

**OCENA I PROGNOZA NIVOVA POUZDANOSTI  
TURBOGENERATORA**

**ASSESSMENT AND FORECAST RELIABILITY  
LEVEL OF TURBOGENERATOR**

**Dr Živoslav Adamović, Univerzitet u Novom Sadu,  
Tehnicki fakultet Mihajlo Pupin, Zrenjanin**

**Dr Željko Djurić, A.D Boksit, Milici**

**Dr Ljiljana Radovanovic, Univerzitet u Novom Sadu,  
Tehnicki fakultet Mihajlo Pupin, Zrenjanin**

**Mr Ljubiša Josimović, Politehnička škola, Požarevac**

**Mr Nenad Savić, Termoelektrane, Kostolac**

**REZIME**

*Savremena nauka o održavanju tehničkih sistema, pored razvoja tehnologije održavanja, razvija istraživanje i analizu uzroka otkaza tehničkih sistema. Analizom otkaza može se doći do podataka koji, u budućem radu tehničkog sistema, mogu sprečiti otkaze, smanjiti i intenzitet otkaza ili predvideti vremenski interval u kome će se otkaz dogoditi.*

*U proizvodnji električne energije je od ogromne važnosti da analiza otkaza da što tačnije navedene parametre. Oni moraju osigurati neprekidni proizvodni tok tehnoloških sistema na način kako zahteva savremeni proizvodni menadžment: povećan obim kvalitetne proizvodnje sa što manjim troškovima.*

**Ključne riječi:** Analiza otkaza, pouzdanost, turbogenerator

**SUMMARY**

*Modern science of maintaining the technical systems, in addition to the development of technology maintenance, development and analysis of the causes of failure of technical systems. Failure analysis can get to the data in the future work of the technical system, can prevent failures, reduce the intensity of the cancellation or predict the time interval in which the cancellation will occur. In the production of electricity is of great importance to failure analysis to these parameters as accurately as possible. They must ensure a continuous flow of production technology system in the manner as required by modern production management: an increased volume of quality production with minimal costs.*

# 1. PROGNOZIRANJE POUZDANOSTI TEHNIČKOG SISTEMA

## 1.1. Modeliranje otkaza sastavnih delova sistema

Prvi stepen vezan za studiju pouzdanosti sistema je podela sistema na sastavne delove. Pouzdanost svakog sastavnog dela može se računati pod pretpostavkom da otkaz jednog dela ruzrokuje otkaz bloka (serijska veza).

Slučajni otkazi su, po pravilu, prostiji za račun, naročito za elektronske komponente, tako da se intenzitet otkaza može smatrati da je konstantan. U tom slučaju, sledi da je intenzitet otkaza bloka (podsklopa) zbir intenziteta otkaza njegovih sastavnih delova.

Sledeći korak je crtanje dijagrama pouzdanosti sistema. Blokovi su tada povezani serijski ili paralelno tako da se mogu utvrditi kriterijumi otkaza sistema.

Intenzitet otkaza  $\lambda_i$  (slučajni otkazi) svakog sastavnog dela sistema zavisen je do raznih opterećenja:

$$\lambda_i = f(P, V, T, C_i),$$

gde je:

$P$  – snaga,

$V$  – upotrebljeni napon,

$T$  – temperatura,

$C_i$  – druga opterećenja (mehanička, hemijska, itd.).

Osnovna koncepcija prognoziranja i izračunavanja pouzdanosti sistema je da otkaz sistema zavisi od otkaza sastavnih delova. Zato je potreban metod za ocenu otkaza sastavnih delova. Najdirektniji prilaz intenziteta otkaza sastavnih delova zasnovan je na prikupljanju i obradi velikog broja podataka o otkazima.

Modeli intenziteta otkaza sastavnih delova menjaju se sa raznim tipovima delova, međutim opšti oblik je:

$$\lambda_{dela} = (K_b)(K_e)(K_a)(K_q) \dots (K_n) \gamma_b,$$

gde je:

$\lambda_{dela}$  - ukupni intenzitet otkaza,

$\lambda_b$  - osnovni intenzitet otkaza (vrednost  $\lambda_b$  u opštem slučaju zavisi od opterećenja – napona, snaga i sl. pri očekivanoj radnoj temperaturi),

$K_E$  - faktor koji se odnosi na uticaj sredine (sem temperature) pri radnim uslovima i kreće se od 0,2 do 10.

Ostali faktori odnose se na kvalitet sastavnog dela, način korišćenja, konstrukciju i slično.

## 1.2. Tehnike za prognozu pouzdanosti

Osnovne tehnike za prognozu pouzdanosti mogu se podeliti na četiri grupe:

1. predviđanja mogu biti zasnovana na sličnim sistemima. Predviđanja koriste vrednosti  $MTBF (T_{oz})$  za slične uređaje sličnog stepena kompleksnosti namenjenih za ispitivanje sličnih funkcija. Pouzdanost novog sistema se pretpostavlja da će biti jednaka pouzdanost sistema koji je najpribližniji po kompleksnosti i karakteristikama. Količina delova i tipovi, opterećenja i faktori okoline se ne razmatraju. Ova tehnika je laka za izvođenje, ali nije tačna;
2. predviđanja mogu biti zasnovana na proceni grupa aktivnih delova ( $GAE$ ).  $GAE$  je najmanji funkcionalni blok koji kontroliše ili prenosi energiju.  $GAE$  uključuje jedan aktivni deo (tj. rele, tranzistor, pumpu i slično), i određen broj pasivnih delova. Ocnom broja  $GAE$  može se prognozirati  $T_{oz}$ );

3. predviđanje može biti izvedeno na osnovu broja ugrađenih delova. Postoji više metoda koje se razlikuju prema izvoru podataka, broju kategorija tipova i pretpostavljenim nivoima opterećenja. U osnovi, koristi se lista sastavnih delova, a delovi su raspoređeni prema određenim kategorijama.  
Na osnovu datih intenziteta otkaza može se predvideti *MTBF (Toz)*;
4. predviđanja se mogu zasnivati na analizi opterećenja. Kada je detaljan projekat završen i formiran prototip, predviđanja pouzdanosti postaju realni. Određeni su tipovi količine sastavnih delova, koriste se odgovarajući intenziteti otkaza uz korišćenje faktora vezanih za opterećenje i uslove sredine.

Kvantitativne vrednosti dobijene na osnovu prognoze pouzdanosti ulazni su podaci za predviđanje pogodnosti održavanja, analizu ostalih elemenata logističke podrške. Pouzdanost, u osnovi, određuje učestalost održavanja i količinu akcija održavanja u toku životnog ciklusa, tako da je potrebno da bude što tačnije određenja.

Pouzdanost sistema je funkcija sastavnih delova, opterećenja i tolerancija. Osnovni pristup postizanju visokog stepena pouzdanosti je izbor komponenti i materijala poznate pouzdanosti koji mogu da ispune zahteve sistema. Pri projektovanju pouzdanosti trebalo bi razmotriti:

- izbor standardizovanih delova i materijala;
- ocenu svih delova i materijala pre ugrađivanja u projekat. Ovo uključuje studiju efekata, opterećenja, tolerancija i drugih karakteristika koji imaju uticaj za nameravano korišćenje;
- korišćenje samo ovih delova koji su sposobni da odgovore ciljevima pouzdanosti.  
Specifičnost prognoziranja pouzdanosti

Faktori koji negativno utiču na pouzdanost složenih sistema su sledeći:

1. veliki broj delova i otkaz svakog od njih može dovesti i do otkaza celog sistema;
2. pojedinačna ili malo serijska proizvodnja, što uz različite uslove eksploatacije dovodi do toga da se u procesu projektovanja i konstruisanja, ne raspolaže podacima o njihovom ponašanju u toku eksploatacije;
3. osobine složenog sistema pokazuju veću individualnost.

Faktori koji pozitivno utiču na pouzdanost složenih sistema su sledeći:

1. složeni sistem u određenoj meri raspolaže svojstvom samoregulisivanja i prilagođavanja uslovima eksploatacije;
2. kod složenog sistema često je moguće vršiti regeneraciju radne ispravnosti njegovih delova;
3. svi delovi složenog sistema ne utiču podjednako na njegovu pouzdanost (pojedini od njih utiču samo na efektivnost rada sistema).

Za pouzdanost složenog sistema važnu ulogu ima njegova struktura (odnosno njegovih delovi). Pod delom složenog sistema podrazumeva se deo koji ima određene ulazne i izlazne parametre, pa je moguće izvršiti regeneraciju njegove radne ispravnosti nezavisno od drugih delova sistema.

Pri analizi pouzdanosti delove složenog sistema možemo razvrstati na:

1. delovi čiji otkaz praktično ne utiče na pouzdanost sistema; zbog toga ovde nije reč o otkazima, već o neispravnom stanju ovih delova;
2. delovi čija se radna sposobnost za razmatrani period vremena praktično ne menja, tj. njihovu pouzdanost je  $R(t=T) \rightarrow 1$  (telo mašine, hidrostatički ležajevi, malo opterećeni delovi itd.);

3. delove čija se opravka ili regulisanje može da izvede u toku rada sistema ili za vreme njegovog zaustavljanja, a da se pri tome ne utiče na efektivnost (podešavanje ili zamena alata kod alatnih mašina, podešavanje praznog hoda motora automobila itd.);
4. delove čiji otkaz dovodi do otkaza sistema.

Prema tome samo delovi četvrte grupe utiču na pouzdanost sistema i mogu se razvrstati na:

- delove čiji otkaz dovodi do katastrofalnih posledica i čija pouzdanost treba da bude  $R(t) = 1$  (tu spadaju i zaštitni i osiguravajući delovi koji po svojoj funkciji sprečavaju mogućnost nastanka katastrofalnih otkaza);
- delove čiji otkaz dovodi do ekonomskih posledica i čija pouzdanost treba da bude  $R(t) > 0,99$  – ukoliko su troškovi znatni, ili  $R(t) > 0,9$  – proizvodnji, pogoršanog režima rada itd.);
- delove čiji otkaz nema posledica (troškovi opravki u propisanim granicama),  $R(t) < 0,9$ .

Prema tome, broj delova koje treba razmatrati pri određivanju pouzdanosti sistema je ograničen.

Sa druge strane, bezotkazanost rada dela je neophodan, ali ne i dovoljan uslov za bezotkazan rad celog sistema. Treba imati u vidu da kod složenih sistema važnu ulogu igra uzajamna veza između delova i njihov međusobni uticaj. Male promene parametara svakog od delova mogu nepovoljno da utiču na radnu sposobnost celog sistema.

Specifičnost strukture sistema je u tome što se kod njih najčešće koristi redna veza njihovih delova, pri čemu otkaz svakog dela dovodi do otkaza celog sistema.

Ako je pri tome moguće da se sistem raščlani na posebne delove od kojih svaki ima verovatnoću bezotkaznog rada  $R_i$ , onda je verovatnoća bezotkaznog rada celog sistema jednaka.

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

### 1.3. Pouzdanost termoelektrane

Stanje sistema predstavlja skup podataka koji daju potpunu informaciju o ponašanju sistema u datom trenutku vremena i datim uslovima okoline, potrebnu za podešavanje rada sistema, odnosno projektovanje njegovog ponašanja u periodu započetom tim trenutkom. Neodređenost stanja podrazumeva stepen ostvarenja zadatih uslova i postupaka karakterističnih za određena stanja.

Entropija sistema je veličina koja određuje meru neodređenosti sistema, a zasniva se na stohastičkom ponašanju sistema.

Termoelektrana čini jednu jedinstvenu tehnološku građevinsku celinu i sastoji se od:

- dopreme i deponije uglja,
- kotlovskeg postrojenja,
- pomoćnih objekata,
- mašinske hale (odeljenje sa turbogeneratorom, linijom osnovnog kondenzata, kotlovskim napojnim pumpama).

Posebno treba istaći da su otkazi i poremećaji međusobno zavisni događaji i da se pouzdanost turbogeneratora sa aspekta tehnologije održavanja mora posmatrati u okviru celokupnog sistema termoelektrane. Zavisnost se manifestuje time što poremećaji ne mogu da se jave ako je posmatrani deo ispravan, u odnosu na događaje koji predstavljaju poremećaje. To znači da se pouzdanost, recimo pumpi osnovnog kondenzata, može odrediti na osnovu zakona uslovljenih verovatnoća A, B i C:

$$R_{pk} = P(ABC) = P(A) P(B/A) P(C/AB);$$

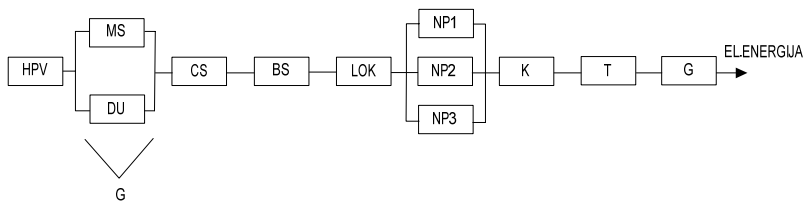
gde je:

$P(A)$  - verovatnoća da pumpa osnovnog kondenzata u trenutku posmatranja neće biti zaustavljena ako se dogodi neki otkaz

$P(B/A)$  - verovatnoća da pumpa neće otkazati u istom trenutku ako bi bilo neophodno određeno podešavanje, a pod uslovom da pre toga nije potpuno remontovana.

$P(C/AB)$  - verovatnoća da u istom trenutku pumpa neće doživeti prolaznu neispravnost, a pod uslovom da do tog trenutka nije već dvaput doživeo neispravnost.

Ovakva istraživanja za energetske sisteme su vrlo interesantna s obzirom na to da i pored pojave otkaza u oko 30% slučajeva ne dolazi do obustave sistema (automatsko podešavanje regulatora provetravanja na kotlu može se zameniti ručnim podešavanjem).



Slika 1. Veza pogona u Termoelektrani

gde je:

HPV – hemijska priprema vode

NP1 – napojna pumpa

G – sistem goriva

NP2 – napojna pumpa

MS – mazutna stanica

NP3 – napojna pumpa

DU – doprema uglja

K – kotao

CS – crpna stanica

T – turbina

BS – bager stanica

G – generator

LOK – linija osnovnog kondenzata

Ukupna pouzdanost sistema termoelektrane može se izraziti jednačinom:

$$R_{TE} = R_{HPV} R_G R_{CS} R_{BS} R_{LOK} R_{NP} R_K R_T R_G$$

ili

$$R_{TE} = R_{HPV} [1 - (1 - R_{MS})(1 - R_{DU})] R_{CS} R_{BS} R_{LOK} [1 - (1 - R_{NP1})(1 - R_{NP2})(1 - R_{NP3})] R_K R_T R_G$$

#### 1.4. Parametri tehničke efikasnosti termokapaciteta

Za ocenu kvaliteta rada termoelektrane kao celine i njegovih osnovnih elemenata ( parnog kotla i turbine ) koriste se sledeći osnovni pokazatelji rada:

koeficijent pouzdanosti rada

$$K_{pu} = \frac{T_p}{T_p + T_i} = 1 - K_i$$

koeficijent ispada

$$K_i = \frac{T_i}{T_p + T_i}$$

koeficijent raspoloživosti, odnosno pogonske spremnosti

$$K_{ps} = \frac{T_p + T_r}{T_k} \text{ i}$$

koeficijent planskih zastoja, to jest, remonta i nege

$$K_{pz} = \frac{T_{pz}}{T_k}$$

gde su:  $\tau_p[h]$  - vreme rada ( proizvodnje );  $\tau_i[h]$  - vreme trajanja zastoja ( ispada );  $\tau_r[h]$  - vreme provedeno u rezervi;  $\tau_k[h]$  - kalendarsko vreme u posmatranom periodu (  $T_k = 8760$  h godišnje ) i  $\tau_{pz}[h]$  - vreme planskih zastoja zbog remonta i nege.

Najbolji pokazatelj rada termoenergetskog postrojenja, na koji utiču i pogon i održavanje je stepen korišćenja kapaciteta ili koeficijent snage:

$$K_s = \frac{E_p}{T_k P_n} ,$$

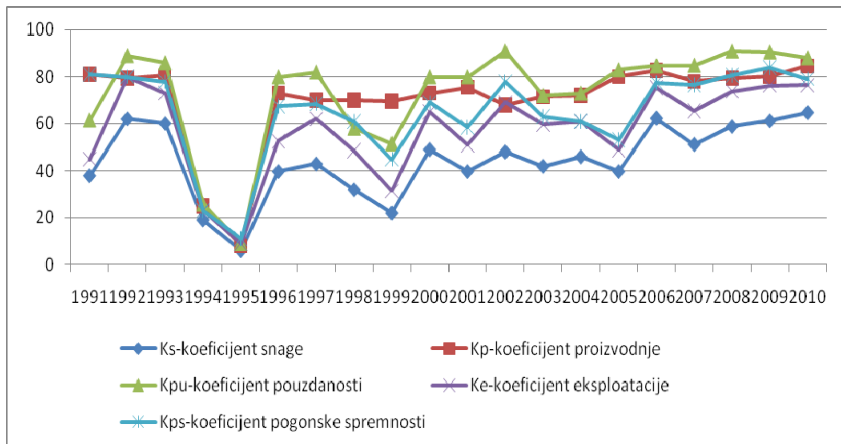
gde su:  $E_p[kWh]$  - proizvedena energija za vreme  $T_k$  ( na primer, za godinu dana ), i  $P_n[kW]$  - nominalna snaga postrojenja.

Ako se ovi pokazatelji rada posmatraju posebno za svaki osnovni deo opreme termoelektrane, videće se da su oni najnepovoljniji za parni kotao, jer on, principijelno, ima najduže vreme trajanja zastoja, najkraće vreme proizvodnje i najviše utiče na proizvedenu energiju tokom posmatranog perioda. Uticaj ostalih delova opreme na pokazatelje rada celog termoenergetskog postrojenja relativno mali.

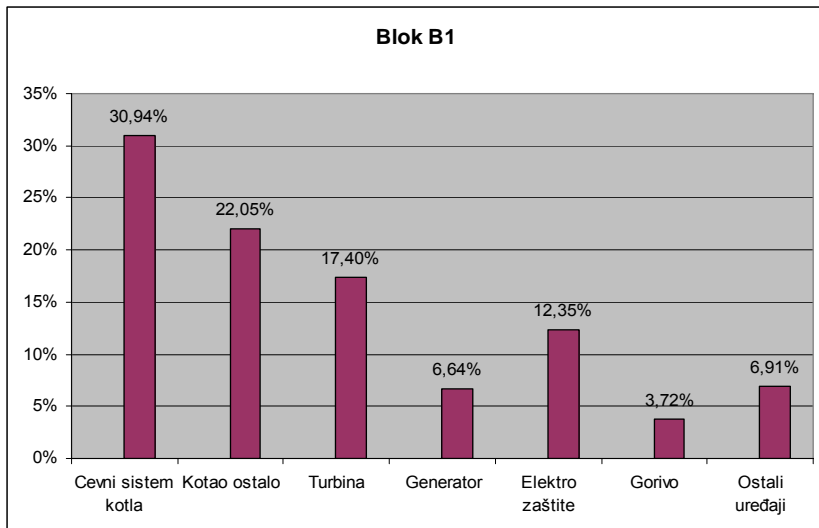
Na sledećim slikama predstavljeni su osnovni parametri tehničke efikasnosti za sva četiri bloka Kostolačkih termoelektrana za vremensko stanje od kada se prate za pojedine blokove. Za blok 1 termoelektrane Drmno prikazani su parametri za period posmatranja od 20 godina radi dalje analize.

Tabela 1. Raspodela otkaza bloka B1 u periodu 1991 – 2010. god

Redni broj	Uzrok otkaza	Broj otkaza	%	Kumulativno
1	Cevni sistem kotla	233	30,94%	30,94%
2	Kotao ostalo	166	22,05%	52,99%
3	Turbina	131	17,40%	70,39%
4	Generator	50	6,64%	77,03%
5	Elektro zaštite	93	12,35%	89,38%
6	Gorivo	28	3,72%	93,09%
7	Ostali uređaji	52	6,91%	100,00%
UKUPAN BROJ OTKAZA		753	100,00%	



Slika 2. Koeficijent efikasnosti za blok B1 u periodu 1991 – 2010. god



Slika 3. Histogram raspodele otkaza za blok B1 u periodu 1991 – 2010. god

## 2. MODEL INTENZITETA OTKAZA HIDRAULIKE PUMPE

Jedna hidraulička pumpa se u principu može raščlaniti na svoje komponente. Svaki od ovih komponenti doprinosi ukupnom intenzitetu otkaza pumpe. Model intenziteta otkaza pumpe dat je sledećom jednačinom (prema istraživanjima autora):

$$\lambda_p = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5.$$

gde je:

$\lambda_p$  (otkaza /  $10^6$  ciklusa) – ukupni intenzitet otkaza pumpe,

$\lambda_1$  (otkaza /  $10^6$  ciklusa) – ukupni intenzitet otkaza za sve zaptivke pumpe,

- $\lambda_2$  (otkaza /  $10^6$  ciklusa) – ukupni intenzitet otkaza za sva vratila kod pumpe,
- $\lambda_3$  (otkaza /  $10^6$  ciklusa) – ukupni intenzitet otkaza za sve ležajeve,
- $\gamma_4$  (otkaza /  $10^6$  ciklusa) – ukupni intenzitet otkaza za sve kućišta, i
- $\lambda_5$  (otkaza /  $10^6$  ciklusa) – ukupni intenzitet otkaza za pokretač/potiskivač fluida.

Sve vrednosti za intenzitete otkaza kompomemata uključuju faktore koji uzimaju u obzir očekivana radna opterećenja i očekivane uslove okoline koji se javljaju u normalnom radu pumpe. Isto tako, ovi faktori su tako projektovani da uzimaju u obzir i promenljive uticaje primene date pumpe.

## 2.1. Model intenziteta otkaza vratilo

Model intenziteta otkaza za vratilo je prikazan jednačino (prema istraživanjima autora):

$$\lambda_{SH} = \lambda_{BSH} \cdot C_{AFS} \cdot C_{DSF} \cdot C_{SE} \cdot C_{CON} \cdot C_D \cdot C_{TLF},$$

gde je:

- $\lambda_{BSH}$  (otkaza /  $10^6$  ciklusa) – bazni intenzitet otkaza vratila pumpe,
- $C_{AFS}$  – faktor površinske obrade vratila,
- $C_{DSF}$  – faktor temperature materijala,
- $C_{SE}$  – faktor granice izdržljivosti materijala,
- $C_{CON}$  – faktor kontaminacije,
- $C_D$  – faktor dilatacije, pomeranje, i
- $C_{TLF}$  – faktor opterećenja (pritiska) na mestu uležištenja (kućište).

## 2.2. Model intenziteta otkaza za ležajeve

Model intenziteta otkaza za ležajeve je (prema istraživanjima autora):

$$\lambda_{BE} = \lambda_{BBE} (L_A/L_S)^Y (A_E/0,006)^{2,36} (\nu_0/\nu_L)^{0,5} (C_{AL}/60)^{2,3} \cdot C_{CW} \cdot C_{TLF}.$$

gde je:

- $\lambda_{BBE}$  (otkaza /  $10^6$  ciklusa) – bazni intenzitet otkaza vratila pumpe,
- $L_A(N)$  – stvarno radijalno opterećenje,
- $L_S(N)$  – radijalno opterećenje prema specifikaciji,
- $Y=3,33$  za valjkaste ležajeve,  $Y=3,00$  za kuglične ležajeve,
- $A_E(\text{rad})$  – greška u pravosti
- $\nu_0(\text{m}^2/\text{s})$  – viskozitet sredstva za podmazivanje prema specifikaciji
- $\nu_L(\text{m}^2/\text{s})$  – stvarna ekvivalentna viskoznost sredstva za podmazivanje,
- $C_{AL}(10^{-6}/\text{m}^3)$  – stvarni nivo zaprljanosti sredstva za podmazivanje,
- $C_{CW}$  – faktor sadržaja vode u sredstvu za podmazivanje i
- $C_{TLF}$  – faktor opterećenja pritiska na mestu uležištenja.

Faktor sadržaja vode u sredstvu za podmazivanje je faktor modifikacije koji objašnjava smanjenje veka trajanja ležaja usled prodora vode u sredstva za podmazivanje. Faktor se izračunava na sledeći način:

$$C_{CW} = 1,11771 - 291,339(\%H_2O) + 21498,5(\%H_2O)^2 - 186112,3(\%H_2O)^3 + 451561(\%H_2O)^4$$



### 2.3. Model inteziteta otkaza hidrauličnog cilindra

Model inteziteta otkaza hidrauličnih cilindara izražen je jednačinom (prema istraživanjima autora):

$$\lambda_c = \lambda_{SE} + \lambda_{KL} + \lambda_{CH} + \lambda_{FM} + \lambda_{VO} + \lambda_{PR}.$$

gde je:

- $\lambda_{SE}$  ( otkaza /  $10^6$  ciklusa ) - intezitet otkaza svih zaptivki u cilindru,
- $\lambda_{KL}$  ( otkaza /  $10^6$  ciklusa ) - intezitet otkaza klipnjače,
- $\lambda_{CH}$  ( otkaza /  $10^6$  ciklusa ) - intezitet otkaza cevi cilindra,
- $\lambda_{FM}$  ( otkaza /  $10^6$  ciklusa ) - intezitet otkaza klipa,
- $\lambda_{VO}$  ( otkaza /  $10^6$  ciklusa ) - intezitet otkaza vodjica klipnjače,
- $\lambda_{PR}$  ( otkaza /  $10^6$  ciklusa ) - intezitet otkaza sklopa prigušnika, prigušni i nepovratni ventil.

### 2.3. Model inteziteta otkaza ventila

Utvrđivanjem inteziteta otkaza za svaku pojedinačnu komponentu može se izračunati ukupan intezitet otkaza ( $V_v$ ) ventila:

$$\lambda_v = \lambda_{SE} + \lambda_{SV} + \lambda_{pd} + \lambda_{sp} + \lambda_{so} + \lambda_H.$$

gde je:

- $\lambda_{SE}$  ( otkaza /  $10^6$  ciklusa ) - intezitet otkaza za zaptivke ventila,
- $\lambda_{SV}$  ( otkaza /  $10^6$  ciklusa ) - intezitet otkaza sklopa sedišta/pečurke za regulisanje struje fluida,
- $\lambda_{PD}$  ( otkaza /  $10^6$  ciklusa ) - intezitet otkaza kliznih i pokretnih sklopova ventila,
- $\lambda_{SP}$  ( otkaza /  $10^6$  ciklusa ) - intezitet otkaza za sklop opruge,
- $\lambda_{SO}$  ( otkaza /  $10^6$  ciklusa ) - intezitet otkaza solenoida, i
- $\lambda_H$  ( otkaza /  $10^6$  ciklusa ) - intezitet otkaza kućišta ventila.

Intezitet otkaza za svaku pojedinu komponentu mora biti poznat ili se mora izračunati, pre nego što se izvrši prognoziranje inteziteta otkaza celokupnog sklopa.

Ako je nemoguće predvideti intezitete otkaza svih komponenata, treba pokušati preko strukturne i parametarske analize, odrediti komponente, odnosno oblike otkazivanja koji najznačajnije utiču na otkaz ukupnog sklopa. Tako, na primer, kod razvodnih ventila (razvodnika) otkazi su najčešće vezani za zaptivke, klizne ili nalegajuće površine/elemente (sedišta i klipovi) i elemente za aktiviranje (opruge i solenoide).

## 3. ZAKLJUČAK

Ako se zna intezitet otkaza komponenata sklopova tehničkih sistema može se iscrpnom analizom otkaza na tehnološkim sistema smanjiti zastoji, smanjiti nepredvidivi otkazi i povećati raspoloživost proizvodne funkcije tehnološkog sistema.

Zadatak menadžera u funkciji održavanja i proizvodnje jeste da pouzdanost i raspoloživost tehnoloških sistema podigne i održava na visokom nivou. To se postiže ako se analiza otkaza radi u jednakim periodičnim intervalima vremena koristeći sve parametre logističkog sistema održavanja tehničkih sistema.

#### 4. LITERATURA

- [1] Adamović Ž.: Osnovi hidraulike i održavanja uljnihidrauličkih sistema, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd 1997
- [2] Adamović Ž.: Tehnička dijagnostika, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva, Beograd 1998
- [3] Adamović Ž.: Tehnologija održavanja, Univerzitet u Novom Sadu, Novi Sad, 1998
- [4] Dimitrijević P.: Istraživanje primenom metoda efikasnosti i projektovanja sistema sa aspekta funkcije održavanja (doktorska disertacija), Mašinski fakultet, Beograd, 1990.
- [5] Savić N.: Modeli održavanja složenih tehničkih sistema u termoelektranama na principima reinženjeringa(doktorska disertacija), Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin.
- [6] Josimović Lj.: Optimizacija postupka vibrodijagnostike turbogeneratorske (doktorska disertacija), Univerzitet u Novom Sadu Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin.
- [7] Adamović, Ž., Bešić, C., Tasić, I., Kuruzović, P., Adamović, D.: Tehnička dijagnostika, Društvo za tehničku dijagnostiku, Beograd, 2006.
- [8] Adamović, Ž., Sajfert, Ž., Živković, D., Tasić, I., Adamović, D.: Proizvodni i operativni menadžment, Univerzitet u Novom Sadu Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin, 2005.