

**MJERENJE USPJEŠNOSTI FUNKCIJE ODRŽAVANJA KAO
INSTRUMENT UPRAVLJANJA U JP ZD RMU "ABID LOLIĆ" BILA
TRAVNIK**

**THE MEASUREMENT OF THE EFFICACY OF MAINTENANCE
OPERATION AS AN INSTRUMENT OF MANAGEMENT AT THE JP
ZD RMU "ABID LOLIC" BILA-TRAVNIK**

Dip.ing. Karić Munir,
predsjednik NO ZD RMU "Abid Lolić" Bila-Travnik
Prof. Dr. Safet Brdarević, Univerzitet u Zenici, Mašinski fakultet, Zenica
Van. Prof. Dr. Sabahudin Jašarević, Univerzitet u Zenici, Mašinski fakultet, Zenica

REZIME

Današnji uslovi poslovanja na svjetskom tržištu traže kontinuirano praćenje pokazatelja uspješnosti ostvarenja zacrtanih ciljeva u svakom poslovnom sistemu, a samim time i pokazatelja uspješnosti održavanja kao podsistema u poslovnom sistemu. Primjena naučnog i stručnog pristupa omogućava kvalitetne informacije o pokazateljima uspješnosti koji omogućavaju kvalitetno i odgovorno upravljanje sistemom funkcije održavanja. Pri izboru metoda određivanja uspješnosti održavanja važno je voditi računa o širini obuhvata realnosti funkcije održavanja i potrebnih informacija koje daje ta metoda o uspješnosti funkcije održavanja. Te informacije treba da zadovolje sve nivoe upravljanja u funkciji održavanja u poslovnom sistemu. U ovom radu korištena je kompleksna metoda koja zadovoljava te zahtjeve.

Ključne riječi: funkcija održavanja, uspješnost, pokazatelji

SUMMARY

Today's business conditions on the world market require continuous monitoring indicators of the efficacy to achieve the goals set in every business system and also the maintenance indicators of the efficacy of as a subsystem in the business system. The application of scientific and professional approach provides quality information on a performance indicators that enable high-quality and responsible management system of maintenance functions. In selecting the method of determining the efficacy of maintenance it is important to take into account the width of the scope of reality maintenance functions and the necessary information provided by this method on the efficacy of maintenance functions. Those information must fulfill all levels of management in order to maintain the business system. In this paper we used a complex method that satisfies these requirements.

Keywords: maintenance operation, efficacy, indicators

1. UVOD

Pojavom složenih tehničkih sistema usložnjavali su se i zadaci funkcije održavanja kao instrumenta za ostvarenje cilja funkcije održavanja. Centralno mjesto uspješnog upravljanja zauzima ostvarenje željenih ciljeva poslovnih sistema. Iz tih ciljeva proističu konkretne

aktivnosti na upravljanju i održavanju tehničkih sistema. Svrha upravljanja u poslovnim sistemima je permanentno poboljšanje performansi tih sistema, naročito efikasnosti i efektivnosti sa ciljem opstanka, rasta i razvoja poslovnih sistema. Za ostvarenje ovih ciljeva neophodno je ostvarenje cilja sistema funkcije održavanja kao pod sistema poslovnog sistema. Cilj održavanja je obezbjeđenje funkcionalnosti sredstava za rad prema zahtjevima funkcije proizvodnje, u datim uslovima, uz minimalne troškove i angažovanje sredstava. Uspješno ostvarenje cilja funkcije održavanja, kao i uspješno praćenje razvojnih ciljeva poslovnog sistema, pretpostavlja raspolaganje sa što više relevantnih informacija o sistemu funkcije održavanja. Do ovih informacija moguće je doći kroz naučni i stručni pristup kao i korištenje dobrih iskustava drugih. Ovakav pristup dobijanju pokazatelja uspješnosti funkcije održavanja, omogućava kvalitetno sagledavanje postojećeg stanja, smanjuje mogućnost uticaja negativnih i nepredviđenih događaja u budućnosti, iniciranje, planiranje, usmjeravanje, institucionaliziranje i uspješnu realizaciju promjena sa pozitivnim efektima.

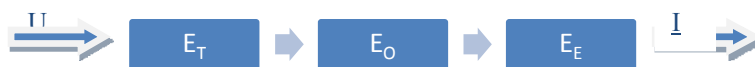
2. OSNOVNE KARAKTERISTIKE KOMPLEKSNE METODE

Pretpostavlja se da uspješnost održavanja postaje predmetom izučavanja u vrijeme kad održavanje u ekonomiji poslovnog sistema postaje ograničavajući faktor korištenja kapaciteta i značajan faktor troškova. Prve i najjednostavnije metode koje su se koristile za iskazivanje uspješnosti funkcije održavanja su indikatorske metode sa najvećom primjenom i danas u iskazivanju uspješnosti održavanja. U ovom radu za određivanje funkcije uspješnosti održavanja korištena je kompleksna metoda. Kompleksna metoda šire obuhvata realnu stvarnost funkcije održavanja u odnosu na druge metode i pristupe određivanja uspješnosti održavanja. Ova metoda uzima u obzir sve aktivnosti funkcije održavanja u životnom vijeku održanih sredstava i sva održavana sredstva. Kompleksna metoda daje informacije o uspješnosti funkcije održavanja za sve nivoe upravljanja u funkciji održavanja i poslovnom sistemu kao i za druge korisnika od neposrednih operativaca u održavanju, organizatora na svim nivoima do analitičara sa tehničkim, organizacijskim i ekonomskim prilazom. Kompleksna metoda zasniva se na karakteristikama ponašanja održanih sredstava i po tome je utemeljena na vjerovatnoći tih stanja. Metoda se zasniva i na karakteristikama ponašanja funkcije održavanja kao ekonomskog i organizacijskog sistema. Navedene karakteristike su stohastičke. Po ovoj metodi ukupna, kompleksna uspješnost funkcije održavanja sastoji se od tehničke (E_T), organizacijske (E_O) i ekonomske (E_E) komponente: $E(t)=f(E_T, E_O, E_E)$.

Cilj svakog sistema je transformacija ulaza u izlaz kroz strukturu i promjene stanja sistema. Mjera uspješnosti ostvarenja tog cilja može se postaviti kao odnos komponenti ulaza i izlaza. Komponente uspješnosti funkcije održavanja mogu se iskazati kao odnos određenih skupova elemenata izlaza određenih karakteristika (tehničkih, organizacijskih ili ekonomskih) i elemenata ulaza određenih karakteristika:

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

Svaki sistem treba da bude tehnički ostvariv, organizacijski racionalan i ekonomski prihvatljiv što znači da treba da bude uspješan i tehnički i organizacijski i ekonomski. U logičkoj algebri ovakav iskaz se prevodi u strukturu serijske veze:



Slika 1. Struktura ukupne uspješnosti funkcije održavanja

3. ZD RMU „ Abid Lolić “ BILA-TRAVNIK

Rudnik Bila osnovan je rješenjem N.O. Sreza Travnik 19.10.1947 godine, upisan u registarsku knjigu privrednih organizacija kod Okružnog suda Travnik 23.02.1948 god. i kod privrednog Okružnog suda Sarajevo 27.01.1955 godine. U periodu 1955-2009 godine rudnik je u određenim vremenskim periodima djelovao u sastavu rudnika „Srednja Bosna“ ili kao samostalni privredni subjekt. Prije ulaska u sastav koncerna JP EP d.d. Sarajevo, djelovao je kao samostalni privredni subjekt. Odlukom Vlade Federacije BiH 14.01.2009 godine, udio vlasništva Vlade FBiH u rudnicima uglja prenesen je na JP EP d.d. Sarajevo. Na osnovu ugovora o prenosu udjela između Vlade FBiH i JP EP d.d. Sarajevo potpisanog 24.07.2009 god., Rudnik Bila registrovan je kao ZD RMU“Abid Lolić“d.o.o.Travnik Bila u sastavu Koncerna JP EP d.d.Sarajevo. Društvo ima svoj statuts, organe nadzora i upravljanja: skupšinu, nadzorni odbor i upravu. Teritorijalno područje rudnika Bila pripada opštini Travnik. Površina eksploatacionog polja iznosi 22 km² sa eksploatacionim rezervama 9,5 mil. tona i perspektivom eksploatacije 150 godina. Broj radnika u rudniku je 356, sa ugovorom o radu na neodređeno vrijeme 271 radnik i 86 radnika sa ugovorom o radu na određeno vrijeme. Planirana proizvodnja jamskog uglja u 2015 god. je 180 000 tona, kalorične moći 15 GJ/T.

3.1. Eksperiment

Prikupljanje potrebnih podataka za određivanje uspješnosti funkcije održavanja u rudniku obavljena su za vremenski period 2011-2014. godina. Kompleksna metoda je primijenjana na definisanu postojeću strukturu održavanja u posmatranom vremenskom periodu. Sistem održavanja u rudniku organiziran je kroz:

- mašisku službu,
- elektro službu,
- automehaničarsku radionicu,
- bravar i električar na održavanju uređaja i postrojenja u sastavu klasirnice i prerade uglja,
- održavanje objekata.

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

- sistem za snabdijevanje 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 vodosnabdjevanja, kotlovnica, objekti u vlasništvu rudnika, mašinska i elektro radionica).

Proizvodni proces odvija se kroz četverbrigadni sistem (24 sata) u tri smjene, u vrlo specifičnim uslovima, karakterističnim rudarstvu u jamskoj eksploataciji i komornog otkopa uglja. Cilj funkcije održavanja u rudniku mora biti u saglasnosti sa poslovnim i planskim ciljevima rudnika, prioritetno ostvarenje planske proizvodnje i ostvarenje planskih finansijskih

rezultata, a to znači obezbjediti funkcionalnost sredstava za rad, postrojenja i opreme 24 sata (365 dana), u vrlo teškim uslovima eksploatacije sa čestim promjenama uslova, uz planirane troškove i sa sredstvima koja su na raspolaganju. Ograničeni resursi službi održavanja dovode do angažovanja, u značajnoj mjeri, vanjskih usluga za potrebe održavanja. Dodatna otežavajuća okolnost za ostvarenje cilja funkcije održavanja je zastarjela oprema, uređaji i postrojenja (preko 70% iz 80-tih godina). Za istraživanje uzete su vremenske jedinice od jedne godine, 2011, 2012, 2013 i 2014. godina. Podaci o sredstvima, postrojenjima, uređajima i objektima prikupljeni su iz tehničkog i ekonomskog sektora i službi održavanja. Podaci o zastojima prikupljeni su iz knjige raporta zbog tačnosti podataka. Potrebni ekonomski podaci prikupljeni su iz ekonomskog sektora (godišnji izvještaji o poslovanju). Istraživanje je vršeno na nivou rudnika, sa posebnom pažnjom na proizvodni proces. Teritorijalno, istraživanje je obuhvatilo kompletno područje rudnika, podzemna eksploatacija uglja, površinski kop, vanjski pogaoni i prateći objekti. U tabeli broj 1. i 2. dat je primjer kako su sortirani prikupljeni podaci.

Tabela 1. Primjer sortiranja podataka za opremu

Redni broj	Tip	Broj obrtaja u minuti (o/min)	Snaga (kW)	Depresija n (Pa)	Kapacitet Q(m ³ /min)	Broj komada
1.	TURMAGZV 1-14-8d4	1490	75	1660	1800	2

Tabela 2. Primjer sortiranja podataka za sisteme

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

3.2. Rezultati uspješnosti održavanja

Matematički izrazi korišteni za određivanje uspješnosti funkcije održavanja po kompleksnoj metodi dati su u tabeli broj 3.

Tabela 3. Korišteni matematički izrazi za izračunavanje primjenjeni u metodi

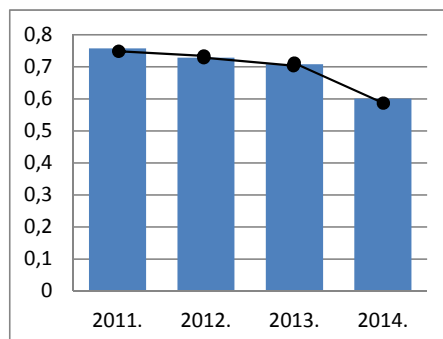
Metoda	Matematički izrazi	Br. varijabli
Kompleksna metoda	$E = E_T \cdot E_O \cdot E_E$ $E_T = P(t) \cdot R(t) = \frac{1}{n(nk)} \sum_i^{n(nk)} P_i(ksi) \cdot R_i(ksi)$ $E_O = Gr \cdot Grd \cdot Gsr$ $E_O = \frac{\int g(t) dt}{nr} \cdot \frac{ZZrd}{FRVK} \cdot \frac{ZZsr}{UZsr}$ $E_E = A \cdot B \cdot C = \frac{R}{L} \cdot \frac{Kup \cdot UP}{CKfod} \cdot \frac{Kd D}{S}$ $E_E = \frac{\sum_i^{n(nk)} R_i(ksi)}{Lop + Lpp + Lori} \cdot \frac{CKfod \cdot UP}{CK} \cdot \frac{npr \cdot D}{nprps \cdot Sob + Sos}$	24

3.2.1 Tehnička uspješnost funkcije održavanja E_T

U Tabeli broj 4. dat je pregled rezultata tehničke uspješnosti funkcije održavanja u posmatranom vremenskom periodu 2011-2014. godine.

Tabela 4. Rezultati tehničke uspješnosti T_E FOD u periodu 2011-2014

	2011.	2012.	2013.	2014.
Raspoloživost R	0,9569	0,9532	0,9179	0,9009
Pouzdanost P	0,7915	0,7594	0,7714	0,6669
Tehnička uspješnost E_T	0,7573	0,7288	0,7081	0,6008



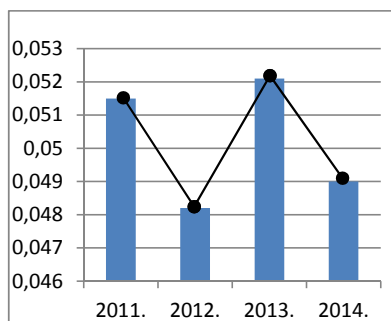
Slika 2. Prikaz Tehničke uspješnosti T_E u periodu 2011-2014

3.2.2 Organizacijska uspješnost funkcije održavanja E_o

U Tabeli broj 5. dat je pregled rezultata organizacijske uspješnosti funkcije održavanja u posmatranom vremenskom periodu 2011-2014. godine.

Tabela 5. Rezultati organizacijske uspješnosti u periodu 2011-2014

	2011.	2012.	2013.	2014.
Raspoloživost rez. dijelova G_{rd}	0,239	0,153	0,217	0,223
Raspoloživost sredst. za rad G_{sr}	0,247 (1) _U	0,35 (1) _U	0,282 (1) _U	0,308 (1) _U
Raspoloživost radnika G_r	0,8721	0,9006	0,8519	0,705
Organizacijska uspješnost E_o	0,0515	0,0482	0,0521	0,049
Uslovna org. uspješnost E_{ousl}	0,208	0,137	0,185	0,157
Unutrašnja uspješnost E_u	0,039	0,035	0,036	0,029
Unutraš. usl. uspješnost E_{ausl}	0,197	0,187	0,19	0,094



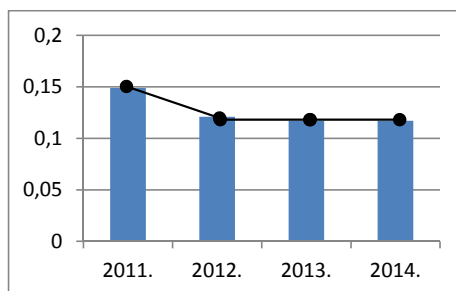
Slika 3. Kretanje organizacijske uspješnosti u periodu 2011-2014

3.2.3 Ekonomska uspješnost funkcije održavanja E_E

U tabeli broj 6. dat je pregled rezultata ekonomske uspješnosti funkcije održavanja u posmatranom vremenskom periodu 2011-2014. godine.

Tabela 6. Rezultati ekonomske uspješnosti u periodu 2011-2014

	2011.	2012.	2013.	2014.
Produktivnost A	0,0928	0,0913	0,0895	0,0907
Ekonomičnost B	0,95	0,9142	1,0052	0,92
Rentabilnost C	1,688	1,443	1,295	1,4
Ekonomska uspješnost E_E	0,149	0,121	0,117	0,117



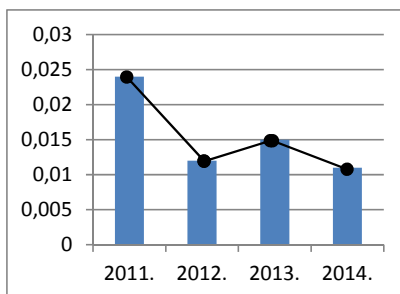
Slika 4. Kretanje ekonomske uspješnosti u periodu 2011-2014

3.2.4 Ukupna uspješnost funkcije održavanja E_U

U tabeli broj 7. dat je pregled rezultata ukupne uspješnosti funkcije održavanja u posmatranom vremenskom periodu 2011-2014. godine.

Tabela 7. Rezultati ukupne uspješnosti FOD u periodu 2011-2014

	2011.	2012.	2013.	2014.
Tehnička uspješnost E_T	0,7573	0,7288	0,7081	0,6008
Organizacijska uspješnost E_{OU}	0,208	0,137	0,185	0,157
Ekonomska uspješnost E_E	0,149	0,121	0,117	0,117
Ukupna uspješnost E_U	0,024	0,012	0,015	0,011



Slika 5. Kretanje ukupne uspješnosti u periodu 2011-2014

3.3. Analiza rezultata

Iz rezultata uspješnosti funkcije održavanja može se zaključiti:

- uspješnost funkcije održavanja mijenja se u posmatranom vremenskom periodu,
- uspješnost funkcije održavanja povezana je sa uspješnošću poslovanja društva,
- povećanje broja održanih sredstava, teški uslovi eksploatacije održanih sredstava, starosna dob održanih sredstava, predstavljaju razloge pada tehničke uspješnosti,
- rezultati tehničke uspješnosti ukazuju na veću uspješnost otklanjanja kvarova u odnosu na sprječavanje kvarova,
- ne postoji osmišljen pristup upravljanja rezervnim dijelovima i materijalom za potrebe službi održavanja,
- povećani zadaci funkcije održavanja, zbog investicijskog ciklusa koji traje u posmatranom vremenskom periodu kontinuirano vode ka padu gotovosti radnika zbog povećanog broja povreda i bolovanja,
- postojeći resursi funkcije održavanja ne mogu zadovoljiti zahtjeve postavljene prema službama održavanja što dovodi do kontinuiranog rasta troškova vanjskih usluga za potrebe održavanja,
- ne postoji osmišljena politika i koncept sistema funkcije održavanja,
- ukupna uspješnost funkcije održavanja u posmatranom vremenskom periodu ima kontinuirani trend pada,
- postojeći resursi službi održavanja rudnika ne mogu pratiti ukupni razvojni proces i buduću dinamiku investicija i ukupnog razvoja rudnika.

4. ZAKLJUČAK

Funkcija održavanja kao: otvoreni sistem ima različite veze sa drugim podsistemima poslovnog sistema i njegovim okruženjem; dinamički sistem u kome se kroz proces u vremenu omogućuje funkcionisanje sredstava za rad; složeni sistem sa složenom strukturom koja sadrži najsloženije prirodne sisteme ljude, složene tehničke sisteme i organizacijske sisteme sa raznovrsnim i složenim vezama; stohastički sistem jer su veze elemenata i promjena stanja funkcije održavanja pod uticajem velikog broja faktora slučajnog karaktera; kibernetki sistem jer je organizacijski i dio je poslovnog sistema. Upravljanje održavanjem predstavlja sistemski niz poslova kojima treba da se uskladi velik broj međusobno zavisnih uticajnih faktora u vremenu i prostoru, po količini i kvalitetu u funkciji ostvarenja ciljeva održavanja, uz poštivanje propisanih procedura kvalitetom upravljanja. Podaci i informacije do kojih se došlo u procesu prikupljanja potrebnih podataka za određivanje uspješnosti funkcije održavanja primjenom kompleksne metode kao i rezultati uspješnosti funkcije održavanja do kojih se došlo, daju jasnu sliku strukture i stanja održanih sredstava, uslova njihove eksploatacije, samog sistema organizacije funkcije održavanja i njegovog stanja. Sve ovo daje potrebne parametre za neophodne mjere i aktivnosti koje menadžment rudnika treba preduzeti kako bi sistem funkcije održavanja mogao kvalitetno realizovati svoje ciljeve u skladu sa planskim i razvojnim ciljevima rudnika. Potrebno je pristupiti izradi projektnog zadatka za projektovanje potrebnog sistema organizacije održavanja u rudniku na osnovu planskih i razvojnih ciljeva rudnika, sa preispitivanjem postojeće politike održavanja, koncepcije održavanja, politike angažovanja vanjskih usluga za potrebe službi održavanja, određivanje politike upravljanja rezervnim dijelovima, razrade informacionog sistema funkcije održavanja i same postojeće organizacije održavanja. Optimalizaciju izbora i dimenzionisanja resursa održavanja izvršiti na osnovu kriterija potrebne gotovosti sredstava za rad na osnovu zakona i zahtijeva proizvodnje uz zadržavanje troškova na postojećem nivou (kreću se 8-10% od ukupnih troškova proizvodnje). Potrebne, izabrane i definisane resurse obezbijediti kroz planirane investicijske cikluse u narednom periodu.

5. LITERATURA

- [1] Brdarević, Safet: Uspješnost održavanja, OMO, Beograd, 1988.
- [2] Brdarević, Safet: Održavanje sredstava za rad, Mašinski fakultet u Zenici, Zenica, 1993.
- [3] Adamović, Živoslav, Vulović, Stevan: Menadžment održavanja u industriji, Društvo za Tehničku dijagnostiku Srbije, Beograd, 2012.
- [4] Adamović, Živoslav, Vulović, Stevan: Indikatori performansi održavanja mašina u kompanijama, Društvo za tehničku dijagnostiku Srbije, Beograd 2013.
- [5] Dokumentacija ZD RMU „Abid Lolić“ Bila-Travnik.