



JUGOSLOVENSKO DRUŠTVO  
ZA MAŠINSKE ELEMENTE I  
KONSTRUKCIJE

# ZBORNİK RADOVA

SA NAUČNO - STRUČNOG SKUPA  
ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ MAŠINSKIH  
ELEMENTATA I SISTEMA

**JAHORINA - IRMES '2002**

1/2



Srpsko Sarajevo - Jahorina  
19. i 20. Septembar 2002. god.



UNIVERZITET U  
SRPSKOM SARAJEVU  
MAŠINSKI FAKULTET





JUGOSLOVENSKO DRUŠTVO  
ZA MAŠINSKE ELEMENTE I  
KONSTRUKCIJE

# ZBORNIK RADOVA

SA NAUČNO - STRUČNOG SKUPA  
ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ MAŠINSKIH  
ELEMENTATA I SISTEMA

**JAHORINA - IRMES '2002**

2/2



Srpsko Sarajevo - Jahorina  
19. i 20. Septembar 2002. god.



UNIVERZITET U  
SRPSKOM SARAJEVU  
MAŠINSKI FAKULTET



**ZBORNİK RADOVA SA NAUČNO-STRUČNOG SKUPA  
ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ MAŠINSKIH ELEMENATA  
I SISTEMA**

**JAHORINA-IRMES 2002**

**1/2**

**Nosilac :** **JUGOSLOVENSKO DRUŠTVO ZA MAŠINSKE  
ELEMENTE I KONSTRUKCIJE - JuDEKO**  
*Beograd, ul. 27. marta br. 80*

**Organizator :** **MAŠINSKI FAKULTET SRPSKO SARAJEVO**  
**Srpsko Sarajevo, Vuka Karadžića bb**

**Glavni i odgovorni urednik :** **Prof. dr Momir Šarenac**

**Pokrovitelj :**

➤ **MINISTARSTVO NAUKE I KULTURE REPUBLIKE SRPSKE**

**Tehnička priprema :** **Zoran Stikić**

**Tiraž :** 200 primjeraka

**Štampa:** FOPIS, Srpsko Sarajevo

# SADRŽAJ CONTENTS

1/2

## PLENARNA SJEDNICA

<b>Höhn B-R., Oster P., Tobie T., Steingröver K. :</b> <i>EINSATZHÄRTUNGSTIEFE UND TRAGFÄHIGKEIT EINSATZGEHÄRTERER ZAHNRÄDER</i> .....	1
<b>Karaivanov D., Arnaudow K.:</b> <i>DIE ZUSAMMENGESETZTEN MEHRSTEG- PLANETENGETRIEBE IHRE, KOPPLUNGSARTEN UND GESETZ- MÄSSIGKEITEN</i> .....	19
<b>Šarenac M.:</b> <i>PERSPEKTIVE METALSKE INDUSTRIJE U ZEMLJAMA U TRANZICIJI I INTERES MLADIH ZA STUDIJE MAŠINSTVA</i> .....	27
<b>Miltenović V.:</b> <i>RAZVOJ PROIZVODA U FUNKCIJI OPSTANKA PREDUZEĆA NA TRŽIŠTU</i> .....	33
<b>Mihailidis A., Tsilingiridis G.:</b> <i>A WIND ENERGY CONVERTER WITHOUT ROTOR SHAFT</i> .....	39

## Sekcija A RAZVOJ MAŠINSKIH SISTEMA

<b>Kuzmanović S.:</b> <i>ODLIKE SAVREMENIH PROIZVODA U MAŠINSTVU</i> .....	45
<b>Jovičić S., Marjanović N., Čatić D.:</b> <i>FAZE I ALATI INTEGRALNOG RAZVOJA MAŠINSKIH SISTEMA</i> .....	51
<b>Tanasijević S.:</b> <i>ESTETSKA KOMPONENTA U DIZAJNU PROIZVODA</i> .....	57
<b>Radović V., Tomović R.:</b> <i>PRAKTIČNA METODA KONSTRUISANJA PROIZVODA</i> .....	63
<b>Leparov M., Dinev G.:</b> <i>ABOUT MODIFICATION OF MECHANICAL TRANSMISSION</i> .....	69
<b>Radovanović M.:</b> <i>KONSTRUKTIVNA REŠENJA KOMPONENATA LASERSKE MAŠINE ZA SEČENJE</i> .....	75
<b>Batalović V.:</b> <i>ROTOR CENTRIFUGALNOG SAMOMELJUĆEG MLINA - SPECIFIČNOSTI KONSTRUISANJA</i> .....	81
<b>Jevtić J.:</b> <i>POKRETNI SUDOVI POD PRITISKOM</i> .....	87
<b>Petković Z., Zrnić N.:</b> <i>DEVELOPMENT OF NEW CONCEPTS IN DESIGN OF DOCKSIDE CONTAINER CRANES</i> .....	93
<b>Zrnić N., Petković Z.:</b> <i>EVALUTION OF DESIGN SOLUTIONS FOR TROLLEY OF QUAYSIDE CONTAINER CRANES</i> .....	99
<b>Jovanović M., Mijajlović R., Marinković Z., Arsić M., Denić D.:</b> <i>UPRAVLJANJE PARALELNOŠĆU KRETANJA DIZALICA</i> .....	105
<b>Marković S., Marinković Z.:</b> <i>ANALIZA PROCESA ZAUSTAVLJANJA DIZALIČNIH MEHANIZAMA SA ZAZOROM</i> .....	111
<b>Alice C., I., Alic C.:</b> <i>RESEARCH AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION ON THE BEHAVIOR IN EXPLOITATION OF METAL WORKSHOPS IN SIDERURGY</i> .....	117
<b>Alexa V., Ratiu S.:</b> <i>COMPLEX INSTALATION FOR THE RESEARCH ON LONGITUDINAL ROLLING PROCESS</i> .....	123

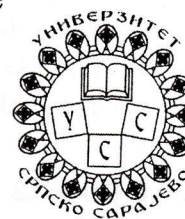
<b>Miklos I., Z., Miklos I., Cioata V., G.:</b> <i>EXPERIMENTAL TRAILS ON THE PROTECTION SYSTEM OF THE BLOOM TILTING MECHANISM</i> .....	129
<b>Grigorova K.:</b> <i>A CONCEPT OF SUPPORTING ENGINEERING CHANGE MANAGEMENT</i> .....	135

<b>Sekcija B</b> <b>RADNA OPTEREĆENJA MAŠINSKIH SISTEMA</b>
--

<b>Mijajlović R., Marinković Z.:</b> <i>ANALIZA DINAMIČKOG FAKTORA U STANDARDIMA ZA DIZALICE</i> .....	141
<b>Janošević D., Jevtić V., Milić P.:</b> <i>ANALIZA UTICAJNIH PARAMETARA NA GRANIČNE SILE KOPANJA HIDRAULIČNIH BAGERA</i> .....	147
<b>Marinković Z., Marković S., Miltenović D., Marinković D.:</b> <i>SIMULACIJA PROCESA OPTEREĆENJA I NAPREZANJA VRATILA MEHANIZMA MAŠINA NA ELEKTROMOTORNI POGON</i> .....	153
<b>Stefanović S., Stamenković S., Jevremović V., Stošić M.:</b> <i>VUČNE KARAKTERISTIKE <math>F_v(v)</math> DIZEL LOKOMOTIVE SA MEHANIČKIM PRENOSOM SNAGE</i> .....	159
<b>Radosavljević A., Jovanović R.:</b> <i>PRILOG ODREĐIVANJU OSOVINSKOG OTPORA KRETANJA VOZA KAO FAKTORA RADNOG OPTEREĆENJA MEHANIČKOG SISTEMA VOZ-PRUGA</i> .....	165
<b>Prodanović R., Stevanović Z., Mirković S., Jovanović R.:</b> <i>UTICAJ KOLOSEKA NA UBRZANO TROŠENJE TOČKOVA NA JŽ I U SVETU</i> .....	171
<b>Prodanović R., Stevanović Z., Mirković S., Jovanović R.:</b> <i>BITNI UTICAJNI FAKTORI NA TROŠENJE TOČKOVA ŠINSKIH VOZILA SA POSEBNIM OSVRTOM NA TERETNA KOLA</i> .....	177
<b>Popa I., Popa G. N., Deaconu S.:</b> <i>THE DETERMINATION OF THE ELECTRIC MOTOR POWER THAT DRIVES THE BELT TRANSPORT CONVEYERS</i> .....	183
<b>Žepinić C.:</b> <i>SPOLJAŠNJE OPTEREĆENJE RADNE MAŠINE KAO SLUČAJNA FUNKCIJA</i> .....	189

<b>Sekcija C</b> <b>ZAMOR I RAZARANJA (LOM)</b>
--

<b>Kirić M., Sedmak A., Arsić M., Aleksić V.:</b> <i>PRIMENA DVOPARAMETARSKOG PRISTUPA MEHANIKE LOMA NA INTEGRITET KONSTRUKCIJA</i> .....	195
<b>Aleksić V., Sedmak A., Arsić M., Kirić M.:</b> <i>PRIMENA PARAMETARA MEHANIKE LOMA NA PROCENU INTEGRITETA ZAVARENIH KONSTRUKCIJA</i> .....	201
<b>Rakin M., Mijuca D., Zrnić N., Sedmak A.:</b> <i>NUMERIČKO PRAĆENJE RASTA PRSLINE U USLOVIMA NASTANKA ŽILAVOG LOMA ČELIKA</i> .....	207
<b>Šubara N., Stefanović S., Stojković S.:</b> <i>STANJE ZAMORA, ZBIRNO OŠTEĆENJE I PREOSTALI VEK U REALNIM USLOVIMA EKSPLOATACIJE ..</i>	213
<b>Arsić M., Sedmak S., Aleksić V.:</b> <i>UTICAJ REDOSLEDA RADNOG OPTEREĆENJA NA BRZINU AKUMULACIJE OŠTEĆENJA NOSEĆE KONSTRUKCIJE ROTORNOG BAGERA</i> .....	219
<b>Posavljak S.:</b> <i>ISPITIVANJE OTPORNOSTI MATERIJALA NA MALOCIKLIČNI ZAMOR</i> .....	225



## UTICAJ REDOSLEDA RADNOG OPTEREĆENJA NA BRZINU AKUMULACIJE OŠTEĆENJA NOSEĆE KONSTRUKCIJE ROTORNOG BAGERA

M. Arsić, S. Sedmak, V. Aleksić

*U radu je na primeru procene veka trajanja jednog od nosećih čvorova na konstrukciji rotornog bagera, primenom linearnih hipoteza zasnovanih na akumulaciji oštećenja i rezultata eksperimentalnih ispitivanja, prikazan nedostatak postojećih hipoteza za proračun akumulacije oštećenja koje ne uzimaju u obzir redosleda radnih napona, odnosno pretpostavljaju istu brzinu akumulacije oštećenja za različite nivoe spektra opterećenja nezavisno od prethodne "istorije" opterećenja.*

### 1.Uvod

Naprezanje noseće konstrukcije rotornog bagera nastaje u toku izrade elemenata i montaže, u procesu kopanja i usled sopstvenih niskofrekventnih oscilacija izazvanih pokretanjem celokupne mase bagera. Na sl.1 prikazan je vremenski tok složenog naprezanja konstrukcije i njegove komponente prema uzroku nastanka.



Slika 1. Prikaz rasčlanjenog ukupnog naprezanja prema uzroku nastanka

Za poznavanje uticaja nestacionarnosti režima opterećenja i sopstvenih niskofrekventnih oscilacija na radnu čvrstoću elemenata noseće konstrukcije rotornog bagera neophodno je poznavanje radnih napona, koji se uspostavljaju pri dejstvu promenljivog opterećenja u različitim radnim režimima bagera, odnosno poznavanje spektra napona.

Radna čvrstoća elemenata noseće konstrukcije određuje se uglavnom na dva načina:

- eksperimentalnim programskim ispitivanjem uzoraka bliskih realnim ili ispitivanjem realnih elemenata noseće konstrukcije, pri čemu je režim ispitivanja (spektar napona) usaglašen sa uslovima eksploatacije,
- računskim putem primenom hipoteza o akumulaciji oštećenja.

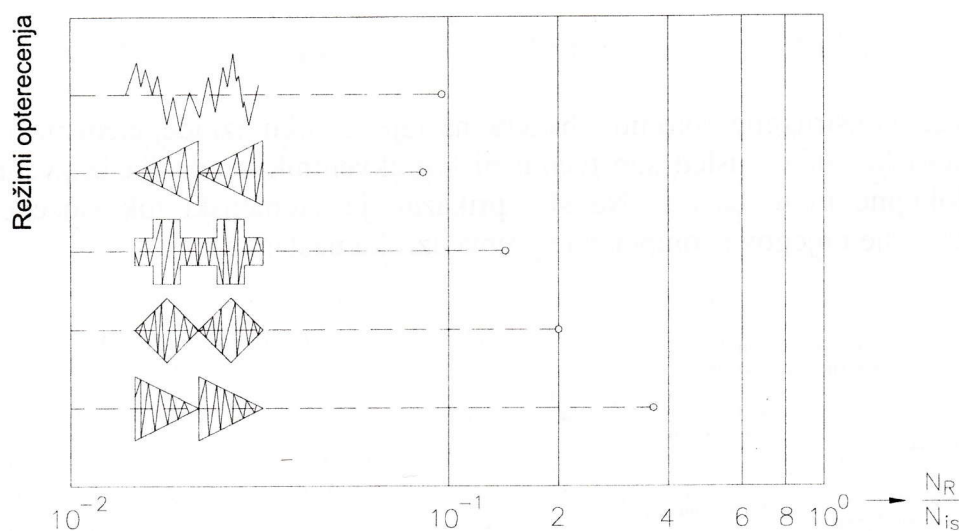
## 2. Hipoteza o akumulaciji oštećenja

Najviše korišćene hipoteze zasnovane na akumulaciji zamornog oštećenja su prvo postavljena hipoteza linearnog akumuliranja oštećenja Palmgren-Minera i hipoteze Korten-Delou, Serensen-Kogaev i Hojbah koje su pokušale da isprave sistematske greške Palmgren-Minero-ove hipoteze, čineći podgrupu modifikovanih linearnih hipoteza. Suma akumulacije oštećenja u opštem obliku glasi:

$$D = \sum_{i=1}^n \left( \frac{n}{N} \right)_i \quad (1)$$

gde se podrazumeva da lom nastaje kada suma dostigne vrednost 1.0. Za nezavarene materijale suma oštećenja varira u širokim granicama  $D=0.1$  1.0, a za zavarene konstrukcije velikih dimenzija iskustva pokazuju da je suma oštećenja blizu vrednosti  $D=0.5$  /1/.

Osnovni nedostatak hipoteza zasnovanih na akumulaciji zamornog oštećenja je u tome što ne uzimaju u obzir "istoriju opterećenja", što u realnim uslovima ima značajan uticaj na brzinu procesa akumulacije oštećenja. Ovo pokazuje i primer istraživanja prikazan na sl.2, gde su za različite režime opterećenja dati odnosi računski izračunatog veka ( $N_R$ ), Palmgren-Minero-ovom hipotezom i veka određenog ispitivanjem na zamor ( $N_{IS}$ ) za leguru aluminijuma 7075-T6 /2/.



Slika 2. Prikaz odnosa računski određenog ( $N_R$ ) i ispitanog veka ( $N_{IS}$ )

Eksperimentalna ispitivanja su pokazala da zamorna čvrstoća materijala bitno zavisi ne samo od oblika spektra opterećenja već i od težine spektra (težine režima opterećenja), kao i slučajnog preopterećenja ili udarnog opterećenja tzv. vršnog ili ekstremnog opterećenja.

### 3. Eksperimentalna ispitivanja

S obzirom da postojeći modeli noseće konstrukcije i mehanizma rotornih bagera, odnosno modeli spoljnog opterećenja, ne omogućavaju kompleksno sagledavanje njihovog uticaja na dinamičko ponašanje rotornog bagera, za poznavanje uticaja nestacionarnosti režima opterećenja i sopstvenih niskofrekventnih oscilacija na radnu čvrstoću odgovornih elemenata zavarene konstrukcije, odnosno zavarenih spojeva noseće konstrukcije rotornog bagera, izvršena su eksperimentalna ispitivanja radne čvrstoće.

#### 3.1. Merenje deformacija i utvrđivanje spektra opterećenja

U cilju utvrđivanja stvarnog naponskog stanja, odnosno promene naprzanja u vremenu na elementima konstrukcije strele rotora i zategama rotornog bagera, izvršena su merenja promene deformacija u različitim otkopnim sredinama (otkrivka, ugalj).

Tako su izvršena:

- merenja deformacija u rasterećenom stanju bagera,
- merenja deformacija pri radu bagera na prazno,
- merenja deformacija u prosečnom radu bagera,
- merenja deformacija pri radu bagera u punom rezu,
- merenja ekstremnih vrednosti, uz prethodno pažljivo ograničenje pri havaranju.

#### 3.2. Utvrđivanje spektra napona

Diskretizacijom eksperimentalno utvrđenih tokova promene napreznja u vremenu metodom "rain-flow" izdvojena su obeležja slučajnog procesa opterećenja.

Statističkom obradom izdvojenih raspona napona ( $\sigma_r$ ) i srednjih vrednosti napona ( $\sigma_m$ ) utvrđeni su spektri radnih napona, na način opisan u radovima [3,4], za različite režime opterećenja rotornog bagera. Statistički podaci o udelu pojedinih vrsta opterećenja dati su u tab.1.

Tabela 1. Statistički podaci o vremenu rada bagera za razmatrana opterećenja

Opterećenje	U transportu	Prosečno	U punom rezu
Trajanje opterećenja [%]	4	60	36

Grafičkim i analitičkim metodama teorije verovatnoće i matematičke statistike utvrđeno je da za prikaz raspodele raspona radnih napona je najpogodnija Weibulova raspodela. Na osnovu podataka o režimima rada i njihovom udelu, tab.1., izvedena je kombinovana funkcija napona u opštem obliku:

$$H(\sigma_r) = 1 - F(\sigma_r) = 0.04 \cdot \exp\left[-\left(\frac{\sigma_r}{\eta_1}\right)^{\beta_1}\right] + 0.60 \cdot \exp\left[-\left(\frac{\sigma_r}{\eta_2}\right)^{\beta_2}\right] + 0.36 \cdot \exp\left[-\left(\frac{\sigma_r}{\eta_3}\right)^{\beta_3}\right] + \dots \quad (2)$$

Ukupni spektar raspona napona dobija se u unošenjem i napona pri ekstremnim - vršnim opterećenjima koja se definišu ekstrapolacijom raspodele ekstremnih vrednosti. Ta opterećenja, koja praktično dovode do zaustavljanja rotora u procesu rada, čine 0,05-



0,10 % ukupnog vremena opterećenja, a mogu biti veća do tri puta od opterećenja u punom rezu.

### 3.3.Procena zamornog veka

#### 3.3.1.Ispitivanje zamorne i radne čvrstoće

Ispitivanja na zamor su najpre izvršena sa konstantnom amplitudom opterećenja, radi sticanja uvida u osnovne karakteristike ponašanja pri zamoru čelika Č.0563 i njegovih zavarenih spojeva, a zatim promenljivom amplitudom opterećenja, odnosno spektrom napona, za utvrđivanje razlika u zamornim osobinama osnovnog materijala i metala šava, kao i za procenu radne čvrstoće zavarenih spojeva i razradu metoda za procenu veka zavarenih konstrukcija rotornih bagera. Ispitani uzorci (krstasti zavareni spoj) prilagođeni su karakterističnim zavarenim spojevima elemenata noseće konstrukcije strele rotora bagera. Eksperimentalna ispitivanja na zamor izvršena su u VTI VJ, Žarkovo, na servohidrauličnoj kidalici MTS.

## 4. Računska procena veka

Na bazi rezultata eksperimentalnih ispitivanja i utvrđenog jediničnog spektra napona izračunate su karakteristične veličine potrebne za računsku procenu veka trajanja primenom linearnih hipoteza o akumulaciji oštećenja, tab.2.

Tabela 2. Veličine za izračunavanje veka trajanja

	i	1	2	3	4	5	6	7	8
1	$\Delta n_{bi}$	1	19	58	504	3824	21112	54326	85462
2	$\Delta n_{bi}/n_b$	$6 \times 10^{-6}$	$1.15 \times 10^{-4}$	$3.5 \times 10^{-4}$	$3.05 \times 10^{-4}$	0.023	0.128	0.329	0.517
3	$\sigma_r [N/mm^2]$	141.38	94.26	90.22	80.78	68.66	53.9	40.4	26.92
4	$\sigma_{ri}/\sigma_{r1}$	1	0.667	0.638	0.5714	0.486	0.381	0.286	0.191
5	$(\sigma_{ri}/\sigma_{r1})^{6.7}$	1	0.066	0.049	0.024	0.0079	0.0016	0.00023	0.000015
6	$(\Delta n_{bi}/n_b)(\sigma_{ri}/\sigma_{r1})$	$6 \times 10^{-6}$	$7.67 \times 10^{-5}$	$2.23 \times 10^{-4}$	$1.74 \times 10^{-3}$	0.0112	0.0488	0.094	0.099
7	$(\Delta n_{bi}/n_b)(\sigma_{ri}/\sigma_{r1})^{6.7}$	$6 \times 10^{-6}$	$7.63 \times 10^{-6}$	$1.72 \times 10^{-5}$	$7.17 \times 10^{-5}$	$1.82 \times 10^{-4}$	$2 \times 10^{-4}$	$7.46 \times 10^{-5}$	$7.71 \times 10^{-6}$
8	$(\sigma_{ri}/\sigma_{r1})^{12.4}$	1	$6.59 \times 10^{-3}$	$3.8 \times 10^{-3}$	$9.68 \times 10^{-4}$	$1.29 \times 10^{-4}$	$6.41 \times 10^{-6}$	$1.8 \times 10^{-7}$	$1.17 \times 10^{-9}$
9	$(\Delta n_{bi}/n_b)(\sigma_{ri}/\sigma_{r1})^{12.4}$	$6 \times 10^{-6}$	$7.58 \times 10^{-7}$	$1.33 \times 10^{-6}$	$2.95 \times 10^{-6}$	$0.03 \times 10^{-4}$	$0.82 \times 10^{-6}$	$0.59 \times 10^{-7}$	$0.61 \times 10^{-9}$

#### 4.1.Hipoteza Polmgren-Miner

Funkcija interakcije napona  $a_p=1$ .

Vek trajanja:

$$N_{R_p, m} = \frac{N_1}{\sum_{i=1}^j \frac{\Delta n_{bi}}{n_b} \cdot \left(\frac{\sigma_{ri}}{\sigma_{r1}}\right)^m} = \frac{586650}{13.63 \cdot 10^{-6}} = 4.304 \cdot 10^{10} \quad (3)$$

$j=2$  - nivoi napona u spektru koji su veći od trajne zamorne čvrstoće.

#### 4.2.Hipoteza Korten-Delon

Funkcija interakcije napona  $a_p=1$ .

Vek trajanja:

$$N_{R_{c.o}} = \frac{N_1}{\sum_{i=1}^k \frac{\Delta n_{bi}}{n_b} \cdot \left(\frac{\sigma_{ri}}{\sigma_{r1}}\right)^m} = \frac{586650}{566.903 \cdot 10^{-6}} = 1.0348 \cdot 10^9 \quad (4)$$

k=8 - svi nivoi napona u spektru.

### 4.3. Hipoteza Serensen-Kogaev

Funkcija interakcije napona:

$$\alpha_p = \frac{\frac{\sigma_1}{\sigma_D} \cdot \sum_{i=1}^k \frac{\Delta n_{bi}}{n_b} \cdot \frac{\sigma_{ri}}{\sigma_{r1}} - 0.5}{\frac{\sigma_1}{\sigma_D} - 0.5} = \frac{\frac{141.38}{92.59} \cdot 0.5457 - 0.5}{\frac{141.38}{92.59} - 0.5} = 0.325 \quad (5)$$

Vek trajanja:

$$N_{R_{s.k}} = \frac{\alpha_p \cdot N_1}{\sum_{i=1}^k \frac{\Delta n_{bi}}{n_b} \cdot \left(\frac{\sigma_{ri}}{\sigma_{r1}}\right)^8} = \frac{0.325 \cdot 586650}{13.63 \cdot 10^{-6}} = 1.397 \cdot 10^{10} \quad (6)$$

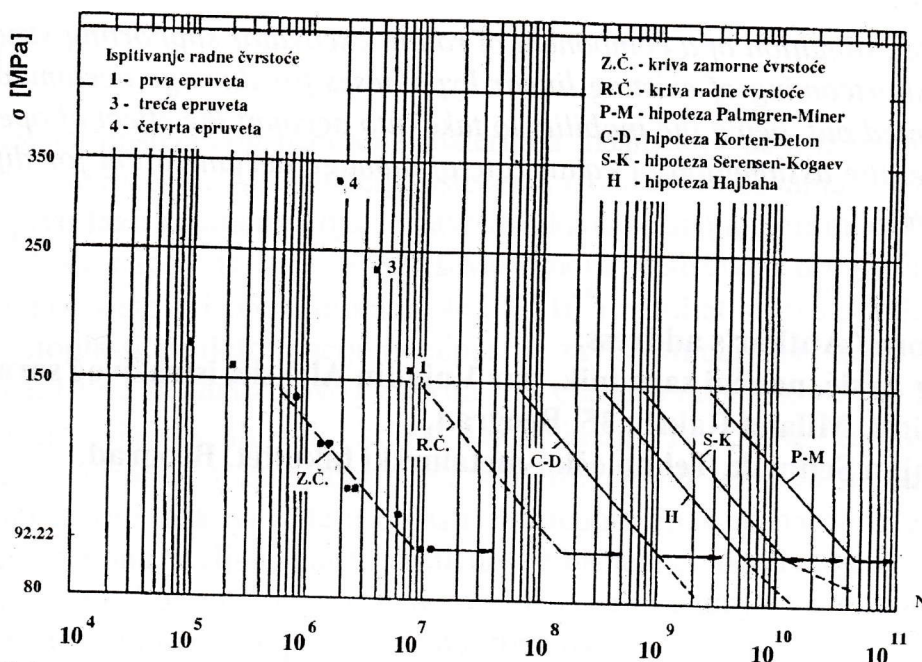
k=8 - svi nivoi napona u spektru.

### 4.4. Hipoteza Hajbaha

$$N_{R_H} = \frac{N_1}{\sum_{i=1}^j \frac{\Delta n_{bi}}{n_b} \cdot \left(\frac{\sigma_{ri}}{\sigma_{r1}}\right)^m + \left(\frac{\sigma_1}{\sigma_D}\right)^{m-1} \cdot \sum_{i=j+1}^k \frac{\Delta n_{bi}}{n_b} \cdot \left(\frac{\sigma_{ri}}{\sigma_{r1}}\right)^{2m-1}} = \frac{586650}{13.63 \cdot 10^{-6} + \left(\frac{141.38}{92.59}\right)^{5.7} \cdot 8.129 \cdot 10^{-6}} \quad (7)$$

$$N_{R_H} = 5.62 \cdot 10^9$$

Grafički prikaz eksperimentalnih rezultata i rezultata dobijenih na bazi linearnih hipoteza o akumulaciji oštećenja dat je na sl.3.



Slika 3. Prikaz eksperimentalnih rezultata i rezultata proračuna

## 5. Zaključak

Rezultati ispitivanja na zamor sa konstantnom amplitudom opterećenja (S-N dijagram) i spektrom napona (dijagram radne čvrstoće) omogućuju proučavanje zamorne čvrstoće delova i elemenata noseće konstrukcije rotornih bagera i istraživanje valjanosti teorije kumulativnog oštećenja. Upoređenje rezultata eksperimentalnog ispitivanja sa računskom procenom veka je značajno za odgovor kako tačno i do koje mere rezultati ispitivanja sa promenljivom amplitudom opterećenja mogu biti preneti na druge konstrukcije sa istom "istorijom napreznja" ili na isti tip konstrukcija, ali sa drugačijom istorijom napreznja.

## Literatura

- [1] TAKRAF SRs 1300.26/5.0 +VR  $\pm$  10: Dokumentacija proizvođača opreme.
- [2] 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.
- [3] Arsić M., Sedmak S.: Spektar opterećenja za zamorna ispitivanja zavarenih spojeva rotornog bagera, Časopis Zavarivač (1/1995), str.7-12.
- [4] Arsić M.: Korelacija zamorne čvrstoće i praga zamora zavarenih spojeva, Doktorska disertacija, Priština, 1995.

## OPERATING LOAD SEQUENCE EFFECTS ON THE RATE OF DAMAGE ACCUMULATION OF ROTARY EXCAVATOR SUPPORTING STRUCTURE

M. Arsic, S. Sedmak, V. Aleksic

*Using the life estimation of a component of rotary excavator supporting structure as an example, a shortcoming of existing linear hypotheses for damage accumulation calculation is pointed out, being the inability to take into account the effect of operating load sequence, i.e. the assumption of equal rate of damage accumulation for different load spectrum levels.*

**Adresa autora / Author's address:**

**dr Miodrag Arsić, naučni saradnik, mr Vujadin Aleksić, istraživač saradnik  
GOŠA Institut, Milana Rakića 35, Beograd,  
prof. dr Stojan Sedmak, Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd.**