

**Dragiša Tolmač  
Slavica Prvulović**

# **REMONT TEHNIČKIH SISTEMA**

**Univerzitet u Novom Sadu  
Tehnički Fakultet "Mihajlo Pupin"  
Zrenjanin, 2000.**

**Dragiša Tolmač**  
**Slavica Prvulović**

---

## **REMONT TEHNIČKIH SISTEMA**

Recenzenti :

Prof. dr Živoslav Adamović, dipl. inž.

Prof. dr Miroslav Lambić, dipl. inž.

Izdavač :

Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin

Izdavač :

Univerzitet u Novom Sadu

Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin

Urednik :

Doc. dr Dragiša Tolmač, dipl. inž.

Lektor:

Dragana Tolmač

Obrada teksta na računaru :

Milan Nikolić, dipl. inž.

ISBN 86-80711-59-4

Tiraž : 100 primeraka

Štampa: "Grafopanonija", Zrenjanin

---

Odlukom Nastavno – naučnog Veća Tehničkog fakulteta "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, Univerziteta u Novom Sadu, ova publikacija se štampa kao fakultetski udžbenik.

# SADRŽAJ

PREDGOVOR

UVOD

1. ODRŽAVANJE U MODERNOJ TEHNOLOGIJI, ZNAČAJ I ZADACI FUNKCIJE ODRŽAVANJA	7
Sistem održavanja	12
2. ODRŽAVANJE I PROIZVODNI SISTEMI	14
3. POUZDANOST SISTEMA	22
Raspoloživost komponenti i sistema	24
Raspoloživost, efikasnost i njen proračun	24
Preventivne zamene	25
Zamena kod konstantne trajnosti	25
Zamena kod konstantnog datuma	26
4. ORGANIZOVANJE PROCESA ODRŽAVANJA I REMONTA TEHNIČKIH SISTEMA	27
Organizacija funkcije održavanja	28
Organizacija procesa održavanja	29
Organizovanje tehničke pripreme održavanja	30
Organizovanje operativne pripreme održavanja	30
Organizovanje preventivnog održavanja	31
Organizacija investicionog održavanja	31
5. PLANIRANJE I UPRAVLJANJE ODRŽAVANJEM I REMONTOM TEHNIČKIH SISTEMA	32
Integralna systemska podrška	33
6. PRISTUP ODRŽAVANJU I REMONTU TEHNIČKIH SISTEMA	36
Efikasnost održavanja – remonta tehničkih sistema	37
7. TEHNOLOGIJA ODRŽAVANJA I REMONT TEHNIČKIH SISTEMA	38
Tehnologija održavanja	38
8. PREVENTIVNE PERIODIČNE OPRAVKE I REMONT	

TEHNIČKIH SISTEMA	41
9. INFORMACIONI SISTEMI U FUNKCIJI ODRŽAVANJA	43
Cilj i struktura informacionog sistema održavanja	43
Izvorni podaci	45
Nosioci podataka	45
Informacioni sistem preventivnog održavanja	48
Informacioni sistem tekućeg održavanja	50
Informacioni sistem investicionog održavanja	51
LITERATURA	53

## PREDGOVOR

Sadašnja usporena tendencija razvoja, porast cena sirovina, stalno prisutna potreba u boljem i dužem korišćenju dobara (smanjenjem oštećenja), sve su to činioci koji održavanju daju jedno od važnijih mesta u sistemu preduzeća.

Vreme kada je održavanje tehničkih sistema bilo prikazivano isključivo kao mesto troškova, jedva prihvatljivo od rukovodstva preduzeća, spada u prošlost ovog područja. Konstantan porast stepena povezivanja i automatizacije tehnološko tehnoloških sistema i porast fiksnih troškova proizvodnje, uzrokovali su da problematika kapaciteta opreme – mašina i aparata, kao i održavanje za vreme veka trajanja, dobije sve veću važnost.

Problemi vezani za modernizaciju – remont tehničkih sistema, za pouzdanost i efikasnost, za optimizaciju načina održavanja spadaju istovremeno među najprivlačnije i najteže probleme koji se mogu naći pred projektantom tehnološko – tehničkih sistema.

Ova publikacija predstavlja težnju za sistemskom modernizacijom načina proučavanja i iskustava koja se odnose na datu problematiku. Ovde iznetu materiju treba shvatiti samo kao doprinos razvoju teorije i prakse. To je pokušaj jedinstvenog prilaza problemu, prikaz konkretnih iskustava i skup predloga i hipoteza za one kojima su potrebni sažeti pojmovi i znanje iz različitih područja. Sa tog stanovišta knjiga je namenjena svima koji rade na području održavanja i projektovanja, a posebno za potrebe studenta specijalističkih i magistarskih studija tehničkih fakulteta.

U Zrenjaninu  
10. 01. 2000.

Autori

## UVOD

Sve veći zahtevi u pogledu nivoa radnih i izlaznih karakteristika sistema i potrebe humanizacije rada zahtevaju: razvoj i visok stepen integracije tokova materijala, informacija i energije; složenije strukture tehnoloških sistema; povišenje stepena automatizacije procesa rada i održavanja.

Za vreme procesa eksploatacije, tehnološko – tehnički sistemi su izloženi uslovima habanja i starenja. Tako dolazi do promene njihovih radnih sposobnosti. U tom slučaju održavanje treba da preduzme neophodne mere u cilju očuvanja radne sposobnosti tehničkog sistema.

Održavanje je tehnološko tehnička celina, kao deo procesa proizvodnje. Sastoji se od tehničkih, tehnoloških, organizacionih, ekonomskih i drugih aktivnosti koje treba sprovoditi u toku procesa eksploatacije, tj. u toku životnog ciklusa određenog tehničkog sistema. Održavanje je funkcija od posebnog značaja u preduzeću zbog raznovrsnosti tehničkih sistema koji se održavaju, troškova i zahteva proizvodnih planova i planova usluga i sve složenijih tehnologija u procesima održavanja.

Posmatrajući održavanje kao disciplinu sa klasičnim zakonitostima, sa sadržajem koji je stekao mnogo teorija i iskustava, može se govoriti o posebnoj naučnoj disciplini koja se sve više izučava – to je nauka o održavanju.

Materija obrađena u ovoj knjizi odnosi se na : (1) Održavanje u modernoj tehnologiji i značaj funkcije održavanja, (2) Održavanje i proizvodni sistemi, (3) Pouzdanost sistema, (4) Organizovanje procesa održavanja i remonta tehničkih sistema, (5) Planiranje i upravljanje održavanjem i remontom tehničkih sistema, (6) Pristup održavanju i remontu tehničkih sistema, (7) Tehnologija održavanja i remont tehničkih sistema, (8) Preventivne periodične opravke i remont tehničkih sistema, (9) Informacioni sistem u funkciji održavanja.

Pojedina poglavlja su obrađena samo koliko je neophodno za njihovo razumevanje, tj. naznačeni su određeni elementi i pravci delovanja. Neka poglavlja su detaljno razrađena s obzirom na njihovu važnost u sistemu održavanja, sve sa ciljem da se sagleda mesto održavanja – remonta tehničkih sistema u okviru tehničkih nauka, i da se učini doprinos proučavanju održavanja tehnološko – tehničkih sistema na fakultetima i privredi.

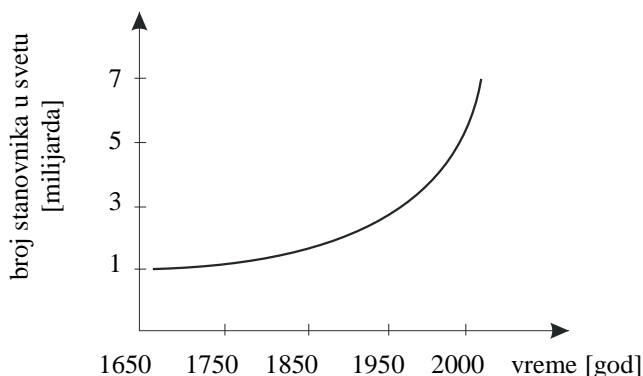
## 1. ODRŽAVANJE U MODERNOJ TEHNOLOGIJI, ZNAČAJ I ZADACI FUNKCIJE ODRŽAVANJA<sup>(1)</sup>

Održavanje je funkcija u preduzeću čija je nadležnost "konstantna kontrola nad postrojenjima i vršenje određene popravke i revizije, čime se omogućava stalna funkcijska sposobnost i očuvanje proizvodnih postrojenja, pomoćnih postrojenja i ostale opreme". ( kongres OCDE iz 1963. ), [2].

Pre nego se započne dublje sagledavanje funkcije održavanja u sistemu preduzeća, smatramo korisnim da tu funkciju prikažemo i u širem smislu – uopšte u društvu.

Analizirajmo neke od ovih fenomena :

Broj od 3,6 milijardi stanovnika u svetu u 1970-toj godini porastom 2% godišnje udvostručuje se prema proceni za oko 33 godine, slika 1.1, dok svetska industrijska proizvodnja beleži porast od 7% godišnje.

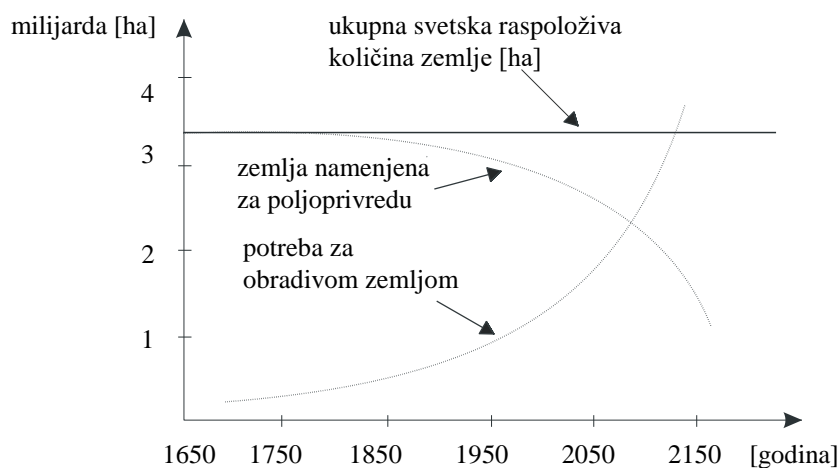


Sl. 1.1 - Porast broja stanovnika

Nasuprot tome izvori koji stoje na raspolaganju čoveku nisu neograničeni. Ako se uzme u obzir da je zemlja obrađena na oko 1,6 milijardi hektara<sup>(2)</sup>, čak i uz porast proizvodnje ( ali i porast stanovništva posle 2000. godine ) – može se očekivati kriza u količini hrane , slika 1.2.

<sup>(1)</sup> Baldin, A.: Priručnik za održavanje industrijskih sistema, OMO, Beograd, 1979.

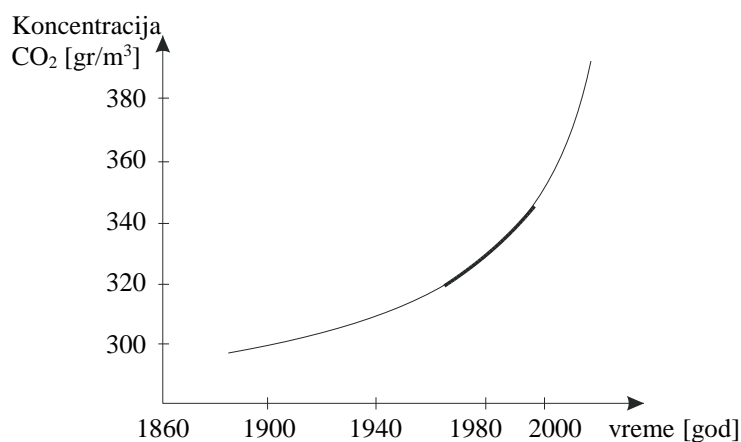
<sup>(2)</sup> Isto tako velika površina  $\approx$  1,6 milijardi, nije iskorištena jer se smatra neekonomičnom.



Sl.1.2 – Potreba i mogućnost korišćenja zemlje u poljoprivredi. Površina obradive zemlje se smanjuje zbog industrijske i urbane potrebe.

Ništa bolja situacija nije ni sa sirovinama, uzevši u obzir čak i rezerve, koje su pet puta veće od nama poznatih, jer bi one bile potrošene za 50 – 100 godina, [2] .

Na primer, prema poznatim podacima  $CO_2$  raste u atmosferi eksponencijalno sa 0,2% godišnje kao posledica sagorevanja uglja, tečnih i gasovitih goriva potrebnih za proizvodnju energije ( a i potrošnja energije raste sa 1,3% godišnje ), slika 1.3.



Sl.1.3 - Porast koncentracije  $CO_2$  u atmosferi zbog upotrebe fosilnih goriva



Uzimajući u obzir da je površina zemlje ograničena (slika 1.2.) čovečanstvu ostaje jedini izbor u "održavanju" sadašnjeg broja stanovnika, "konzerviranju" sirovina, njihovim obrtanjem i ograničenoj proizvodnji potrošnih dobara.

Ekonomska aktivnost društva, nužna za povećanje prihoda po stanovniku treba da bude usmerena prema davanju usluga naročito u davanju usluga (prosveta, zdravstvo) ali i prema istraživanju boljeg korišćenja rezultata rada (zbog ograničenog izvora sirovina), prema korišćenju sunčeve energije (kao zamene za tradicionalna goriva) i prema izradi proizvoda koji se lako popravljaju i duže upotrebljavaju. Može se dakle, reći – sa punim pravom zaključiti da je održavanje jedan od temeljnih elemenata za harmoničan razvoj društva.

Među različitim aktivnostima koje prate proizvodnju, održavanje ima veliki značaj jer se odnosi na mašine u svim pogonima proizvodnje i na svim tehničkim i tehnološkim nivoima. Kao posledica toga javlja se potreba za preventivnim tekućim održavanjem.

U početku industrijskog razvoja, koji je počeo pre otprilike, 200 godina kada je pronađena parna mašina, funkcija održavanja u smislu prevencije nije ni postojala. Sve intervencije izvodile su se kada je kvar već nastao, tj. bile su "bitne". Ponekad su popravke vršili rukovodioci termičkih centrala (to su bile kotlarnice sa dimnim cevima...).

Vremenom pored "kotlarnice", razvile su se i mehaničke radionice koje su intervenisale na poziv radnika iz proizvodnih pogona. Održavanje je posmatrano sa aspekta aktivnosti opštih usluga.

Mi se sa tim ne slažemo, i smatramo da održavanje mora biti jedinstveno u jednom vremenu i prostoru.

Tako u okviru održavanja postoji : mašinsko – održavanje, elektro – održavanje, održavanje instrumenata i automatike, građevinsko – održavanje.

Ranije zapostavljeni problemi jesu i održavanje mašinskog parka (mašinsko – tehničke opreme) u ispravnom stanju. Ovaj zahtev je logična posledica postojećih činilaca :

1. Visoka početna cena koštanja postrojenja (proizvodnja mašinsko – tehničke opreme)
2. Negativan odraz na proizvodnju, uzrokovan otkazima postrojenja u proizvodnom ciklusu
3. Visok stepen kvantiteta mehanizma i automatizma mašinske opreme, elektro opreme i slično (Tabela 1.)

*Tabela 1.-Priroda sistema i vreme za dijagnozu i popravku*

Priroda sistema	Vreme za dijagnozu [%]	Vreme za popravku [%]
Elektronski	90	10
Električni	60	40
Hidraulički	20	80
Mehanički	10	90

Od održavanja, u modernom smislu, počinje se govoriti (bar u Italiji) nakon posleratne obnove pedesetih godina. U održavanju se shvata da nije potreban samo popravak, kad je kvar već nastupio već ga treba i predvideti : rađa se preventivno održavanje (PO).

U međuvremenu se razvija elektronska industrija, avio – industrija, svemirska industrija, koje zbog svog karaktera zahtevaju da ključni elementi budu komplikovani.

I kao što je poznato, proučavanje pouzdanosti elektronskih komponenata bilo je jedan od najvažnijih elemenata u razvoju za vreme drugog svetskog rata, poznatih nemačkih raketa V-1.

Tabela 2. pokazuje kako troškovi zastoja aviona sa porastom njihove složenosti i sklonosti kvarovima rastu brže od troškova održavanja. Odavde je vidljiva nužnost smanjenja zastoja radi održavanja.

*Tabela 2.-Priroda sistema i troškovi zastoja i održavanja*

Tip aviona	Troškovi zastoja po satu leta (A)	Troškovi radne snage održavanja po satu leta (B)	Odnos (A/B)
Lokid Elektra	8	16	0,5
Boing	38	20	1,9
Daglas DC – 10	66	26	2,4
Boing 747	125	39	3,2

U razvijenim zemljama rađa se "Condition Based Maintenance", to su intervencije (bazirane) zasnovane ne više na vreme rada sredstava , nego na njihovo stanje i na pouzdanost njihovog sistema, [2].

Jedno dobro ili loše organizovano održavanje može uticati sa svojim troškovima na iznos čistog prihoda, ne računajući, naravno, na troškove vezane za zastoj proizvodnje ili pad kvaliteta, koji mogu biti mnogo veći.

Ciljevi službe održavanja su sledeći:

1. Svesti na minimum troškove zbog zastoja uzrokovanih neplanskim kvarovima.

2. Ograničiti zastarevanje mašinske opreme, čija je posledica loš kvalitet proizvoda i škart.
3. Organizovati pružanje pomoći na bazi vlastitih iskustava, namenjenih svim zainteresovanima za održavanje i upravljanje sredstvima rada.

Aktivnosti koje održavanje mora obavljati, da bi se postigli gore pomenuti ciljevi, su :

1. Izvoditi specijalne, preventivne intervencije na sredstvima i opremi, za otklanjanje kvarova, slabih mesta za izvođenje rekonstrukcije i za vraćanje sistema u prvobitno stanje.
2. Formirati podesnu organizaciju pripreme rada (operativna i tehnička priprema održavanja), predvideti vreme i potreban materijal, planirati izvođenje radova održavanja.
3. Ostvarivati saradnju sa spoljnim preduzećima (kooperantima) kojima se mogu poveriti određeni radovi održavanja zbog specifičnosti koji ne ulaze u delokrug održavanja ; uz stalno praćenje kvaliteta radova.
4. Stalno se angažovati na tehničkim poboljšanjima sopstvenih sredstava (mašina i oprema).
5. Negovati i unapređivati tehnički nivo vlastite radne snage.
6. Stalno sarađivati sa stručnjacima određenih oblasti ; zavodi, fakulteti i dr.
7. Definirati količine rezervnih delova iz uvoza, pratiti nivo zaliha na skladištu.
8. Voditi evidenciju događaja i datuma vezanih za prirodu, učestalost i troškove intervencija izvođenih na pojedinim sredstvima za rad.

Na osnovu svega može se zaključiti da odgovorni u službi održavanja u cilju uspešnosti moraju razrešiti sledeće probleme :

1. Odrediti vrste radova održavanja koje treba izvoditi.
2. Optimalno dimenzionirati mašinske i ručne kapacitete za održavanje.
3. Odlučiti o radovima koji će se dati drugima, uzimajući u obzir propise o ugovorenim obavezama.
4. Odrediti na osnovu količine podataka karakter i kvalitet rezervnih delova i materijala.
5. Odrediti potrebu i u kojoj meri izvoditi preventivno održavanje.

Osvrnuvši se na istoriju održavanja, uzeli smo u obzir i jednu njegovu manu : nije ređeno po preciznom naučnom projektu, nego je postepeno počeo da mu se priznaje status kao funkcije koja utiče na rezultate preduzeća.

Danas su svi saglasni da je mesto održavanja u funkcionisanju proizvodnje ; isto kao što su istraživanje i razvoj.

Održavanje nije više pomoćna delatnost sa pravima samo do nivoa poslovođe, nego je to na nivou rukovodstva ili čak na nivou poslovodstva (poslovnih organa).

[ II Evropski kongres o održavanju (Pariz 1974.), H.I.Marx]:

"Srednja preduzeća troše za održavanje milion maraka godišnje, a prema podacima iz Nemačke troši se godišnje 30 – 40 milijardi maraka što je jednako 1/3 godišnjeg federalnog budžeta."

"Štednja se ne postiže podcenjivanjem važnosti održavanja ili ukidanjem nekih intervencija".

Veoma važna i nezamenjiva, jeste funkcija održavanja u upravljanju rezervnim delovima, i prema tome u određivanju skladišne zalihe i njegovom uređenju. Ono ima ili bar treba da ima, na raspolaganju ove informacije: istorijat sredstava za rad i plan radova koji treba da se izvode. Održavanje mora imati odnose i sa funkcijom planiranja. Neophodno je da u održavanju postoje "planovi za duža razdoblja" (obično pet godina) dostavljeni od strane proizvodnje, da bi se tako oformili vlastiti planovi i resursi.

U trci za što većom efikasnošću (Taylor), vrlo često se zaboravlja da se efikasnost održava jakim naporom volje ljudi, loji imaju i svoje probleme, ponekad potpuno različite od onih u fabrici, a često i van nje.

Možemo, dakle, zaključiti: Održavanje mora imati sopstvene strategije uklopljene u strategiju preduzeća; ne treba dozvoliti odlučivanje po osećaju, dajući iskustvu preveliku važnost ; potrebno je osloniti se na podatke i činjenice koje su na raspolaganju, a kao cilj mora uvek biti optimizacija rezultata fabrike.

Održavanje sredstava za rad, kao elementarni proces proizvodnog sistema, definiše se kao stalna kontrola nad sredstvima za rad, kao i vršenje određenih popravki i preventivnih radnji, čiji je cilj stalno funkcionalno osposobljavanje i čuvanje proizvodne opreme.

Tehnički sistemi za proizvodnju se sve više mehanizuju i automatizuju, što znači da moraju da rade što pouzdanije. Zato se naglo širi pojam održavanja, pri čemu se može reći da je održavanje proces koji omogućava upravljanje tehničkim stanjem i pouzdanošću u toku čitavog životnog ciklusa sistema.

Ciljevi održavanja, između ostalog, zalaze i u sferu ekonomije poslovanja, pa se iskazuju u vidu racionalizacije i načelno su merljivi.

### **Sistem održavanja**

Pod koncepcijom sistema održavanja podrazumeva se princip donošenja odluka, o vremenu u kojem treba da se sprovedu postupci (skup aktivnosti) održavanja. U ovom pogledu postoje osnovne mogućnosti: preventivno,

korektivno i kombinovano održavanje. Kod preventivnog održavanja potrebni postupci se sprovode pre nego što dođe do pojave otkaza, a kod korektivnog pošto se otkaz već pojavi. Postupci održavanja mogu se definisati kao one aktivnosti koje se sprovode na tehničkom sistemu da ne bi došlo do otkaza – pregled , zamena delova i dr.

Pod pojmom "konceptija sistema održavanja" podrazumeva se obeležje sistema koje zavisi od principa na osnovu koga se donose odluke o sprovođenju postupka održavanja. Osnovne konceptijske mogućnosti su: preventivno, korektivno i kombinovano održavanje.

"Organizacija sistema održavanja" definiše odnose koji postoje između pojedinih nivoa, odnosno mesta – radionica, u kojima se sprovode postupci održavanja. Organizacija sistema održavanja neposredno utiče i na sistem snabdevanja rezervnim delovima i drugim materijalima.

Prema [9], "Tehnologija održavanja" definiše postupke održavanja i način sprovođenja postupaka održavanja. Tehnologijom održavanja određuje se na koji način postupak treba da se obavi, sa kojim alatom, kojim redosledom u kom vremenu. Ovo se odnosi na svaki nivo održavanja posebno, a i na sve predviđene postupke održavanja:

- osnovno održavanje od strane rukovaoca,
- preventivni periodični pregledi,
- podmazivanje,
- tehnička dijagnostika,
- preventivne zamene delova,
- traženje i otklanjanje slabih mesta,
- preventivne periodične opravke.

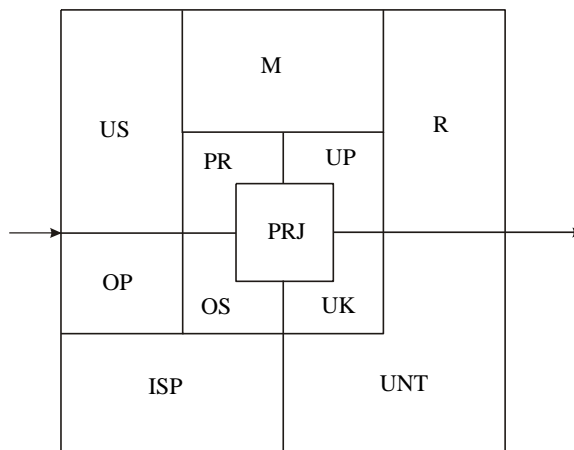
## 2. ODRŽAVANJE I PROIZVODNI SISTEMI<sup>(1)</sup>

Održavanje je deo celine proizvodnog sistema. U daljem izlaganju dati su osnovni elementi i struktura sistema, koji na izvestan način ukazuju na mesto i ulogu održavanja u proizvodnom sistemu.

1. Proizvodni sistem jedne organizacije čine podsistemi, kao što su:
  - Obradni sistemi
  - Transportni sistemi
  - Sistem skladišta.
  
2. Proizvodnu strukturu i ostale strukture radnog sistema čine sledeći podsistemi:
  - PR – priprema rada
  - UP – upravljanje proizvodnjom
  - UK – upravljanje kvalitetom
  - OS – održavanje sistema
  - PRJ – proizvodne radne jedinice
  - US – upravljanje sistemom
  - M – marketing
  - R – razvoj
  - UNT – upravljanje novčanim tokovima
  - ISP – integralna sistemska podrška
  - OP – opšti poslovi
  
3. Grafički prikaz proizvodne strukture radnog sistema i ostale strukture radnog sistema dat je na slici 2.1.

---

<sup>(1)</sup> Lambić, M.: Inženjerstvo i inovacije, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, 1995.  
Tolmač, D.: Projektovanje tehnološko tehničkih sistema, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, 1999.  
Adamović, Ž.i dr.: Logistika održavanja tehničkih sistema, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, 1999.



Sl. 2.1 - Grafički prikaz strukture radnog sistema

4. Zadatak proizvodnih odeljenja je da na osnovu:
  - tehničke dokumentacije
  - redosleda diktiranog dokumentacijom operative pripreme i tehnologije
  - sredstava koja su im određenaneposredno, kvalitetno i tačno na vreme izvrše izradu proizvoda i predaju ih magacinu gotove robe.
5. U okviru organizacije tehnološkog procesa, u proizvodnji, postavljaju se sledeći zadaci:
  - raspored poslova po radnim mestima,
  - raspored radnika po radnim mestima,
  - održavanje ritma proizvodnje
  - obezbeđenje kvaliteta proizvodnje,
  - obezbeđenje ekonomičnosti trošenja u proizvodnji,
  - organizacija unutrašnjeg transporta i
  - operativna evidencija: brojno stanje radnika, rezultata proizvodnje, utrošak rada i materijala.
6. Aktivnosti koje se obavljaju u vezi sa organizacijom rada u skladištima su:
  - naručivanje materijala za skladište,
  - verifikacija opreme,
  - skladištenje i zaštita materijala,
  - selekcija i
  - izdavanje materijala.

7. Definicija kvaliteta proizvoda: kvalitet proizvoda je jedno od najznačajnijih obeležja proizvoda.

*kvalitet proizvoda → cilj industrijskih proizvoda → garancija uspešnosti i plasmana proizvoda na tržištu.*

8. Osnovna obeležja statističke kontrole kvaliteta su:

- Aritmetička sredina  $\bar{x}$ , merene veličine,
- Standardna devijacija  $\sigma$ ,
- (N) (n) broj uzoraka,

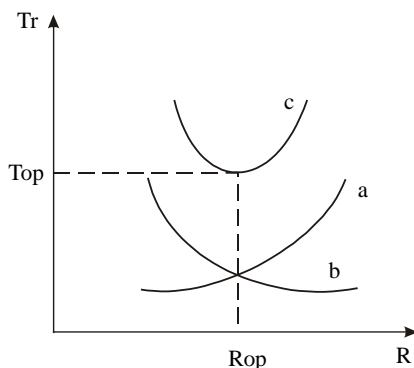
$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i x_i}{\sum_{i=1}^n f_i} \quad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_i (x_i - \bar{x})^2}{\sum_{i=1}^n f_i}}$$

$f_i$  – učestalost pojave određene vrednosti (frekvencija)

9. Suština statističke metode praćenja procesa je da ustanovi granice prirodnog rasipanja i prati pojavljivanje značajnijih odstupaja u procesu.
10. Po zakonu koji štiti prava industrijske svojine, obično se daje klasifikacija tehničkih inovacija:  
*Patent* – je zakonom zaštićen pronalazak ili inovacija.  
*Tehničko unapređenje* – predstavlja novu tehničku kombinaciju postojećih znanja i daje nove tehničke mogućnosti.  
*Racionalizacija* – označava tehničke, ekonomske i organizacione mere, koje kao posledicu imaju smanjenje utrošaka materijala, vremena i energije, [14].
11. Terotehnologija predstavlja jednu sistemsku koncepciju, jedno kompleksno grupisanje resursa: ljudi, novca, mašina i materijala, sve u cilju uspešnije eksploatacije mašina, [1].
12. Pri donošenju odluke o nabavci sredstava, predhodno je potrebno ispoštovati celu proceduru oko investicija. Za pravilnu upotrebu sredstava neophodno je, pri nabavci i ugovaranju, obezbediti sledeće:
- Uputstva za montažu i uputstva za rad,
  - Uputstva za održavanje i
  - Spiskove potrebnih rezervnih delova.



13. Kontrolni pregledi funkcionalnosti mašine imaju za cilj otkrivanje slabih mesta i prikupljanje informacija o elementima mašine u cilju sprovođenja preventivnog održavanja.
14. Kada je sredstvo za proizvodnju na kraju fizičkog ili ekonomskog veka trajanja, potrebno je doneti odluku o tom sredstvu. Moguće varijante su:
  - Remont sredstva,
  - Zamena tog sredstva novim i
  - Isključivanje tog sredstva iz proizvodnje.
15. Pouzdanost i cena sistema su uzajamno zavisni. Ta zavisnost se može prikazati grafički, slika 2.2.



Sl.2.2 – Odnos pouzdanosti ( $R$ ) i troškova ( $Tr$ )

Opšti cilj ne može da bude povećanje efikasnosti po svaku cenu. Nepouzdanost sistema košta, prekomerno povećanje pouzdanosti predstavlja rasipanje vremena, energije i sirovina.

a – porast troškova zbog nastojanja da se poveća pouzdanost.

b – smanjenje troškova eksploatacije zahvaljujući višem nivou pouzdanosti.

16. Efektivnost sistema je verovatnoća da će sistem funkcionisati na projektovan način za vreme upotrebe.

Efektivnost se definiše kao funkcija sledećih elemenata:

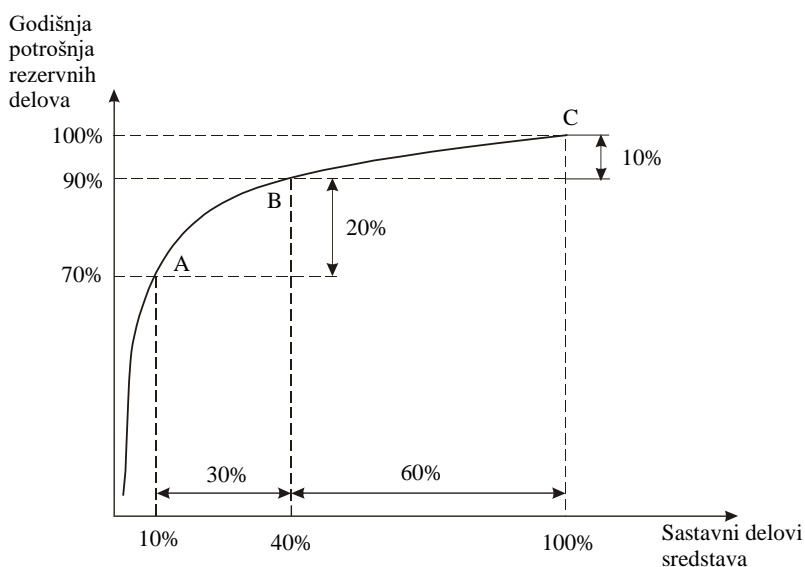
$$E = f(P, P_v, P_g, \dots)$$

$P$  – bezotkaznost,

$P_v$  – popravljivost,

$P_g$  – spremnost za rad.

17. Tri osnovna cilja službe održavanja su:
1. Svesti na minimum troškove zbog zastoja uzrokovanih neplanskim kvarovima.
  2. Ograničiti zastarevanje mašinske opreme, čija je posledica loš kvalitet proizvoda i škart.
  3. Organizovati pružanje pomoći na bazi vlastitih iskustava, namenjena svim zainteresovanim za održavanje i upravljanje sredstvima za rad.
18. Aktivnosti koje održavanje mora obavljati da bi se postigli gore pomenuti ciljevi (17) su:
- Izvoditi specijalne, preventivne intervencije na sredstvima i opremi za otklanjanje kvarova.
  - Formirati podesnu organizaciju pripreme rada (operativna i tehnološka priprema), predvideti vreme i potreban materijal, planirati izvođenje radova održavanja.
  - Ostvariti saradnju sa spoljnim preduzećima (kooperantima).
  - Stalno se angažovati na tehničkom poboljšanju sopstvenih sredstava – opreme.
  - Negovati i unapređivati tehnički nivo vlastite radne snage.
  - Stalno saradivati sa stručnjacima određenih oblasti, fakulteti i dr.
  - Definirati količine rezervnih delova iz uvoza, pratiti nivo zaliha u skladištu.
  - Voditi evidenciju o kvarovima i troškovima na sredstvima rada.
19. Na osnovu svega (17, 18), može se zaključiti da odgovorni u službi održavanja u cilju uspešnosti moraju rešiti sledeće probleme:
- Odrediti vrste radova održavanja koje treba izvoditi.
  - Optimalno dimenzionisati mašinske i ručne kapacitete.
  - Odlučiti o radovima koje će dati drugima, uzimajući u obzir propise o ugovorenim obavezama.
  - Odrediti količine i kvalitet rezervnih delova i materijala.
  - Odrediti potrebu u kojoj meri izvoditi preventivno održavanje.
20. Veoma važna i nezamenjiva jeste funkcija održavanja u upravljanju rezervnim delovima. Intenzitet zahteva za rezervnim delovima, u tom smislu, zavisi od godišnje potrebe delova. Godišnja potrošnja rezervnih delova može se objasniti pomoću ABC – dijagrama ili po “Pareto” zakonu, slika 2.3.



Sl.2.3 – ABC dijagram

Prihvata se kao princip da oko 10% sastavnih delova sredstava, čini njihovu godišnju potrebu od 70% od ukupnih potreba (tačka A).

Iz ovog proizilazi da veliki broj sastavnih delova mašina ima vrlo malu godišnju potrošnju, dok jedan mali broj istih ima najveću potrošnju.

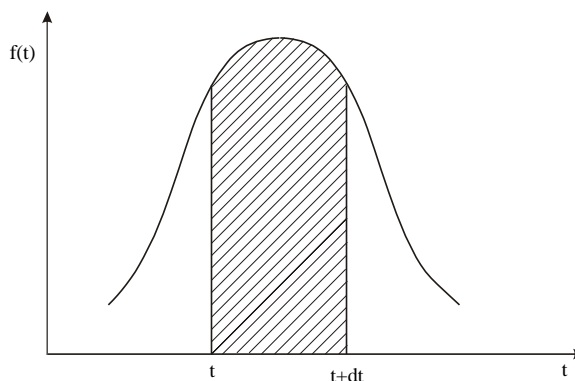
Najveća godišnja vrednost u (din.), npr. 70% odnosi se na sasvim mali broj delova 10%.

21. Pouzdanost je verovatnoća da element deluje bez kvara jedno određeno vreme ( $t$ ) u određenim uslovima okoline, [3].

$t$  – vreme do kvara jednog elementa (slučajna varijabla)

$f(t)$  – funkcija verovatnoće da se element razbije u vremenu  $t$  ili u svojoj infinitenzimalnoj okolini  $f(t)dt$ , slika 2.4.

Ako je  $\int_0^{\infty} f(t) dt = 1$ , to znači da svaki element u određenom vremenu završava kvarom.



Sl. 2.4 – Funkcija verovatnoće

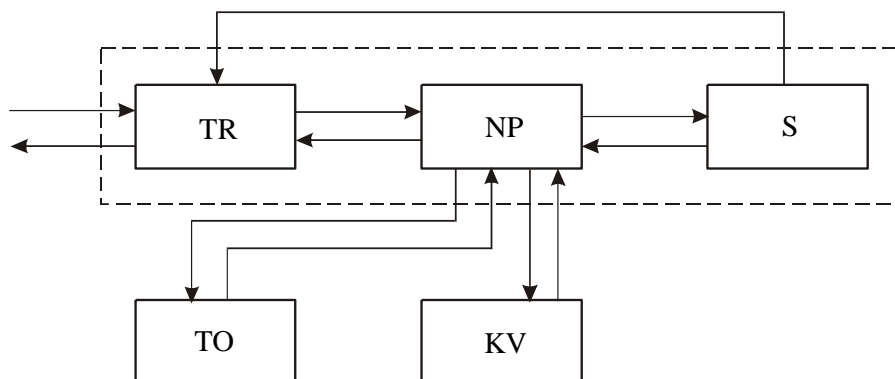
Verovatnoća da se element pokvari u vremenu  $t$ , ili ranije data je relacijom:

$$F(t) = \int_0^t f(t)dt$$

Pouzdanost odnosno verovatnoća da element još funkcioniše u vremenu  $t$ , je:

$$R(t) = 1 - F(t) = \int_t^{\infty} f(t)dt = 1 - \int_0^t f(t)dt$$

22. Funkcionalni model proizvodnje dat je na slici 2.5.



Sl. 2.5 - Funkcionalni model proizvodnje

TR – transport

NP – neposredna proizvodnja

S – skladište gotovih proizvoda sa otpremom na tržište

TO – tekuće održavanje

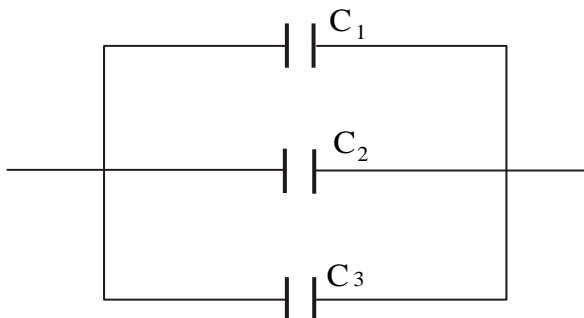
KV – kontrola kvaliteta

23. Informacioni sistem u organizaciji ima ulogu da poveže aktivnosti iz pripreme proizvodnje, održavanja, nabavke, komercijale i finansija u jedan celoviti – sinhronizovani mehanizam upravljanja procesom proizvodnje.
24. Najvažniji osnovni skupovi informacija u organizaciji su:
- a) Informacije o tržištu proizvoda
    - potraživanje tržišta
    - stanje konkurencije
    - cena proizvoda
  - b) informacije o tržištu materijala
    - potencijalni snabdevači
    - ponude materijala i repromaterijala
    - kvalitet, rokovi, cena
  - c) Informacije o potencijalima organizacije
    - tehnološke mogućnosti oprema i mašina
    - normativi proizvodnje
    - snabdevanje energijom
25. Svaka dobro organizovana proizvodnja i održavanje treba da ima što potpunije sređenu dokumentaciju, kao nosioce informacija. Nosioci informacija u organizaciji su:
- Narudžba,
  - Predkalkulacija,
  - Predlog plana,
  - Ponuda,
  - Saglasnost kupca,
  - Ugovor,
  - Radni nalog,
  - Trebovanje,
  - Otpremnica,
  - Račun i dr.

### 3. POUZDANOST SISTEMA<sup>(1)</sup>

Pouzdanost je verovatnoća da će element funkcionisati bez kvara jedno određeno vreme, na projektovan način u određenim uslovima okoline.

Šema kompleksnog sistema i njegovih komponenti data je na slici 3.1, prema [2].

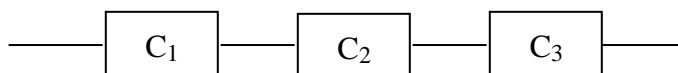


Sl. 3.1 – Šema kompleksnog sistema

Pouzdanost kompleksnog sistema je:

$$R_S = f(R_j) \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

Šema sistema u rednoj vezi data je na slici 3.2.



Sl. 3.2 – Redna veza elemenata sistema

Pouzdanost sistema u rednoj vezi je:

$$R_S(t) = R_1(t) \cdot R_2(t) \cdot \dots \cdot R_n(t) = \prod_{i=1}^n R_i(t)$$

$$R_S = e^{-\int_0^t \lambda_S(t) dt} = \prod_{i=1}^n R_i(t) = \prod_{i=1}^n e^{-\int_0^t \lambda_i(t) dt} = e^{-\int_0^t \sum_{i=1}^n \lambda_i(t) dt}$$

Učestalost kvara je data relacijom:

<sup>(1)</sup> Adamović, Ž. i dr.: Sigurnost funkcionisanja tehničkih sistema, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, 1999.

Baldin, A.: Priručnik za održavanje industrijskih sistema, OMO, Beograd, 1979.

Tolmač, D., Lambić, M.: Projektovanje tehnoloških sistema i održavanje, 10. Međunarodna konferencija INDUSTRIJSKI SISTEMI, FTN, Novi Sad, 1996.

$$\lambda_S(t) = \sum_{i=1}^n \lambda_i(t)$$

Kada bi učestalosti kvarova podсистema bile konstantne, i učestalost kvarova sistema bila bi konstantna, pa bi važila relacija:

$$R_S(t) = e^{-\lambda_S(t)} = e^{-\sum_{i=1}^n \lambda_i(t)}$$

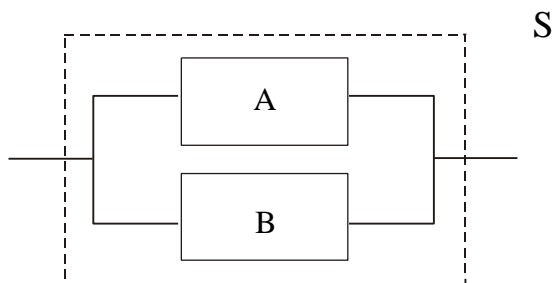
$$\lambda_S = \sum_{i=1}^n \lambda_i$$

Srednje vreme između kvarova iznosi:

$$\text{za } \lambda_i = \text{const} \Rightarrow \text{MTBF}_i = \frac{1}{\lambda_i},$$

$$\text{a kada je } \lambda_S = \text{const} \Rightarrow \text{MTBF}_S = \frac{1}{\lambda_S}$$

Šema paralelne veze elemenata sistema data je na slici 3.3.



Sl. 3.3 – Paralelna veza elemenata sistema

R - pouzdanost

Q - nepouzdanost (verovatnoća kvara)

	A	B	Sistem	Verovatnoće
1.	funkcioniše	funkcioniše	funkcioniše	$R_A R_B$
2.	funkcioniše	ne funkcioniše	funkcioniše	$R_A Q_B = R_A(1 - R_B)$
3.	ne funkcioniše	funkcioniše	funkcioniše	$Q_A R_B = (1 - R_A) R_B$

Pouzdanost sistema je:

$$R_S = R_A R_B + R_A(1 - R_B) + R_B(1 - R_A) = R_A + R_B - R_A R_B$$

$$R_S = 1 - Q_S(t)$$

### Raspoloživost komponenti i sistema

Raspoloživost  $A$  data je izrazom, prema [2]:

$$A = \frac{UT}{UT + DT}$$

UT (up time) - vreme u kome je sistem relativno raspoloživ

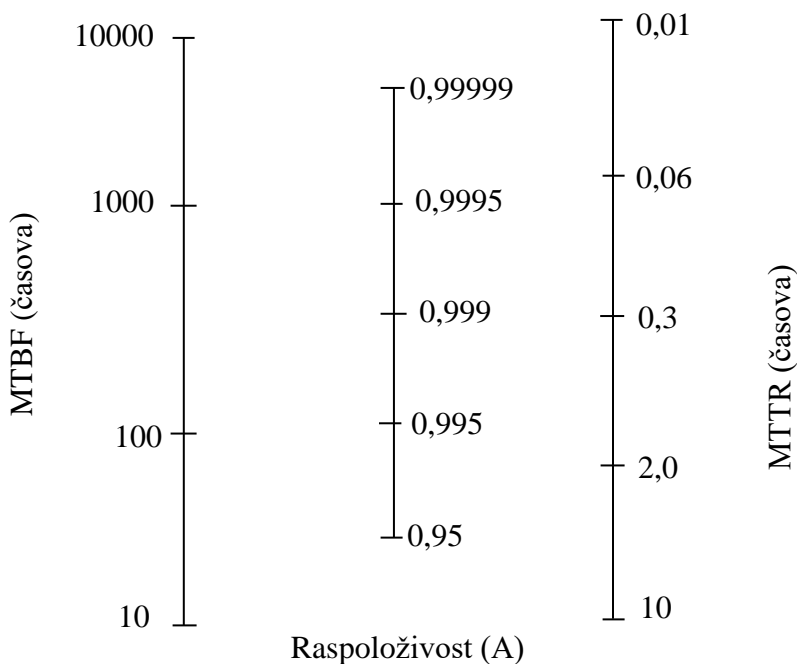
DT (down time) - vreme provedeno van rada iz tehničkih razloga

### Raspoloživost, efikasnost i njen proračun

U praktičnim slučajevima poznavajući vrednost srednjeg vremena između kvarova jednog aparata - mašine i srednje vreme za popravku, moguće je odrediti raspoloživost aparature (mašine) koristeći se nomogramom, slika 3.4.

$$A = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

MTTR (Mean Time To Repair)



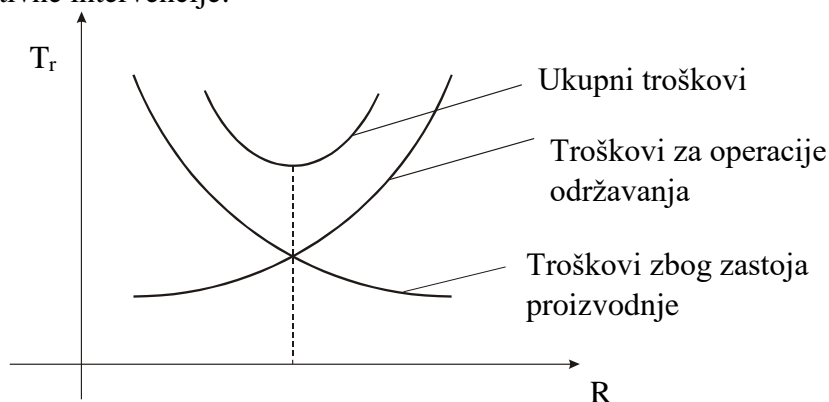
Sl. 3.4 – Nomogram za proračun raspoloživosti



### Preventivne zamene

Da bi intervencije preventivne zamene bile ekonomične moraju biti zadovoljena dva uslova, prema [2]:

1. Stopa kvara ispitanih komponenti mora biti u porastu.
2. Ukupan trošak intervencija (trošak zastoja mašine + cena radnog dela + trošak radne snage) koji slede nakon kvara mora biti veći od ukupnog troška preventivne intervencije:



Sl. 3.5 – Zavisnost raspoloživosti (R) i troškova (Tr)

**Zamena kod konstantne trajnosti**  $\Rightarrow$  u toj "politici" zamene operativni zahvati sastoje se u zameni komponente zbog kvara ili zbog toga što je dostigla određenu trajnost T.

Ova trajnost naziva se trajnost do preventivne zamene. Prema utvrđenim pretpostavkama može se utvrditi srednja trajnost komponente pomoću izraza:

$$\mu(T) = \int_0^T t f(t)dt + T \int_0^{\infty} f(t)dt$$

gde je:

f(t) – funkcija raspodele verovatnoće kvara,

T – trajnost do preventivne zamene.

Ako se sa  $C_E$  označi ukupan trošak preventivne intervencije radi sigurnosti, a sa  $C_P$  ukupan trošak preventivne intervencije, može se odrediti tada matematička procena troškova intervencije:

$$C(T) = \frac{C_E \cdot F(T) + C_P \cdot R(T)}{\mu(T)}$$

gde su:

C(T) – trošak intervencije u određeno vreme,

F(T) – funkcija kumulativne verovatnoće kvara,

$R(T)$  – pouzdanost.

Diferenciranjem jednačine u funkciji sa  $T$  i izjednačavanjem sa nulom dobija se:

$$\lambda(T) \int_0^T R(t)dt + R(T) = \frac{C_E}{C_E - C_P}, \text{ gde je } \lambda(T) \text{ – stopa kvara.}$$

Rešavanjem jednačine, određuje se optimalna vrednost  $T$ .

**Zamena kod konstantnog datuma**  $\Rightarrow$  ova "politika" zamene poznata je po svojoj jednostavnosti, a sastoji se od sistematske zamene komponente u fiksnim terminima nezavisno od starosti komponente ili kad se ustanovi kvar.

Kada se utvrde karakteristični parametri te politike, treba odrediti srednji broj obnova koje treba izvršiti zbog kvarova između jednog datuma i sledećeg za preventivnu zamenu. Taj srednji broj obnova može biti izražen iz funkcije  $H(T)$ , nazvane funkcijom obnove.

Fiksiranjem vremena  $t$ , definisana je i slučajna varijabla  $N_t$  kao broj obnova koje dolaze u intervalu vremena  $(0, t)$ , pa je srednji broj  $N_t$  nazvan funkcijom obnove:

$$H(t) = F(N_t)$$

Srednji trošak ove politike održavanja, usled jedinstvenog vremena, može se prikazati sledećom relacijom:

$$C(T) = \frac{C_P + C_E \cdot H(T)}{T}$$

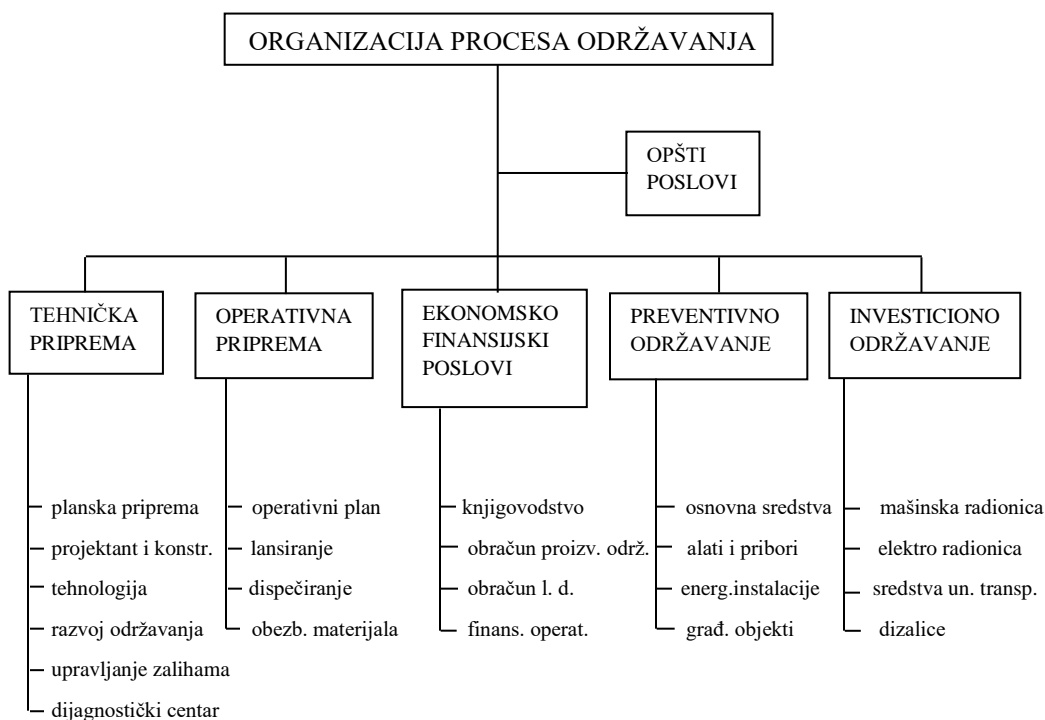
Vrednost za  $T$ , konstantnog intervala, kada treba izvršiti intervencije preventivne zamene, određuje se tražeći minimum date funkcije  $C(T)$ .

#### 4. ORGANIZOVANJE PROCESA ODRŽAVANJA I REMONTA TEHNIČKIH SISTEMA<sup>(1)</sup>

Održavanje u svojoj strukturi ima dve grupe poslova:

1. Priprema poslova održavanja,
2. Neposredne poslove održavanja (operativno izvršenje plana).

Šema organizacije poslova održavanja prema [1], data je na slici 4.1.



Sl. 4.1 – Šema organizacije procesa održavanja

<sup>(1)</sup> Adamović, Ž. i dr.: Organizacija održavanja, OMO, Beograd, 1988.

**Osnovni zadaci tehničke i operativne pripreme održavanja**, prema [1] i [33] su:

- Pravljenje pregleda tehničkih sistema po grupama,
- Programiranje normativa vremena i repromaterijala,
- Progr. rezervnih delova (R.D.) po aktivnostima održavanja,
- Progr. rokova realizacije aktivnosti,
- Progr. potrebnih spoljnih usluga,
- Izrada godišnjih planova održavanja,
- Izrada konkretnih planova: materijala, radne snage, r. alata, vremena i kapaciteta,
- Usaglašavanje plana održavanja sa planom proizvodnje,
- Definisanje projektno-konstr. dokumentacije,
- Izrada crteža temelja za montažu mašina,
- Izrada layouta-rasporeda opreme,
- Izrada operativnog plana preventivnog održavanja (nedeljni, mesečni...),
- Kontrola rokova,
- Usaglašavanje operativnih termina sa proizvodnjom.

### **Organizacija funkcije održavanja**

Kada se govori o organizaciji procesa održavanja u preduzeću onda se pod tim podrazumeva sledeće:

1. Struktura organizacije, tj. broj i vrsta radnih mesta – horizontalna podela rada i vertikalno povezivanje u grupe i sektore, odnosno, vertikalna podela rada – utvrđivanje funkcija.
2. Informacioni sistem, koji obuhvata prijem, obradu i predaju informacija za racionalno upravljanje, poslovođenje i izvođenje radova održavanja.
3. Metode i znanja potrebna za obavljanje poslova u okviru procesa održavanja.

Organizacija procesa održavanja u praksi se sprovodi na dva načina, kao:

1. Centralizovan način organizovanja održavanja i
2. Decentralizovani način organizovanja održavanja.

Obe koncepcije organizacije održavanja – centralizovana i decentralizovana imaju svoje prednosti i nedostatke. Navode se osnovne karakteristike ovih oblika organizacije održavanja:

1. Centralizovano održavanje
  - razvijen informacioni sistem
  - dugoročna motivacija za rezultate održavanja
  - dobro iskorišćenje radnika održavanja

- dobro iskorišćenje specijalista
  - lakše upravljanje i unifikacija rezervnih delova
  - mogućnost postizanja odgovarajućeg statusa održavanja u preduzeću
  - mogućnost uvođenja progresivnih metoda rada
  - mogućnost optimizacije održavanja
  - mogućnost automatske obrade podataka
2. Decentralizovano održavanje
- nerazvijen informacioni sistem
  - kratkoročna motivacija za rezultate održavanja
  - prostorna disperzija
  - različita sredstva za rad
  - lakše praćenje troškova održavanja
  - bolje korišćenje raspoloživih kapaciteta i radne snage.

Bez obzira na određene dileme oko toga koja je koncepcija organizacije održavanja racionalnija i svrsishodnija, ipak je dosta jasno da je jedan veći broj poslova u okviru održavanja najekonomičnije obavljati u centralizovanoj organizaciji održavanja, kao što su:

1. Razvoj i uvođenje savremenih metoda rada održavanja,
2. Nabavka i upravljanje zalihama rezervnih delova i materijala za održavanje,
3. Unifikacija i standardizacija rezervnih delova,
4. Obuka radnika na održavanju za primenu novih organizacionih metoda i tehnologije rada,
5. Projektovanje rekonstrukcije radi otklanjanja slabih mesta na sredstvima za rad.

## ORGANIZACIJA PROCESA ODRŽAVANJA

Organizacija održavanja sredstava za rad je sastavni deo ukupne organizacije proizvodnje i poslovnog sistema preduzeća. U tom smislu održavanje sredstava za rad je u funkciji proizvodnje, ali sa stanovišta ciljeva koji se održavanjem postižu, ono je u funkciji proizvodnje.

Savremena organizacija rada u proizvodnji polazi od postavke da je održavanje sredstava za rad deo proizvodnog procesa i da je organizacija tog specifičnog oblika proizvodnog rada danas vrlo važna. Kada se govori o jedinstvu proizvodnje i održavanja opreme kao jednog od osnovnih činilaca proizvodnje, onda su prisutne sledeće osnovne postavke, prema [1]:

- održavanje (bez obzira kako je organizaciono postavljeno) nije uslužna delatnost, nego ima proizvodni karakter,
- radnici u održavanju su takođe proizvodni radnici,
- rad na održavanju savremene i automatizovane opreme je visokostručni rad od posebnog značaja za: rad i ispravnost opreme, sigurnost pri radu, kvalitet proizvoda i produktivnost.

Kao elementarni proces proizvodnje održavanje sredstava za rad je deo proizvodne funkcije i ima jasno definisan proces rada, a kao sistem održavanje je deo proizvodnog sistema preduzeća.

Organizacija procesa održavanja tehničkih sistema u jednom preduzeću u svom savremenom obliku, može imati sledeće organizacione celine:

- a) tehnička priprema održavanja
- b) operativna priprema održavanja,
- c) ekonomsko – finansijski poslovi (funkcije),
- d) preventivno održavanja (i održavanje prema stanju) izvođenje preventivnih radova
- e) investiciono održavanje (remontno održavanje), izvođenje investicionih radova (profilaksi remonta)
- f) tehnička kontrola održavanja,
- g) razvoj i unapređenja održavanja,

### **Organizovanje tehničke pripreme održavanja**

Tehnička priprema u oblasti održavanja sadrži sledeće glavne grupe poslova, [11]:

- a) poslovi planske pripreme,
- b) poslovi konstrukcione pripreme (planiranje i upravljanje),
- c) poslovi operativne pripreme,
- d) poslovi razvoja i unapređenja održavanja (praćenje efektivnosti tehničkih sistema, razvoj novih metoda održavanja),
- e) poslovi arhiviranja dokumentacije.

### **Organizovanje operativne pripreme održavanja**

Operativna priprema održavanja obuhvata:

- a) operativno planiranje,
- b) lansiranje,
- c) dispečiranje – radionička (pogonska) priprema,
- d) poslove materijalnog obezbeđenja,
- e) izrada tehnologije održavanja (u slučaju da je operativna priprema van jedinice priprema održavanja).

### **Organizovanje preventivnog održavanja**

Organizovanje preventivnog održavanja obuhvata:

- a) održavanje osnovne opreme (otklanjanje otkaza, pregled i kontrola, podmazivanje, dijagnostika i dr.)
- b) održavanje alata i pribora,
- c) održavanje energetskih i drugih sistema.

### **Organizacija investicionog održavanja**

Organizacija investicionog održavanja ima u svom sastavu sledeće:

- a) radionice za preventivne periodične opravke (srednje i generalne),
- b) radionice za održavanje sistema unutrašnjeg transporta,
- c) radionice za održavanje dizalica i kranova,
- d) radionice za održavanje građevinskih objekata,
- e) radionice za proizvodnju i opravku rezervnih delova,
- f) radionice za tehničku dijagnostiku,
- g) radionice za hidrauliku i pneumaatiku,
- h) radionice za procesne računare.

## 5. PLANIRANJE I UPRAVLJANJE ODRŽAVANJEM I REMONTOM TEHNIČKIH SISTEMA <sup>(1)</sup>

### **\*Osnovne funkcije u sistemu planiranja održavanja su:**

- Izrada programa održavanja,
- Vremenski normativi,
- Normativi materijala i R.D.,
- Planiranje sredstava za rad,
- Obrada tehničke dokumentacije,
- Plan modernizacije i rekonstrukcije.

### **\*Razvrstavanje održavanja:**

Troškove tekućeg održavanja čine troškovi manjih opravki tehničkih sistema (T.S.) koji se pojavljuju redovno.

Pod Investicionim održavanjem se podrazumevaju veće opravke.

Troškovi I.O. su izdaci za održavanje T.S. u njihovom amortizacionom veku.

Troškovi I.O. do 60 % i više od nabavne vrednosti T.S. predstavljaju troškove I.O.

### **\*Izrada godišnjeg plana tekućeg i investicionog održavanja obuhvata sledeće elemente:**

- Odluka o sprovođenju remonta T.S.,
- Plan poslova za remont T.S.,
- Plan rezervnih delova za remont T.S.,
- Plan radne snage,
- Plan kooperantskih usluga,
- Plan obezbeđenja finansijskih sredstava.

### **\*Izrada mrežnog plana, gantograma za radove (I.O.) i remonte – sprovodi se u cilju usklađivanja raspoloživih resursa: troškova, vremena i radne snage.**

---

<sup>(1)</sup> Adamović, Ž.: Inženjering tehničkog održavanja, Privredni pregled, Beograd, 1991.  
Baldin, A.: Priručnik za održavanje industrijskih sistema, OMO, Beograd, 1979.  
Tolmač, D.: Remont tehničkih sistema u preduzeću "IPOK", Zrenjanin, 1988. – 1993.



\***Aktivnosti pre, u toku i posle remonta** su date sledećim redosledom:

Normalan rad	Zaustavljanje	Remont	Probni rad	Normalan rad
_____ 0	_____ 1	_____ 2	_____ 3	_____

\***Vođenje remonta** podrazumeva odgovarajuće aktivnosti kao n.p.r.:

Rukovodilac remonta koordinira i saraduje sa rukovodiocima radova i poslovođama:

- prati i rešava nastale probleme,
- koordinira aktivnosti u remontu,
- odgovoran je za pridržavanje propisa ZNR (zaštite na radu),
- sprovodi plan remonta i dr.

### **Integralna sistemska podrška održavanja**

Pod integralnom logističkom podrškom (sistemskom podrškom) može se smatrati zbir svih aktivnosti i razmatranja potrebnih da se osigura efektivna i ekonomična podrška sistemu održavanja kroz čitav životni ciklus mašine. To su, pre svega, integralni delovi svih aspekata sistema, počev od postupaka planiranja i razvijanja novog sistema, preko projektovanja, ispitivanja, ugradnje, eksploatacije, održavanja (sa svim svojim podsistemima), modernizacija, do konačnog rashodovanja.

Sistem održavanja analogno proizvodnom sistemu, može se posmatrati kao sistem sastavljen od tri osnovna toka, i to:

- tok materijala,
- tok energije,
- tok informacija,

u kojima se u skladu sa projektovanim postupcima rada, vrši postupna promena stanja u rezultatu zbog čega se sprovodi proces održavanja.

Za ostvarivanje procesa održavanja neophodno je pored raspoloživih: resursa, tehnoloških struktura, prostornih struktura, upravljačkih struktura i dr.; razviti strukturne funkcije koje obezbeđuju kontinualan rad u procesu održavanja, odnosno, treba razviti elemente logističke podrške koji moraju biti razvijeni na integralnoj osnovi zajedno sa svim drugim segmentima proizvodnog sistema.

Osnovni elementi logističke podrške održavanju su:

1. *Opšti poslovi za podršku odlučivanja.* - Ovi poslovi obohvataju:

- opšte administrativne poslove,
- normativno utvrđivanje odnosa u procesu rada (Održavanje),
- istraživanje položaja učesnika, motivacionih faktora i odnosa u procesu rada,
- sticanje i raspodelu dohodka u održavanju, i dr.

2. *Nabavka rezervnih delova i materijala za održavanje.* - Uključuje sve rezervne delove za opravku, potrošne i druge materijale (ulja za podmazivanje i dr.) i odgovarajuće zalihe potrebne za podršku: primarnih uređaja za izvršenje misije, softvera, uređaja za ispitivanja i podršku, uređaj za transport i rukovanje (manipulaciju), uređaja za obuku, postrojenja za izvođenje radova održavanja i dr.

3. *Proizvodnja i popravka rezervnih delova za potrebe tehnologije održavanja.* - Uključuje sopstvene radionice i izvršioce za proizvodnju, popravku i supstituciju uvoznih rezervnih delova u procesu održavanja (popravka se odnosi na osposobljavanje istrošenih delova sistema).

4. *Snabdevanje uređajima i alatima za održavanje.* - Uključuje sve alate i uređaje neophodne za sprovođenje tehnologije održavanja.

5. *Instrumenti za tehničku dijagnostiku i kontrolu.* - Uključuje sve instrumente i uređaje za izvođenje operacija tehničke dokumentacije i ispitivanje tehničkih sistema, metrologiju i kalibraciju i dr.

6. *Uređaji za transport i manipulaciju.* - Uključuje sva specijalna snabdevanja za podršku pakovanja, skladištenja, konzervacije, rukovanje i/ili transporta primarnih uređaja, za ispitivanje i podršku, sastavnih delova za opravku, osoblja, tehničkih podataka i mobilnih postrojenja, upustava za transport i opsluživanja, i dr.

7. *Servisiranje alata, pribora uređaja i instrumenata.* - Obuhvata sve vrste servisiranja alata, pribora, uređaja i instrumenata koji se, u procesu održavanja, nalaze u eksploataciji i u okolini.

8. *Radionice.* - Obuhvataju sve radionice (pogone) za podršku, potrebne za izvršavanje aktivnosti tehnologije održavanja.

9. *Specijalne laboratorije.* - Obuhvataju laboratorije za: tehničku dijagnostiku, ispitivanja, ispitne stanice za kalibraciju, hidrauliku i pneumatiku, procesne računare, specijalna merenja i dr.

10. *Skladišta rezervnih delova i materijala.* Obuhvataju sva osnovna i specijalna skladišta za rezervne delove i materijale koji se koriste u procesu održavanja.

11. *Obezbeđenje energetske potrebe za održavanje.* - Obuhvata obezbeđenje energetske potrebe (energija, para, voda, vazduh i dr.) za potrebe održavanja, u smislu provere raspoloživosti i pouzdanosti energetskih sistema različite vrste.

12. *Upustva i priručnici za održavanje, tehnička i radna dokumentacija.* - Obuhvata: postupke za ispitivanje, instrukcije za rad i održavanje, propise tehničke dijagnostike, postupke za male, srednje i generalne preventivne periodične opravke, instrukcije za modifikacije i rekonstrukcije, informacije o postrojenjima, crteže i dokumentacije koji su potrebni za rad i održavanje sistema i dr. Ovi podaci se odnose na sve uređaje i opremu.

13. *Priprema i planiranje procesa rada.* - Obuhvata: primenu svih savremenih modela održavanja i pripremu i planiranje procesa rada (održavanje režima rada, postupci rada, izbor materijala i alata i dr.) u području ukupne primene procesa rada.

14. *Izvršiooci i obuka.* - Obuhvata: izvršioce potrebne za izvođenje svih aktivnosti tehnologije održavanje, ispitivanja i rukovanja i dr., kao i njihovu obuku.

15. *Zaštita na radu i tehničko obezbeđenje (obezbeđenje uslova rada).* Obuhvata tehničku zaštitu od povreda, požara, vremenskih nepogoda, iznenadnih otkaza, nasrtaja na imovinu i drugih sličnih uzroka.

16. *Tehnička kontrola.* - Obezbeđuje izdavanje podataka o kvalitetu izvedenih radova (merenje), analizu podataka, razvoj osnova za izradu postupaka poboljšanja kvaliteta aktivnosti održavanja (preventivna kontrola, kontrola preventivnih opravki, kontrola izrade, statističke analize).

17. *Prodaja usluga održavanja.* - Obezbeđuje plasman proizvoda i usluga održavanja drugim preduzećima.

18. *Prikupljanje i obrada podataka na računaru.* Obuhvata metode, programe i sisteme prikupljanje i obradu podataka na računaru, potrebne za izvršenje održavanja (podaci o pouzdanosti, raspoloživosti, rezervnih delova i dr.).

19. *Upravljanje finansijama u procesu održavanja.* - Obuhvata utvrđivanje vrednosti rada, obezbrđenje procesa rada novčanim sredstvima, kontrole nivoa sredstava, beleženja finansijiskih promena, analize tokova u procesima rada, likvidcija računa, udruživanje sredstava, finansijske kontrole investicionih zahvata i dr.

20. *Razvoj i istraživanje postupaka tehnologije održavanja.* - Obezbeđuje razvoj održavanja, uvođenje stalno novih modela održavanja, unapređenje tehnologije održavanja, opstanak tehničkih sistema u datim uslovima okoline.

## 6. PRISTUP ODRŽAVANJU I REMONTU TEHNIČKIH SISTEMA<sup>(1)</sup>

### 1. Terotehnoški pristup:

- Definisanje zahteva pri projektovanju i nabavci T.S.,
- Priprema T.S. za eksploataciju,
- Modernizacija T.S. i efikasnost investicionih ulaganja.

### 2. Definisanje zahteva pri projektovanju i nabavci T.S.:

- Pouzdanost T.S.,
- Pogodnost održavanja,
- Sigurnost rada,
- Podaci za rukovanje i održavanje.

### 3. U cilju pripreme T.S. za održavanje, korisnik nastoji da obezbedi određene prateće informacije:

- tehnički opis sistema,
- crtež i šeme za montažu i sklopni crteži sistema,
- šeme vezivanja i delovanja (elektro, hidro, pneumatsko),
- crtež temelja za sistem,
- šeme podmazivanja,
- uputstvo za montažu, rukovanje i održavanje
- specifikacija rezervnih delova (R.D.).

### 4. Priprema T.S. za eksploataciju [15]:

- Izrada uputstva za rukovanje i održavanje (preventivni pregledi, podmazivanje, popis R.D. ...).
- Obuka radnika za izvršavanje poslova rukovanja i održavanja.
- Organizovanje probne proizvodnje i procesa rada T.S.
- Određivanje stope amortizacije i stope izdvajanja sredstava za investiciono održavanje (I.O.), tj.  $A_p = N \cdot p / 100$  (din/god).
- Uključivanje novog T.S. u knjigovodstvo osnovnih sredstava (O.S.).
- Usklađivanje planova proizvodnje i održavanja.
- Plan obezbeđenja R.D.
- Knjiženje novog T.S. i knjigovodstvo O.S.

### 5. Modernizacija T.S. i efikasnost investicionih ulaganja

- Modernizacija obuhvata zahvate na T.S. koji omogućavaju:
- povećanje kapaciteta,

---

<sup>(1)</sup> Adamović, Ž. i dr.: Organizacija održavanja, OMO, Beograd, 1988.  
Adamović, Ž.: Tehnička dijagnostika, Preving, Beograd, 1996.

- smanjenje troškova eksploatacije,
- povećanje sigurnosti, efikasnosti,
- lakše rukovanje i održavanje.

Modernizacija se u praksi sprovodi na sledeći način:

- velike opravke (remont T.S.)
- zamene postojećih T.S. novim sistemima.

Efikasnost investicionih ulaganja:

- primenjivani kriterijum je prosečni koeficijent efikasnosti investicije

$$\eta_e = D/S_i$$

D - dohodak

S<sub>i</sub> - uložena sredstva.

Rentabilnost ulaganja:

- Statički kriterijum (brzina povraćaja sredstava),
- Dinamički kriterijum (interna stopa rentabilnosti)

## 6. Izdvajanje T.S. iz proizvodnje

Ovo je završna aktivnost procesa održavanja sistema i pripada poslovima održavanja.

### Efikasnost održavanja - remonta tehničkih sistema

Za određivanje efikasnosti održavanja prema [1] i [5], najčešće se upotrebljavaju sledeći indikatori:

- vreme trajanja zastoja zbog otkaza,
- vreme trajanja zastoja zbog planiranih intervencija održavanja,
- vreme trajanja zastoja po vrstama održavanja (mašinski, elektro, tehnološki...),
- broj remonta (opravki) ili zastoja,
- broj zaposlenih u održavanju,
- broj sati (vreme rada) na održavanju,
- broj sati (vreme rada) usluge spoljnih izvođača,
- troškovi R.D.

Indikatori - pokazatelji uspešnosti održavanja - remonta T.S. mogu biti:

$$I_1 = \frac{\text{vreme zastoja zbog otklanjanja otkaza}}{\text{ukupno vreme zastoja zbog održavanja}} \cdot 100\%$$

$$I_2 = \frac{\text{troškovi tekućeg održavanja}}{\text{ukupni troškovi održavanja}} \cdot 100\%$$

$$I_3 = \frac{\text{troškovi održavanja}}{\text{nabavna vrednost tehničkih sistema}} \cdot 100\%$$

## 7. TEHNOLOGIJA ODRŽAVANJA I REMONT TEHNIČKIH SISTEMA<sup>(1)</sup>

### 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 redosledom, u kom vremenu. Ovo se odnosi na svaki nivo održavanja posebno, a i na sve predviđene postupke održavanja [9]:

- osnovno održavanje od strane rukovaoca,
- preventivni periodični pregledi,
- podmazivanje,
- tehnička dijagnostika,
- preventivne zamene delova,
- traženje i otklanjanje slabih mesta,
- preventivne periodične opravke.

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

Posebni problemi u okviru tehnologije održavanja treba da se rešavaju pri projektovanju radionica za održavanje tehničkih sistema. Ovi zadaci se rešavaju uz pomoć metoda operacionih istraživanja uz detaljne analize ekonomičnosti i rentabilnosti. Polaznu osnovu čini detaljno razrađen postupak pojedinih radnih operacija, uz dovoljno jasno preciziranje potrebne opreme, prostora, pomoćnih uređaja, radne snage (kvalifikacija) i drugih značajnih parametara.

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 uvek najpovoljnije kompromise mogućih pojedinačnih rešenja.

---

<sup>(1)</sup> Adamović, Ž.: Tehnologija održavanja, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, 1996.  
Blanchard, B.: Maintainability principles and practices, Mc-Grow-Hill Book Company, New York, 1969.

### **1. Preventivni periodični pregledi**

Preventivni periodični pregledi su postupci preventivnog održavanja, čiji je cilj da se na vreme uoči nastajanje oštećenja i neispravnosti sastavnih delova T.S. Preventivni pregledi obuhvataju:

- pregled tehničkog stanja sastavnih delova sistema, tj. stanje fizičke istrošenosti, oštećenja i dr.
- čišćenje i pranje.

Pregledi se izvode u "radu" T.S. i u "stajanju" T.S. (dnevni, nedeljni, mesečni).

### **2. Kontrolni pregledi**

Kontrola svojstava T.S. se vrši u dve faze:

- kontrola spremnosti T.S. za proces rada,
- praćenje kvaliteta u procesu eksploatacije T.S.

Cilj kontrolnih pregleda je:

- utvrđivanje sposobnosti T.S. za određenu proizvodnju (tačnost, kapacitet),
- utvrđivanje sigurnosti za okolinu (sigurnost ljudi, sigurnost od eksplozije...).

### **3. Podmazivanje delova mašina**

U održavanju T.S. podmazivanje ima značajnu ulogu. Ono smanjuje mehaničko trošenje delova sistema, povećava radnu sposobnost sistema i dr.

Obuhvata aktivnosti: čišćenje, ispiranje kliznih površina, dotur maziva (pumpe, filteri), dolivanje i zamena maziva – ulja...

Zavisno od toga kakav je međusobni odnos površina koje se kreću, kao i način na koji je to postignuto, razlikuju se sledeće vrste podmazivanja:

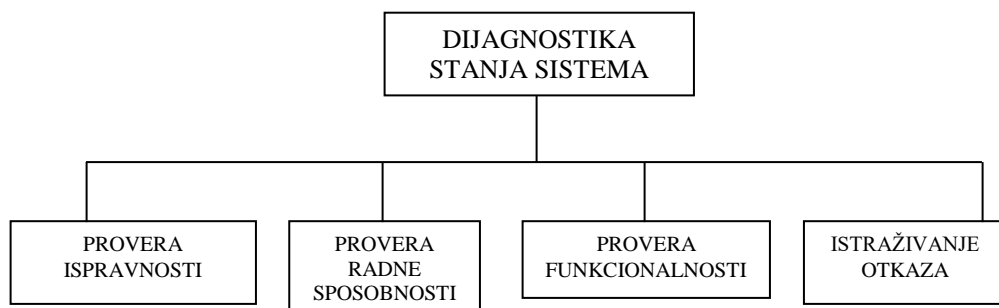
- hidrodinamičko,
- hidrostatičko,
- elastohidrodinamičko itd.

### **4. Tehnička dijagnostika [6]**

Pod ovim pojmom podrazumevaju se sve delatnosti koje se sprovode u cilju ocene trenutnog tehničkog stanja sistema, radi preduzimanja planiranih aktivnosti održavanja ili davanja prognoze tehničkog stanja sistema u budućnosti.

Dijagnostikom se vrše sledeće operacije, slika 7.1:

- provera ispravnosti,
- provera radne sposobnosti,
- provera funkcionalnosti,
- istraživanje otkaza (mesto, oblik i uzrok otkaza).



Sl. 7.1 – Šema dijagnostike stanja sistema

### **5. Traženje i otklanjanje slabih mesta (TOSM) na T.S.**

TOSM na T.S. je posebna preventivna aktivnost održavanja.

U osnovi svi T.S. nisu najbolje i bez greške kontrolisani i izrađeni, pa se javljaju otkazi, to su slaba mesta.

Cilj je da se slaba mesta pronađu, da se analizira način otklanjanja i da se otklone.

Osnovni uzroci pojave slabih mesta:

- loše konstrukciono rešenje i izrada,
- neodgovarajuće rukovanje i održavanje,
- tehnološki proces rada nije odgovarajući,
- uticaj uslova okoline (vlaga, temperatura, mehanički udari...).



## 8. PREVENTIVNE PERIODIČNE OPRAVKE I REMONT TEHNIČKIH SISTEMA<sup>(1)</sup>

U praksi postoje sledeće preventivne opravke:

- periodične preventivne opravke (mala i srednja opravka)
- preventivne generalne opravke (remont sa modernizacijom).

Generalna preventivna periodična opravka T.S. je najviši nivo obnove – regeneracije sistema u celini.

Kod generalne (velike) popravke vrši se totalna demontaža T.S. do nivoa elementarnih celina (delova). Zbog toga se ova opravka u praksi naziva generalni remont T.S. sa modernizacijom.

Velike investicione opravke obavljaju se u radionicama preventivnog – investicionog održavanja i na licu mesta u periodima dužih zastoja pogona – fabrike.

Ove opravke planiraju se blagovremeno u planovima invasticionog održavanja (godišnji planovi održavanja).

Velike popravke – remont T.S., često se odnose na rekonstrukciju tehničko – tehnološkog sistema u cilju: povećanja kapaciteta, racionalnog korišćenja energije, povećanja termičkog stepena iskorišćenja sa aspekta poboljšanja termoenergetskog stanja proizvodne celine i sl.

U celini posmatrano velike popravke – remont T.S. predstavljaju Investiciono održavanje (IO). To su najskuplji radovi održavanja te se iz tih razloga obavljaju samo kada je to potrebno (npr. jednom godišnje).

Remontni ciklus predstavlja period vremena između dve generalne preventivne opravke. On se ponavlja sa istom strukturom sve dok se sistem ne amortizuje ili otpiše, [2] i [3].

Na dužinu remontnog ciklusa utiču:

- tehničke karakteristike sistema,
- način korišćenja, eksploatacije sistema,
- starost sistema itd.

---

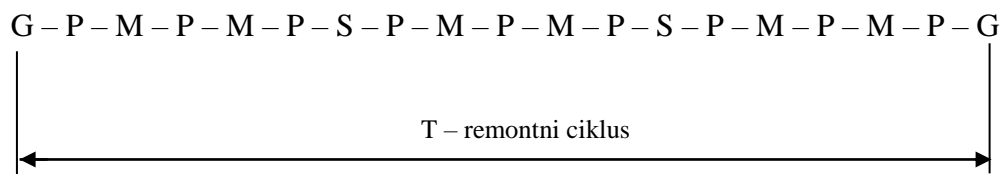
<sup>(1)</sup> Adamović, Ž., Jevtić, M.: Preventivno održavanje u mašinstvu, Građevinska knjiga, Beograd, 1988.  
Tolmač, D.: Remont tehničkih sistema u preduzeću IPOK, Zrenjanin, 1988.-1993.

---

*REMONT TEHNIČKIH SISTEMA*

---

Remontni ciklus obuhvata aktivnosti preventivnog održavanja prema sledećoj strukturi:



- preventivni periodični pregledi (P),
- male opravke (M),
- srednje opravke (S),
- generalne opravke (G).

## 9. INFORMACIONI SISTEM U FUNKCIJI ODRŽAVANJA<sup>(1)</sup>

### Cilj i struktura informacionog sistema održavanja

Cilj informacionog sistema održavanja je izvršavanje svih planiranih radova održavanja. Zato su potrebne, uglavnom, sledeće informacije o postojećem radu [16]:

- potrebni izvršioci i njihova obuka
- vreme (termin)
- mesto (u pogonu, u radionici, i sl.)
- vrsta postupka održavanja (sa tehnologijom, itd.)
- potrebne specijalne laboratorije i radionice
- potrebni alati, pribori i transportna sredstva
- potrebni materijali i rezervni delovi
- predviđeno trajanje
- koordinacija i dr.

Informacioni sistem održavanja, odnosno, njegovi delovi, komuniciraju sa informacionim podsistemima proizvodnog poslovnog sistema i to naročito sa:

- proizvodnom i komercijalnom službom (nabavka, prodaja),
- obračunskom i knjigovodstvenom službom,
- kadrovskom službom i sl.

Projektom informacionog sistema potrebno je obuhvatiti:

- podatke (izvorišta, tokove i odredišta),
- nosioce podataka i informacija, bez podataka,
- obradu podataka i oblikovanje informacija
- postupke analize dobijenih informacija i
- postupke odlučivanja

Prema tome, informacioni sistem u jednom poslovnom sistemu treba da obuhvati sve elemente koji utiču na donošenje odluka, kako strateških, tako i neposredno operativnih. U tom smislu efikasnost poslovnog sistema zavisi od kvaliteta sistema informisanja.

Kvalitet informacionog sistema u opštem slučaju zavisi od više karakterističnih elemenata. Najveći značaj imaju sledeći elementi:

- *kvalitet informacija*
- *tok informacija i*
- *način obrade i analize informacija.*

---

<sup>(1)</sup> Adamović, Ž.: Planiranje i upravljanje održavanjem pomoću računara, Privredni pregled, Beograd, 1987.

Ovi osnovni elementi sistema informacija moraju da se posebno definišu, za svaki slučaj, zavisno od specifičnih uslova poslovnog sistema.

Kada se radi o kvalitetu informacija osnovna obeležja informacionog sistema su:

- *da obuhvata ceo period upotrebe sistema,*
- *potpunost,*
- *tačnost i*
- *pravovremenost*

### *1) Kvalitet informacija*

Ostvarivanje kvalitetnih informacija zahteva obezbeđenje čitavog niza mera, u raznim funkcijama poslovnog sistema, počev od definisanja osnovnog sadržaja, pa preko realizovanja sistema kontrole (provera tačnosti), do obezbeđenja efikasnih sistema cirkulacije informacija.

### *2) Tok informacija*

Definisan kvalitet informacija nameće potrebu da se u sistemu informacija posebno analiziraju sva izvorišta informacija, kao i njihove cirkulacije. Sasvim je razumljivo da od uspešnosti u rešavanju ovih pitanja u velikoj meri zavisi, kako kvalitet informacija, tako i uspešnost informacionog sistema u celini. I u ovom smislu se nameće potreba intervenisanja u raznim delovima informacionog sistema, pre svega u smislu definisanja osnovnih organizacionih uslova, a zatim u određivanju tokova poslovnih informacija, njihovih nosilaca, odnosno dokumenta, mesta kontrole i dopune, mesta i načina korišćenja informacija itd.

Da bi se omogućila cirkulacija informacija potrebno je iste identifikovati, evidentirati i preko odgovarajućeg, međusobno dogovorenog, načina obaveštenja i prenosnog sistema uputiti na pravo mesto.

Za evidentiranje potrebnih informacija formiraju se dokumenti. Informacije unete u dokumente mogu biti izvorne (prvi put se evidentiraju) ili prenete iz nekog drugog dokumenta u novi dokument. Pri ovome moraju se razlikovati dokumenti koji služe za:

- evidentiranje izvornih informacija,
- evidentiranje izvornih i drugih prenetih informacija i
- upisivanje prenetih informacija

### 3) Način obrade i analize informacija

Od uspešnosti ove funkcije u velikoj meri zavisi efikasnost informacionog sistema, odnosno, kvalitet informacija u pogledu ažurnosti (pravovremenosti). Ovo se naročito ističe kod velikih poslovnih sistema, u kojima je za donošenje objektivno najboljih odluka neophodno obezbediti cirkulaciju vrlo velikog broja informacija. U takvim slučajevima obrada i analiza informacija, praktično, neizbežno mora da se obavlja na osnovu moderne informacione tehnike, primenom računara ili, bar, elementarnih mehanografskih sredstava.

#### **Izvorni podaci**

Pri projektovanju informacionih sistema od izuzetnog značaja je utvrđivanje potrebne i dovoljne strukture podataka, mesta njihovog nastajanja, tokova, postupaka obrade i koje su informacije relevantne za proces donošenja odluka.

U svom načelnom i opštem slučaju prisutne su dve osnovne vrste podataka, dva osnovna informaciona segmenta.

Prvi se odnosi neposredno na rad sistema, to jest, na vreme u kome je posmatrani sistem u stanju “*u radu*”, a drugi, na vreme u kome je sistem u stanju “*u otkazu*”.

U prvu grupu spadaju podaci o uslovima u kojima sistem radi, odnosno, podaci o uslovima makro i mikro okoline, radnih opterećenja, ostvarenih radnih rezultata, zastoja zbog čekanja na posao, razlozi nedostatka posla, uslovi i trajanje zastoja sistema, podaci o rukovaocima, itd.

Druga grupa podataka odnosi se na vreme u kome je sistem od nastanka neispravnosti, do njenog otklanjanja. Ovi podaci su posebno značajni za određivanje karakteristika pouzdanosti i gotovosti sistema.

#### **Nosioci podataka**

Nosioci podataka i informacija predstavljaju podloge koje u sebi sadrže rezultate procesa merenja – izdvajanje postupaka i istovremeno sredstava za transport i obradu podataka u cilju dobijanja relevantnih informacija o stanju sistema.

Osnovni nosioci podataka i informacija neophodnih za upravljanje logističkim sistemom održavanja, mogu se predstaviti na sledeći način:

*a) Strukturna karta sistema.*

Sadrži pregled sastavnih delova sistema, čije se održavanje prati (vrsta sistema, oznaka sistema, opis sistema, stepen, mesto postavljanja i dr.)

*b) Karta sastavnih delova sistema (spisak tehničkih sistema za održavanje)*

Sadrži podatke relevantne za izvođenje procesa rada i postupaka održavanja sistema (podaci u pogledu vrste, tipa, vremena rada, težine, snage, radne karakteristike sistema i dr.)

*c) Karta ponašanja sistema (izveštaj o radu sistema)*

Sadrži osnovne podatke o pojavi stanja sistema “u otkazu”. Služi za analizu rada sistema (opis otkaza, način manifestovanja otkaza, lokacija, mogući uzrok, troškove otklanjanja otkaza, gubitke usled zastoja u proizvodnji, itd.

*d) Vremenska slika stanja*

Sadrži podatke o radnom mestu i vremensku sliku stanja (“u radu” i “u otkazu”) u toku 24 časa rada sistema

*e) Pregled pokazatelja pouzdanosti*

Određivanje karakteristika pouzdanosti bazira se na statističkim podacima o otkazima tehničkih sistema, otkrivenim toku rada i u različitim stanjima procesa održavanja.

Osnovna operativna dokumentacija kod održavanja je:

- 1. Radni nalog (zahtev za rad)*
- 2. Tehnološki postupak (tehnologija izvođenja postupaka održavanja)*
- 3. Konstrukciona dokumentacija*
- 4. Trebovanje za rezervne delove i materijale*
- 5. Povratnica rezervnih delova i materijala*
- 6. Zahtev za materijal i rezervne delove*
- 7. Termin plan*
- 8. Tehnička uputstva i standardi*
- 9. Pregledi i specifikacija vremena, materijala, rezervnih delova i drugo*
- 10. Obrasci za izvršenje o primopredaji, narudžbi, prijavi i drugo*

Osnovna dokumentacija u sistemu održavanja, koja čine bazu informacionog sistema i upravljačke funkcije održavanja, deli se u sledeće grupe:

1) *Konstruktivna dokumentacija*

- sklopni crtež opreme
- crtež sklopova
- radionički crtež
- šema instalacija i drugo

2) *Tehnološka dokumentacija*

- tehnološki postupak
- karta podmazivanja
- defektacioni karton i drugo

3) *Planska dokumentacija*

- radni nalog
- uputstva za održavanje
- karton rezervnih delova i drugo

S obzirom na važnost dokumentacije kao nosača informacija, neki od važnijih dokumenta se posebno prikazuju i objašnjavaju:

a) *Radni nalog*

Koristi se za:

- definisanje strategije i postupaka održavanja
- otklanjanje otkaza
- sve preventivne periodične opravke
- druge veće jednokratne radove u održavanju (rekonstrukcije, dijagnostika i drugo).

b) *Tehnološki postupak*

Koristi se za tehnološku pripremu radova održavanja. Pored osnovnih podataka za identifikaciju – broj radnog naloga i posao održavanja koji treba obaviti, tehnološki postupak u održavanju sadrži i sledeće podatke:

- opis poslova po pojedinim operacijama održavanja
- potrebni materijal i rezervni delovi
- potrebni alati i pribor
- usluge drugih radnih grupa i radnika
- potrebno vreme za pojedine operacije
- izvođače po struci i broju
- rokove i dr.

*c) Konstrukciona dokumentacija – crtež*

U procesu održavanja crtež, kao konstrukcionu dokumentaciju, treba uvek praviti po svim tehničkim propisima. Obično se crta jednostavnije, samo olovkom, bez tehničkih sredstava.

*d) Trebovanje (zahtev za materijal i rezervne delove)*

Ovaj dokument sadrži podatke o materijalima, rezervnim delovima i troškovima. Na istom dokumentu zahteva potražuje se više stavki materijala i rezervnih delova za isti radni nalog, isto mesto troškova i isti magacin. Ovaj dokument (trebovanje) može se, u većini slučajeva, primeniti i kao dokument za vraćanje materijala u magacin, i to tako što se naslov “Zahtev za materijal” precrta, i u prvi red, u rubrici “Naziv materijala” upiše “Povratnica materijala”.

*e) Evidencija vremena*

Ovaj dokument se zove i “Radna lista”. Dokument ima sve potrebne rubrike za sakupljanje informacija o utrošenom vremenu, prema izvršiocima i radnim nalogima. Koristi se tako što svaki radnik dobije za svaki dan po jedan obrazac za evidenciju vremena, a pored ostalih podataka u obrazac se unosi:

- Kod (redovni rad, prekovremeni rad, noćni rad, odsutnost)
- Broj utrošenih sati
- Broj radnog naloga
- Mesto i vrsta rada na održavanju i dr.

*f) Dokumentacija za preventivne periodične preglede*

Kod preventivnih radova održavanja, posebno za periodične preglede, postoji veći broj informacija od kojih su glavne:

- Šta treba da uradi (način),
- Kada treba da izvrši rad (termin), i td.

## **Informacioni sistem preventivnog održavanja**

Kao što je već rečeno, pod metodom preventivnog održavanja se podrazumeva neki postupak preventivnog održavanja nad sastavnim delom sistema. To sa jedne strane znači da preventivno održavanje unapred obuhvata planirane popravke i zamene delova kako bi se sprečili otkazi u radu, a sa druge strane da sadrži mere održavanja različitih tehničkih sistema, koji se zasnivaju na posmatranju rada pomenutih sistema.

Ovo održavanje, u stvari, trebalo bi da vrši održavanje parametara, funkcija i kriterijuma u granicama dozvoljenih odstupanja, u što dužem vremenskom trajanju. Pri preventivnom održavanju treba imati u vidu da, ako su ukupni troškovi zamene posle pojave otkaza, manji ili jednaki troškovima



zamene pre pojave otkaza, onda zamenu sastavnog dela ne treba vršiti sve dok do otkaza ne dođe.

Da bi se preventivno održavanje realizovalo kako treba, potrebno je prethodno izvršiti planiranje i programiranje održavanja. Ovom aktivnošću se razvrstavaju aktivnosti održavanja (pregledi i profilakse) u cilju preduzimanja neophodnih postupaka za održavanje potrebnog nivoa pouzdanosti opreme. Rezultat obrade treba da je informacija o stanju, koja služi za donošenje odluka o potrebama podešavanja sistema, čime se zatvara proces povratne sprege. Obrada podataka ima za cilj, pored ostalog, utvrđivanje komponenata efektivnosti sistema.

Ovo planiranje i programiranje se ostvaruje kroz dva dokumenta, a to su:

- plan preventivnog održavanja i
- plan preventivnih intervencija.

U ovim planovima se daje opis tih aktivnosti.

Pored tog opisa, definiše se njihov izvođač, zatim, vreme trajanja tih aktivnosti i koja je vrsta održavanja (godišnje, mesečno, nedeljno, dnevno). Kod preventivnih intervencija se tačno navode podaci o standardnim rezervnim delovima, određenim materijalima i, takođe, vreme aktivnosti i izvođač aktivnosti.

Odgovornost za ovo planiranje i programiranje ima rukovodilac održavanja, koji može da formira grupu za planiranje i programiranje i koja bi imala sledeće funkcije:

- da pripremi program o preventivnom održavanju za sva postrojenja u preduzeću, odnosno, da:
  - razvije uputstva za održavanje za svaki deo opreme
  - formira radne naloge za preventivno održavanje
  - utvrđuje, prati i izveštava o završetku radnog naloga o preventivnom održavanju
  - prati rad nedeljnih i mesečnih analiza zapisa o otkazima i prosleđuje ih inženjeru za održavanje u proizvodnom pogonu
- da kroz uvođenje preventivnog održavanja osigura maksimalnu raspoloživost postrojenja za postizanje ciljeva proizvodnje.
- da izdaje izveštaj za sve zastoje u dovoljno detalja, da bi se identifikovao uzrok zastoja.
- da učestvuje u razvoju i izradi plana godišnjih troškova održavanja

Na bazi godišnjeg plana proizvodnje vrši se planiranje preventivnih aktivnosti Službe investicionog i tekućeg održavanja, kojima se obezbeđuje kontinuiranost proizvodnog ciklusa, te ispravnost ostalih pratećih resursa. Tako nastaje plan preventivnog održavanja sa svim aktivnostima koje su preduslov za nesmetani proizvodni ciklus.

### Informacioni sistem tekućeg održavanja

Tekuće održavanje se zasniva na, takozvanom, “čekanju na otkaz”, jer se ono pokreće tek kada dođe do otkaza i njegove prijave. Ovaj metod se danas najviše koristi kod pojedinačne proizvodnje ili kada proizvođaču, koji poseduje mali mašinski park, stanje “u otkazu” ne izaziva zastoje proizvodnje.

Tekuće održavanje čini niz zahvata potrebnih za vraćanje sistema iz pojave stanja “u otkazu”, u stanje “u radu”, u cilju vršenja funkcije kriterijuma u granicama dozvoljenog odstupanja. U ovom slučaju nema prethodnih radnji, koje se vrše da bi se sprečio otkaz sistema. Znači, osnovni zadatak je, što pre, posle nastanka otkaza, obezbediti potrebnu radnu sposobnost sistema. Ovo održavanje, kao takvo, ima svoje prednosti i mane. Prednosti su:

- potpuno iskorišćenje, takozvane, “rezervne upotrebljivosti” i
- nije potrebno poznavati zakonitost oštećivanja sastavnih delova sistema.

Mane su:

- termini otkaza se ne mogu unapred predvideti,
- pošto je većina otklanjanja otkaza operativna, velika je verovatnoća za duže zastoje u radu, i
- nije moguće planiranje periodičnosti i cikličnosti aktivnosti održavanja.

Pri nastanku otkaza vrlo je bitno, za ovu vrstu održavanja, dovoljan broj podataka u osnovnim dokumentima. Neki od tih podataka su:

- vreme trajanja stanja u otkazu
- kako je neispravnost nastupila
- šta je osnovni uzrok pojave stanja otkaza
- podaci o izvršenoj intervenciji
- podaci o troškovima itd.

Uz određivanje najpovoljnijih izvora podataka, detaljno projektovanje sistema intervencija, uz izdvajanje osnovnih podataka o vremenu u otkazu i uzrocima nastanka, potrebni su podaci o sistemu, delovima sistema i relacijama između delova i njihovih karakteristika.

Kao i kod preventivnog održavanja, tako i kod tekućeg održavanja, postoji niz aktivnosti koje slede nakon prijave otkaza, a date su u daljem tekstu:

- Prijava otkaza je osnova za otvaranje radnog naloga kojim se definišu aktivnosti tekućeg održavanja. Prijavom otkaza se definiše priroda i mesto otkaza, a radnim nalogom tehnologija i vreme za tekuće održavanje, a prijavu otkaza popunjava rukovodilac organizacione celine u kojoj dođe do otkaza, a odgovornost za aktivnost snosi rukovodilac održavanja.

- Nadalje, poslovođa na bazi plana proizvodnje i radnog naloga, utvrđuje vreme rada na tekućem održavanju i ispisuje radni list, te određuje radnike koji će izvršiti aktivnosti.
- Ako se aktivnost ne obavlja u sopstvenoj režiji, onda se, prvenstveno, pristupa, na osnovu radnog naloga, definisanju crteža ili projektnog zadatka na bazi kojeg bi kooperant izvršio zahtevanu aktivnost. Odgovornost za ovu aktivnost ima poslovođa u održavanju.
- Pošto se deo aktivnosti ne može obaviti u vlastitoj režiji, aktivnosti se usaglašavaju, odnosno definišu, dele i koordiniraju sa kooperantom, koji je za konkretnu aktivnost odabran.
- Posle ovoga, sledi kontrola kvaliteta izvršene aktivnosti. Ako je aktivnost nekvalitetno izvršena, onda se ponovo pristupa aktivnosti definisanja zahteva za kooperaciju, a ako je aktivnost bila kvalitetna, onada je tekuće održavanje zaključeno kao proces.
- Posle ovoga se vrši kontrola, i to, od strane poslovođe u održavanju, na bazi tehničkih preduslova koje treba da ispunjava objekat na kojem se aktivnost sprovodi.
- Ako se posao obavlja u sopstvenoj režiji, onda se na osnovu radne liste vrši uvid u stanje zaliha rezervnih delova potrebnih za tekuće održavanje. Zatim se popunjava trebovanje, koje vrši poslovođa Službe tekućeg i investicionog održavanja.
- Ako je, pak, potrebna izrada nekog dela mašine, i to u kooperaciji sa nekim, onda na osnovu projektnog zadatka i narudžbenice se pristupa izradi istog. Nadalje, on se uz pomoć otpremnice predaje naručiocu, a on u izveštaju o kvalitetu dela iz kooperacije traži određeni kvalitet.
- Ako se deo radi u sopstvenoj režiji, onda se to obavlja po “Uputstvu za tekuće održavanje”, pa se potom ide na kontrolu koju sprovodi poslovođa.
- Nakon izvršene aktivnosti, poslovođa overava radne naloge i radne liste, dok se višak materijala, sa povratnicom, vraća u magacin repromaterijala.
- Na kraju se vrši analiza sa aspekta troškova vremena i materijala utrošenog u održavanju, pa se onda podaci iz radnog naloga i radne liste unose u karton evidencija.

### **Informacioni sistem investicionog održavanja**

Pod investicionim održavanjem podrazumevamo sve aktivnosti Službe održavanja kojima se investicionim troškovima održava infrastruktura u preduzeću (objekti, instalacije), te investira u rekonstrukciju mašinsko – tehnološke opreme i izgradnju novih objekata.

Algoritam informacionog sistema investicionog održavanja može se opisati sledećim aktivnostima:

- Na bazi Plana investicionog održavanja donosi se odluka o investicijama, to jest, koji će se deo plana realizovati u planiranom periodu.
- Ako je za realizaciju nekih od aktivnosti iz Plana potreban projekat, kojim se definišu svi tehnički i zakonski preduslovi pristupa se izradi projektnog zadatka. Njega definiše Služba održavanja ili u saradnji sa drugim službama. Odgovornost za ovu aktivnost ima rukovodilac Službe investicionog i tekućeg održavanja.
- Posle ovih aktivnosti, vrši se prikupljanje ponuda za izradu projekta, te se vrši izbor projektanta, vodeći računa o kvalitetu projekta, projektnom zadatku, uslovima za izradu projekta, itd. Odgovornost za ove aktivnosti ima direktor.
- Uz prethodno razjašnjavanje eventualnih nejasnoća, pristupa se izradi projektnog zadatka. Posle njegove izrade, vrši se usaglašavanje.
- Kada je projekat usaglašen, pristupa se prikupljanju ponuda za izvođenje radova, pa se onda vrši izbor, vodeći računa o referencama izvođača, o uslovima iz ponude, o konkurentnosti ponude itd.
- Tok realizacije investicije prati se putem aktivnosti nadzornog organa i direktno. U slučaju da je potrebna investicija u smislu korekcije projekta ili ugovora, pristupa joj se
- Po završetku investicione aktivnosti vrši se primopredaja, kroz tehničku i finansijsku dokumentaciju.

## LITERATURA

1. Adamović, Ž., Todorović, J., Jevtić, M.: Organizacija održavanja, OMO, Beograd, 1988.
2. Baldin, A., i dr.: Priručnik za održavanje industrijskih sistema, OMO, Beograd, 1979.
3. Adamović, Ž., Jevtić, M.: Preventivno održavanje u mašinstvu, Građevinska knjiga, Beograd, 1988.
4. Tolmač, D., Lambić, M.: Projektovanje pouzdanosti sistema i održavanje, 10. Međunarodna konferencija INDUSTRIJSKI SISTEMI, FTN, Novi Sad, 1996.
5. \*\*Application Design Guide for Plant Maintenance, IBM Corporation, New York, 1981.
6. Adamović, Ž.: Tehnička dijagnostika, Preving, Beograd, 1996.
7. Blanchard, B.: Maintainability principles and practices, Mc-Graw-Hill Book Company, New York, 1969.
8. Tolmač, D.: Mašine i Aparati, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1998.
9. Adamović, Ž.: Tehnologija održavanja, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1996.
10. Lambić, M., Tolmač, D.: Tehnička termodinamika, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1997.
11. Adamović, Ž.: Inženjering tehničkog održavanja, Privredni pregled, Beograd, 1991.
12. Tolmač, D.: Projektovanje tehnološko tehničkih sistema, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1999.
13. Zelenović, D.: Projektovanje proizvodnih sistema, Naučna knjiga, Beograd, 1987.
14. Lambić, M.: Inženjerstvo i inovacije, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1995.
15. Adamović, Ž., Avramović, D., Josimović, Lj.: Logistika održavanja tehničkih sistema, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1999.
16. Adamović, Ž.: Planiranje i upravljanje održavanjem pomoću računara, Privredni pregled, Beograd, 1987.
17. Adamović, Ž.: Hidromehanika, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1995.
18. \*\*Zbornik radova sa savetovanja o problemima održavanja, Železara Smederevo, 1986.
19. Lipovac, D., Sotirović, V., Letić, D.: Metode operacionih istraživanja, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1995.

20. Trbojević, B.: Organizacija građevinskih radova, Građevinska knjiga, Beograd, 1988.
21. Prvulović, S.: Održavanje i modernizacija tehničkih sistema u "JP Površinski Kopovi Kostolac", Specijalistički rad, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 2000.
22. Todorović, J., Zelenović, D.: Efektivnost sistema u mašinstvu, Naučna knjiga, Beograd, 1981.
23. Tomić, M., Adamović, Ž.: Pouzdanost u funkciji održavanja tehničkih sistema, Tehnička knjiga, Beograd, 1986.
24. Lambić, M.: Termotehnika sa energetikom, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1997.
25. Adamović, Ž.: Osnovi hidraulike i održavanja uljno hidrauličkih sistema, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd, 1997.
26. Adamović, Ž.: Hidraulika i pneumatika – izabrani primeri iz prakse, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1998.
27. Znić, Đ.: Projektovanje fabrika, Mašinski fakultet, Beograd, 1993.
28. Nadrljanski, Đ., Lipovac, D., Sotirović, V.: Informatika kroz programske sadržaje, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1996.
29. Dimitrijević, P.: Upravljanje kvalitetom, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1997.
30. Jovanović, D., Organizacija održavanja mašina, Mašinski fakultet, Beograd, 1989.
31. Deanzer, W.: Systems engineering, Verlag Industrielle Org. Zurich, 1979.
32. Milačić, V.: Mašine alatke II, Mašinski fakultet, Beograd, 1981.
33. Todorović, J.: Organizacija održavanja, FON, Beograd, 1981.
34. Milačić, V.: Teorija projektovanja, Mašinski fakultet, Beograd, 1990.
35. Tolmač, D. : Prilog teoriji i praksi sušenja, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, 1997.
36. Znić, Đ., Savić, D. : Simulacija procesa unutrašnjeg transporta, Mašinski fakultet, Beograd, 1990.
37. Tolmač, D. : Pneumatski transport, primena oprema i primeri, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1991.
38. Bogner, M., Isailović, M.: Propisi za investicionu izgradnju, SMEITS, Beograd, 1990.
39. Bogner, M.: Projektovanje termotehničkih i procesnih sistema, SMEITS, Beograd, 1998.
40. Tolmač, D. : Levelling realisation investment project standpoint development system engineers, Internacionalni simpozijum iz Project Managementa, Zbornik radova, str.(155-157), YUPMA '97, Beograd.
41. Tolmač, D., Turinski, J., Vujović, S.: Glavni tehnološko mašinski projekat točione ulja kapaciteta 20.000 lit./h, "SM"- Servo Mihalj Inženjering, Zrenjanin, 1996, (urađen za DD - Industrija ulja "Dijamant", Zrenjanin.)

42. Tolmač, D., Bulik, D. : Mašinsko-tehnološki projekat skladištenja i transporta granulata PET, "SM"- Inženjering, Zrenjanin, 1997, (urađen za DD Industrija ulja "Dijamant", Zrenjanin.)
43. Tolmač, D. : Glavni mašinsko-tehnološki projekat pogona za proizvodnju dekstroze kapaciteta 50 t/dan, "SM Inženjering", Zrenjanin, 1987, (urađen za DD "IPOK" - Industrija prerađevina od kukuruza, Zrenjanin.)
44. Tolmač, D., Lambić, M. : Glavni mašinsko-tehnološki projekat silosa za skrob kapaciteta 3x150 t, DD "Šinvoz", Zrenjanin, 1985, (urađen za DD "IPOK", Zrenjanin.)
45. Bogner, M., Vuković, D. : Problemi iz mehaničkih i hidromehaničkih operacija, Mašinski fakultet, Beograd, 1991.
46. Tolmač, D., Lerinc, F. : Glavni tehnološko-mašinski projekat postrojenja za dobijanje sumpor-dioksida, sagorevanjem sumpora, "SM Inženjering", Zrenjanin, 1994, (urađen za DD "IPOK", Zrenjanin.)
47. Tolmač, D., Sandić, L. : Glavni mašinsko-tehnološki projekat skladištenja masti i ulja, "SM Inženjering", Zrenjanin 1994, (urađen za DD "Sojaprotein", Zrenjanin.)
48. Tolmač, D. : Projekat transporta i skladištenja dekstroze, "SM Inženjering", Zrenjanin, 1987, (urađen za DD "IPOK", Zrenjanin.)
49. Tolmač, D. : Mašinsko-tehnološki projekat skladišta kiseline i lužine, "SM Inženjering", Zrenjanin, 1995, (urađen za DD "IPOK", Zrenjanin.)
50. Tolmač, D. : Mašinsko-tehnološki projekat snabdevanja vodom fabrike piva, "SM Inženjering", Zrenjanin, 1995, (urađen za DD "Industrija piva", Zrenjanin.)
51. Tolmač, D., Lambić, M. : Heat transfer through rotating roll of contact dryer, Int. J.
52. Tolmač, D.: Mašine i aparati – REŠENI ZADACI, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 2000.
53. Tolmač, D.: Projektovanje tehnoloških sistema – REŠENI ZADACI, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 2000.
54. Adamović, Ž., i dr.: Sigurnost funkcionisanja tehničkih sistema, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1999.
55. Tolmač, D.: Levelling realisation investment project standpoint development system engineers, Internacionalni simpozijum iz Project Managementa, Zbornik radova, str. (155-157), YUMPA '97, Beograd.

## O AUTORU

Dr Dragiša Tolmač je rođen 1952. god. u Tarašu, SO Zrenjanin. Osnovnu i srednju mašinsko-tehničku školu završio je u Zrenjaninu. Diplomirao je na Mašinskom fakultetu u Beogradu 1977. god. Kao diplomirani mašinski inženjer radio je u privredi 16 godina. Od toga 11 godina je radio na poslovima projektovanja, vođenja investicija i razvoja i 5 godina na poslovima rukovodioca održavanja.

Doktorirao je 1995. god. na Univerzitetu u Novom Sadu. Predavanja drži iz predmeta:

1. Projektovanje tehnoloških sistema i
2. Mašine i aparati.

U okviru svog naučnog i stručnog rada objavio je preko 50 radova u naučno stručnim časopisima i zbornicima sa domaćih i međunarodnih naučno – stručnih skupova, autor je preko 100 tehnološko tehničkih rešenja i glavnih mašinsko – tehnoloških projekata realizovanih u privredi.

## SPISAK OBJAVLJENIH UDŽBENIKA I MONOGRAFIJA

1. Tolmač, D.: Projektovanje tehnološko tehničkih sistema, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1999.
2. Tolmač, D.: Mašine i Aparati, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1998.
3. Tolmač, D. : Prilog teoriji i praksi sušenja, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, 1997. (Monografija).
4. Lambić, M., Tolmač, D.: Tehnička termodinamika, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1997.
5. Tolmač, D. : Pneumatski transport, primena oprema i primeri, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 1991.
6. Tolmač, D.: Projektovanje tehnoloških sistema – REŠENI ZADACI, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 2000.
7. Tolmač, D.: Mašine i aparati – REŠENI ZADACI, Tehnički fakultet "M. Pupin", Zrenjanin, 2000.
8. Tolmač, D.: Projekti tehnoloških sistema u prehrambenoj industriji, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin", Zrenjanin, 2000. (Monografija).