

MEHATRONIČKI PRISTUP MODELU ODRŽAVANJA PO STANJU

MECHATRONIC APPROACH TO MODELING THE MAINTENANCE CONDITION BASED

Dr.sc. Bahrudin Šarić, doc. Dr.sc. Džemo Tufekčić, red.prof.
Dr.sc. Pašaga Muratović, red.prof. Dr.sc. Alan Topčić, doc.
Mašinski Fakultet Univerziteta u Tuzli,
Univerzitetska br.4, 75000 Tuzla, B i H,

REZIME

Utvrđivanje stanja mehatroničkog sistema primjenom kontrole dijagnostičkih parametara, potpuno je opravdano pod uslovom da je obezbjeđeno neposredno, tačno i blagovremeno donošenje zaključaka o stanju dijagnosticiranog sistema. Da bi se ispunili postavljeni uslovi, neophodna je primjena računara za automatsku obradu i analizu baze podataka koji se odnose na dijagnostičku kontrolu mjernih parametara sistema. Postavljanjem validne dijagnoze stanja sistema, osigurati će se visok stepen operativne gotovosti sistema. Automatska obrada i analiza baze podataka obrađena je u Microsoft ACCESS-u, a izvršna verzija softvera za identifikaciju uzročnika porasta dijagnostičkih parametara urađena je u programskom jeziku CLIPPER-u na osnovu algoritma predstavljenog u ovom radu. Funkcionalnost navedenog softvera je eksperimentalno provjerena na visokoproduktivnoj rudarskoj opremi RMU "Banovići".

Ključne riječi: mehatronički sistem, održavanje po stanju, dijagnostika, algoritam, softver.

SUMMARY

To establish the mechatronic system condition applying the diagnostic parameter monitoring is fully justified provided if it is possible directly, correctly and on time to make the conclusions on diagnosed system condition. To achieve the required tasks it is necessary to use the computers for automatic processing and analyzing data bases related to diagnostic monitoring and to system measured parameters. A valid system diagnosis will provide a high level of the system operation reliability. Automatic processing and analyzing data base was performed in microsoft ACCESS, and a software version to identify the causes for the increases in diagnostic parameters is performed in the program language CLIPPER based on the algorithm presented in this work. The functionality of the named software was tested experimentally on high productive mining equipment in RMU "Banovići".

Key words: mechatronic system, maintenance condition based, diagnostic, algorithm, software.

1. UVOD

Stalni zahtjevi za povećanjem obima proizvodnje na površinskim kopovima, uslovalo je primjenu visokoproduktivnih mehatroničkih sistema. Iskustva u eksploataciji su pokazala, da najveći dio radnih sredstava ne gubi svoje funkcionalne karakteristike odjednom, već da je to proces koji je kontinuiran. Oštećenja, kvarovi i havarije posljedice su laganog trošenja tokom eksploatacije. Nagovještaj oštećenja, kvara ili havarije pojavljuje se znatno ranije. Analogno

tome neophodno je razviti odgovarajuće metode i postupke da se predvidi mogući uzrok kvara ili havarije, a da se pritom vodi računa o troškovima održavanja i pouzdanosti sistema. Usavršavanje sistema povezan je s razvojem proizvodnih tehnologija i opreme odnosno s općim tehnološkim razvojem u svijetu, što uslovljava i primjenu novih modela u održavanju mehatroničkih sistema. U oblikovanju materije ovog rada, korištena su sopstvena istraživanja u oblasti rudarstva u RMU “Banovići” (Rudnik mrkog uglja «Banovići»), gdje se primjenjuju visokoproduktivni mehatronički sistemi u procesu eksploatacije uglja.

2. ODRŽAVANJE MEHATRONIČKIH SISTEMA

Održavanje visokoproduktivnih mehatroničkih sistema u RMU „Banovići“ uglavnom se svodi na korektivno održavanje. Sastavni dijelovi sistema koriste se do konačnog oštećenja, uslijed čega često oštećenje nekog sastavnog dijela sistema ima za posljedicu oštećenje ostalih sastavnih dijelova sistema. Nastankom otkaza bilo kojeg elementa sistema, dolazi istovremeno do otkaza sistema sa rednom vezom, samim tim, korektivno održavanje treba što rjeđe primjenjivati i to uglavnom za slučajeve kada otkaz sastavnog dijela ili sistema ne može dovesti do; težih havarija i lomova, dugog vremena stanja «u otkazu», visokih troškova održavanja i ugrožavanja sigurnosti radnika. Iz navedenog, proizilazi da održavanje navedenih sistema treba drugačije organizovati, sa ciljem da se postigne maksimalna efikasnost i pouzdanost. Predvidjeti mogući uzrok kvara ili havarije, a da se pritom vodi računa o troškovima održavanja i pouzdanosti sistema, moguće je uvođenjem preventivnog održavanja “*održavanje po stanju*” koje se sastoji od planiranih intervencija u određenim terminima vremena na bazi tehničkog stanja sastavnog dijela ili sistema.

2.1. Održavanje po stanju

Preventivno održavanje u praksi se često sprovodi ne po klasičnom principu kao planska aktivnost, već po principu «održavanje po stanju». To je takav oblik održavanja kod koga se ono vrši kontinuirano u zavisnosti od stanja sistema u datom trenutku i da li se određene veličine nalaze izvan željenih granica. Model «održavanje po stanju», kao oblik preventivnog održavanja, ima danas široku primjenu. Korisno je naglasiti da održavanje po stanju ne znači izvoditi samo preglede na opremi bez intervencija održavanja, to znači imati na raspolaganju određene informacije o stanju sistema. Održavanje po stanju izvodi se prije pojave otkaza, ali ne planski, nego se periodično vrše pregledi i kontrole na osnovu unaprijed određenog optimalnog intervala inspekcije stanja elemenata sistema, odnosno sistema [1].

Utvrđivanje stanja tehničkog sistema primjenom kontrole dijagnostičkih parametara, potpuno je opravdano pod uslovom da je obezbjeđeno neposredno, tačno i blagovremeno donošenje zaključaka o stanju dijagnosticiranog sistema. U analizi rezultata dijagnostičkih mjerenja, mjerni parametar temperatura i/ili buka, koristiti će se kao informacija ili signal dali je neophodno izvršiti kontrolu vibracija na kontrolisanom mjernom mjestu. Ukoliko se dijagnostičkim mjerenjem ustanovi da je došlo do porasta temperature, odnosno buke, taj rezultat mjerenja će biti signal da je neophodno izvršiti kontrolu odnosno mjerenje amplitude i brzine vibracije na tom mjernom mjestu. Mjerenje frekvencije vibracije, vršit će se po potrebi na osnovu uvida u rezultate mjerenja brzine vibracije, što znači, kada se ustanovi da je nivo vibracije u nedozvoljenim granicama, slijedi mjerenje frekvencije vibracije, u cilju analize porasta vibracije i identifikacije uzročnika porasta vibracije na datom mjernom mjestu, odnosno kontrolisanom elementu. *Obrada i analiza rezultata dijagnostičkih mjerenja, vršit će se sukcesivno, korak po korak, kako slijedi [2]:*

I Korak - izdvajanje rezultata dijagnostičkih mjerenja, gdje je ustanovljen porast temperature i/ili buke (šum) iznad dozvoljenih ograničenja. Kako je ranije navedeno, porast temperature i

buke (šum) iznad dozvoljenih ograničenja, je signal ili informacija da je neophodno izvršiti kontrolu vibracija (brzina) na kontrolisanom mjernom mjestu.

II Korak - izdvajanje rezultata dijagnostičkih mjerenja, gdje je ustanovljen porast vibracija (brzina) iznad dozvoljenih ograničenja. Na kontrolisanom mjernom mjestu, gdje je ustanovljen porast vibracija (brzina i amplituda) iznad dozvoljenih ograničenja, neophodno je izvršiti mjerenje frekvencije vibracije, sa ciljem otkrivanja uzročnika porasta vibracije.

III Korak – identifikacija uzroka porasta dijagnostičkih parametara iznad dozvoljenih ograničenja na kontrolisanom mjernom mjestu. *Utvrđivanje stanja mehatroničkog sistema vrši se na osnovu identifikacije uzročnika porasta dijagnostičkih parametara [2].*

Korištenje računara (kao alat) za automatsku obradu i analizu baze podataka koji se odnose na dijagnostičku kontrolu mjernih parametara tehničkog sistema ili komponente tehničkog sistema, omogućilo je brzo i objektivno ispitivanje, upoređivanje i provjeru velikog broja izmjerenih podataka, na osnovu kojih se može identifikovati uzročnici porasta dijagnostičkih parametara i postaviti validna dijagnoza stanja tehničkog sistema.

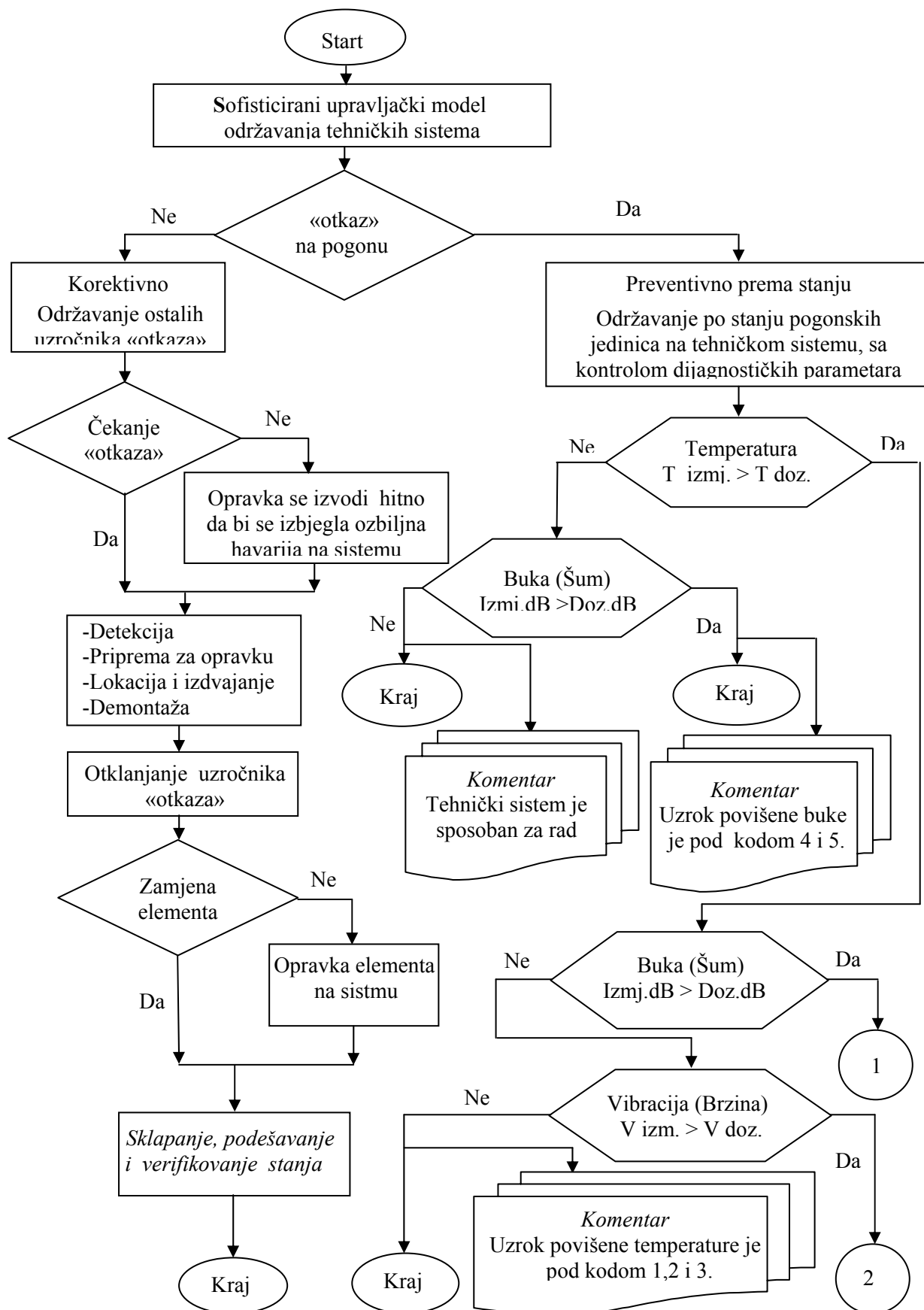
Automatska obrada i analiza baze podataka obrađena je u Microsoft ACCESS-u, a izvršna verzija softvera za identifikaciju uzročnika porasta dijagnostičkih parametara urađena je u programskom jeziku CLIPPER-u, na osnovu algoritma (slika 1.) i preporuka SKF i Cemb Mandella Laria [3] predstavljenih u tabeli 1 i 2. Za pregledniji prikaz uzroka porasta dijagnostičkih parametara u tabeli 1 i 2, usvojene su oznake dijagnostičkih parametara, za temperaturu (A), za buku (B), za vibracije (C), kao i za uzročnike porasta dijagnostičkih parametara kodovi od 1 do 19.

Tabela 1. Uzročnici porasta dijagnostičkih parametara prema preporukama SKF-a

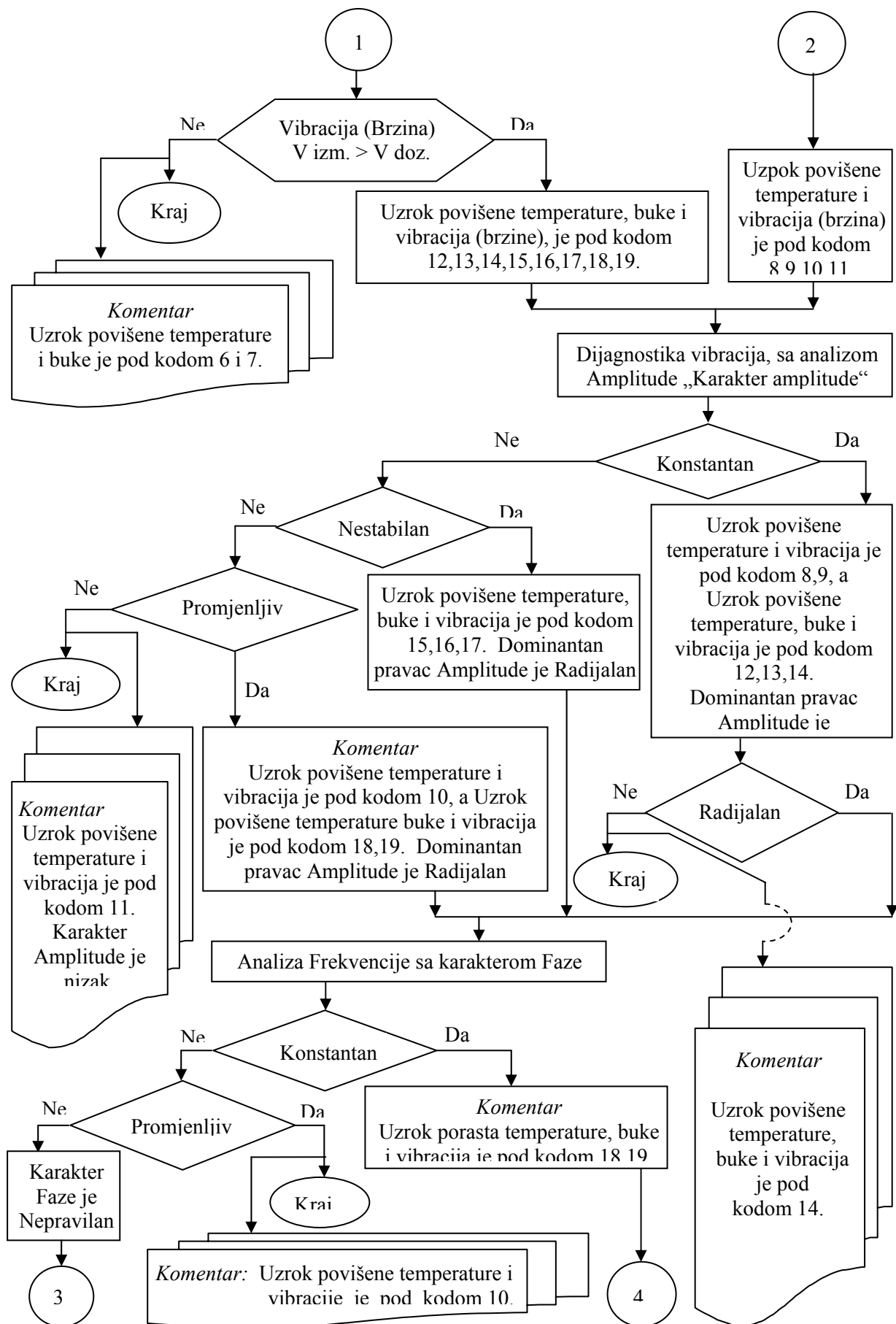
Dijagnostički parametar			Najčešći uzroci porasta dijagnostičkih parametara	Kod
A	B	C		
•			Visoka razina ulja, brtve previše stegnute, otvori za cirkulaciju ulja su zatvoreni.	1,2,3.
	•		Istjecanje ulja iz kućišta, pojačana šumnost ležaja.	4,5.
•	•		Koristi se pogrešan tip ulja i masti, niska razina ulja u kućištu.	6,7.
•		•	Nelinearnost (kutna, ekscentrična), ugibanje vratila, povećan zazor u ležaju.	8,9,10.
•		•	Pojava elektromagnetnih sila	11.
•	•	•	Nesaosnost ose vratila sa osom ležaja, labavost veza sa temeljom.	12,13.
•	•	•	Neuravnoteženost obrtnih dijelova, ležaj u lošem stanju.	14,15.
•	•	•	Loše ozubljenje u reduktoru – oštećeni zubi zubčanika, oštećena remenica.	16,17.
•	•	•	Mehanička ubrzanja – pojava inercijalnih sila Pojava hidraul. ili pneum. sila.	18,19.

Tabela 2. Analiza amplitude i frekvencije vibracija prema preporukama Cemb Mandella Laria [3]

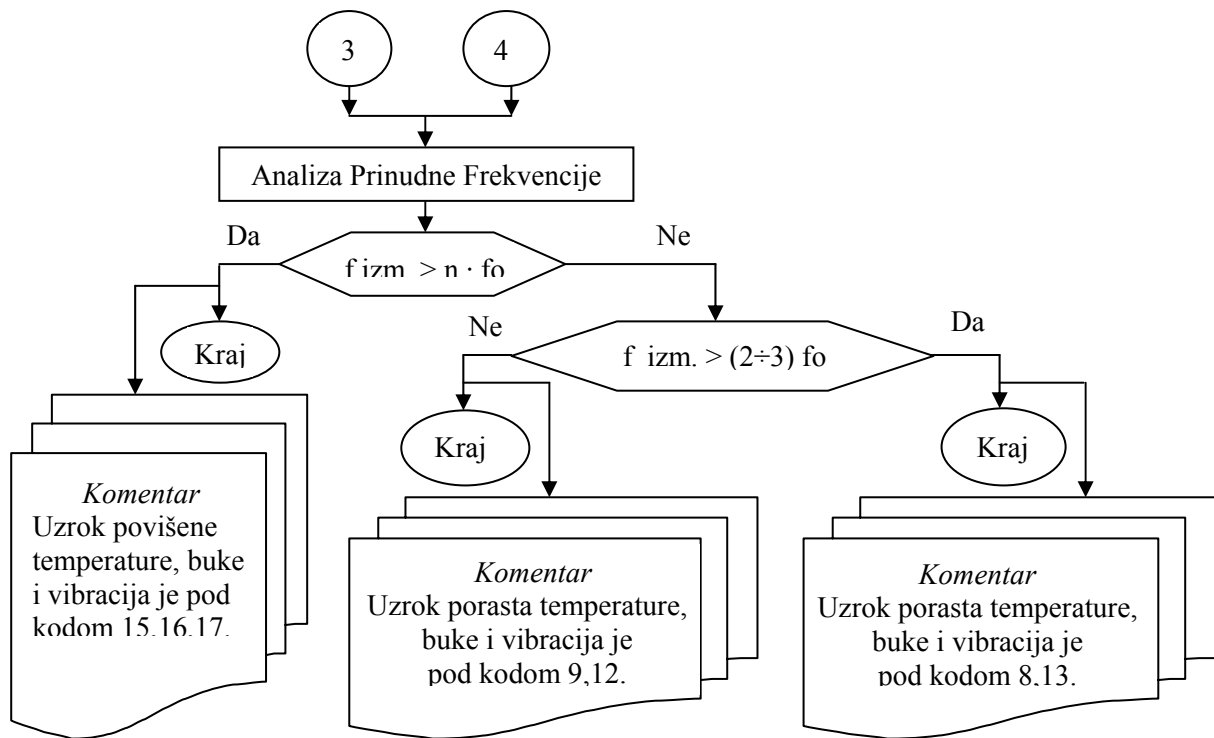
Kod	Komponente vibracije			
	Amplituda vibracije		Frekvencija vibracije	
	Karakter amplitude	Dominantan pravac	Karakter faze frekvencije	Dominantna prinudna frekvencija
8,9.	Konstantan	Aksijalan	Konstantan - jednostavan	$(1 \text{ do } 3) \times f_0$, $f_0 = n / 60 \text{ (s}^{-1}\text{)}$
10.	Promjenljiv	Radijalan	Promjenljiv	$\leq 0,5 \times f_0$
11.	Nizak	Radijalan	Lagano - promjenljiv	$2 \times f_0$
12,13.	Konstantan	Aksijalan	Konstantan-jednostavan	$(1 \text{ do } 3) \times f_0$
14.	Konstantan	Radijalan	Konstantan-jednostavan	$1 \times f_0$
15.	Nestabilan	Radijalan	Nepravilan	$n \times f_0$, n-broj kuglica ležaja
16.	Nestabilan	Radijalan	Nepravilan	$n \times f_0$, n-broj zubi zubčanika
17.	Nestabilan	Radijalan	Nepravilan	$n \times f_0$, n-broj remenica
18.	Promjenljiv	Radijalan	Konstantan-jednostavan	$2 \times f_0$
19.	Promjenljiv	Radijalan	Konstantan-jednostavan	$n \times f_0$, n-broj lopatica



Slika 1. Algoritam, sofisticirani model održavanja po stanju - tehnička dijagnostika



Nastavak slike 1.



Kraj slike 1. Algoritam, sofisticirani model održavanja po stanju – tehnička dijagnostika

3. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Kao rezultat istraživanja, na bazi eksperimentalnih rezultata dijagnostičkih mjerenja, određena su ograničenja mjernih parametara na osnovu kojih se može postaviti adekvatan model održavanja po stanju tehničkih sistema, sa ciljem osiguranja visokog stepena operativne gotovosti sistema. Kontrolom i poređenjem rezultata mjerenja sa utvrđenim dozvoljenim ograničenjima mjernih parametara i identifikacijom uzročnika porasta rezultata mjerenja dijagnostičkih parametara, preduprijedit će se neočekivani zastoji odnosno havarije elemenata tehničkog sistema. Tehnička dijagnostika, kao alat ugrađena u sistem održavanja za organiziranje preventivnog održavanja po stanju, uz automatsku obradu i analizu rezultata dijagnostičkih mjerenja sa sofisticiranom podrškom identifikacije uzročnika porasta dijagnostičkih parametara, predstavlja danas jedno od značajnih područja istraživanja, sa ciljem razvoja i instaliranja ekspertnih sistema za tehničku dijagnostiku u proces preventivnog održavanja po stanju, čime će se isključiti svako subjektivno donošenje odluka o stanju tehničkog sistema.

4. LITERATURA

- [1] Asturio, B., Luciano, F.: Održavanje po stanju, Milano, (prevod) «OMO», Beograd, 1988.
- [2] Šarić, Bahrudin: Disertacija «Prilog razvoju modela održavanja po stanju tehničkih sistema», Mostar, 2005. strana 98-113.
- [3] Jens, T.B.: Mechanical vibration, Bruel & Kjaer, Denmark, Sen-Seborg, 1999.