



Elektroprivreda

ČASOPIS ZAJEDNICE JUGOSLOVENSKE ELEKTROPRIVREDE • THE JOURNAL OF THE UNION OF YUGOSLAV
ELECTRIC POWER INDUSTRY • REVUE DE L'UNION YOUGOSLAVE DE L'ELECTRICITE • ЖУРНАЛ ОБЪЕДИНЕННЫХ
ЮГОСЛАВСКОГО ЭЛЕКТРОХОЗЯЙСТВА • ZEITSCHRIFT DES JUGOSLAVWISCHEN ELEKTRIZITÄTSWIRTSCHAFT

Godina Year	LVI	April-Jun April-June	Broj No.	2
----------------	-----	-------------------------	-------------	---

Sadržaj	Strana Page	Content
<i>Aleksandar P. Bojković</i>		
IZBOR METODE KONTROLE PARCIJALNIH PRAŽNENJA KOD STATORSKE IZOLACIJE OBRJNIH MAŠINA	3	THE CHOICE OF METHOD FOR PARTIAL DISCHARGE TESTING OF STATOR INSULATION IN ROTATING MACHINERY
<i>Snežana Mijailović, Zoran Vujasinović i Mladen Apostolović</i>		
PRIMENA METODA ZA UPRAVLJANJE ZAGUŠENJIMA U PRENOSNOJ MREŽI U JUGOISTOČNOJ EVROPI	9	APPLICATION OF CONGESTION MANAGEMENT METHODS IN TRANSMISSION NETWORK IN SOUTH-EAST EUROPE
<i>Dragan S. Popović, Jugoslav K. Dujčić i Selimir S. Kurešević</i>		
KOMBINOVANI ALGORITAM ZA OPTIMALNU REKONFIGURACIJU DISTRIBUTIVNIH MREŽA	26	COMBINED ALGORITHM FOR OPTIMAL RECONFIGURATION OF DISTRIBUTION NETWORKS
<i>Ljubivoje Popović</i>		
ANALITIČKA METODA ZA ODREĐIVANJE KRITIČNIH ZEMLJOSPOJEVA NA NADZEMNIM VODOVIMA VISOKIH NAPONA	39	ANALYTICAL METHOD FOR DETERMINATION OF CRITICAL GROUND FAULTS ON THE OVERHEAD LINES OF HIGH VOLTAGES
<i>Milenko B. Đurić</i>		
MODIFIKOVANI FURJEVOV ALGORITAM ZA MERENJE OSNOVNOG HARMONIKA SIGNALA	51	MODIFIED FOURIER ALGORITHM FOR THE FIRST HARMONIC MEASUREMENT OF THE PERIODIC SIGNALS
<i>Žarko Markov</i>		
PROCENA UTICAJA SMETNJI NA KVALITET TELEFONSKIH VEZA U PAKETSKOJ MREŽI ELEKTROPRIVREDE SRBIJE	57	ESTIMATION OF TELEPHONE SPEECH SIGNAL IMPAIRMENT DUE TO DISTURBANCES OF THE ELECTRIC POWER INDUSTRY OF SERBIA INFORMATION PROTOCOL IN NETWORK
<i>Risto S. Janevski</i>		
METODE ZA ODREĐIVANJE CENE MAZUTA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE U TERMOCENTRALAMA TEČNIH GORIVA	62	METHODS FOR DETERMINATION OF THE PRICE OF THE FUEL OIL FOR ELECTRIC POWER PRODUCTION IN THERMAL POWER PLANTS ON LIQUID FUEL
<i>Miodrag Arsić, Stojan Sedmak i Vujadin Aleksić</i>		
OCENA INTEGRITETA I PRODUŽENJE RADNOG VEKA ROTORNIH BAGERA	75	INTEGRITY ASSESSMENT AND PROLONGATION OF ROTOR DREDGERS WORKING LIFE
	<i>II deo</i>	<i>Part II</i>
<i>Đuro Radinović</i>		
DOSTIGNUĆA U DUGOROČNOJ PROGNOZI VREMENA I NJIHOVA PRIMENA U ELEKTROPRIVREDI	89	ACHIEVEMENTS IN LONG-TERM WEATHER FORECASTING AND THEIR APPLICATION IN THE ELECTRIC POWER INDUSTRY

IZDAVAČ:
PUBLISHER:

ZAJEDNICA JUGOSLOVENSKE ELEKTROPRIVREDE
UNION OF YUGOSLAV ELECTRIC POWER INDUSTRY

11 000 Beograd, Balkanska 13

Telefon: 686-633, 643-823, 688-092, 2687-199 (centrala)

Telefaks: 686-398

Internet strana: www.eps.co.yu; www.epcg.cg.yu; Elektronska pošta: jugel@sezampro.yu

DIREKTOR I GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK
DIRECTOR AND CHIEF EDITOR

Branislav A. Bošković, dipl. ing.

IZDAVAČKI SAVET
PUBLISHING COUNCIL

Branislav A. Bošković, dipl. ing., predsednik, Zajednica jugoslovenske elektroprivrede, Beograd;

Vladimir Vujović, dipl. ing., član, „Elektroprivreda Crne Gore” AD, Nikšić;

Dr Slobodan Ružić, dipl. ing., član, Beograd;

Radomir Naumov, dipl. ing., član, Ministar za rudarstvo i energetiku u Vladi Republike Srbije, Beograd;

Dr Duško Tubić, dipl. ing., član, JP „Elektroprivreda Srbije”, Beograd;

Branko Kotri, dipl. ing., član, „Elektroprivreda Crne Gore” AD, Nikšić.

REDAKCIONI ODBOR
EDITORIAL BOARD

Vladimir Vujović, dipl. ing., predsednik, „Elektroprivreda Crne Gore” AD, Nikšić;

Dr Duško Tubić, dipl. ing., zamenik predsednika, JP „Elektroprivreda Srbije”, Beograd;

Prof. dr Miroslav Benišek, dipl. ing., član, Mašinski fakultet, Beograd;

Prof. dr Branislav Đorđević, dipl. ing., član, Građevinski fakultet, Beograd;

Prof. dr Jovan Nahman, dipl. ing., član, Elektrotehnički fakultet, Beograd;

Prof. dr Dragan Popović, dipl. ing., član, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla”, Beograd;

Prof. dr Nikola Rajaković, dipl. ing., član, Elektrotehnički fakultet, Beograd;

Prof. dr Sreten Škuletić, dipl. ing., član, Elektrotehnički fakultet, Podgorica;

Dr Petar Vukelja, dipl. ing., član, Elektrotehnički institut „Nikola Tesla”, Beograd;

Dr Milivoje Cvetinović, dipl. mat., član, SAP, Beograd;

Mr Dragan Vlasisavljević, dipl. ing., član, JP „Elektroprivreda Srbije”, Beograd;

Mr Milan Gavrilović, dipl. ing., član, Beograd;

Mr Gojko Dotlić, dipl. ing., član, „Elektroprivreda Srbije”, Beograd;

Mr Radmilo Ivanković, dipl. ing., član, Beograd;

Mr Miroslav Marković, dipl. ing., član, „Elektroprivreda Crne Gore” AD, Nikšić;

Mr Branko Stojković, dipl. ing., član, „Elektroprivreda Crne Gore” AD, Nikšić;

Gojko Vlasisavljević, dipl. ing., član, „Elektroprivreda Srbije”, Beograd;

Aleksandar Vljajčić, dipl. ing., član, pomoćnik ministra za rudarstvo i energetiku u Vladi Republike Srbije, Beograd;

Milan Jakovljević, dipl. ek., član, „Elektroprivreda Srbije”, Beograd;

Mladen Serventi, dipl. ek., član, „Elektroprivreda Srbije”, Beograd;

Vojislav Škundrić, dipl. ing., član, „Elektroprivreda Srbije”, Beograd;

Momčilo Gojgić, dipl. prav., član, Zajednica jugoslovenske elektroprivrede, Beograd;

Lela Lončar, dipl. filolog, član, Zajednica jugoslovenske elektroprivrede, Beograd.

TEHNIČKI UREDNIK
TECHNICAL EDITOR

Jovo Todorović dipl. teh.

LEKTOR

LINGUISTIC REVIEW

Lela Lončar, dipl. filolog

TEHNIČKI CRTAČ

MAPS AND GRAPHICS

Milanka Pejović,

teh. crtač

Časopis „Elektroprivreda” izlazi kvartalno.

The „Elektroprivreda” journal is issued quarterly.

Časopis „Elektroprivreda” se izdaje u 2004. godini uz finansijsku pomoć Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj Republike Srbije

The „Elektroprivreda” journal is published in 2004 with financial support of Ministry for Science, Technology and Development of the Republic of Serbia

Štampa: „Kultura”, Beograd, Maršala Birjuzova 28

Printed by: „Kultura”, Beograd, Maršala Birjuzova 28

Tiraž: 1 000 primeraka

Circulation: 1,000 copies

Miodrag Arsić,
Stojan Sedmak i Vujadin Aleksić

Ocena integriteta i produženje radnog veka rotornih bagera II deo

Pregledni rad
UDK: 622.221; 622.332; 620.09

Rezime:

Integritet konstrukcija je relativno nova naučna i inženjerska disciplina, koja u širem smislu obuhvata analizu stanja i dijagnostiku ponašanja i popuštanja, procenu veka i revitalizaciju konstrukcije. To znači da, osim uobičajene situacije u kojoj treba proceniti integritet konstrukcije kada se ispitivanjem bez razaranja otkrije greška, ova disciplina obuhvata i analizu naponskog stanja. Na taj način se dobija precizna i detaljna raspodela pomeranja, deformacija i napona, koja omogućava da se utvrde „slaba” mesta u konstrukciji. Ovaj pristup je posebno važan za konstrukcije koje su izložene složenom dinamičkom opterećenju, kakvi su rotorni bageri.

U radu su prikazani rezultati teorijskih i eksperimentalnih analiza različitih pristupa ocene integriteta odgovornih celina rotornih bagera. Prikazan je značaj dijagnostike stanja i postojanja baza podataka. Takođe su predložene mere preventivne oštećenja i produženje veka bagera.

Ključne reči: rotorni bager, integritet konstrukcije, radni vek

Abstract:

**INTEGRITY ASSESSMENT AND PROLONGATION
OF ROTOR DREDGERS WORKING LIFE
Part II**

Structural integrity is a relatively new scientific and engineering discipline, which in wider meaning comprises state analysis, behavior and abatement diagnostics, life assessment and structure recovery. This discipline comprises also analyses of stress state as the difference from common situation when structure integrity should be assessed on the basis of defects detected by nondestructive testing. Precise and detailed distribution of displacements, stress and strain which is obtained by this method enables clenching of structure's „weak” spots. This approach is especially important when structures are exposed to complex dynamic loading, which is the case of rotor dredgers.

Results of theoretical and experimental analyses in different approaches to integrity assessment of rotor dredgers important units are presented in this paper. The paper signifies the importance of state diagnostics and database presence. Measures for damage prevention and prolongation of dredgers life are also proposed.

Key words: rotor dredger, structural integrity, working life

*Dr Miodrag Arsić, naučni saradnik, mr Vujadin Aleksić, istraživač saradnik – Goša Institut, 11 000 Beograd, Milana Rakića 35
Prof. dr Stojan Sedmak – Tehnološko-metalurški fakultet, 11 000 Beograd, Karnedžijeva 4*

7. PRIMENA MEHANIKE LOMA NA INTEGRITET KONSTRUKCIJA

Kvalitativna etapa u istraživanju rasta zamorne prsline nastupila je primenom parametara mehanike loma, s obzirom na to da klasična koncepcija nije mogla da uzme u obzir plastične deformacije, koje prethode napredovanju prsline, i subkritični rast prsline.

7. 1. Teorijska razmatranja

Polje napona oko prsline izračunava se uz pretpostavku da se na vrhu prsline javljaju zanemarljivo male plastične deformacije, što podrazumeva singularni komponentni napon na frontu prsline, koji je potpuno određen faktorom intenziteta napona K_I [3].

Za zatezanje upravno na pravac prsline

$$K_I = \sqrt{2} f \frac{a}{w} \quad (16)$$

gde je: K_I – faktor intenziteta napona

σ – nazivni zatezni napon

a – polovina dužine prsline

$f(a/w)$ – funkcija korekcije koja zavisi od dimenzija i oblika uzorka i oblika prsline.

S obzirom na to da rast prsline pri promenljivom opterećenju mašinskih delova i konstrukcija ima najbitniji uticaj na njihov vek, radi procene broja ciklusa opterećenja do pojave preloma i sprovođenja kompleksnih mera kontrole u izradi i praćenja u radu, od praktičnog je značaja utvrđivanje zavisnosti između prisutnog naponskog stanja na vrhu prsline, koje se pri promenljivom opterećenju određuje opsegom faktora intenziteta napona ΔK , i brzine rasta prsline da/dN , jer u tom će trenutku prsline dostići kritičnu veličinu zavisi, u prvom redu, od spoljnog opterećenja i brzine rasta prsline.

Za promenljivo opterećenje upravno na pravac prsline opseg faktora intenziteta jednak je:

$$K = \sqrt{a} f \frac{a}{w} \quad (17)$$

gde je: ΔK – opseg faktora intenziteta napona

$\Delta\sigma$ – opseg napona

a – polovina dužine prsline

$f(a/w)$ – funkcija korekcije koja zavisi od dimenzija i oblika uzorka i oblika prsline.

Pošto je rast prsline pri promenljivom opterećenju direktno povezan sa plastičnim deformacijama na vrhu prsline, u razmatranjima se mora uzeti u obzir i veličina plastične oblasti. Dimenzija ove plastične oblasti data je izrazom za radijus

za ravno stanje napona $r_{pl} = \frac{1}{2} \frac{K}{R_e}^2$

pri ravnoj deformaciji $r_{pl} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{2}{3} \frac{K}{R_e}\right)^2$ (18)

Iz datih zavisnosti se vidi da se radijus plastične oblasti (r_{pl}) povećava sa rastom dužine prsline.

Do preloma mašinskih delova i konstrukcija pri promenljivom opterećenju će doći kada prsline dostigne kritičnu dužinu a_c . Kritična dužina prsline se može proračunati ako je poznata vrednost kritičnog faktora intenziteta napona K_c , ili se utvrđuje eksperimentalnim putem.

Mnogobrojna ispitivanja sprovedena sa ciljem da se utvrdi zavisnost između brzine rasta prsline i promenljivog opterećenja pokazala su da u logaritamskim koordinatama zavisnost da/dN od ΔK predstavlja krivu, sigmaidalnog oblika (S - kriva), slika 29 i 30.

U prvom delu kriva se približava opsegu faktora intenziteta napona ΔK_{th} , tzv. pragu zamora, ispod koga postojeća prsline dalje ne raste. Prag zamora se može shvatiti kao zamorna čvrstoća dela sa prslinom.

U drugom delu krive rasta prsline, ponašanje materijala odnosno stabilan rast prsline se sa dovoljnom tačnošću opisuje jednačinom Paris - Erdogana.

$$\frac{da}{dN} = C K^m \quad (19)$$

gde su C i m karakteristike otpornosti materijala prema rastu prsline, koje se određuju eksperimentalno.

Pretpostavi li se da je opseg napona $\Delta\sigma$ u toku veka trajanja mašinskog dela, odnosno konstrukcije konstantan i da su poznate karakteristike otpornosti materijala prema rastu prsline C i m i funkcija popravke $f(a/w)$, jednačina Paris - Erdogana biće

$$\frac{da}{dN} = C \sqrt{a} f \frac{a}{w}^m \quad (20)$$

Integracijom jednačine od početne dužine prsline a_0 (na početku dejstva promenljivog opterećenja) do kritične dužine prsline a_c (do završnog loma) dobija se ukupan broj ciklusa opterećenja N_u od iniciranja zamorne prsline do njenog kritičnog razvoja.

$$N_u = \frac{1}{\frac{m}{2} C} \frac{1}{\sqrt{a} f \frac{a}{w}^m} \frac{1}{a_0^{\frac{m}{2}}} \frac{1}{a_k^{\frac{m}{2}}} \quad (21)$$

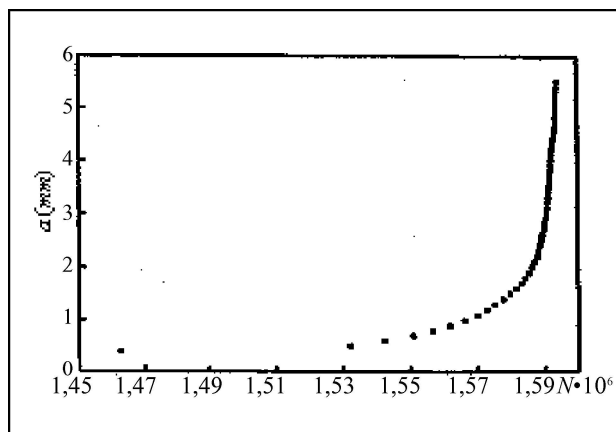
Kritična dužina prsline a_k se dobija iz izraza

$$a_k = \frac{1}{F} \frac{K_c}{W} \quad (22)$$

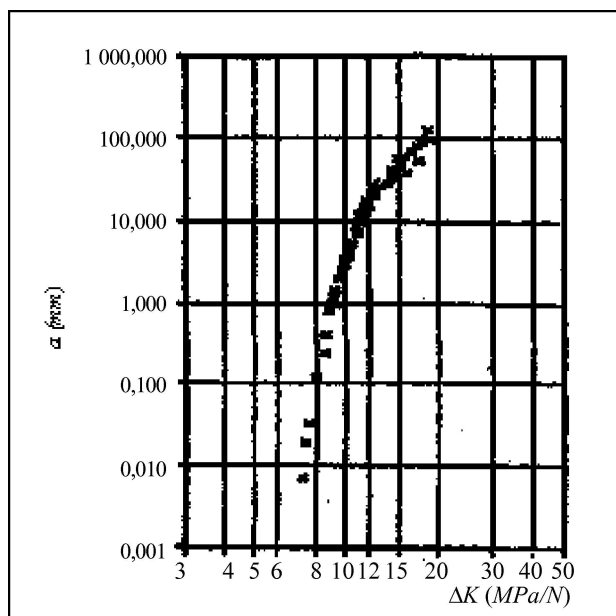
Kao što se vidi, ukupan vek na osnovu rasta zamorne prsline, iskazan brojem ciklusa do završnog loma, može analitički biti proračunat ako su poznati koeficijenti C i m i zavisnost opsega faktora intenziteta napona od relativne dužine prsline (a/w).

7. 2. Rezultati ispitivanja i procena veka

Rezultati ispitivanja promene dužine prsline a u zavarenom spoju sa povećanjem broja ciklusa N prikazani su na slici 28, a rezultati ispitivanja zavisnosti brzine rasta prsline od opsega faktora intenziteta napona $da/dN - \Delta K$ prikazani su na slici 29. Sa slika se vidi da je ukupni kritični broj ciklusa do loma 15 937 500 ciklusa, a prag zamora, $\Delta K_{th} = 7,24 MPa \sqrt{m}$.



Slika 28. Promena dužine prsline a sa povećanjem broja ciklusa N



Slika 29. Zavisnost $da/dN - \Delta K$ za prslinu u zavarenom spoju

Postupak za procenu veka konstrukcije sa prslinom na bazi rezultata eksperimentalnih ispitivanja je prikazan na slici 30. Značaj prsline treba analizirati s obzirom na mogući krti lom, odnosno kritični faktor intenziteta napona K_{Ic} i s obzirom na njen zamorni rast da/dN , odnosno prag zamora ΔK_{th} .

Prema rezultatima sa slike 28 ukupni kritični broj ciklusa opterećenja do loma je 15 937 500 ciklusa, pa je vek kritičnog zavarenog spoja sa prslinom $T_r = 15,94 \times 10^6 / 25 \times 60 \times 3 \times 520 = 3,02$ godine, što se dobro slaže sa statističkim podacima iz eksploatacije.

8. OCENA POUZDANOSTI SKLOPOVA I BAGERA KAO CELINE

Rotorni bager predstavlja skup elemenata i relacija između njih i njihovih karakteristika strukturiranih na način koji obezbeđuje izvođenje predviđenih postupaka u radu i obavljanju postavljenih funkcija u vremenu i uslovima okoline. Sposobnost obavljanja radne funkcije u vremenu naziva se **radna sposobnost** rotornog bagera.

Ponašanje rotornog bagera u realnim uslovima eksploatacije je ono što se ne može predvideti inženjerskim metodama već se moraju koristiti metode teorije verovatnoće. Pouzdanost mašinskih delova i sklopova bagera u tom smislu predstavlja verovatnoću da će sistem uspešno obavljati radnu funkciju, u granicama dozvoljenog odstupanja, u projektovanom vremenu trajanja i datim uslovima okoline.

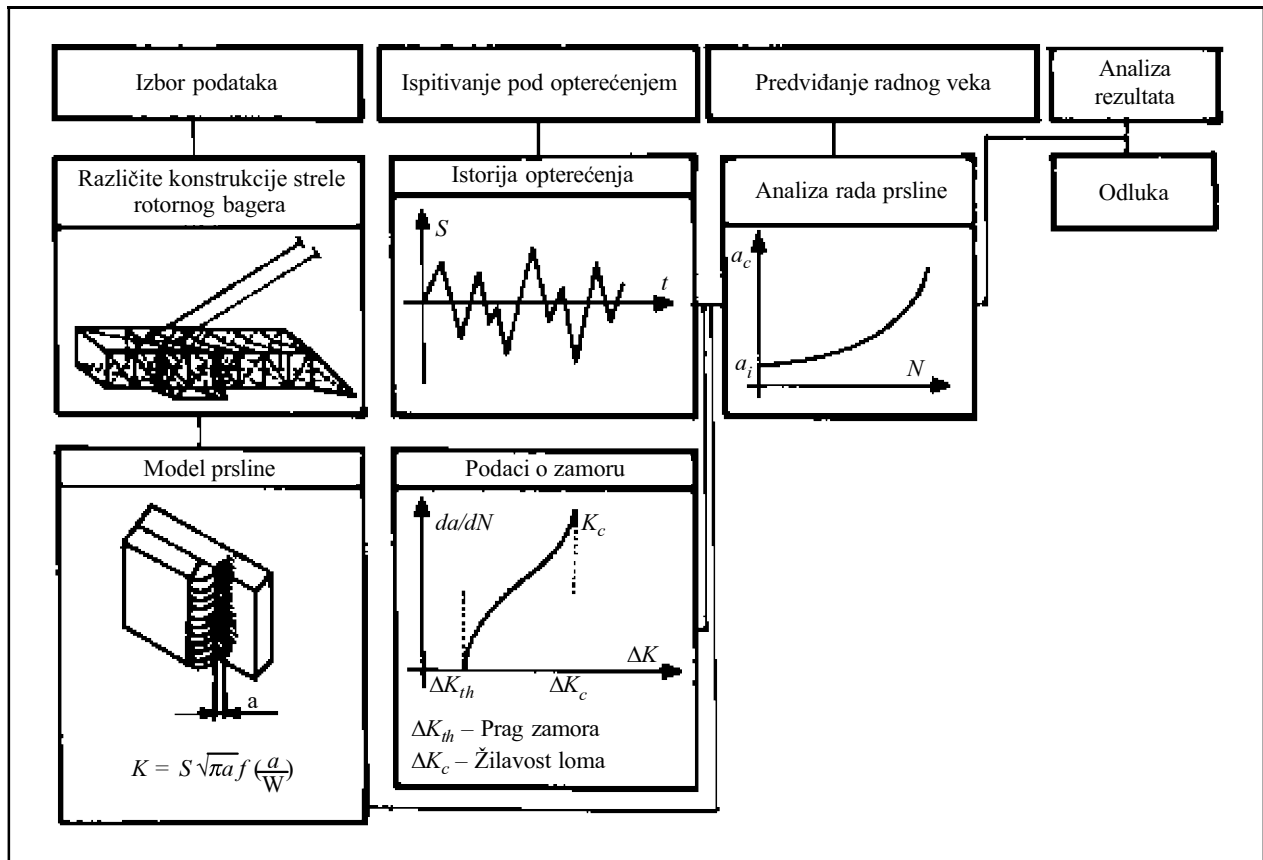
8. 1. Teorijske postavke

Razvoj koncepta pouzdanosti je u osnovi zasnovano na upoređenju određenih veličina koje karakterišu funkcije radne sposobnosti. Dva su glavna pristupa za ocenu pouzdanosti sistema i to:

- Ocena pouzdanosti zasnovana na vremenskim parametrima:
 - stanje u radu - sistem radno sposoban,
 - stanje u otkazu - sistem radno nesposoban.
- Ocena pouzdanosti zasnovana na upoređivanju radnih i kritičnih napona.

8. 1. 1. Ocena pouzdanosti zasnovana na vremenskim parametrima

Pouzdanost može da se predstavi kao površina ispod krive koja označava radnu sposobnost sistema, i granicama $t = 0$, kada sistem počinje da vrši funkciju kriterijuma i trenutka vremena $t = t_{grs}$ kada sistem gubi radnu sposobnost i nije u mogućnosti da zadovolji funkciju kriterijuma, slika 32. Ovo se može predstaviti sledećom jednačinom:

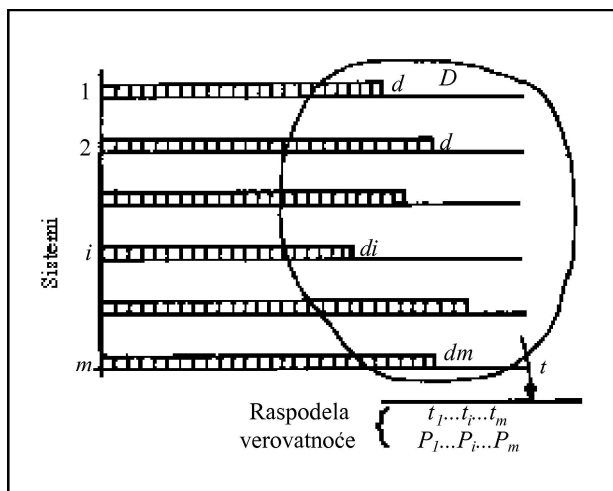


Slika 30. Postupak za predviđanje veka rotornog bagera na osnovu ispitivanja u eksploataciji

$$\text{Pouzdanost} = \int_0^{t_{grs}} (radnospobnost) dt \quad (23)$$

gde je: t_{grs} - vreme kada tehnički sistem gubi radnu sposobnost.

Vrednost integrala zavisi samo od brojne vrednosti njegove gornje granice t_{grs} , jer je donja granica



Slika 31. Jednorodni sistemi u otkaznom stanju u različitim trenucima eksploatacije

$t = 0$. Ovako određena pouzdanost predstavlja veličinu koju možemo da odredimo tek posle pojave stanja u otkazu sistema. Želja je da se ta vrednost zna pre početka rada sistema tj. da se predvidi taj trenutak.

Znajući ponašanje rotornih bagera u praksi, nije teško zaključiti da je prelaz iz stanja „u radu” u stanje „u otkazu”, u stvari trenutak koji se ne može predvideti unapred. Svaki sistem iz grupe jednorodnih sistema preći će u stanje „u otkazu” u različitom trenutku eksploatacije slika 31.

Radni vek T_r komponente bagera može da se predvidi na osnovu radnih časova, odnosno broja ciklusa N_r i prosečne frekvence f_{av} : $T_r = N_r / f_{av}$.

Prema statistici, rotorni bager se koristi 3 520 časova godišnje, a prosečna frekvencija napona, merena kao dvostruka amplituda, je 1 do 2 sec u transportu i 2 do 3 sec u radu, sa prosečnom vrednošću 2,4 sec. Spektar opterećenja radnog napona je određen za 440 časova, što odgovara $n_b = 165\,296$ ciklusa. Za tako definisani spektar je prosečna frekvencija $f_{av} = n_b / 440 \times 60 = 6,26$ ciklusa. Za zamornu čvrstoću (92,22 MPa, slika 27) i prosečno trajanje ciklusa od 2,4 sec je vek $T_r = 1,8 \times 10^8 / 25 \times 60 \times 3\,520 = 34$ godine, što je realna vrednost.

8. 1. 2. Ocena pouzdanosti zasnovana na upoređenju radnih i kritičnih napona

Kada su u pitanju odgovorne konstrukcije, pod njihovom pouzdanošću se u prvom redu podrazumeva verovatnoća ispravnog funkcionisanja u predviđenim uslovima rada i veku trajanja. Danas se još uvek za dokaz pouzdanosti najčešće koristi izračunavanje faktora sigurnosti (S), koji predstavlja odnos između dozvoljenog napona zavarenog spoja (σ_{dzs}) ili pouzdanost (R_{zs}) i osnovnog (nominalnog) napona (σ):

$$S = \frac{d_{zs}}{R_{zs}} \quad (24)$$

Ovo je uobičajena deterministička metoda, koja koristi fiksne, diskretne vrednosti za faktor sigurnosti i druge uticajne faktore, slika 32a. Ima projektanta koji smatraju da mogu potpuno da eliminišu otkaze ako uzmu moguću vrednost uticajnih faktora. Zato, treba uzeti u obzir odgovarajuće funkcije raspodele napona odnosno primeniti tzv. probabilistički proračun pouzdanosti, slika 32b.

U tom slučaju ne može se više govoriti o faktoru sigurnosti već samo o verovatnoći da je pouzdanost jednaka:

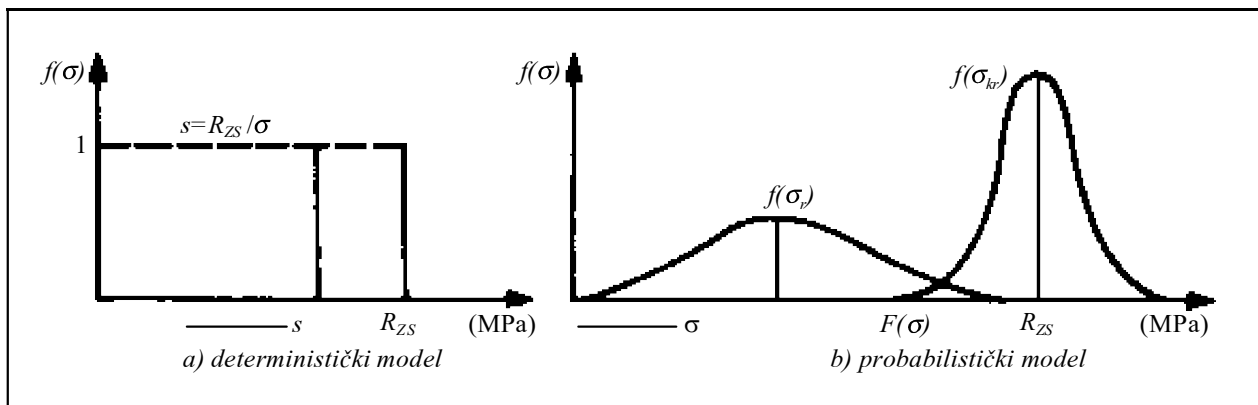
$$R > \sigma \text{ odnosno } R - \sigma > 0 \quad (25)$$

Kako su sve uticajne veličine na pouzdanost slučajno promenljive koje se bliže realnosti sama pouzdanost se može kvalifikovati kao probabilistička.

Pouzdanost odnosno verovatnoća otkaza odgovornih elemenata na nosećoj konstrukciji rotornih bagera u probabilističkom smislu zavisi od:

- spektra raspodele radnih napona u toku radnog veka za određene uslove rada,
- vrednosti zamorne čvrstoće, veličine rasipanja i verovatnoće otkaza za odgovarajuća naponska stanja,
- vrednost radne čvrstoće, utvrđene eksperimentalnim ispitivanjima, za određene uslove rada i verovatnoće razaranja,
- veličine rasipanja radnih napona i verovatnoće pojave kritičnih napona u predviđenim uslovima rada.

Svi navedeni elementi su potrebni za određivanje pouzdanosti odnosno verovatnoće otkaza, ako su najviši radni naponi u jednom delu svoga spektra,



Slika 32. Shematski prikaz determinističkog i probabilističkog modela proračuna pouzdanosti

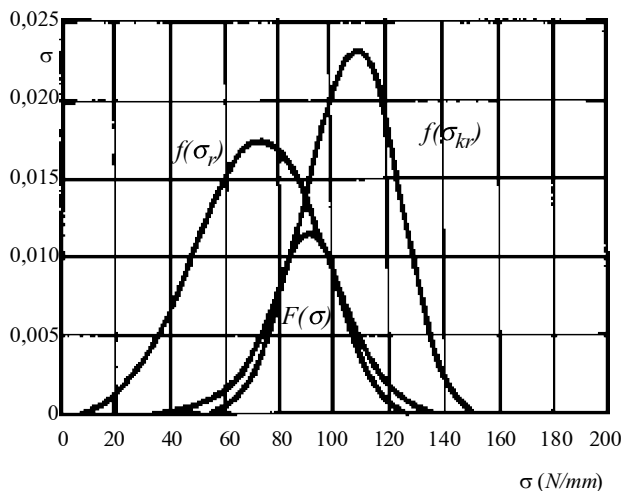
Tabela 7.

Parametri Vejbulobog zakona raspodele raspona radnih napona za kritične preseke u mernim zonama bagera

Parametri	$f(\sigma) = \frac{r}{m} \exp\left(-\frac{\sigma}{m}\right)$				$f(\sigma_{kr}) = \frac{kr}{m} \exp\left(-\frac{\sigma_{kr}}{m}\right)$							
	b	m	d -test		b	m	d -test	b	m	d -test		
Opterećenje bagera (MPa)	Zatege				Sredina radne strele			Prednji deo strele				
Pri kretanju	52	2,6	46,2	0,156<0,163	34	2,4	30,1	0,098<0,124	41	3,6	36,9	0,089<0,102
Prosečno	73	3,2	65,4	0,093<0,127	40	2,4	35,5	0,090<0,128	65	3,6	58,5	0,122<0,127
U punom rezu	68	2,0	60,3	0,069<0,108	48	2,6	42,6	0,084<0,111	81	3,7	73,1	0,076<0,114
Kritično	86	5,8	78,2	0,087<0,112	62	4,2	51,4	0,094<0,121	112	7,0	106,7	0,092<0,109

veći od najmanjeg kritičnog napona. Preklapanje ovih napona može nastati, ne samo usled nepredvidivih uslova rada i nepravilnog rukovanja rotornim bagerom, već se usvaja i kao polazna pretpostavka pri proračunu čvrstoće odgovornih elemenata nosećih konstrukcija rotornih bagera, s obzirom na to da su zahtevi za lakšim konstrukcijskim rešenjima prioritetni.

Prikaz preklapanja funkcija gustine raspodela najvećih radnih i kritičnih napona za funkcije raspodela, prema tabeli 7 dat je na slici 33 [14].



Slika 33. Prikaz preklapanja kritičnih i najvećih radnih napona za date funkcije raspodele

Relativna učestanost radnih napona na slici 33 prikazana je u kontinualnom obliku funkcije gustine raspodele $f(\sigma_r)$, a kritični napon u obliku funkcije gustine raspodele $f(\sigma_{kr})$. Verovatnoća otkaza odnosno pouzdanost kritičnog zavarenog spoja (R_{zs}) na bazi njihovog preklapanja, za Weibulovu raspodelu, dobija se na osnovu jednačine u opštem obliku:

$$R_{zs} = 1 - \int_0^{\sigma} e^{-\left(\frac{\sigma}{\sigma_r}\right)^{\eta_{kr}}} e^{-\left(\frac{\sigma}{\sigma_{kr}}\right)^{\beta_{kr}}} dx \quad (26)$$

gde je: $y = \frac{\sigma}{\sigma_r}$

- $f(\sigma_r)$ – gustina raspodele radnih napona
- $f(\sigma_{kr})$ – gustina raspodele kritičnih napona
- R_{zs} – pouzdanost zavarenog spoja
- η_{kr} – parametar razmere
- β_{kr} – parametar oblika
- γ_{kr} – parametar položaja.

Zamenom eksperimentalno utvrđenih parametara dvoparametarske Weibulove raspodele za kritični presek (tabela 7) dobijaju se sledeće funkcije gustine raspodele za radne i kritične napone:

$$f(\sigma_r) = \frac{3,7}{81} \left(\frac{\sigma}{81}\right)^{3,7-1} e^{-\frac{\sigma}{81}^{3,7}} \quad (27)$$

$$f(\sigma_{kr}) = \frac{7,0}{112} \left(\frac{\sigma}{112}\right)^{7,0-1} e^{-\frac{\sigma}{112}^{7,0}} \quad (28)$$

a pouzdanost

$$R_{zs} = 1 - \int_0^{\sigma} e^{-\left(\frac{\sigma}{81}\right)^{3,7}} e^{-\left(\frac{\sigma}{112}\right)^{7,0}} dx \quad (29)$$

gde je:

$$y = \frac{\sigma}{\sigma_r}$$

Izračunavanjem integrala (29) metodom brojnog integraljenja dobija se da je pouzdanost kritičnog zavarenog spoja (R_{zs}) jednaka $R_{zs} = 1 - 0,3704 = 0,6296$.

Na osnovu višegodišnjih analiza otkaza i pokazatelja o ugroženosti kritičnih zavarenih spojeva na streli rotora utvrđena pouzdanost za jedan od odgovornih zavarenih spojeva se može smatrati dovoljno realnom.

Polazeći od principa da sve veličine kojima se određuje pouzdanost odnosno verovatnoća otkaza imaju svoje verovatnoće pojave sledi zaključak da i pouzdanost treba posmatrati u određenim područjima preklapanja za različite verovatnoće najvećih radnih i kritičnih napona. U tom smislu utvrđeno je da je potrebno pouzdanost odnosno verovatnoću otkaza prikazati u zavisnosti od stepena preklapanja, usvajajući pri tome različite veličine raspodele najvećih radnih i kritičnih napona. Na taj se način dobija jasna predstava o pojedinim uticajima na pouzdanost odnosno verovatnoću otkaza u širokim područjima njihovih vrednosti, što se u ovom slučaju može iskazati funkcijom gustine Gausove normalne raspodele, koja je na slici 33, ucrtana sa faktorom normalizacije 2.9. Opšti oblik normalne raspodele dat je jednačinom (30). Utvrđena funkcija gustine raspodele verovatnoće otkaza sa parametrima normalne raspodele data je jednačinom (31).

$$f(\sigma) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\sigma^2}{2S^2}} \quad (30)$$

gde je σ srednja vrednost napona, S rasipanje srednje vrednosti

$$f(\sigma) = \frac{1}{11,8\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{\sigma^2}{2 \cdot 11,8^2}} \quad (31)$$

Za ocenu radnog veka odgovornih konstrukcija potrebno je definisati spektar promenljivog opterećenja, koji odražava realne radne uslove. Zbog toga je neophodno da se izmere deformacije za različite, reprezentativne radne uslove rotornog bagera i da se na osnovu toga odrede spektri radnih napona.

9. MERE PREVENTIVE OŠTEĆENJA I PRODUŽENJE VEKA BAGERA

Prevreteni lom ili oštećenje delova i elemenata konstrukcije rotornih bagera izazvano je istovremenim uticajem velikog broja tehnološko - metalurških, konstrukcijskih i eksploatacijskih faktora. Zato povoljna konstrukcijska rešenja, koja bi obezbedila pogonsku sigurnost delova i integritet konstrukcija se mogu ostvariti samo potpunim poznavanjem njihovog ponašanja u različitim režimima rada.

9. 1. Tehnička dijagnostika

Prilikom eksploatacije rotornih bagera dolazi do postepenog gubljenja korisnih osobina sklopova i njegovih sastavnih delova. Takođe, degradacija osobina materijala i/ili deformacija elemenata može biti ubrzana zbog eksploatacionih i remontnih grešaka i zato su neophodna periodična ili stalna dijagnostička merenja i izvođenja periodičnih ispitivanja, tako da procesi koji bi mogli stvoriti uslove za stvaranje otkaza sistema budu pod sistematičnom kontrolom.

Izvođenje tehničke dijagnostike se mora zasnivati na tri osnovna principa:

1. Obim ispitivanja i merenja mora da proizilazi iz istorije upotrebe rotornih bagera uz ekspertsko poznavanje njegove konstrukcije i uslova rada.

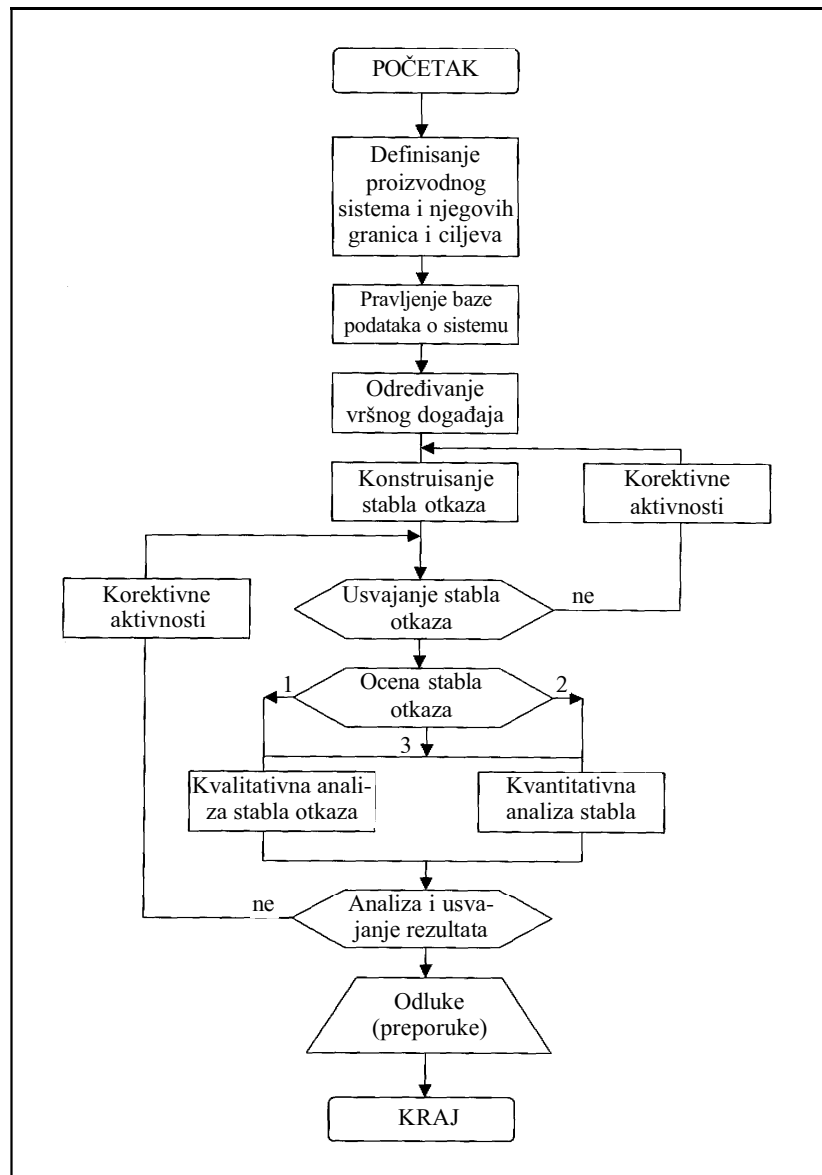
2. Ispitivanje i merenje se mora sprovoditi po određenoj proceduri, primenom adekvatne opreme i kvalifikovanih kadrova.

3. Rezultate ispitivanja treba prikazati na način da zaključci obuhvataju eksploataciju proizvodno tehničkih sistema, raspoloživost ispitnog osoblja i tim stručnjaka sa odgovarajućim iskustvom i znanjem iz oblasti projektovanja, konstruisanja, montaže, eksploatacije, održavanja, pouzdanosti, mehanike loma i dr.

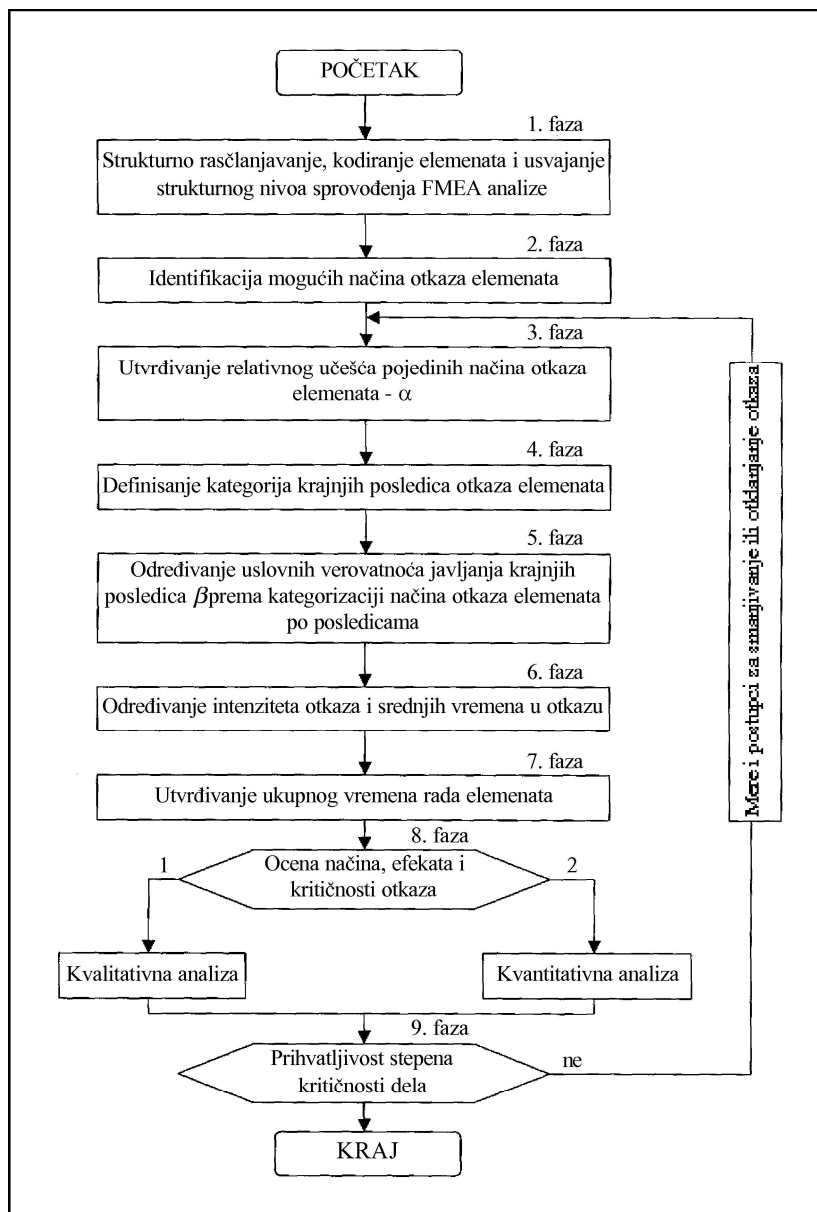
Pravilno sprovedena dijagnostika obezbeđuje delove bagera od iznenadnog otkaza, zaposlenima bezbedan rad, racionalnu tehnou ekonomsku eksploataciju i održavanje.

Veliki proizvodni sistemi, kakav je i BTO sistem, zbog složenosti strukture, uslova rada i velikog broja sastavnih delova vrlo se teško mogu analizirati. U ovim slučajevima, korišćenjem manjih, nužnih uprošćavanja u zavisnosti od potreba, efikasno se primenjuje analiza stabla otkaza, slika 34. Za analizu načina i efekata otkaza, kao metoda kvalitativne i kvantitativne analize pouzdanosti sastavnih delova tehnoloških sistema u svim fazama njegovog životnog ciklusa i preventivnu analizu svih potencijalnih otkaza elemenata sistema i njihovih uticaja primenjuje se metoda FMEA, slika 35.

Na osnovu obavljenih istraživanja otkaza i uzroka neispravnosti pogona kopanja i reduktora pogona kopanja bagera metodom stabla otkaza, analizom načina efekata i kritičnosti otkaza metodom



Slika 34. Blok dijagram postupka analize stabla otkaza



Slika 35. Blok dijagram FMEA postupka analize

FMEA, i pokazatelja pouzdanosti dobijenih na osnovu analize sakupljenih podataka za realne uslove eksploatacije, može se sasvim precizno izvršiti optimalno postavljanje sistema kontinualnog dijagnosticiranja reduktora pogona kopanja bagera na primeni PLC-PC sprege [15].

Na slici 36 dat je simboličko - šematski prikaz konfiguracije sistema kontinuiranog upravljanja, nadgledanja i dijagnosticiranja reduktora kopanja bagera kroz sve systemske nivoe. Na slici se vidi da je za PLC [16] moguće direktno vezati operatorski interfejs i ručni programator. Ručni programator ima numeričku tastaturu sa svetlosnim indikatorima za označavanje statusa i operatorski terminal na kome se može kod

boljih modela definisati i do 200 poruka sa numeričkim i varijabilnim porukama. Operatorski interfejs ima alfa-numerički displej sa funkcionalnom tastaturom i služi za prikaz vrednosti procesnih varijabli, statusa, alarma i poruka, dnevnika greška-sistemskih i onih definisanih korisničkim programom sa vremenom nastanka i zadatim parametrima po nadimku ili adresi.

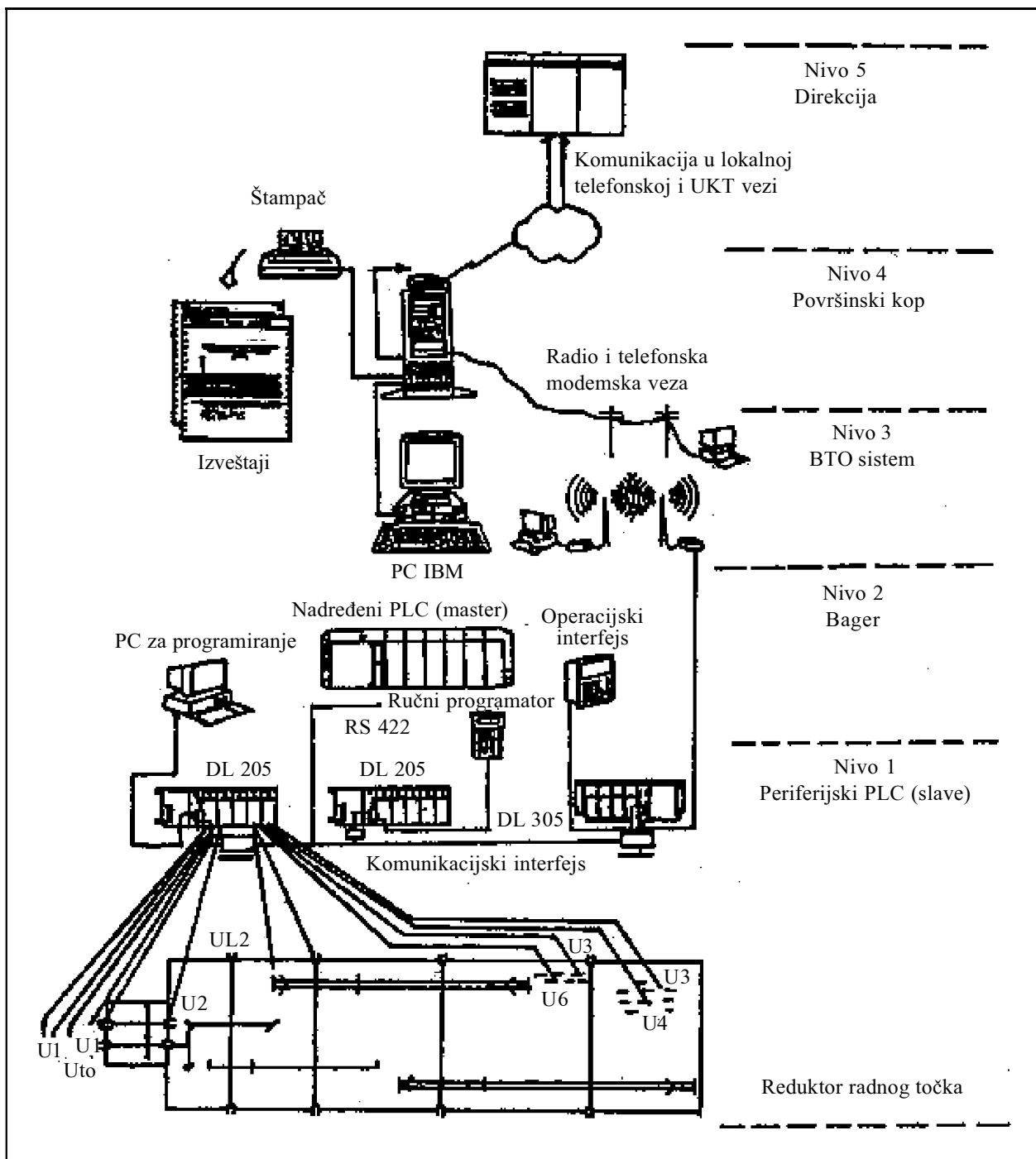
9. 2. Baze podataka

Baze podataka realizovanih istraživanja na adekvatnim konstrukcijama pružaju velike mogućnosti u opsežnim analizama ponašanja odgovornih delova i elemenata nosećih konstrukcija u cilju utvrđivanja promena mehaničkih svojstava materijala, delova i zavarenih spojeva konstrukcija pri variranju velikog broja uticajnih faktora, a da se neki nepoželjni efekti svedu na podnošljivu vrednost, odnosno da se realizuje povoljno konstrukcijsko rešenje kao celine.

Važne informacije za usavršavanje metoda projektovanja i konstruisanja odgovornih delova i elemenata nosećih konstrukcija, za poboljšanje svojstava postojećih materijala i tehnologija njihove obrade i za razvoj novih materijala predstavljaju analize oštećenja i lomova delova i elemenata nosećih konstrukcija. Takođe, analize oštećenja i lomova omogućuju razvoj novih tehničkih rešenja i metoda ispitivanja još u fazi prototipa. Analize

oštećenja i lomova u cilju utvrđivanja uzroka koji do njih dovode, da bi se isti otklonili, predstavlja proces koji zahteva sistematizovan prilaz problemu, slika 37.

Podaci o opterećenju, karakteristikama osnovnog materijala i njegovim zavarenim spojevima, tehnologiji izrade, tehničkim i fizičkim karakteristikama zabeleženih lomova i predviđenim merama preventive oštećenja i razaranja unose se u odgovarajuću bazu podataka. Takođe, baze podataka treba da sadrže i podatke sakupljene pri ispitivanju prethodnih struktura adekvatnih nosećih konstrukcija. Na slici 38 prikazana je struktura potrebne baze podataka za odgovorne delove i elemente nosećih konstrukcija rotornih bagera.



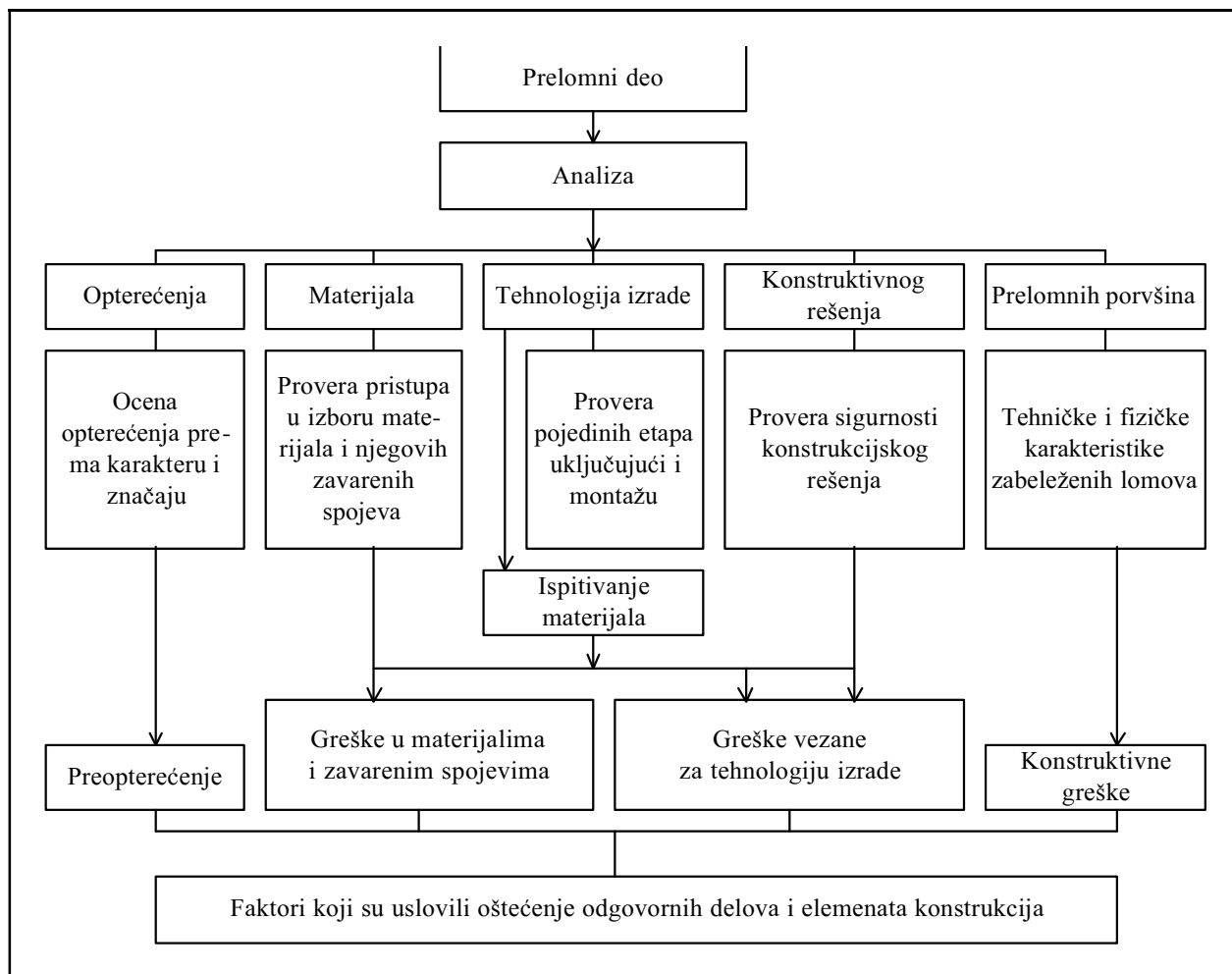
Slika 36. Prikaz konfiguracije sistema upravljanja, nadgledanja i dijagnosticiranja reduktora kopanja rotornog bagera

Brzu i pouzdanu ocenu integriteta i podobnosti za upotrebu odgovornih delova i elemenata nosećih konstrukcija rotornih bagera moguće je doneti isključivo stvaranjem baze podataka i osnova za razvoj računarskih programa. Prateći softverski paketi omogućili bi efikasnije korišćenje baze podataka, analizu pojedinih uticajnih faktora, tehnika poboljšanja, mogućnosti preventive njihovog razaranja i

pretraživanje varijantnih rešenja u svim fazama projektovanja i razvoja konstrukcija.

9. 3. Mere preventive oštećenja i lomova

Analizom oštećenja i lomova odgovornih delova i elemenata nosećih konstrukcija utvrđuju se uzroci koji dovode do razaranja i omogućuje se do-



Slika 37. Proces analize oštećenja i lomova odgovornih delova i elemenata konstrukcija

nošenje odluke o isključenju konkretnog tehničkog rešenja ili mere preventive, slika 39.

Odluka o isključenju konkretnog tehničkog rešenja ujedno podrazumeva razradu novog optimalnog konstrukcijskog rešenja pri čemu se variraju opterećenja, za različite režime rada, dimenzije delova i elemenata nosećih konstrukcija, oblici zavarenih spojeva, vrste materijala, postupci i kvalitet izrade.

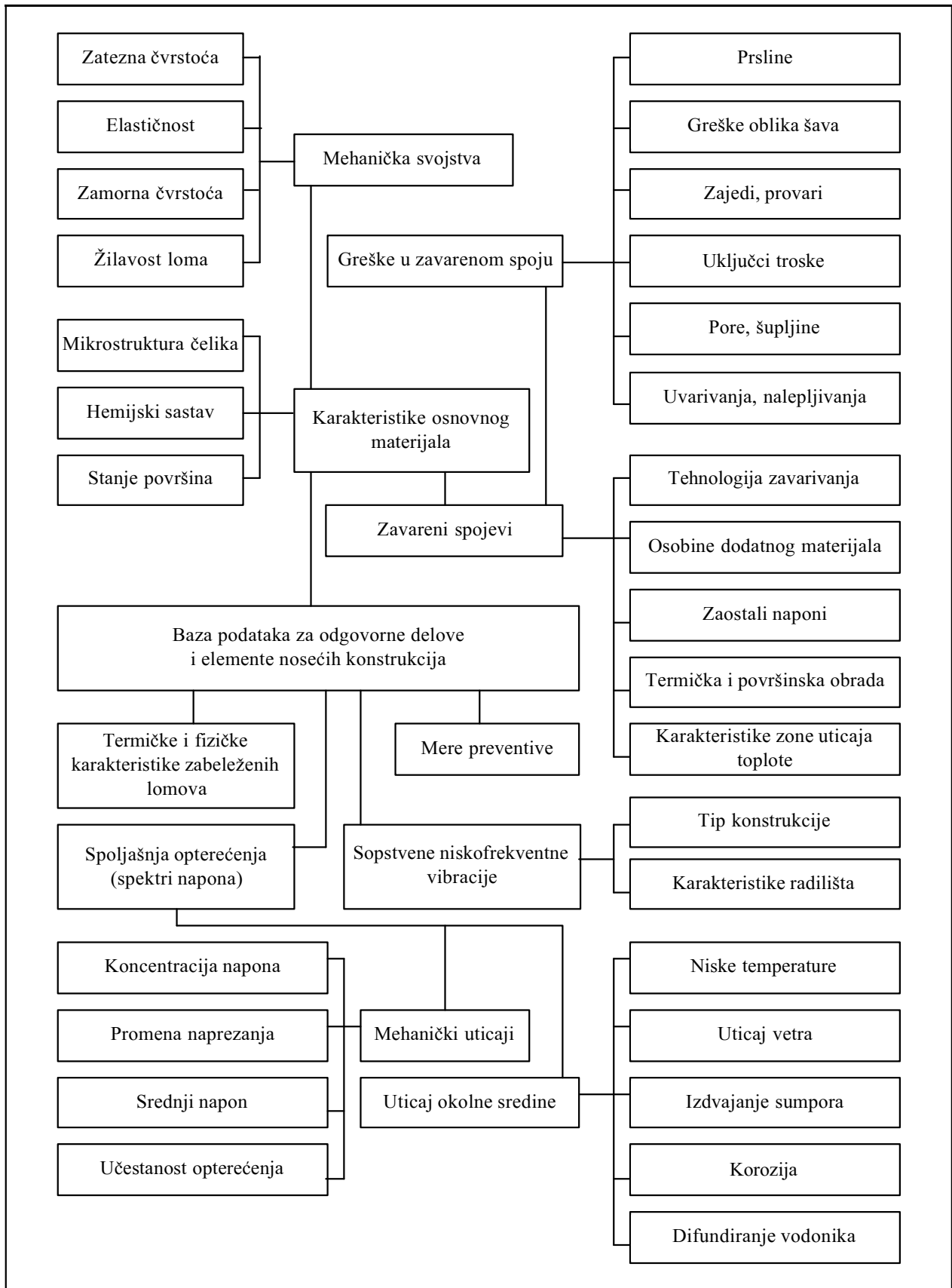
Izmena karaktera opterećenja saglasno uslovima eksploatacije sastoji se u eksperimentalnom utvrđivanju radnih opterećenja odgovornih delova i elemenata nosećih konstrukcija i izmeni konstrukcijskog rešenja ili u određivanju uslova rada i režima opterećenja za pouzdan rad konkretnog tehničkog rešenja.

Izmena tehnološkog procesa izrade sastoji se u pretraživanju: različitih oblika i dimenzija delova i elemenata nosećih konstrukcija, postupaka zavarivanja, osnovnog materijala i postupka termičke obrade.

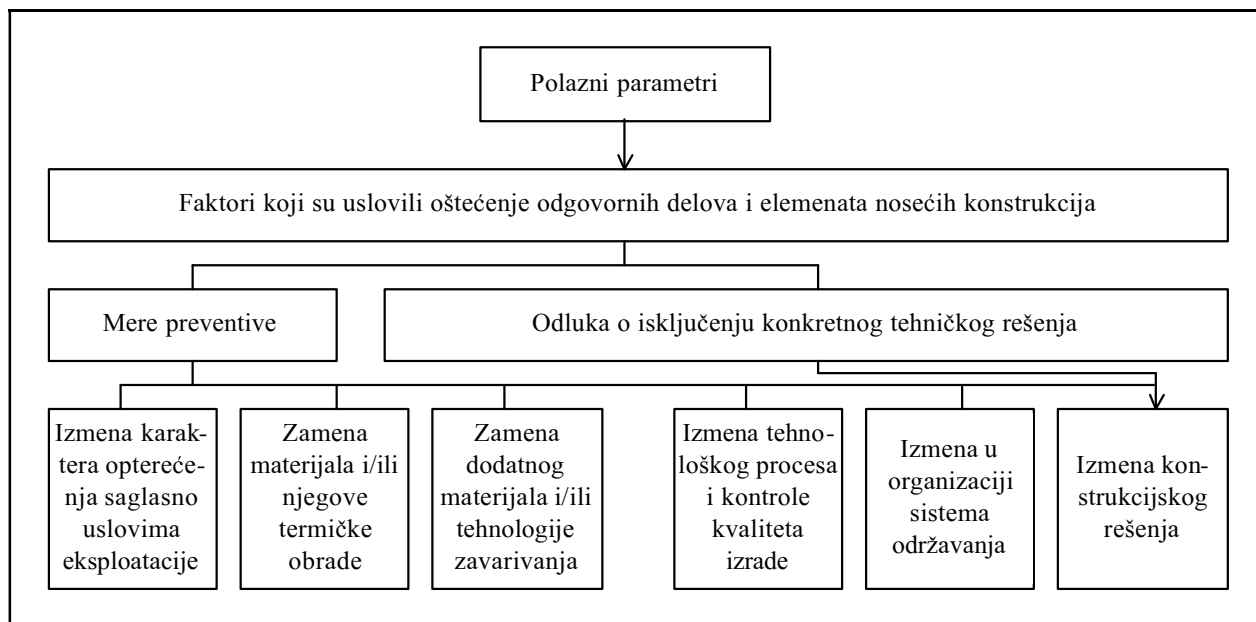
Izmena kontrole kvaliteta izrade podrazumeva predviđanje strožijih zahteva kontrole i ispitivanje pre početka izrade, u toku izrade i nakon montaže.

S obzirom na to da napred navedene mere preventive oštećenja i lomova predstavljaju kompleksna i skupa rešenja u cilju povećanja sigurnosti odgovornih delova i elemenata nosećih konstrukcija, poslednjih godina mnogi eminentni svetski instituti, izvršili su opsežna eksperimentalna istraživanja za iznalaženje tehnika i metoda za jednostavnije i jeftinije poboljšanje statičkih i zamornih karakteristika delova i elemenata konstrukcija.

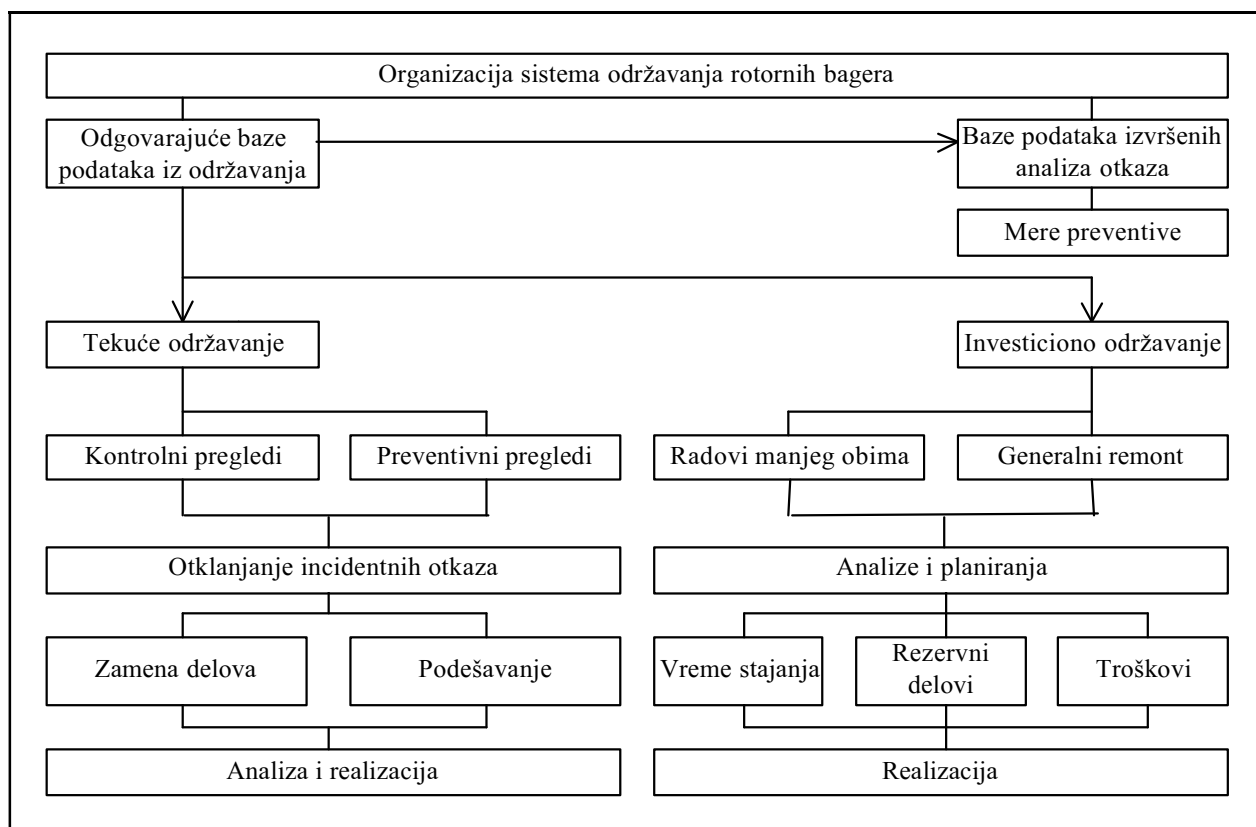
Tehnika poboljšanja do kojih se došlo, nisu podjednako uspešne kod različitih konstrukcijskih rešenja, jer njihov efekat zavisi od vrste i režima opterećenja, karakteristika materijala, strukture zavarenih elemenata, pa preporuke za primenu pojedinih metoda, u prvom redu, zavise od mogućnosti izvođenja konstrukcije i iskustva konstruktora.



Slika 38. Struktura baze podataka za odgovorne delove i elemente nosećih konstrukcija



Slika 39. Mere preventive



Slika 40. Organizacioni model sistema održavanja rotornih bagera

9. 4. Organizaciona shema sistema održavanja rotornih bagera

Kontinualni tehnološki proces otkopavanja, transporta i odlaganja otkrivke i deponovanja uglja ostva-

ruje se kompaktnim BTO-kompleksima. Kompaktni BTO sistem koji čine: rotorni bager, transporter sa gumenom trakom i odlagač zahtevaju posebnu organizaciju sistema održavanja. Organizacija sistema održavanja rotornih bagera zavisi pre svega od njego-

ve veličine, oblika i konstrukcije, broja zaposlenih, iskustvu stručnjaka i odgovarajućih baza podataka iz održavanja i ispitivanja prethodnih pogonskih agregata i nosećih konstrukcija različitih tipova bagera.

Na bazi realizovanih istraživanja [1–16] i višegodišnjeg iskustva autora u održavanju BTO sistema, na slici 40 je dat organizacioni model sistema održavanja rotornih bagera.

10. ZAKLJUČAK

Rezultati prikazani u radu i realizovana istraživanja [1–16] pružaju velike mogućnosti u opsežnim analizama ponašanja odgovornih delova i elemenata nosećih konstrukcija rotornih bagera, u cilju utvrđivanja promena mehaničkih svojstava materijala, delova i zavarenih spojeva konstrukcija pri variranju velikog broja uticajnih faktora, a da se dobiju sigurnije konstrukcije ili da se neki nepoželjni efekti svedu na podnošljivu vrednost, odnosno da se realizuje povoljno konstrukcijsko rešenje rotornog bagera kao celine.

Brzo i pouzdano rešenje problema za odgovorne delove i elemente nosećih konstrukcija moguće je ostvariti isključivo stvaranjem baze podataka i osnova za razvoj računarskih programa. Prateći softverski paketi omogućili bi efikasnije korišćenje baza podataka, analizu pojedinih uticajnih faktora, tehnika poboljšanja, mogućnosti preventive njihovog razaranja i pretraživanje varijantnih rešenja u svim fazama projektovanja i razvoja konstrukcija rotornih bagera.

11. LITERATURA

- [1] Džoni A.: TEORIJSKA I EKSPERIMENTALNA ANALIZA STANJA U ZAVARENIM SPOJEVIMA KONSTRUKCIJE RADNOG TOČKA ROTORNOG BAGERA, Magistarski rad, Mašinski fakultet, Skoplje, 1985.
- [2] Arsić M.: TEORIJSKA I EKSPERIMENTALNA ANALIZA STANJA ZAVARENE KAŠIKE ROTORNOG BAGERA, Magistarski rad, Mašinski fakultet, Skoplje, 1986.
- [3] Arsić M.: KORELACIJA ZAMORNE ČVRSTOĆE I PRAGA ZAMORA ZAVARENIH SPOJEVA, Doktorska disertacija, Priština, 1995.
- [4] Arsić M., Sedmak S., Sarvan M.: ANALIZA UZROKA POJAVE PRSLINA NA ZAVARENIM SPOJEVIMA KONSTRUKCIJE ROTORA BAGERA SRS 1300.26/5.0, Međunarodno savetovanje „Zavarivanje '96”, Beograd, 1996.
- [5] Arsić M., Sedmak S., Ćirković B.: ANALIZA UZROKA HAVARIJE ZAVARENOG NOSAČA SATELITA REDUKTORA ZA POGON ROTORA BAGERA SRS 1300.26/5.0, Međunarodno savetovanje „Zavarivanje 96”, Beograd, 1996, str. 29.
- [6] Volkov D. P., Ćerkasov V. A.: DINAMIKA I ČVRSTOĆA BAGERA, GLODARA I ODLAGAČA, Prevedeno sa ruskog, Zavod za informatiku i ekonomiku Rudarskog instituta, Beograd, 1989.
- [7] Arsić M., Ljamić D., Ćirković B.: EKSPERIMENTALNA ANALIZA RADNOG OPTEREĆENJA POGONA RADNOG TOČKA ROTORNOG BAGERA, naučno-stručni skup „Istraživanje i razvoj mašinskih sistema i elemenata” - IRMES 95, Niš, 1995.
- [8] Arsić M., Sedmak S., Ljamić D.: EKSPERIMENTALNA ANALIZA NAPONSKOG STANJA I RADNOG OPTEREĆENJA TRAKASTIH TRANSPORTERA, XIII međunarodni naučno-stručni skup „Transport u industriji”, Beograd, 1994, str. 16-21.
- [9] Arsić M., Ljamić D., Ćirković B.: EKSPERIMENTALNA ANALIZA RADNOG OPTEREĆENJA OBRTNOG TOČKA ROTORNOG BAGERA SCH RS 650/5X24, IV naučno-stručni skup sa međunarodnim učešćem „Mehanizacija u rudarstvu”, Beograd, 1995, str. 92-99.
- [10] Arsić M., Aleksić V.: ISPITIVANJE OSCILACIJA NOSEĆE KONSTRUKCIJE ROTORNOG BAGERA, II Skup o konstruisanju, oblikovanju i dizajnu, „KOD 2002”, Novi Kneževac, 2002, str. 137-140.
- [11] Zienkiewicz O. C.: METHODE DER FINITEN ELEMENTE, München, 1975.
- [12] Arsić M., Sedmak S., Aleksić V., Anđelković Z.: UTICAJ ZAOSTALIH NAPONA OD ZAVARIVANJA NA PONAŠANJE KONSTRUKCIJA ROTORNIH BAGERA U EKSPLOATACIJI, Međunarodna konferencija „ZAVARIVANJE 2003”, Beograd, 2003.
- [13] Arsić M., Sedmak S., Aleksić V.: EXPERIMENTAL AND NUMERICAL EVALUATION OF CUMULATIVE FATIGUE DAMAGE OF WELDED STRUCTURE, Conference „FATIGUE-DEMA-GE”, Seville, 2003
- [14] Arsić M., Sedmak S., Sarvan M.: ANALIZA ČVRSTOĆE I POUZDANOSTI KRITIČNIH ZAVARENIH SPOJEVA ODGOVORNIH NOSEĆIH KONSTRUKCIJA ROTORNIH BAGERA, časopis „Zavarivanje i zavarene konstrukcije”, Vol. 42, br. 3, 1997, str. 203-206.
- [15] Arsić M., Ljamić D., Aleksić V., Sedmak S.: KONTINUALNO DIJAGNOSTICIRANJE REDUKTORA ZA POGON ROTORA BAGERA U FUNKCIJI UPRAVLJANJA RIZIKOM, Savetovanje sa međunarodnim učešćem PREVING, Beograd, 2001.
- [16] PLC Direct by Koyo, INTERNATIONAL SALES CATALOG, 1996, str. 215.

Rad je primljen u uredništvo 26. 12. 2003. godine



Miodrag Arsić (1954) je diplomirao (1978) na Mašinskom fakultetu u Prištini, magistrirao (1986) na Mašinskom fakultetu u Skoplju na odseku Zavarivanje i zavarene konstrukcije i doktorirao (1995) na Mašinskom fakultetu u Prištini, pod mentorstvom prof. dr Stojana Sedmaka. Teme magistarskog rada i doktorske disertacije vezane su za ocenu integriteta i procenu veka nosećih konstrukcija rotornih bagera. Od 1987. do 1991. godine je radio na poslovima rukovodioca tehničke pripreme i održavanja na Površinskom kopu „Dobro Selo”, Kosovo. Od 1991. do 1999. godine radi kao predavač na Mašinskom fakultetu u Prištini i Rudarsko metalurškom fakultetu u Kosovskoj Mitrovici (Osnove konstruisanja, Metode konstruisanja, Mehanizmi, Ispitivanje metala). Danas je u stalnom radnom odnosu u Institutu GOŠA, na radnom mestu Pomoćnika direktora za nauku, istraživanje i obrazovanje. Član je društva za mašinske elemente i konstrukcije (JUDEKO), društva za unapređenje zavarivanja Srbije (DUZ Srbije) i član predsedništva društva za Integritet i vek konstrukcija (DIVK). Član je i izdavačkih odbora časopisa „Konstruisanje mašina”, izdavač JUDEKO, Beograd i časopisa „Integritet i vek konstrukcija”, izdavač Institut GOŠA i DIVK, Beograd. Danas učestvuje u realizaciji 5 projekata iz Programa Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, kao i 2 projekta iz Programa EUREKA. Autor je više od 70 naučnih i stručnih radova prezentovanih na stranim i domaćim konferencijama i publikovanih u časopisima. Takođe, bio je rukovodilac u realizaciji više od 30 projekata vezanih za probleme mašinskih konstrukcija i sistema kao i opreme pod pritiskom, (ovlašćeni projektant).



Prof. dr Stojan Sedmak, redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta (u penziji) za Konstruisanje procesne opreme i Zavarivanje rođen je 1929. godine. Bio je profesor na poslediplomskim studijama iz zavarivanja za strane studente. Glavni je istraživač na jugoslovensko-američkom projektu „Mehanika loma zavarenih spojeva” (1982-1992). Rukovodilac je istraživačkih projekata i ekspertiza iz zavarivanja i loma konstrukcija. Mentor je 17 doktorskih disertacija i 12 magistarskih teza. Bio je glavni i odgovorni urednik časopisa „Zavarivanje i zavarene konstrukcije” od 1989-2000. Od 2001. godine Predsednik je Društva za integritet i vek konstrukcija (DIVK).

Urednik je 7 monografija Letnje škole mehanike loma. Autor je 6 knjiga i više od 200 radova.



Vujadin D. Aleksić Rođen je 8. 3. 1963. godine u Donjoj Brijesnici, opština Lukavac, bivša BiH. Osnovnu školu i Gimnaziju završio je u Lukavcu, a Rudarsko-geološki fakultet (smer mašinski) u Tuzli. Od 1989. godine radi u Fabrici šinskih vozila, HK „GOŠA”, iz Smederevske Palanke. Godine 1994. prelazi u Institut „GOŠA” u Beogradu, gde i danas radi. Stručni ispit položio je 1999. godine. Iste godine je magistrirao na katedri za mašinske materijale i zavarivanje Mašinskog fakulteta u Beogradu sa temom „Primena inženjerskih metoda za određivanje sila rasta prsline u zavarenim spojevima sa zaostalim naponima i geometrijskim nepravilnostima”. U aprilu 2001. godine stekao je zvanje „istraživač saradnik”, u skladu sa zakonom.

U aprilu 2003. godine završio je i školu za međunarodne inženjere za zavarivanje. Odličan je poznavalac više računarskih programa, a i sam programira. U svom radu služi se engleskim, ruskim i nemačkim jezikom. Učesnik je u realizaciji 3 projekta iz Programa Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, kao i 2 međunarodna projekta iz programa EUREKA. U preko 20 radova se pojavljuje kao autor ili koautor.

Uputstvo autorima za saradnju u stručnom glasilu „Elektroprivreda”

**U stručnom glasilu se objavljuju kategorisani članci:
originalni naučni radovi, prethodna saopštenja, pregledni radovi i stručni radovi
iz oblasti elektroprivrede, odnosno energetike.**

Pismo: ćirilica ili latinica. Na početku se navode imena autora sa zvanjima i akademskim titulama, naziv preduzeća, odnosno dela preduzeća ili ustanove sa adresom, kao i naslov rada (na srpskom i engleskom jeziku). Rezime rada (na srpskom i engleskom jeziku) sadrži kratko izloženu osnovnu strukturu i sadržaj rada, i ne treba da sadrži više od 200 reči. Ključne reči se takođe navode na srpskom i engleskom jeziku.

Treba izbegavati celovita matematička izvođenja vezana za relacije koje opterećuju proučavanje rada. Neophodna matematička izvođenja mogu se dati, po potrebi, kao celine u vidu jednog ili više priloga. Treba obavezno koristiti SI sistem jedinica i opšte prihvaćene pojmove.

Jednačine treba numerisati uz desnu marginu teksta, u malim (okruglim) zagradama. Pozivanje na jednačine u tekstu vrši se pomoću malih zagrada, a pozivanje na literaturu pomoću srednjih (uglastih) zagrada. Značenje skraćenice objasniti pri njenom prvom korišćenju u tekstu. Strane reči se prevode na srpski, a original se piše u zagradi iza prevoda. Napomena u tekstu treba da bude što manje, a ukoliko ih ima, treba da budu kratke. Napomene se označavaju rednim arapskim brojevima i navode se na dnu stranice, kao fusnote. Napomene u tabelama označavaju se malim slovima i navode se odmah ispod tabele. Na kraju rada prilaže se spisak korišćene literature. Za članke, navode se prezimena i početna slova imena svih autora, naslov ra-

da, pun naziv časopisa, broj i godina publikovanja i prvi i poslednji broj stranice. Za knjige, navode se prezimena i početna slova imena svih autora, naslov knjige, izdavač i godina izdanja. Za referate sa konferencija, navode se prezimena i početna slova imena svih autora, naziv referata, pun naziv konferencije, broj referata, mesto i vreme održavanja konferencije.

Rad ne treba da prelazi 15 kucanih strana formata A4 sa marginama od 3 cm. Tabele, slike i fotografije treba obeležiti po redosledu i uključiti u tekst.

Autor može dati predlog kategorizacije rada u skladu sa Uputstvom za uređivanje časopisa (originalni naučni rad, prethodno saopštenje, pregledni članak i stručni članak). Autor ne može istu ili sličnu verziju rada istovremeno ponuditi drugim časopisima radi objavljivanja.

Autor dostavlja rad u elektronskom obliku na disketi i na papiru, u tri primerka. Za elektronski oblik rada, preporučuje se autoru da koristi program za pisanje teksta Word i tip slova Times New Roman (font 12, a razmak 1,5).

Rad se šalje na adresu:

**ZAJEDNICA
JUGOSLOVENSKE
ELEKTROPRIVREDE**
Balkanska 13/II, 11000 Beograd

Kriterijumi za kategorizaciju radova u stručnom časopisu „Elektroprivreda”

ORIGINALNI NAUČNI RAD

U ovu kategoriju svrstavaju se radovi, koji sadrže originalne rezultate istraživanja, interesantne za širi krug stručnjaka u području koje je predmet rada. Primena dobijenih rezultata treba da bude prikazana na realnim primerima iz inženjerske prakse. Ovi radovi treba da su napisani tako, da je na osnovu izloženih sadržaja i informacija, moguće praktično primeniti saopštene rezultate i proveriti urađene primere.

PRETHODNO SAOPŠTENJE

Kao prethodno saopštenje svrstava se rad koji sadrži elemente originalnosti, ali koji nisu dovoljni da bi se rad mogao smatrati u potpunosti originalnim naučnim radom iz jednog ili više navedenih razloga:

- doprinosi su manjeg značaja*
- nisu obuhvaćeni neki od značajnih činilaca*
- nema primene na realnom primeru*
- rešenje nije realizovano (kada je reč o novom uređaju, mernoj metodi ili objektu)*

PREGLEDNI RAD

Ovi radovi sadrže celoviti prikaz stanja i tendencija razvoja pojedinih oblasti nauke i tehnologije. Radovi ove kategorije obavezno sadrže kritički osvrt i ocenu onoga što je razmatrano. Citirana literatura u radu treba da bude dovoljno obuhvatna, kako bi se na osnovu nje omogućio što širi i bolji uvid u predmetne sadržaja. Obavezno je citiranje relevantnih referenci autora, koje se odnose na razmatranu problematiku, čime se potvrđuje kompetentnost sa pisanje radova iz ove kategorije. Ukupan broj razmatranih citata ne bi trebalo da bude manji od 15 i trebalo bi pretežno da bude iz vodećih svetskih publikacija.

STRUČNI RAD

Ovi radovi mogu da sadrže prikaz rešenja nekog uređaja, sklopa ili instrumenta koje je originalno u domaćim uslovima, kao i prikaz značajnih praktičnih realizacija, projekata, studijskih analiza i sl. Radovi ove kategorije mogu da sadrže doprinose primeni poznatih metoda i naučnih rezultata i njihovom prilagođenju potrebama aktuelne prakse.

REDAKCIJA
časopisa „Elektroprivreda”



ЕЛЕКТРОПРИВРЕДА СРБИЈЕ

ЕПСТУРС

ПРЕДУЗЕЋЕ ЗА ОРГАНИЗАЦИЈУ ОДМОРА И РЕКРЕАЦИЈЕ
РАДНИКА И УГОСТИТЕЉСТВО И ТУРИЗАМ, д.о.о., Београд
Тел. 491-195, 686-069



Виле хотела ПАРК



СТАРА ПЛАНИНА ХОТЕЛ НА БАБИНОМ ЗУБУ



Хотел ПАРК
Б У Д В А

„ЕПСТУРС“ д.о.о.-Београд, Војводе Степе 412/а, Тел: 011/3973-035, 3973-169, 2491-195 Факс: 011/3973-640

Комерцијални сектор: 011/3231-690, 3234-496

АГЕНЦИЈЕ: Београд, Тел: 011/646-971, 646-797, 686-125, 2686-069, Факс: 011/687-025;

Ниш, Тел: 018/547-615, 522-675; Нови Сад, Тел: 021/4821-222 лок: 2598

ПОСЛОВНИЦЕ: Пожаревац, Тел/Факс: 012/531-156; Сурдулица, Тел/Факс: 017/813-088

ТУРИСТИЧКИ ЦЕНТРИ: „Будва“: Тел: 086/451-882, 452-866 Факс: 086/451-971; „Стара планина“ Тел: 019/731-780, Факс: 019/731-781