavanja i kvalitetnijeg izbora politike održavanja, preispitivanje obima angažovanja vanjskih usluga za potrebe održavanja, kao i preispitivanje organizacijske strukture funkcije održavanja sa zadatkom izbora novog modela organizacije održavanja, Izbor i dimenzionisanje resursa održavanja izvršiti na osnovu ciljeva održavanja koji moraju biti u saglasnosti sa poslovnim i razvojnim ciljevima radnika u narednom periodu, uvažavajući broj i vrstu održavanih sredstava, uslove eksploatacije, novu politiku održavanja i izabranu politiku angažovanja vanjskih usluga za potrebe održavanja.

Potrebne, izabrane i definisane resurse održavanja obezbijediti kroz planirani investicijski ciklus u periodu 2011.-2013. godina.

## 6. LITERATURA

- [1] Brdarević S., Održavanje sredstava za rad, Zenica, 1993.
- [2] Brdarević S., Uspješnost održavanja, OMO, Beograd, 1988.
- [3] Zelenović D., Todorović J., Efektivnost sistema u mašinstvu, Naučna knjiga, Beograd, 1990.
- [4] Adamović Ž., Stanković N., Savić B., Pouzdanost mašina i postrojenja, Novi Sad, 2011.