

## PLANIRANJE ODRŽAVANJA KAO DIO PROJEKTIRANJA FABRIKE MAINTENANCE PLANNING AS PART OF THE DESIGN OF THE FACTORY

Safet Brdarević  
Mašinski fakultet Univerziteta u Zenici

Dino Arnaut, docent  
Ekonomski fakultet Univerziteta u Zenici

Sabahudin Jašarević  
Politehnički fakultet Univerziteta u Zenici

### REZIME

*Održavanje predstavlja sastavni dio poslovnog sistema i to posebno proizvodnih poslovnih sistema. U razvoju ideje, realizacije i gradnje uspostavljanja sistema taj dio poslovnog sistema treba da bude sadržan u svim projektima poslovnog sistema koji se pojavljuju u fazi njegovog stvaranja i to idejni, investicioni i glavni projekat. Obavezna potpora funkcije održavanja predstavlja i ekonomski dio koji dokazuje potrebna ulaganja, izgradnju i eksploataciju fabrike. Ovaj rad daje kratki prikaz metoda koje se koriste prilikom planiranja održavanja.*

**Ključne riječi:** održavanje, planiranje, poslovni sistemi, LLC.

### Summary

*Maintenance is an integral part of the business system, especially the production business system. In the development of the idea, realization and construction of system establishment, this part of the business system should be contained in all business system projects that appear in the phase of its creation, and this is the conceptual, investment and main project. Compulsory support of the maintenance function is an economic part that proves the necessary investment, construction and exploitation of the factory. This paper gives a brief overview of the methods used during maintenance planning.*

**Ključne riječi:** maintenance, planing, production systems, LLC.

### 1. UVOD

Planiranje održavanja predstavlja izradu vremenskih planova pomoću kojih se predviđaju potrebe za radovima održavanja i resursima potrebnim za obavljanje tih radova. Zadatak održavanja je provedba potrebnih aktivnosti kako bi se osigurala dovoljna pouzdanost tehničkog sistema, a samim time i učinkovitost posmatranih tehničkih sistema, te kako bi bez poteškoća mogli ispuniti zahtjeve koji se pred njih postavljaju [1].

Planiranje predstavlja most između sadašnjeg i željenog položaja preduzeća. Bez planiranja poslovanje je prepušteno slučaju. Planiranje je intelektualno zahtjevan proces jer traži da

svjesno odredimo smjerove djelovanja i temeljimo naše odluke na svrsi, znanju i preciznim procjenama. Planiranje, primarnu funkciju menadžmenta, možemo definirati kao kreativni proces kojim se unaprijed utvrđuje smjer akcija poduzeća [2].

Razlikujemo planiranje i programiranje održavanja, a temeljna razlika između planiranja i programiranja leži u tome što je plan održavanja odgovor na pitanje šta i kako raditi, a program (raspored) je odgovor na pitanje kada i tko će raditi aktivnosti. Plan održavanja se može usporediti sa tehnološkim procesom proizvodnje, a program održavanja sa operativnim planom proizvodnje [3].

Ono šta je vrlo važno kod planiranja održavanja jeste to što sami odlučujemo kada nam je neku radnju najbolje izvršiti u okviru nekog zadanog roka. Proces planiranja održavanja ima mnogo zajedničkog sa planiranjem bilo koje aktivnosti i sva ta pravila planiranja trebaju biti razumljiva prije nego što se zasebno razmotri planiranje održavanja. U suštini, svako planiranje moramo posmatrati kao jedan intelektualni proces, proces razmišljanja.

Pri izradi vremenskih planova održavanja potrebno je [1]:

- definirati sve bitne događaje (početke i završetke aktivnosti, te ključne točke) i potrebne aktivnosti
- procijeniti trajanje pojedinih elemenata sistema (njihov prestanak rada je događaj) i trajanje aktivnosti održavanja s potrebnim resursima
- definirati veze između događaja/aktivnosti (tehnološke i organizacijske) i prioritet pojedinih aktivnosti (može biti npr. prema riziku od otkazivanja)
- rasporediti događaje i aktivnosti u budućem vremenu (u skladu sa zahtjevima koje obavezno treba ispuniti, postojećim uvjetima i postavljenim ciljevima)
- optimizirati plansko rješenje (prema izabranim kriterijima) – izabrati najbolje između više mogućih varijanti.

Cilj održavanja je da se postignu uslovi za bolje funkcionisanje tehničkih sistema što omogućava više radnog vremena i smanjenje ukupnih troškova. Svaki od tih složenih sistema je potrebno posebno izanalizirati da bi se dobio koristan način održavanja. Analizom nepoželjnih događaja i njihove vjerovatnosti ima vrlo veliki značaj za njegovo funkcionisanje kao cjeline čime se nastoji odrediti koristan program održavanja.

Svako preduzeće pokušava da što bolje posluje uz minimalne troškove stoga postrojenja koja se koriste moraju se održavati ekonomično i kvalitetno.

## **2. PLANIRANJE I METODE ODRŽAVANJA**

Kada su u pitanju industrijska postrojenja održavanje se zasniva na izradi tehnika, metoda i postupaka da bi se dobio ispravan rad postrojenja u određenom vremenskom periodu s ciljem sprečavanja ili uklanjanja kvara, ukoliko se već pojavio. Održavanje na vrijeme (Just in time) omogućava da se otkriju i riješe problemi (kvarovi) prije nego što dođe do kvarova i nepredviđenih situacija, a to se može postići na osnovu just-in-time inteligentnog praćenja i analiza stanja opreme, koje predviđaju optimalno vrijeme za intervenciju, tako da se održavanje opreme vrši samo kada je neophodno.

Postoji pet metoda održavanja [4]:

- Metoda korektivnog održavanja,
- Metoda oportunističkog održavanja,
- Metoda preventivnog održavanja,
- Metoda pretkazivnog održavanja i
- Metoda održavanja prema stanju.

Vrlo važna djelatnost održavanja je planirati sve radove održavanja. Planiranje održavanja temelji se na poznavanju svih bitnih podataka i činjenica o objektu za koji se izrađuje plan održavanja. Neki od podataka koje je potrebno poznavati su [4]:

- Podaci o funkcioniranju i upravljanju strojem,
- Opis upotrebe svih strojeva,
- Upute za podešavanje i održavanje,
- Upute za podmazivanje ,
- Podaci o obavljenim popravcima,
- Podaci o izdvajanju stroja iz proizvodnje,
- Podaci o naknadnim dijelovima i
- Ostali podaci važni za funkcioniranje i popravljane strojeva.

Svi ovi podaci mogu se dobiti od proizvođača strojeva, a na temelju njih izrađuje se ciklus održavanja za svaki stroj posebno.

Veća efikasnost planiranja održavanja postiže se boljim vremenskim rasporedom radnika i mašina i zbog toga se na kraju svakog planiranja treba optimizirati. Mogućnost uštede na korištenju resursa i općenito organizaciji i provođenju rada koja se može postići s vremenskim planiranjem ovisi o vrsti održavanja, onome ko održava i onog šta se održava. Ono što je još vrlo važno kod održavanja su sami troškovi koji mogu biti različiti za svaki od dijelova proizvodnje (troškovi planiranja, proizvodnje, prodaje, itd.). Važno je procijeniti koliki su ti troškovi jer oni mogu biti veći od očekivanih [5].

Ukoliko se trošak ne analizira u životnom vijeku sistema, troškovi eksploatacije su obično veći od očekivanih. Loše upravljanje i planiranje s troškovima može se usporediti s "efektom ledenog brijega", koji pliva u moru i kod kojeg je vidljiv samo manji dio (slika 1) [6].

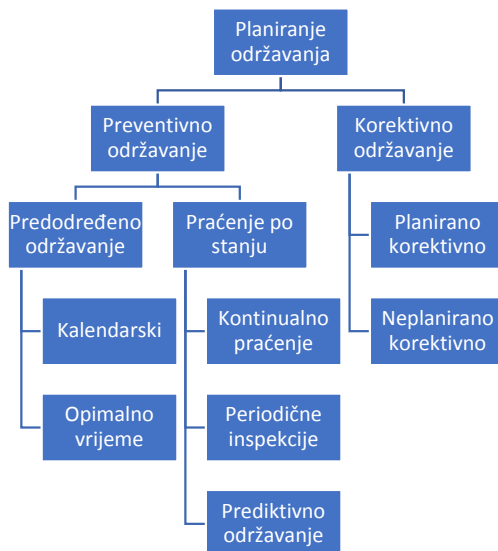


Slika 1. Efekat ledenog brijega u troškovima održavanja [6]

Stalna briga za smanjenje troškova održavanja omogućava razvijanje novih metoda koje su produktivnije, razradu novih i boljih planova održavanja, nabavke nove i savremenije opreme, itd. Samo je bitno biti motivisan za planiranje održavanja i smanjenja samih troškova održavanja.

Planiranje održavanja u industriji je posebno važno kada je potrebno da proizvodi budu što kvalitetniji, te da se dobiju konačni proizvodi u zadanom vremenskom periodu. Održavanje također utiče na efikasnost proizvodnje, te na samu ukupnu učinkovitost cijelog proizvodnog sistema. Da bi održavanje bilo efikasno, potrebno je da postoji određena organizacija (vrijeme

i mjesto održavanja), zatim određeni resursi koji podrazumijevaju što savremeniju opremu i alate, te stručni kadar (radna snaga).



Slika 2. Prikaz planiranja održavanja

Pored tehničkih znanja i iskustva planiranje zahtjeva logiku i intuiciju, ali i kreativnost i konceptualne sposobnosti. Svi ti planovi, kao prikaz rezultata procesa planiranja, samo su informacije na papiru, ili sve češće u savremenom svijetu na ekranu, i nema njihove uspješne realizacije bez odgovornog i dobrog odnosa ljudi koji te planove provode u djelo, odnosno nastojanja da se planovi provedu onim redom kojim je to zamišljeno.

### 3. TROŠKOVI ŽIVOTNOG CIKLUSA

Troškovi životnog ciklusa su svi troškovi koji nastaju uslijed upotrebe dobara, usluga ili radova tokom njihovog cjelokupnog životnog vijeka. Metodologija LCC- Life Cycle Costing predstavlja sredstvo za ocjenu ovih troškova sa protokom vremena. Njena glavna svrha je ocjena različitih opcija (ponuda) za ostvarenje ciljeva javnog naručioca u slučaju da se te alternative ne razlikuju samo po inicijalnim troškovima već i po naknadnim troškovima eksploatacije. Pojedini troškovi su isključivo ekonomske prirode i neposredno ih snosi javni naručilac. Iz tog razloga, oni se obično nazivaju internim troškovima. Drugi troškovi mogu nastati uslijed uticaja predmeta nabavke na životnu sredinu. Njih ponekad neposredno snosi javni naručilac, ali ih u drugim slučajevima snose lokalna zajednica ili čak svi građani. Iz tog razloga, ovi troškovi se obično nazivaju eksternim troškovima.

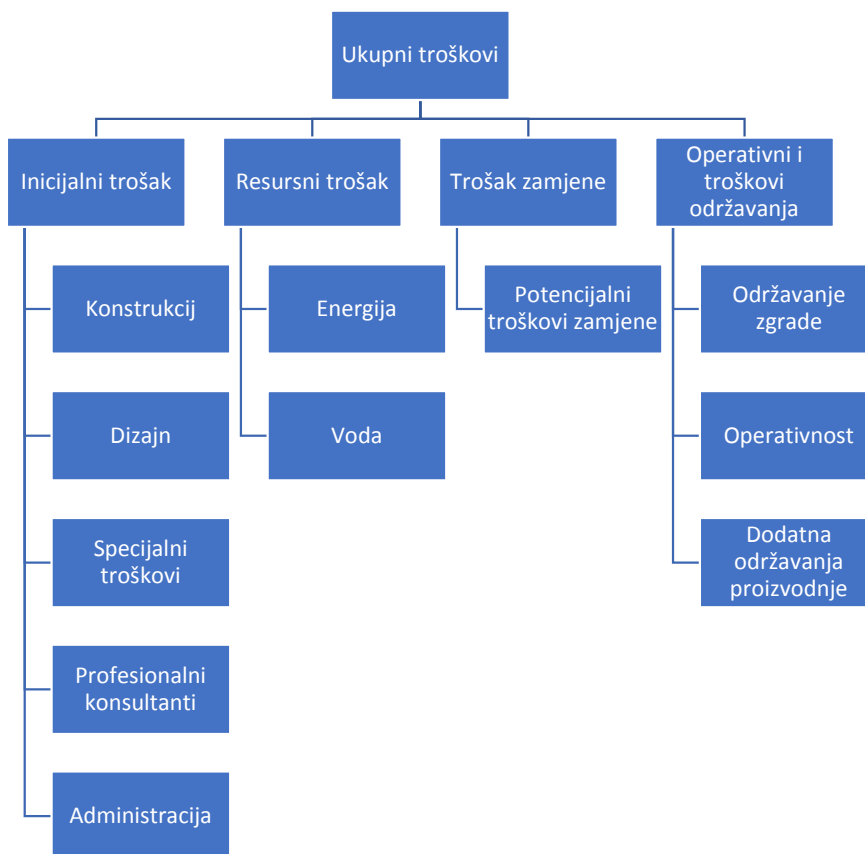
Iako se održavanje tehničkih sistema može definisati na različite načine, najčešće se pod ovim pojmom podrazumijeva sprovođenje svih mjera nužnih da bi jedna mašina, postrojenje ili cijela fabrika funkcionisali na propisan način, razvijajući performanse u propisanim granicama, tj. sa traženim učincima i kvalitetom, bez otkaza i uz propisano obezbjeđenje životne okoline, a pod pretpostavkom dobre obezbijeđenosti svih uslova, odnosno uz potrebnu logističku podršku [7].

Ekonomska analiza koja će pokazati ukupne troškove nabavke, upotrebe, vlasništva u toku eksploatacije i troškove povlačenja iz upotrebe predstavlja takozvani LCC – Life Cycle Costing, to jeste, prikazuje se životni ciklus nekog tehničkog sistema ili proizvoda. Razmatranjem različitih metoda održavanja može se odrediti najefikasnija kada se govori o

troškovima životnog ciklusa. Taj proces treba početi u fazi samog razvoja i istraživanja, i voditi ga kroz sve preostale faze tehničkog sistema. Kao što je već navedeno, ukupni troškovi, općenito bi se mogli računati na sljedeći način:

$$LCC = Troškovi_{nabavke} + troškovi_{vlasništva} + troškovi_{otpisa}$$

Prisutni su i troškovi vlasništva to jeste, troškovi revitalizacije, rekonstrukcije i modernizacije tehničkog sistema. Obzirom da se nekada u ove troškove uključuju i troškovi koji odlaze na bezbjednost, pogodnost i pouzdanost održavanja, i slično, nije ih moguće u potpunosti predvidjeti i uključiti u ukupne troškove, jer se javljaju nekada neočekivano u procesu realizacije. Troškovi otpisa, sa aspekta održivog razvoja, kao i zahtjeva za zaštitom životne sredine, mogu kod određenih postrojenja (elektrane, vojna industrija, hemijsko-procesna industrija) zahtijevati određene aktivnosti, a koje mogu predstavljati značajan dio od ukupnih troškova životnog ciklusa [8]. Slika 3. daje prijedlog kalkuliranja ukupnih troškova na slučaju planiranja održavanja fabrike.



Slika 3. Prijedlog strukture troškova

Troškovi održavanja tehničkih sistema, popravke sistema, korektivnog i preventivnog održavanja zavise od obima i načina otkazivanja određenih dijelova i vremena potrebnog za popravku u odnosu na planiranu potrošnju vremena u slučaju kvara istog. Ovakvi troškovi su u

okviru troškova povezanih sa pouzdanošću, pogodnošću održavanja i logističke podrške. Ako su svi faktori osim rasta pouzdanosti konstantni, onda rastu troškovi nabavke, a smanjuju se troškovi održavanja i logističke podrške tehničkog sistema. Cilj smanjenja ukupnih troškova životnog ciklusa tehničkih sistema realizuje se preko kriterijuma pouzdanosti, kojim se koordiniraju mjere za povećanje pouzdanosti svih faza životnog ciklusa tehničkih sistema.

Troškovi životnog ciklusa su svi troškovi koji nastaju uslijed upotrebe dobara, usluga ili radova tokom njihovog celokupnog životnog vijeka. Metodologija LCC predstavlja sredstvo za ocjenu ovih troškova sa protokom vremena. Utvrđivanje troškova životnog ciklusa predstavlja multidisciplinarnu aktivnost koja uključuje identifikaciju i procjenu troškova vezanih za nabavku, korištenje i povlačenje tehničkog sistema iz upotrebe, uzimanjem u obzir utvrđenog plana za utvrđivanje troškova životnog ciklusa (u skladu sa odabranim ciljevima i kriterijuma), zatim izbora ili razvoja odnosno primjene modela LCC, uz dokumentovanje njihovog utvrđivanja i odgovarajuće preispitivanje dobijenih rezultata (ažuriranje analize). Pri tome je neophodno dobro poznavanje svih principa procesa utvrđivanja troškova u svim fazama životnog ciklusa, počev od poznavanja tipičnih elemenata i izvora podataka vezanih za troškove, kao i osnovnih principa ekonomije [8].

#### **4. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA**

Moguće je uspostaviti najbolje prakse u održavanju fabrike, ali kako bi se to postiglo potrebno je uložiti velike napore u sam proces planiranja održavanja.

Literatura ističe doprinos raznih inicijativa implementacije metoda za planiranje održavanja za sticanje strateških pogodnosti za zadovoljavanje izazova globalne konkurencije. Planiranje održavanja je postalo jedna od bitnih konkurentskih strategija za poslovne organizacije na globalnom tržištu. Učinkovit implementacijski program može se usredotočiti na rješavanje problema povezanih s održavanjem organizacije, kako bi se optimizirale performanse. Totalno produktivno održavanje je postala nova paradigma upravljanja u svim vrstama organizacija. Posljednjih godina mnoge su organizacije pokazale da se značajna poboljšanja poslovanja mogu postići putem produktivnog održavanja. Koncepti i filozofija planiranja održavanja mogu se učinkovito koristiti kako bi se postigla fundamentalna poboljšanja u performansama proizvodnje u organizaciji, čime se uspješno vode organizacije u visoko konkurentnom okruženju. Stoga, u vrlo konkurentnom scenariju, upravljanje održavanjem se može dokazati kao jedan od najboljih proaktivnih strateških inicijativa koje vode organizacije na novu razinu postignuća i mogu napraviti razliku između uspjeha i neuspjeha organizacija.

#### **5. LITERATURA**

- [1] Čavarović, M.: Suvremene metode organizacije održavanja i planiranje njihovih aktivnosti, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek, 2016.
- [2] Buble, M.: Menadžment, Ekonomski fakultet Split, Split, 2006.
- [3] Markotić M.: Planiranje održavanja u graditeljstvu, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek, 2017.
- [4] Kalić D.: Održavanje CNC strojeva, Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 2016.
- [5] Kondić, Ž., Maglić, L., Samardžić, I., Čikić, A.: Pouzdanost industrijskih postrojenja, Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, Slavonski Brod, 2011.
- [6] Kondić V., Piškorić M., Horvat M.: Osnovna obilježja logističkog procesa održavanja, Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, 2011.
- [7] Sebastijanović S.: Osnove održavanja strojarstva, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku-Strojarski fakultet u Slavonskom Brodu, Slavonski Brod 2002.
- [8] Milovanović Z.: Održavanje i pouzdanost tehničkih sistema, Univerzitet u Banja Luci, 2007.