

## POLOŽAJ FUNKCIJE ODRŽAVANJA U RUDNICIMA MRKOG UGLJA BANOVIĆI

### POSITION MAINTENANCE FUNCTIONS FOR BROWN COAL MINES BANOVIĆI

Dr sc. Hasan Avdić, vanr.prof.  
Rudnici mrkog uglja "Banovići" d.d. Banovići  
Banovići

Alma Avdić, dipl.ecc  
Remex, d.o.o, Tuzla

#### REZIME

*Održavanje je proces koji se proteže kroz sve faze nastanka i eksploatacije tehničkih sistema, do njihovog konačnog rashodovanja. Ono je sastavni dio reprodukcionog procesa, te ga zato treba posmatrati i izučavati kao integralnu aktivnost u obezbijedenju planiranog životnog ciklusa svakog tehničkog sistema. To je funkcija proizvodnje, koja ima jasno definisan proces rada, a kao sistem, to je dio proizvodnog sistema kompanije. Savremena predviđanja, daje održavanju u budućnosti, odlučujuću ulogu u proizvodnji sa ciljom da se ostvaruju optimalni proizvodni rezultati uz uvođenje novih tehnologija održavanja. U ovom radu je prikazan položaj i značaj funkcije održavanja u Rudnicima mrkog uglja "Banovići" d.d. Banovići.*

**Ključne riječi:** tehnički sistemi, održavanje, funkcija održavanja

#### ABSTRACT

*Maintenance is a process that runs through all stages of the formation and operation of technical systems, to their final disposal. It is an integral part of the reproductive process, and therefore should be considered and studied as an integral activity in the provision of the planned life cycle of every technical system. This is a function of production, which has a clearly defined work process, and as a system, it is part of the production system of the company. Modern forecasting, giving maintenance in the future, a decisive role in the production in order to achieve optimum production results with the introduction of new technologies to maintain. This paper shows the position and the importance of maintenance functions in brown coal mines "Banovići" d.d Banovići.*

**Keywords:** technical systems, maintenance, maintenance functions.

#### 1. UVOD

Eksploatacija uglja u Rudnicima mrkog uglja "Banovići" d.d. Banovići se vrši visoko produktivnom opremom. Zastoji ove opreme dovode do zastoja u procesu proizvodnje i stvaranja velikih troškova. Zato se održavanju ove opreme mora posvetiti posebna pažnja a sve u cilju smanjenja dužine trajanja i frekvencije zastoja. Razvojem funkcije održavanja se može značajno uticati na smanjenje zastoja odnosno na povećanje raspoloživosti opreme.

## 2. TEORIJSKA ISTRAŽIVANJA

### 2.1. Održavanje kao funkcija proizvodnje

Održavanje tehničkih sistema je funkcija osnovne proizvodnje u kompaniji. Zato se ono organizuje u određene organizacione forme i cjeline i funkcionise kao poseban podsistem u kompaniji. Održavanje je, znači, suštinski vezano za osnovni proces proizvodnje, jer doprinosi da se proizvodnja odvija na racionalan način, uz optimalni nivo pouzdanosti svih tehničkih sistema u kompaniji.

Kada se govori o jedinstvu funkcija održavanja i proizvodnje, kao jedinstvenom činiocu proizvodnje, onda se imaju u vidu osnovne postavke:

- ukupna funkcija proizvodnje se sastoji od zbira aktivnosti proizvodnje i održavanja, podržanih od ostalih poslova u preduzeću (poslovi razvoja, marketinga, finansija i dr.)
- funkcija održavanja (bez obzira kako je organizaciono postavljena) ne predstavlja uslužnu djelatnost, nego ima proizvodni karakter,
- radnici u održavanju su proizvodni radnici,
- poslovi održavanja savremenih tehničkih sistema su multi-disciplinarne prirode i zahtijevaju stručniju radnu snagu nego klasični poslovi proizvodnje.

Održavanje je proces koji se proteže kroz sve faze nastanka i eksploatacije tehničkih sistema, do njihovog konačnog rashodovanja. Ono je sastavni dio reprodukcionog procesa, te ga zato treba posmatrati i izučavati kao integralnu aktivnost u obezbijedenju planiranog životnog ciklusa svakog tehničkog sistema. To je funkcija proizvodnje, koja ima jasno definisan proces rada, a kao sistem, to je dio proizvodnog sistema preduzeća. Savremena predviđanja, daje održavanju u budućnosti, odlučujuću ulogu u proizvodnji sa ciljom da se ostvaruju optimalni proizvodni rezultati uz uvođenje novih tehnologija održavanja [1,2,3].

### 2.2. Sistem održavanja tehničkih sistema

Sistem održavanja tehničkih sistema sl.1 može da se realizuje na više načina, u više međusobno različitih varijanti. Pojedine varijante, odnosno pojedina rješenja sistema održavanja mogu da se razlikuju u nizu detalja, ali i u osnovnim, za sistem bitnim obilježjima. Ovo se odnosi prije svega na koncepciju sistema održavanja, a zatim na primjenjenu tehnologiju i organizaciju. Pod koncepcijom sistema održavanja podrazumijeva se princip donošenja odluka o vremenu u kojem treba da se sprovede postupci održavanja. U ovom pogledu postoje osnovne mogućnosti: preventivno, naknadno i kombinovano održavanje. Kod preventivnog održavanja, potrebni postupci se sprovede prije nego što dođe do pojave otkaza, a kod naknadnog pošto se otkaz već pojavi. Tehnološki aspekt se odnosi na vrstu i način izvođenja postupaka održavanja, a organizacija sistema zavisi od odnosa pojedinih nivoa na kojima se sprovede postupci održavanja tehničkih sistema [1,2,3].



Slika 1. Komponente sistema održavanja

### 2.3. Razvoj funkcije održavanja

Budućnost održavanja je moguće sagledati na osnovu analize poznatih koncepcija održavanja sa jedne i pravaca razvoja tehničkih sistema sa druge strane.

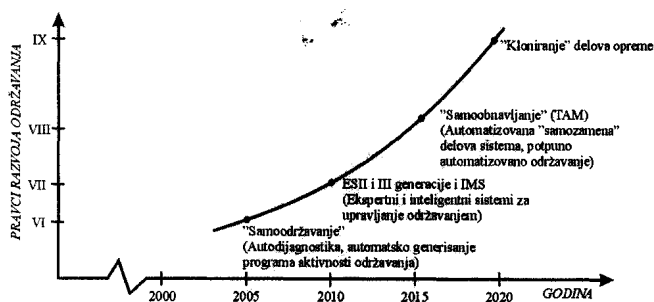
#### 2.3.1. Pravci razvoja tehničkih sistema

Buduće tendencije u ovoj oblasti se odnose na:

- dalju automatizaciju funkcije upravljanja tehničkim sistemima (alatne mašine bez radnika, poljoprivredna mehanizacije bez poslužioaca, vozila bez vozača, tenkovi bez posade, podmornice i brodovi bez posade itd.)
- robotizaciju svih " nehumanih " poslova koji se realizuju u zagađenoj okolini sa monotonim i zamornim ciklusom,
- razvoj i primjenu memorijskih jedinica za pamćenje u sistemu vještačke inteligencije,
- razvoj opreme za istraživanje i naseljavanje svemira,
- razvoj opreme za istraživanje i naseljavanje pod morem,
- razvoj opreme za istraživanje novih izvora energije,
- razvoj novih tehnologija proizvodnje susstitutata hrane,
- razvoj medicinske opreme (roboti za mikrohirurgiju, ljudski vještački organi, vještačka tkiva itd.)

#### 2.3.2. Pravci razvoja koncepcija održavanja

Veoma je izvjesno da razvoj koncepcija održavanja i dalje (kao i do sada) neće biti usklađen sa razvojem tehničkih sistema. Mogući pravci razvoja koncepcija održavanja u budućem periodu prikazani su na slici 2.



Slika 2. Mogući pravci razvoja koncepcija održavanja

U poslednje vrijeme mogo se govori o održavanju na osnovu pouzdanosti, održavanju na bazi rizika, lean konceptu održavanja, asset management I proaktivnom održavanju.

Procjene stručnjaka u svijetu idu u pravcu da će prve dekade trećeg milenijuma biti izrazito obilježene aktivnostima vezanim za održavanje tehničkih sistema, jer su tehnički sistemi sve složeniji i sofisticiraniji, a time i nepouzdaniji, odnosno, zahtijevaju sve više kompleksnih znanja potrebnih za njihovo održavanje. Budućnost vjerovatno pripada ekspertnim sistemima koji treba da obezbijede proaktivno održavanje. Suština filozofije proaktivnog održavanja je utvrđivanje osnovnih uzročnika otkaza i njihova eliminacija.

Proaktivni pristup problemu održavanja tehničkih sistema, baziran je na stalnom praćenju i kontroli osnovnih uzročnika otkaza i aktivnostima na njihovom eliminisanju ili značajnom smanjenju negativnog dejstva. Sa druge strane preventivno održavanje prema stanju usmjereno je na otkrivanje i praćenje ranih simptoma otkaza (vibracije, temperature, produkti habanja...). Proaktivni koncept ne prihvata otkaz kao normalno i moguće stanje, već se

sprovodi niz adekvatnih mjera da do otkaza uopšte ne dođe. Jednostavno rečeno teži se da tehnički sistemi vode zdrav život i da im se na taj način maksimalno produži vijek eksploatacije. U često korištenoj analogiji između medicinskih metoda i metoda u održavanju, savremeni postupci dijagnostike oboljenja (EKG, ultrazvuk, rendgen...) odgovarali bi konceptu preventivnog održavanja prema stanju, dok bi kontrola nivoa holesterola u krvi (kao dokazanog uzročnika mnogih kardio-vaskularnih oboljenja) odgovarala proaktivnom pristupu problemu održavanja [2].

### **3. RAZVOJ FUNKCIJE ODRŽAVANJA U RUDNICIMA MRKOG UGLJA BANOVIĆI**

Rudnici mrkog uglja "Banovići" d.d. Banovići, svojim geološkim i eksploatacionim rezervama, te značajnim dugogodišnjim iskustvom u proizvodnji uglja, predstavlja jedan od najvećih i najznačajnijih rudnika i energetske potencijala u Bosni i Hercegovini.

Velika moćnost ugljenog sloja, njegov kvalitet, primjenjena najnovija tehnološka dostignuća u eksploataciji i preradi omogućavaju veoma širok spektar proizvodnje i upotrebe uglja.

U značajnijem obimu eksploatacija uglja u banovićkom ugljenom bazenu počinje od 1946. godine izgradnjom pruge Brčko – Banovići.

RMU "Banovići" su funkcionalno a i tehnološki zaokružena cjelina. U organizacionom smislu, rudnici i ostale funkcionalne cjeline su podijeljeni na rudnike, radne jedinice, sektore i službe.

Osnovna djelatnost Rudnika mrkog uglja "Banovići" d.d. Banovići je: bušenje i miniranje, otkopavanje i utovar, transport, oplemenjivanje uglja, održavanje opreme, rekultivacija i ugostiteljske usluge.

Rudnici mrkog uglja Banovići d.d. Banovići su podijeljeni u slijedeće organizacione cjeline:

- Rudnik "Površinska eksploatacija",
- Rudnik "Podzemna eksploatacija",
- "Željeznički transport",
- "Separacija",
- "Društveni standard", i
- "Direkcija društva".

Eksploatacija uglja u RMU "Banovići" vrši se jamskim i površinskim metodama. Učešće uglja proizvedenog površinskom eksploatacijom u ukupnoj godišnjoj proizvodnji je oko 85% sa tendencijom stalnog porasta u korist površinske eksploatacije. Opređeljenje da se površinskom eksploatacijom proizvede veći dio raspoloživog uglja potvrđeno je nizom urađenih investiciono – tehničkih projekata, studija i analiza od strane eminentnih ekonomskih i rudarskih projektnih ustanova i eksperata. RMU "Banovići" raspolažu značajnim eksploatacionim rezervama uglja. Prilikom eksploatacije mineralne sirovine u Rudniku mrkog uglja Banovići se koriste složeni tehnički sistemi (bageri i damper – kamioni) vrlo velikih kapaciteta. Ovi tehnički sistemi, kako zbog visoke cijene koštanja, tako i zbog visoko – produktivnog učinka, zahtijevaju bezprijekorno održavanje. Iz tih razloga slijedi da efikasno održavati znači intervencijama u pravom trenutku smanjiti broj i dužinu trajanja zastoja. Rudnici mrkog uglja "Banovići" d.d. Banovići godišnje proizvode 1500000 tona mrkog uglja i 12000000 metara kubnih čvrste mase.

#### **3.1. Razvoj koncepcija održavanja**

Koncepcija sistema održavanja predstavlja njegovo obilježje, koje utiče na opšti kvalitet sistema održavanja. Pod ovim pojmom podrazumijeva se obilježje sistema koje zavisi od principa na osnovu koga se donose odluke o sprovođenju postupaka održavanja. Tri su osnovne koncepcijske mogućnosti: preventivno, korektivno (naknadno) i kombinovano održavanje. U prvom slučaju, postupci održavanja se sprovode prije nego što dođe do pojave

otkaza, odnosno u ovoj koncepciji održavanje ima zadatakda spriječi ili odloži pojavu otkaza. Koncepcija korektivnog održavanja, nasuprot prethodnoj, predviđa da se postupci održavanja sprovede tek pošto dođe do pojave otkaza. U ovom slučaju zadatak je da se tehnički sistem iz stanja "U OTKAZU" vrati u stanje "U RADU". Obje ove koncepcije mogu da se povežu – to je kombinovano održavanje. Kombinovano održavanje može da se realizuje na više načina, ali obično tako da se određen dio tehničkog sistema održava preventivno, dok se za preostale dijelove sistema postupci održavanja sprovedu tek pošto dođe do pojave otkaza.

Preventivno održavanje, može da se realizuje na više načina. Ovo se posebno odnosi na vrstu i karakter postupaka održavanja, a zatim i na vrijeme koje se određuje za sprovođenje ovih postupaka. U načelu postoje dvije osnovne vrste preventivnog održavanja. U prvom slučaju preventivno održavanje se sprovodi isključivo na osnovu informacije o pouzdanosti, tj. Na osnovu raspodjele vremena rada do pojave otkaza za posmatrani tehnički sistem, odnosno njegov sastavni dio. U drugom slučaju posmatra se i prati neki pokazatelj – parametar, koji reprezentuje stanje posmatranog sistema, tj. Njegovog dijela, i koji je po svom karakteru slučajan. Obje ove vrste preventivnog održavanja mogu da se vežu za neki određeni period vremena, ili za vrijeme koje se ne određuje unaprijed, već se tokom rada sistema podešava utvrđenom stanju, odnosno informacijama o izabranim pokazateljima stanja koji se prikupljaju i analiziraju. Moguće postupke preventivnog održavanja čine sve one aktivnosti koje je potrebno sprovesti da bi se tehnički sistem održao u radno sposobnom stanju na zahtijevanom nivou eksploatacione pouzdanosti [2]. Dugo godina se smatralo da je održavanje nužno zlo pa je tako bilo i u Rudnicima mrkog uglja Banovići. U samom početku svog postojanja u rudnicima je primjenjivana koncepcija korektivnog održavanja. To je koncepcija reaktivnog održavanja. Tehnički sistemi su radili dok ne dođe do zastoja nakon čega su vršene opravke. Kako su rudnici stalno uvozili najsavremeniju opremu uz koju su dolazila i uputstva za održavanje. Vremenom se počelo sa primjenom koncepcije preventivnog održavanja po vremenskom ciklusu. Nakon izraženog određenog broja sati vršeni su servisi na opremi. Postepeno se počelo planski raditi na manjim i srednjim opravkama. Jedan od najvećih problema vezan za taj period je nedostatak obrazovnog inženjerskog kadra. Kako se rudnik razvijao počeli su pristizati i kadrovi koji su polako počeli uvoditi nove koncepcije održavanja. Počelo se sa nabavkom i primjenom dijagnostičke opreme radi utvrđivanja stanja tehničkih sistema. Rudnici mrkog uglja Banovići su prije dvadesetak godina počeli sa utvrđivanjem stanja damperskih diesel motora na bazi analize ulja. Ova metoda obuhvata analizu promjena fizičko hemijskih karakteristika ulja i analizu prisustva mehaničkih čestica po količini i veličini u ulju. Trenutno se u rudnicima primjenjuje jedna kombinovana koncepcija korektivnog i plansko preventivnog održavanja do održavanja po stanju.

### **3.2. Razvoj tehnologija održavanja**

Tehnologija održavanja definiše postupke održavanja i način sprovođenja postupaka održavanja. Tehnologijom održavanja određuje se na koji način postupak treba da se obavi, kojim alatom, kojim redoslijedom, u kom vremenu. Ovo se odnosi na svaki nivo održavanja posebno, a i na sve predviđene postupke održavanja:

- Osnovno održavanje od strane rukovaoca – tehnički nadzor,
- Preventivni periodični pregledi, bez posebnih instrumenata,
- Kontrolni pregledi regulisani propisom i zakonom (pregledi lokomotiva, dizalica, posuda pod pritiskom),
- Podmazivanje (dodavanje, kontrola i zamjena maziva),
- Tehnička dijagnostika,
- Preventivne zamjene dijelova,
- Traženje i otklanjanje slabih mjesta (inovacije),
- Popravljanje i obnavljanje istrošenih dijelova,

- Preventivne periodične opravke (male i srednje opravke),
- Generalne periodične opravke i modernizacije (remonti).

Tehnologija održavanja zavisi u velikoj mjeri od konstrukcijskih i drugih osobina sistema koji se održava, ali isto tako i od uslova u kojima se održavanje sprovodi. Isti uticaj imaju ekonomski činioci, koji se odnose na raspoložive kapacitete, produktivnost, potrebnu brzinu obnavljanja postupka održavanja, odnosno potrebnu gotovost tehničkog sistema.

Tehnologija održavanja može biti za svaki poseban slučaj riješena na mnogo različitih načina. Svako rješenje više ili manje neposredno utiče na kvalitet sistema održavanja, odnosno na pogodnost održavanja, gotovost i druge karakteristike procesa održavanja, a isto tako i na troškove održavanja i ukupne troškove ostvarene efektivnosti. Izbor tehnologije održavanja predstavlja jednu od značajnih faza u projektovanju sistema održavanja jednog tehničkog sistema. Na izbor tehnologije održavanja neposredno utiču i druge komponente sistema održavanja, odnosno koncepcija i organizacija sistema održavanja. To znači da sistem održavanja treba da se projektuje jedinstveno, tražeći uvijek najpovoljnije kompromise mogućih pojedinačnih rješenja. Tehnologija održavanja se neposredno nadovezuje na razvojne i proizvodne tehnologije. Ona traži odgovore na više pitanja, pri čemu se izdvajaju: zašto treba da se sprovede postupak održavanja, kada nastaje potreba da se sprovede određeni postupak, kakav postupak održavanja se primjenjuje, gdje se izvode radovi održavanja, koji izvršioci rade, na koji način i kojim redosljedom se izvode postupci održavanja [2]. Sa razvojem i nabavkom tehničkih sistema razvijale i uvodile su se nove tehnologije održavanja. U početku su to bile tehnologije zavarivanja, navarivanja, demontaže, montaže, osnovno održavanje strane rukovaoca, podmazivanje, servisiranje i dr. Vremenom su se uvodile nove tehnologije kao što su metalizacija, nanošenje tečnih metala, obrada skidanjem strugotine, preventivni periodični pregledi bez posebnih instrumenata i kontrolni pregledi propisani zakonom. Nakon nabavke dijagnostičkih instrumenata počelo se sa primjenom postupaka tehničke dijagnostike. Počelo se sa primjenom tehnologija zamjene dijelova, traženje i otklanjanje slabih mjesta te popravljavanje i obnavljanje istrošenih dijelova.

Što se tiče malih, srednjih i velikih opravki Rudnici mrkog uglja su u sopstvenoj režiji uvodili male i srednje opravke dok su velike opravke obavljali vanjski izvođači.

### **3.3. Razvoj organizacije održavanja**

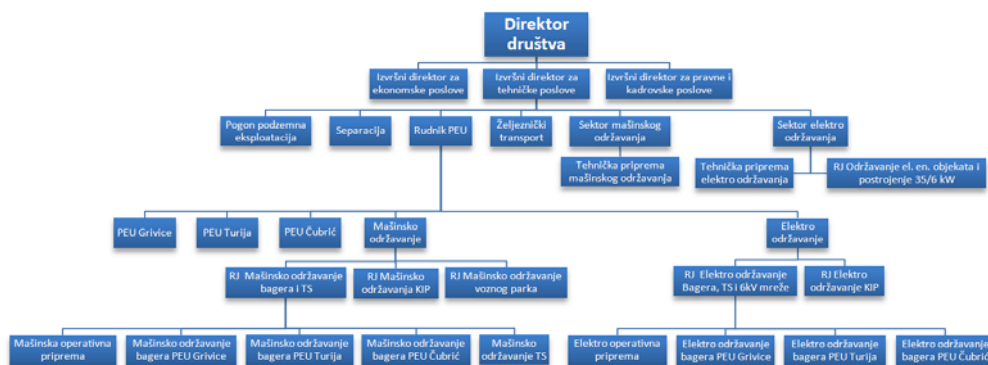
Organizacija održavanja definiše odnose koji postoje između pojedinih nivoa, odnosno mjesta – radionica, u kojima se sprovode postupci održavanja. Ukoliko je sistem održavanja složeniji, tj. ukoliko ima više mjesta ili radionica u kojima se obavlja održavanje, struktura sistema održavanja je složenija, te je i njegova organizacija kompleksnija [2].

Od većeg broja mogućnosti organizovanja, najznačajnije su linijski i hijerarhijski sistemi. Organizacija održavanja je u tijesnoj vezi sa njegovim makro-tehnološkim obilježjima, posebno kada se radi o hijerarhijskim sistemima, kao i sa podsistemom koji se odnosi na personal, radnike na poslovima održavanja. Organizaciona struktura funkcije održavanja u kompaniji je jedna od najsloženijih. U praksi su obično prisutne dvije bitno različite koncepcije organizacije održavanja: centralizovano i decentralizovano održavanje.

Organizacija održavanja u Rudnicima mrkog uglja Banovići se mijenjala u zavisnosti od promjene makro organizacije rudnika. Za vrijeme samupravnog socijalizma sve promjene organizacijske strukture su bile političke prirode. U posljednje ima nekih pozitivnih pomaka u shvatanju značaja funkcije održavanja a samim tim i njenog organizovanja.

Održavanje koje je podijeljeno na mašinsko i elektro održavanje je organizaciono riješeno kao kombinovana organizaciona struktura. Naime, održavanja kao organizacione cjeline su podijeljene po pogonima i nemaju koordinacionih ni subordinacionih veza sa ostalim organizacijama održavanja u drugim organizacionim cjelinama. Unutar organizacije društva održavanje je podijeljeno na mašinsko i elektro održavanje gdje kao zasebna organizacijske

cjeline direktno odgovaraju izvršnom direktoru za tehničke poslove. Sektor mašinskog održavanja u čijoj nadležnosti je tehnička priprema mašinskog održavanja i sektor elektro održavanja predstavljaju najviši organizacioni nivo održavanja i zajedno sa pogonima su u koordinacionoj vezi dok je subordinaciono vezan sa izvršnim direktorom za tehničke poslove. Operativni dio održavanja je u sklopu rudnika odnosno pogona i kao odvojene organizacione cjeline dijele se na elektro i mašinsko održavanje po radnim jedinicama gdje su u direktnoj subordinacionoj vezi sa tehničkim rukovodiocem pogona [4].



Slika 3. Makro organizacija funkcije održavanja u RMU Banovići

#### 4. ZAKLJUČAK

Rudnici mrkog uglja "Banovići" d.d. Banovići pri eksploataciji uglja koriste visokoproduktivne tehničke sisteme različitih svjetskih proizvođača. Održavanju tih tehničkih sistema mora se posvećivati posebna pažnja a sve u cilju smanjenja dužine trajanja i frekvencije zastoja. Održavanje mora biti u funkciji proizvodnje a nikako kao nužno zlo. Održavanje se ne smije posmatrati kao trošak nego investicija. Radnici u održavanju su proizvodni radnici. Konceptija, organizacija i tehnologija održavanja kao dijelovi sistema održavanja imaju značajno mjesto u ostvarivanju planirane raspoloživosti opreme što direktno dovodi do većeg broja efektivnih sati odnosno većoj proizvodnji. Funkciju održavanja je potrebno stalno razvijati odnosno prilagođavati potrebama proizvodnog procesa. Najvažnija karika u tom lancu su kadrovi koji se moraju svakodnevno educirati. U posljednje vrijeme došlo je do stagnacije razvoja funkcije održavanja u Rudnicima mrkog uglja Banovići te je potrebno brzo reagovati radi prevazilaženja postojećeg stanja. Poznato je se održavanje tehničkih sistema ne može izbjeći a može odgoditi sto donosi velike direktne a posebno indirektno troškove.

#### 5. LITERATURA

- [1] Avdić H., Tufekčić Dž.: (2007) Terotehnologija I, Tuzla, "PrintCom" d.o.o. grafički inženjering.
- [2] Adamović Ž.: (2001) Tehnologija održavanja tehničkih sistema, Smederevo, SARTID.
- [3] Todorović J.: (2006) Inženjerstvo održavanja tehničkih sistema- Maintainability Engineering, Beograd, Institut za istraživanja i projektovanja u privredi-iipp.
- [4] Avdić H., Avdić A.: (2015) Organizacija funkcije održavanja u RMU Banovići, Zbornik radova, XL naučno stručni skup, Održavanje mašina i opreme, Beograd-Budva.

