

IZBOR STRATEGIJA ODRŽAVANJA
SELECTION OF MAINTENANCE STRATEGIES

prof. dr Bogdan Marić
Univerzitet u I. Sarajevu,
Mašinski fakultet
Istočno Sarajevo

prof. dr Vlado Medaković
Univerzitet u I. Sarajevu,
Mašinski fakultet
Istočno Sarajevo

REZIME

U radu je izvršena analiza problema održavanja mašina i postrojenja, te izbora strategija održavanja. Dat je pregled strategija, sa osvrtom na održavanje prema pouzdanosti. Prikazane su strategije održavanja tehničkih sistema, njihovi šematski prikazi i međusobna upoređivanja, kao i trendovi u upravljanju održavanjem tehničkih sistema. Primjenom datih strategija mogle bi se, ostvariti uštede u održavanju, kako sa aspekta ekonomskih pokazatelja, uložениh sredstava, tako i sa aspekta rada mašina, odnosno tehničkih sistema u stanju u radu.

Ključne riječi: tehnički sistem, strategije održavanja, održavanje prema pouzdanosti.

ABSTRACT

The paper analyzes the problem of maintenance of technical systems (machines and devices) and the selection of maintenance strategies. An overview of the strategies is given, with a focus on maintenance according to reliability. The strategies for maintenance of technical systems, their schematic representations and mutual comparisons, as well as the trends in managing the maintenance of technical systems are presented. By applying these strategies, savings in maintenance can be achieved, both from the aspect of economic indicators, invested funds, as well as from the aspect of working machines or technical systems in the state of "in operation".

Key words: technical system, maintenance strategies, maintenance according to reliability.

1. UVOD

Održavanje tehničkih sistema (mašina i uređaja), odnosno sredstava za rad, kao funkcija i dio procesa proizvodnje zauzima danas važno mjesto u svakom proizvodnom sistemu. Na razvoj održavanja uticao je brz industrijski napredak, kao i stalni porast automatizacije i povezanosti sredstava za rad, zatim nagli porast fiksnih troškova u odnosu na promjenljive.

Održavanje se definiše kao stalna kontrola nad svim sredstvima za rad, kao i vršenje određenih popravki i preventivnih radnji, čiji je cilj, stalno, funkcionalno osposobljavanje i čuvanje proizvodne opreme, postrojenja i drugih mašina i uređaja.

Činjenica je da će se i u budućnosti problemi održavanja zaoštravati zbog uvođenja tehničkih sistema sve složenije konstrukcije, novih tehnologija izrade, uz zahtjev neprestanog povećavanja njihove efektivnosti (prije svega pouzdanosti).

Sa inženjerskog aspekta, sama realizacija održavanja razmatranog tehničkog sistema može da se ostvari na više načina (varijanti). Svaka od varijanti je definisana koncepcijom, organizacijom i karakterom postupaka održavanja, kao i odnosom između pojedinih nivoa održavanja. Izabrana varijanta odražava definisanu strategiju ili politiku održavanja.

Strategijom održavanja naziva se skup pravila na osnovu kojih se donose odluke o tome kada i kakve operacije održavanja treba preduzeti u toku eksploatacije sistema.

2. IZBOR STRATEGIJA ODRŽAVANJA

Postoje dvije vrste otkaza tehničkog sistema koji se održava:

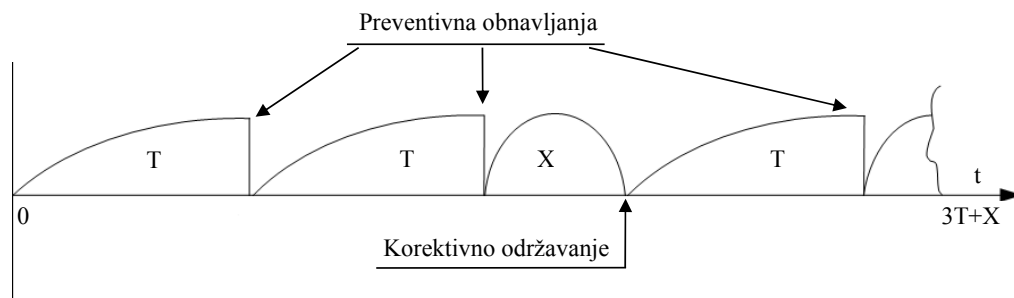
- 1) Iznenađni otkazi
- 2) Postepeni otkazi (pozni otkazi)

Za obadvije vrste otkaza potrebno je odobriti odgovarajuću strategiju održavanja.

Za iznenađne otkaze primjenjuje se najjednostavnija strategija korektivnog održavanja a to je strategija obnavljanja poslije otkaza. Ova strategija se teorijski razmatra u teoriji obnavljanja. U održavanju ona se označava kao nulta strategija (strategija 0). Sve ostale strategije održavanja su složenije. Navešćemo nekoliko karakterističnih strategija za iznenađne otkaze.

Strategija 0: Korektivno obnavljanje poslije otkaza

Strategija 1: Preventivno obnavljanje u fiksnim periodičnim intervalima plus korektivno obnavljanje ukoliko u toku intervala dođe do otkaza. Ovo je kombinovano preventivno i korektivno obnavljanje. Na Slici 1 je predstavljen tok ove strategije održavanja na vremenskoj skali.

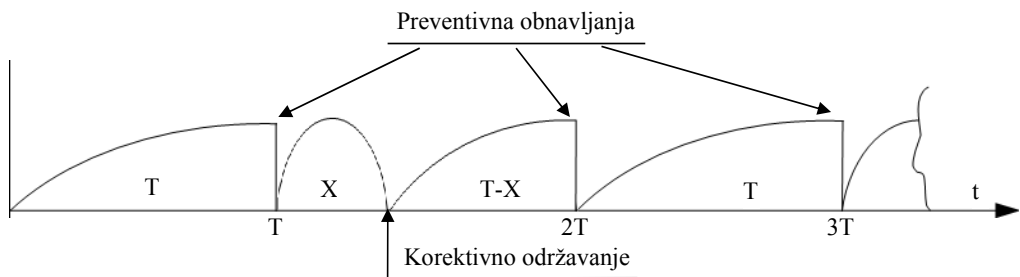


Slika 1. Strategija 1. – Kombinovano preventivno i korektivno obnavljanje

Kod ove strategije obnavljanja komponenta (korektivnim obnavljanjem) se koristi do isteka fiksnog vremena T određenog za preventivno obnavljanje.

Strategija 2: Preventivno obnavljanje se vrši u fiksnim vremenskim trenucima što se odnosi i na komponente koje su obnovljene korektivnim obnavljanjem.

Na Slici 2 je predstavljena strategija 2.



Slika 2. Strategija 2. – Preventivno obnavljanje u fiksnim periodima

Strategija 3: U fiksnim vremenskim intervalima izvode se preventivna obnavljanja, a otkazi koji eventualno nastaju unutar tih intervala otklanjaju se minimalnim opravkama.

Na ovaj način se može definisati najpovoljnija strategija održavanja za svaku vrstu tehničkog sistema i za različite uslove u kojim funkcionišu kao i kriterijume. Mogu se primjenjivati kombinovane strategije provjerom stanja (inspekcijom) i korektivnim i preventivnm obnavljanjem i opravkama.

Za postepene otkaze primjenjuju se strategije koje se zasnivaju na:

- održavanju prema stanju,
- održavanju prema pouzdanosti i
- održavanju na bazi troškova.

Održavanju prema stanju – postupci održavanja zavise od stanja tehničkog sistema, na osnovu pregleda, po utvrđenoj metodologiji. To znači da pregledi stanja treba da pruže tačne i pouzdane informacije o stanju tehničkog sistema, o eventualnim oštećenjima, znacima zamora ili pohabanosti ili drugim činiocima koji govore o vjerovatnom otkazu u narednom periodu rada, prije nego što dođe na red novi pregled. Ova koncepcija je efikasna i izaziva manje troškove održavanja i troškove životnog vijeka.

Održavanje po stanju se bira onda kada je stopa otkaza (kvara) konstantna i kad se želi sprovesti preventivno održavanje. Održavanje po stanju je zasnovano na sljedećim karakteristikama:

- plan održavanja se definiše na osnovu velikog broja parametara i podataka koji nam omogućavaju uvid u stanje tehničkog sistema i njegovih sastavnih dijelova, pri čemu se ne koriste statistički podaci;
- do relacije spomenutih parametara dolazi se zapažanjem koja se, između ostalog, mogu klasifikovati u 4 različita metodološka nivoa:
 - vizuelno – koristeći jednostavne instrumente (lampa, stroboskop, itd.),
 - kontrolom bez razaranja kod stabilne opreme kao što su rezervoari, cjevovodi, noseća čelična konstrukcija, itd. (ultrazvuk, X-zraci, itd.),
 - analiza vibracija (vibrometri, analizatori, itd.),
 - spektrofotometričke analize maziva radi određivanja sadržaja metala u mazivu (na taj način se dolazi do uvida u trošenje).

U odnosu na plan inspekcije, pri određivanju optimalnih učestalosti moraju se uzeti u obzir i sljedeće promjenljive:

- troškovi intervencije održavanja prije kvara,
- troškovi intervencije održavanja kod kvara,
- troškovi inspekcije,
- stopa kvara.

Zadatak službi u održavanju je da izvode, na operativan način, sljedeće operacije koje čine osnovu za definisanje održavanja po stanju:

- a) za svaku mašinu ili njenu komponentu, iz velikog broja stanja u kome se mogu naći, treba izdvojiti ono stanje koje odgovara procijenjenim tolerancijskim vrijednostima ispod kojih se smatra da mašina ne funkcioniše dobro, pa su zbog toga potrebne hitne planske intervencije; iznad te granice ne smatra se potrebnom ni jedna planska intervencija do sljedeće inspekcije ili servisa;
- b) odrediti parametre koji će omogućiti određivanje stanja ili komponente u sistemu;
- c) odrediti granične vrijednosti parametara koji će omogućiti procjenu definisanu pod tačkom a);
- d) odrediti metodu mjerenja određenih parametara, tj. odrediti tehnički način izvođenja inspekcija (servisa) i metode registracije i analize podataka.

Prema tome, a na osnovu svega napisanog, primijeniti održavanje po stanju na jednoj mašini (ili tehničkom sistemu), znači sljedeće:

- podacima prikazati relacije koje omogućavaju ocjenu da li se određeni element ili komponenta mašine može smatrati da je u dobrom stanju (prema definiciji pod a);
- izvesti plansku intervenciju održavanja (popravka ili zamjena) na određenim elementima,
- izvesti i hitnu intervenciju na elementima koji su u kvaru, a koji su doveli do kvara mašine.

Znači, potrebno je odrediti jedan kratak period u kome se očekuje kvar (pojava trenda), u kome se mora izvesti preventivno održavanje zasnovano na dijagnostičkim procesima, pri čemu se omogućava određivanje stanja svakog elementa u tom tehničkom sistemu.

Održavanju prema pouzdanosti (OPP) je metodologija zasnovana na postavkama teorije pouzdanosti i sistemskim naukama u cjelini. Održavanje je zasnovano na poznavanju karakteristika pouzdanosti, na osnovu koje se vrši prognoza budućih stanja, odnosno predviđa pojava otkaza. Na ovoj osnovi se donose odluke o postupcima preventivnog održavanja koje treba sprovesti u određenim trenucima vremena, kako bi se sprečila iznenadna pojava otkaza, a time i odgovarajući zastoji, dodatni troškovi, a možda i veće havarije. U ovom okviru se analiziraju i nužni postupci korektivnog održavanja, i to kako oni za kojima se ukaže potreba tokom redovnih pregleda stanja, tako i oni koji moraju da se obave zbog pojave otkaza između propisanih, odnosno redovnih pregleda stanja.

Osnovni ciljevi i metode metodologije OPP su:

- Obezbjedenje pouzdanosti i bezbjednosti postrojenja, odnosno objekta koji se održava na nivou koji odgovara njegovim ugrađenim svojstvima (odnosi se na uspješnost konstrukcije i kvaliteta izrade);
- U slučaju pojave otkaza, kvara ili bilo kakve funkcionalne greške, vraćanje postrojenja na prethodni nivo pouzdanosti i bezbjednosti;
- Dobijanje informacija nužnih za poboljšanje konstrukcije, odnosno za poboljšanje onih elemenata čija je inherentna (svojstvena) pouzdanost nedovoljna i
- Ostvarivanje svih onih zadataka uz što manje troškove, podrazumijevajući i troškove održavanja i troškove posljedica otkaza koje se ne mogu otkloniti.

Metodologija održavanja prema pouzdanosti se dosta koristi u mnogim oblastima industrije i privrede, i to posebno za proizvodne ili druge tehničke sisteme u kojima se ne traži samo visoka efektivnost, već i visoka svojstva bezbjednosti (sigurnosti) i zaštite okoline. Tipični primjeri su energetska postrojenja, složeni sistemi procesne industrije i postrojenja koja utiču na čovjekovu okolinu, složeni sistemi saobraćaja i transporta itd.

Održavanje na bazi troškova se rijetko primjenjuje ali postoje situacije kada tekući troškovi održavanja mogu biti prihvatljiv parametar stanja sistema. To može biti slučaj ako se održava veći broj mašina istog tipa pa se odredi limit troškova održavanja do koga postoji ekonomska opravdanost za opravke sistema. Kad dođe do prekoračenja tog limita vrši se obnavljanje

sistema. Na ovaj način se na bazi troškova određuje ekonomski optimalan vijek trajanja sistema koji se održava.

Postepeni otkazi se za razliku od iznenadnih mogu prepoznati tokom pregleda stanja sistema (inspekcija). Oni nastaju kao posledica zamora materijala, habanja, korozije i sl.

Njih je moguće predvidjeti dijagnostikom i na taj način spriječiti nastajanje iznenadnog otkaza. Kod postepenih otkaza moguća su tri stanja sistema:

- 1) Ispravno stanje
- 2) Neispravno stanje (predotkazno stanje)
- 3) Stanje otkaza

U slučaju neispravnog stanja sistema parametri sistema se nalaze u granicama tolerancije koje omogućuju radnu sposobnost sistema ali prelaze određene granice upozorenja koje znače da može doći do iznenadnog otkaza. To je predotkazno stanje sistema.

3. ZAKLJUČAK

Značaj održavanja sredstava za rad u proizvodnim sistemima je veliki. Ono direktno utiče na osnovne faktore proizvodnje i može vrlo povoljno uticati (ako se dobro sprovodi) na postizanje pozitivnih poslovnih rezultata. Dobro sprovedeno održavanje, odnosno dobro izabrana strategija održavanja, direktno utiče na smanjenje troškova proizvodnje i poslovanja. Zastoji usljed neispravnosti narušavaju tehnološki proces proizvodnje a isto tako utiču i na ekonomiku proizvodnje proporcionalno sa vremenom zastoja i sredstvima uložnim za otklanjanje kvarova. Zbog toga održavanje zahtjeva prije svega adekvatno izabranu strategiju održavanja, te racionalnu organizaciju održavanja dobro opremljenu sredstvima i ljudima.

4. REFERENCE

- [1] Adamović, Ž., Bešić, C.: Održavanje tehničkih sistema, Akademija inženjerstva održavanja Srbije, Društvo za tehničku dijagnostiku Srbije, Želid Beograd, 2008.,
- [2] Brdarević, S.: Održavanje sredstava za rad, Univerzitet u Sarajevu – Mašinski fakultet u Zenici, Zenica, 1993.,
- [3] Bulatović, M.: Održavanje i efektivnost tehničkih sistema, Univerzitet Crne Gore – Mašinski fakultet u Podgorici, Podgorica, 2007.,
- [4] Gross, J.: Fundamentals of preventive maintenance, AMACON (American Management Association), 2002.,
- [5] Minić, S., Arsenić, Ž.: Modeli održavanja tehničkih sistema, Vojnoizdavački zavod, Beograd, 1998.,
- [6] Palmer, R.: Maintenance Planning ang Scheduling Handbuk, McGraw-Hill eBook, 2006.,
- [7] Vasić, B. i drugi.: Održavanje tehničkih sistema, Istraživanje i projektovanje za privredu, Institut za istraživanja i projektovanja u privredi, Beograd, 2006.

