

6. MEĐUNARODNO SAVJETOVANJE O  
DOSTIGNUĆIMA ELEKTRO I MAŠINSKE  
INDUSTRIJE



6 th INTERNATIONAL CONFERENCE  
ON ACCOMPLISHMENTS OF  
ELETRICAL AND MECHANICAL  
INDUSTRIES

# ZBORNIK RADOVA

## PROCEEDINGS



UNIVERZITET U BANJALUCI  
MAŠINSKI FAKULTET



"METAL" a.d. BANJALUKA  
BANJALUČKI VELESAJAM

6. MEĐUNARODNO SAVJETOVANJE O  
DOSTIGNUĆIMA ELEKTRO I MAŠINSKE  
INDUSTRIJE

BANJALUKA  
DEMI  
2003

6 th INTERNATIONAL CONFERENCE  
ON ACCOMPLISHMENTS OF  
ELETRICAL AND MECHANICAL  
INDUSTRIES

30. i 31. 5. 2003. god

**ZBORNİK RADOVA 6. MEĐUNARODNOG SAVJETOVANJA O  
DOSTIGNUĆIMA ELEKTRO I MAŠINSKE INDUSTRIJE**

**PROCEEDINGS OF THE 6<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON  
ACCOMPLISHMENTS OF ELETRICAL AND MECHANICAL  
INDUSTRIES**

**Izdavač  
Publisher**

**MAŠINSKI FAKULTET BANJALUKA**

**Urednik  
Editor**

**Dr Drago Blagojević, red. prof.**

**Recezentски tim  
Reviewerd's team**

**Dr Drago Blagojević, red. prof.  
Dr Milan Šljivić, red. prof.  
Dr Aleksa Blagojević, red. prof.  
Dr Milan Đudurović, red. prof.  
Dr dr Veljko Đuričković, red. prof.  
Dr Prof. dr Vid Jovišević, vanr. prof.  
Dr Slavko Sebastijanović, vanr. prof.  
Dr Miroslav Rogić, vanr. prof.  
Dr Ostoja Miletić, vanr. prof  
Dr Snežana Petković, doc.  
Dr Milosav Đurđević, doc.**

**Tehnička obrada i dizajn  
Technical treatment and design**

**Biljana Prochaska, dipl. ing. maš.**

**Tiraž  
Circulation**

**300 primjeraka**



**NAUČNI ODBOR  
PROGRAMME COMMITTEE**

---

*Banabic Dorel, Universitet Cluj Napaca*  
*Blagojević Drago, MF Banjaluka*  
*Božić Milorad, ETF Banjaluka*  
*Bojanić Pavao, MF Beograd*  
*Bulatović Miodrag, MF Podgorica*  
*Duboka Čedomir, MF Beograd*  
*Đudurović Milan, MF Banjaluka*  
*Đuričković Veljko, MF Banjaluka*  
*Georgijević Milisav, FTN Novi Sad*  
*Janković Dimitrije, MF Beograd*  
*Jovanović Relja, CIP Beograd*  
*Kojić Miloš, MF Kragujevac*  
*Miletić Ostoja, MF Banjaluka*  
*Mrđa Jovo, MF B. Luka*  
*Plančak Miroslav, FTN Novi Sad*  
*Ružić Dobroslav, MF Beograd*  
*Sebastijanović Slavko, SF Slavonski Brod*  
*Stefanović Milentije, MF Kragujevac*  
*Šarenac Momir, MF Srpsko Sarajevo*  
*Šljivić Milan, MF Banjaluka*  
*Tufekčić Džemal, MF Tuzla*  
*Veinović Stevan, MF Kragujevac*  
*Wagner Stefan, Universitat Stuttgart*

**ORGANIZACIONI ODBOR  
ORGANIZING COMMITTEE**

---

*Drago Blagojević, predsjednik, MF Banjaluka*  
*Ostoja Miletić, MF Banjaluka*  
*Milan Šljivić, MF Banjaluka*  
*Sveto Kovačević, gen. direktor, Metal Banjaluka*  
*Dragoljub Bojanić, direktor Velesajma, Banjaluka*  
*Biljana Prochaska MF Banjaluka*

# SADRŽAJ

## UVODNI REFERATI

1.	Djordje G. Kozić, Jelena M. Malenović: KONCEPT ODRŽIVOG RAZVOJA U TERMOTEHNICI I ENERGETICI _____	1
2.	Milan Šljivić: DOSTIGNUĆA I PERSPEKTIVE RAZVOJA PROIZVODNIH TEHNOLOGIJA _____ Milosav Ognjanović:	11
3.	FENOMENI VIBRACIJA ZUPČANIKA U SUPERKRITIČNOM PODRUČJU FREKVENCIJA SPREZANJA ZUBACA _____	23
4.	Miroslav Rogić: POTENCIJAL I RAZVOJNE MOGUĆNOSTI NANOTEHNOLOGIJA _____	33

## A. PROIZVODNE TEHNOLOGIJE I INŽENJERSTVO

### A1. OBRADNI SISTEMI

1.	M. Stefanović, V. Mandić, M. Živković, S. Aleksandrović: FIZIČKO I NUMERIČKO MODELIRANJE DEFLEKSIONIH POJAVA KOD TANKIH LIMOVA - YOSHIDA TEST _____	45
2.	Plancak, M., Vilotić, D., Jevremov, J.: DIMENZIONI EFEKAT (SIZE EFFECT) U OBLASTI PLASTIČNOG DEFORMISANJA _____	51
3.	I. Budić, D. Novoselović MJERENJE ZAOSTALIH NAPREZANJA U ODLJEVCIMA _____	55
4.	P. Dakić, B. Pejović ODREĐIVANJE TEMPERATURSKE FUNKCIJE PRI PERIODIČNOJ STRUGARSKOJ OBRADI PRIMENOM NOVOG MODELA _____	61
5.	B. Pejović P. Dakić: JEDAN PREDLOG ZA LABORATORIJSKO ODREĐIVANJE MERČANTOVE KONSTANTE I UGLA TRENJA PRI OBRADI NA STRUGU _____	67
6.	Miroslav R. Radovanović: CHARACTERISTICS OF MATERIAL IN ZONE OF LASER CUT _____	73
7.	S. Aleksandrović, M. Stefanović, V. Mandić, T. Vujinović: PERSPEKTIVE PRIMENE I AKTUELNA PITANJA OBRADIVOSTI LIMOVA POVEĆANE ČVRSTOĆE _____	79
8.	Saša Živanović, Radomir Ivanović: SIMULACIJE KINEMATIKE TROOSNE PARALELNE MAŠINE _____	85
9.	Karabegović Edina, Rošić Husein, Mahmić Mehmed: MATEMATIČKO MODELIRANJE POSTOJANOSTI ALATA U FUNKCIJI BRZINE, POSMAKA I DUBINE REZANJA _____	91
10.	Matin I., Kovač R., Hodolič J.: PRIMENA PRO/E MODULA ZA DIZAJNIRANJE KALUPNIH ŠUPLJINA KOKILE KLIPA M-3 _____	97



11. Boško Mišić, Simo Bajić, Zdravko Božičković:  
PRIMJENJIVOST METODA IZRADE CJEVASTIH ELEMENATA SA SLOŽENIM  
UZDUŽNIM I POPREČNIM PRESJEKOM \_\_\_\_\_ 101
12. Gordana Lakić Globočki:  
MODELIRANJE I SIMULACIJA PROCESA REZANJA \_\_\_\_\_ 107
13. Borislav Kovljenić:  
INTEGRISANO CAD/CAM/CAE OKRUŽENJE ZA PROJEKTOVANJE LIVENIH  
PROIZVODA OD PLASTIKE I ODGOVARAJUĆIH ALATA \_\_\_\_\_ 115
14. M. Soković, P. Panjan and R. Kimn:  
POSSIBILITY OF IMPROVEMENT OF DIES CASTING TOOLS - DUPLEX  
TREATMENT \_\_\_\_\_ 121
15. Ostoja Miletić, Mladen Todić:  
TOK DEFORMACIJE PRI PRESAVIJANJU NA 180° \_\_\_\_\_ 125

## A2. MATERIJALI

16. Lepasava Šidanin i Katarina Gerić:  
MIKROSTRUKTURA I ŽILAVOST LOMA  $K_{IC}$  ADI MATERIJALA \_\_\_\_\_ 135
17. M S.Trifunović, B D. Nedeljković, S. Nikezić:  
TRIBOLOŠKA I MEHANIČKA SVOJSTVA KOMPOZITA SA METALNOM  
MATRICOM NA BAZI LEGURE BAKAR-CINK \_\_\_\_\_ 141
18. Mile Stojilković:  
ORGANIZACIJA PODMAZIVANJA \_\_\_\_\_ 147
19. Dušan Ješić:  
METODOLOGIJA MJERENJA I IZBORA MEHANIČKIH I TRIBOLOŠKIH  
KARAKTERISTIKA MATERIJALA \_\_\_\_\_ 153
20. Miodrag Arsić, Živče Šarkočević, Vujadin Aleksić, Zijah Burzić:  
UTICAJ UNETE KOLIČINE TOPLOTE PRI ZAVARIVANJU NA ŽILAVOST  
METALA ŠAVA CEVI IZRAĐENIH OD ČELIKA POVIŠENE ČVRSTOĆE \_\_\_\_\_ 159
21. Radenko M. Zrilić, Jandrić Mirko:  
ISTRAŽIVANJE UTICAJA TERMIČKE OBRADU, STEPENA DEFORMACIJE I  
NAPONSKOG STANJA NA INTENZITET NAPONA KRIVE TEČENJA  
(OČVRŠĆAVANJA) \_\_\_\_\_ 165
22. B.Nedeljković, R.Filipović S.Kočanović:  
ISPITIVANJE ULJA ZA TERMIČKU OBRADU \_\_\_\_\_ 171
23. Milutin Živković, Ljubodrag Đorđević, Ljubomir Bogdanov, Dragan Golubović:  
GRAFO-ANALITIČKA APROKSIMACIJA KRIVE OJAČAVANJA Č.4721 U  
HLADNOM STANJU METODOM ISTEZANJA \_\_\_\_\_ 177
24. Olivera Erić, Zoran Mišković, Lepasava Šidanin:  
IDENTIFIKACIJA KARBIDNIH FAZA U ADI MATERIJALU \_\_\_\_\_ 183

## A3. PROIZVODNI SISTEMI

25. Plančak M., Koch H.W.:  
KOMERCIJALNI RAPID PROTOTYPING SISTEMI \_\_\_\_\_ 189
26. Ilija Čosić, Zoran Anišić, Bojan Lalić:  
MODULARNOST KAO KLJUČNI KONCEPT U PROJEKTOVANJU ZA ŽIVOTNI  
CIKLUS PROIZVODA \_\_\_\_\_ 193
27. Михаил Лепаров:  
К ВОПРОСУ МУЛЬТИПЛИЦИРОВАНИЯ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ \_\_\_\_\_ 201

12.	Dušan Jovanić, Milorad Rančić, Andraš Herold: ODREĐIVANJE NAPADNOG UGLA PROFILA CILINDRIČNIH ZUPČANIK A IZ POZNATE VREDNOSTI EVOLVENTNE FUNKCIJE_____	405
13.	Alic Carmen Inge: ESTIMATING SURVEY ON THE EXPLOITATION SAFETY OF METAL SHEDS WITH TRAVELING CRANES_____	411
✓ 14.	Vujadin Aleksić, Miodrag Arsić, Zoran Anđelković: MODELIRANJE I METODOLOŠKI PRISTUP PRORAČUNU ČVRSTOĆE NOSEĆE STRUKTURE TERETNOG KONTEJNERA ICC_____	417
15.	Milutin Živković, Dragan Golubović: ANALIZA KONTAKTNIH NAPREZANJA U ELASTIČNOJ OBLASTI PRI KALIBRACIJI LANACA SA ALKAMA_____	423
16.	Nadežda Subara, Saša Stojković, Saša Radulović: LOMOVI USLED ZAMORA ELEMENATA ŽELEZNIČKIH STRUKTURA_____	429
17.	Momir Šarenac, Aleksandar Košarac, Arpad Pastor: ANALIZA STATIČKOG PONAŠANJA MODELA SKLOPA GLAVNOG VRETENA PRIMJENOM PROGRAMSKIH SISTEMA ZA ANALIZU METODOM KONAČNIH ELEMENATA_____	435
18.	Vanja Šušteršič, Nebojša Jovičić, Dušan Gordić, Milan Despotović: MATEMATIČKI MODEL RADA LAMELASTIH FRIKCIONIH SPOJNICA U AUTOMATSKOJ TRANSMISIJI_____	441
19.	Sava Ianici: METODA KONAČNIH ELEMENATA U IZUČAVANJU DINAMIČNOSTI DVOSTEPENE TALASNE TRANSMISIJE_____	447
✓ 20.	Vujadin Aleksić, Miodrag Arsić, Zoran Anđelković: PRILOG ANALIZI IZBORA ČELIČNOG VODOTORNJA U FUNKCIJI PARAMETARA EKSPLOATACIJE_____	453
21.	Rodoljub Vujanac, Radovan Slavković, Miroslav Živković: PRIMENA METODE KONAČNIH ELEMENATA U PRORAČUNIMA TANKOZIDNIH ČELIČNIH KONSTRUKCIJA – PRORAČUN VISOKOREGALNOG SKLADIŠTA HEMOFARM BANJA LUKA_____	459
22.	Dobrivoje Čatić, Svetislav Jovičić: TRANSFORMACIJA OPŠTIH JEDNAČINA ZA ANALITIČKO ODREĐIVANJE POUZDANOSTI_____	465
23.	Jelena Govedarović, Zorica Đorđević: UTICAJ SPOLJAŠNJE SREDINE NA NAPONSKO STANJE ZUPČANIK A IZRAĐENIH OD KOMPOZITNIH MATERIJALA_____	471
24.	Đorđević Zorica, Govedarović Jelena: NEKE KARAKTERISTIKE VRATILA IZRAĐENIH OD KOMPOZITNIH MATERIJALA_____	477
25.	Blagojević Mirko, Nikolić Vera: ANALIZA SILA KOJE DEJSTVUJU NA CIKLOZUPČANIK SA IDEALNIM PROFILOM_____	483

## C. SAOBRAĆAJNA SREDSTVA

### C1. MOTORI

1.	R. Pešić, S. Veinović: NOVA GENERACIJA MOTORA SA UNUTRAŠNJI M SAGOREVANJEM SIMBIOZOM DOBRIH STRANA OTO I DIZEL PROCESA_____	491
----	---	-----



## MODELIRANJE I METODOLOŠKI PRISTUP PRORAČUNU ČVRSTOĆE NOSEĆE STRUKTURE TERETNOG KONTEJNERA 1CC

Vujadin Aleksić<sup>1</sup>, Miodrag Arsić<sup>2</sup>, Zoran Andelković<sup>3</sup>

**Rezime:** U radu je vodeći računa o važećim propisima i standardima dat metodološki pristup modeliranja i proračuna čvrstoće noseće strukture teretnog kontejnera metodom konačnih elemenata (MKE). Na osnovu analize dobijenih rezultata proverena je stabilnost elemenata strukture, ocenjena je nosivost i dat je predlog poboljšanja nosivosti i optimizacije date strukture.

**Ključne reči:** teretni kontejner, MKE

### MODELING AND METHODOLOGICAL APPROACH TO THE CALCULATION OF BEARING STRUCTURE HARDNESS OF CARGO CONTAINER 1CC

**Abstract:** In this paper is given one methodological approach for modeling and strenght calculation of a carrying structure of cargo container, using finite elements method (FEM), with all respects to the appropriate standards and rules. Based on the received results analysis, the structures elements stability is cheked, the carrying capacity is evaluted and some proposals for improvements and optimization of the structure are given.

**Keywords:** cargo container, FEM

## 1. UVOD

Osnovni zahtevi za projektovanje, proračun i konstruisanje noseće strukture teretnog kontejnera 20', 1CC, su: tehnički uslovi za noseću konstrukciju, standardi JUS ISO 668/97 i JUS ISO 1496-2/97, materijalne podloge sadržane u tehničkom opisu za ponudu i mogućnost i tehnološka opremljenost proizvođača.

Ovaj kontejner spada u familiju teretnih kontejnera. Izgled sa osnovnim dimenzijama je prikazan na sl. 1. On služi za transport svih vrsta tereta spakovanih na odgovarajući način. Može se transportovati drumskim, železničkim i vazdušnim transportnim sredstvima. Takođe se može transportovati i brodom.

Teretni kontejner 20' spada u grupu standardnih kontejnera 1CC, sa naznačenom bruto masom  $R=24000$  kg i standardnim dimenzijama:

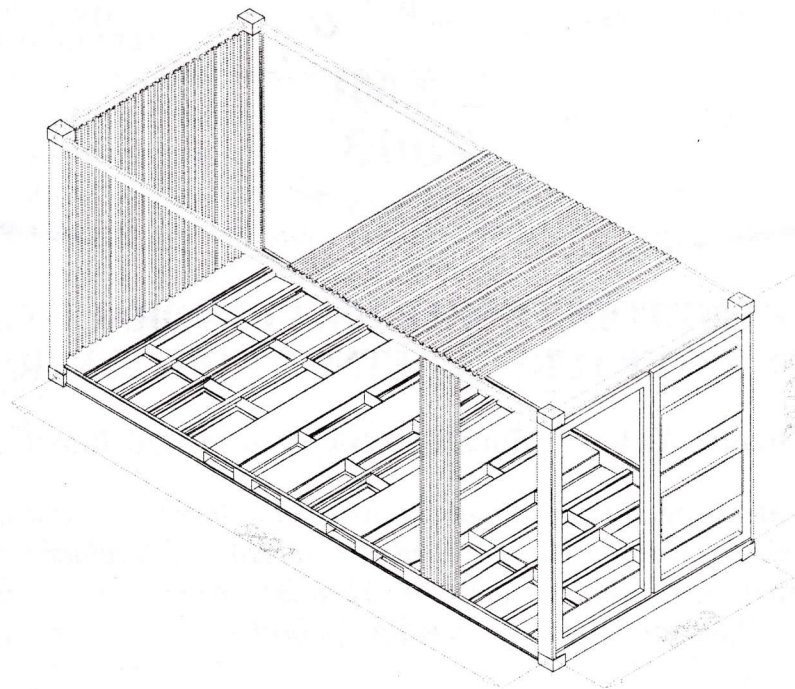
- dužina 6058 mm,
- širina 2438 mm,
- visina 2591 mm.

<sup>1</sup> Mr Vujadin Aleksić, istraživač saradnik, Beograd, GOŠA Institut, v\_aleksic@hotmail.com,

<sup>2</sup> dr Miodrag Arsić, naučni saradnik, Beograd, GOŠA Institut, razvoj@verat.net

<sup>3</sup> Zoran Andelković, dipl.maš.inž., Beograd, GOŠA Institut, razvoj@verat.net





Sl. 1. 3D prikaz kostura i dela oplate teretnog kontejnera 20', ICC

Na uglovima kontejnera ugrađene su nauglice prema JUS ISO 1161/97. Nauglice su izražene od takvog materijala da zadovoljavaju zahteve za ispitivanje po JUS ISO 1496-2/97.

Nije predviđen za podizanje zahvatnim klještima, pa nema odgovarajuće otvore za njih, ali ima dva para ulaza za viljuške pa je time predviđena manipulacija kontejnera uz određene mere predostrožnosti i uputstvo. Pod kontejnera je ravan, obložen "vagonkom", voodootpornim šperom debljine 28 mm, bez tunela (labudov vrat).

U projektu /3/ je izvršena unifikacija profila sa ranijim sličnim projektima /1,2/, a za vezivanje elemenata strukture primenjen je elektrolučni postupak zavarivanja (E, MAG).

## 2. ANALIZA OPTEREĆENJA

Prema zahtevu konstrukcije i standardu JUS ISO 1496-2/97 (tačka 5.1.) zahtevi za čvrstoću kontejnera dati su u prilogu A standarda /4,5/. Oni se odnose na kontejnere kao kompletne jedinice.

Kao polazna osnova za određivanje merodavnih opterećenja poslužile su norme koje se odnose na odgovarajuće teretne kontejnere opšte namene koji spadaju u podkategoriju izotermičkih kontejnera (JUS ISO 1496-2/97). U ovom radu su analizirana opterećenja za tu standardnu kategoriju, imajući u vidu navedene specifičnosti kontejnera. Na osnovu toga je utvrđeno koja od propisanih opterećenja mogu biti merodavna za proračun u posmatranom slučaju.

Polazni podaci za određivanje opterećenja su:

- $R=24000$  kg - propisana maksimalna bruto masa prema JUS ISO 668/97 koja se uzima kao merodavna pri proveri čvrstoće,
- $T$  - sopstvena masa kontejnera (noseći elementi + oplata),
- $P=R-T$  - koristan teret.

Na osnovu analiza, imajući u vidu uslove merodavnih opterećenja, usvojeni su standardom predviđeni slučajevi opterećenja.



Za proračun su kao merodavne mase usvojene sledeće vrednosti:

$$T = m_g + m_o = 1903 + 627 = 2530 \text{ kg} - \text{sopstvena masa kontejnera bez opreme (grede+oplati)}$$

Masa korisnog tereta P se sastoji od kontinualno opterećenja od 21470 kg raspoređenog po podu kontejnera, pa odatle sledi ukupna bruto masa kontejnera:

$$R = P + T = 21470 + 2530$$

$$R = 24000 \text{ kg}$$

Najveće dozvoljene deformacije su definisane takođe standardom, za konkretan kontejner za podužne i poprečne nosače u podu max ugib iznosi  $15+6=21$  mm. Da bi ostalo sve u granicama elastičnosti i posle prestanka delovanja opterećenja usvaja se da max ugibi za celu konstrukciju pada uz minimalan stepen sigurnosti  $v=1.1$  u odnosu na ugib nosača u podu ne budu veći od 19 mm ili 1.9 cm.

Propisana opterećenja imaju karakter ispitnih opterećenja. Ona se tretiraju i kao ekvivalentna statička opterećenja. Zbog toga se u proračunu primenjuje minimalni stepen sigurnosti  $v=1.1$  u odnosu na granicu tečenja ( $R_{eH}$ ) zavarenih spojeva i mesta promene preseka (koncentracije napona). U zonama punog materijala  $v=1$ . S obzirom na karakter posmatrane konstrukcije usvaja se  $v=1.1$ . Dozvoljeni naponi za sve delove konstrukcije izrađene od čelika Č.0361 su:

$$\sigma_{\text{doz}} = \frac{R_{eH}}{v} = \frac{24}{1.1} = 21.8 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2},$$

a za delove konstrukcije izrađene od Č.0561 su:

$$\sigma_{\text{doz}} = \frac{R_{eH}}{v} = \frac{36}{1.1} = 32.7 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2}.$$

U tab. 1 date su karakteristike materijala potrebne za proračun.

Za šperploče se usvaja dozvoljeni napon od  $5 \text{ kN/cm}^2$  jer je on izložen naponima savijanja, u gornjem delu pritisak, a u donjem zatezanje.

Tabela 1. Karakteristike materijala od kojih su izrađeni elementi teretnog kontejnera 20', ICC

Materijal	modul elastičnosti E [kN/cm <sup>2</sup> ]	Poasonov koeficijent v	specifična težina $\gamma$ [kN/cm <sup>2</sup> ]		$R_{eH}$ [kN/cm <sup>2</sup> ]	$R_m$ [kN/cm <sup>2</sup> ]
Čelik	21000	0.3	0.0000785	Č.0361	24	37
				Č.0561	36	52
					čvrstoća [kN/cm <sup>2</sup> ]	
					uzdužno [kN/cm <sup>2</sup> ]	poprečno [kN/cm <sup>2</sup> ]
vodootporni šper	1000	0.1	0.0000090	zatezanje	5-20	0.4-0.7
				pritisak	4-8	1

### 3. MODEL NOSEĆE STRUKTURE KONTEJNERA

Noseća konstrukcija kontejnera modelirana je za proračun metodom konačnih elemenata (MKE) programom KOMIPS /6/. Posmatrani kontejner je tretiran kao prostorna struktura međusobno povezanih elemenata tipa grede konstantnog poprečnog preseka. Profili noseće strukture i rebrasti lim su modelirani kao grede u nizu, a oplatni limovi i pod od špera četvorougaoim elementima (tanke ploče).

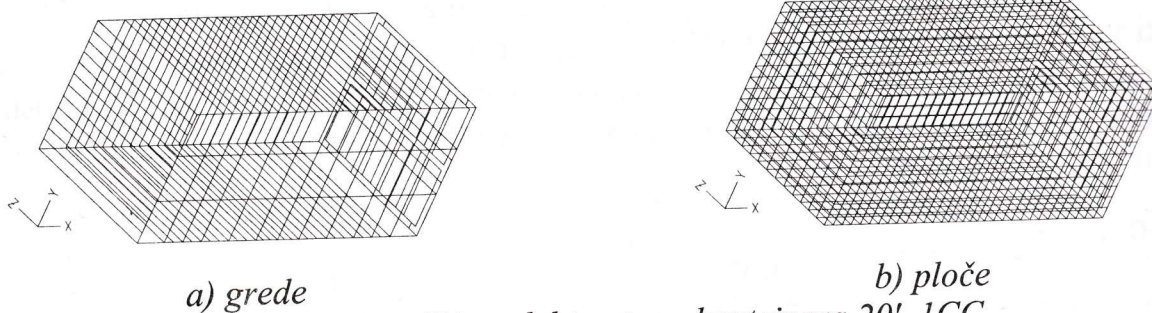


Celokupna noseća struktura je svedena na: srednju ravan poda, srednju ravan stranica i srednju ravan krova. Svi elementi tipa grede i elementi tipa ploče su svedeni u jednu od navedenih ravni, pa su napravljeni odgovarajući modeli čiji su elementi definisani konstrukcijskim podacima.

Globalni koordinatni sistem modela, sl. 2, usvojen je tako da je:

- koordinatni početak "O" u donjem roglju kontejnera, presečnoj tački poda, zadnjeg čela i leve stranice (posmatrano od vrata kontejnera),
- osa "Ox" se prostire duž donje ivice leve stranice kontejnera,
- osa "Oy" ide duž donje ivice zadnjeg čela, a
- osa "Oz" je vertikalna i usmerena naviše, tako da sa prethodne dve ose čini trijedrar leve orijentacije.

Usvojeni mehanički model, sl. 2, ima 1975 čvorova, 1820 elemenata tipa grede i 1824 elemenata tipa ploče.



a) grede

b) ploče

Slika 2. Mehanički model teretnog kontejnera 20', ICC

Karakteristike preseka greda (profila) su izračunate uz pomoć AutoCAD-ovog modula Inquiry (Mass Properties).

#### 4. PRORAČUN STRUKTURE

Statički proračun strukture je baziran na standardu JUS ISO 1496-2/97 koji definiše ispitivanja izotermičkih kontejnera. Ovim standardom su definisana i dozvoljeni ugibi i odstupanja od normalnog profila kontejnera za pojedine slučajeve opterećenja.

Dinamička opterećenja su uzeta u obzir statičkim slučajevima opterećenja, pa nije urađen poseban dinamički proračun strukture, nego su odgovarajući zaključci izvedeni iz statičkog proračuna.

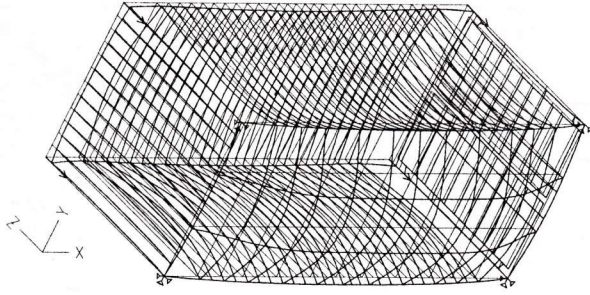
#### 5. REZULTATI PRORAČUNA

U projektu /3/ je dat pregled i komentar rezultata proračuna za svaki od 18 slučajeva opterećenja. Za elemente tipa greda i ploča, čija je numeracija čvornih tačaka i elemenata prikazana na sl. 6.1 do 6.6 Priloga A /3/, izračunati su najveći ekvivalentni naponi u konkretnom preseku odgovarajućim programskim modulima.

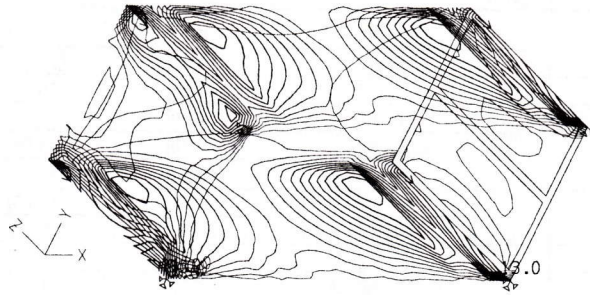
Radi ilustracije deformacije (pomeranja čvornih tačaka greda) za neke karakteristične slučajeve opterećenja (OPT) kao i odgovarajuće naponske slike oplata kontejnera prikazane su na sl. 3. Za elemente tipa grede izvršena je provera lokalne i globalne stabilnosti profila kod kojih postoje uslovi za pojavu nestabilnosti. U tab. 2 su prikazani rezultati proračuna stabilnosti profila.



**Slaganje (OPT 1)**

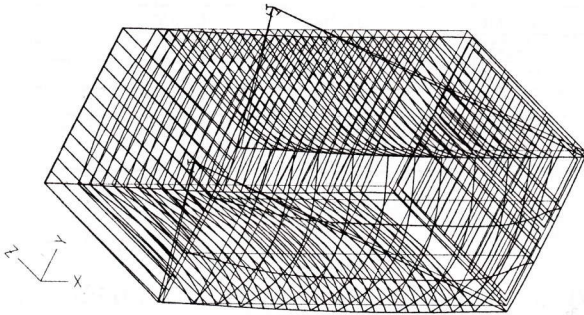


a)

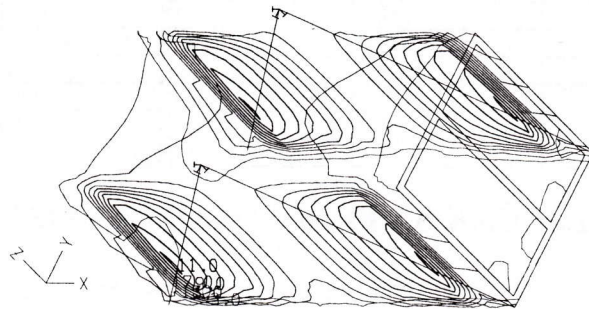


b)

**Dizanje odozdo (OPT 3)**

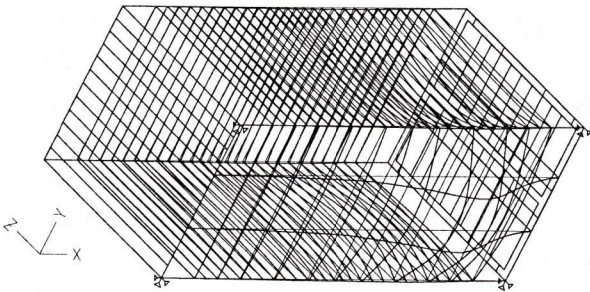


a)

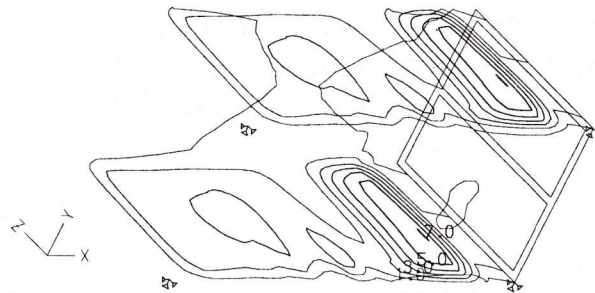


b)

**Opterećenje od točkova (čvrstoća poda) (OPT 81)**

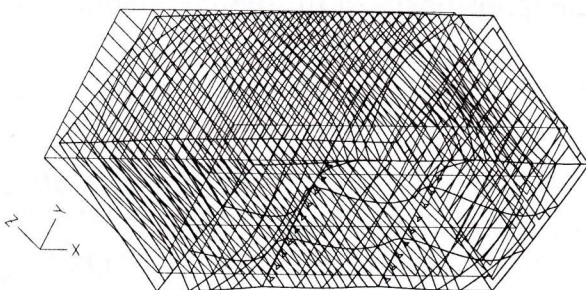


a)

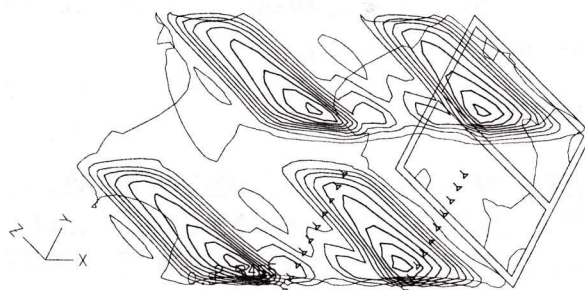


b) 0-7 kN/cm<sup>2</sup>, korak 1

**Ulazi za viljuške (prvi širi par) (OPT 111)**



a)



b) 0-5.5 kN/cm<sup>2</sup>, korak 0.5

Slika 3. a) Deformacije greda, b) Naponska slika opterećenja

Provera lokalne stabilnosti je izvršena samo na središnjem podužnom nosaču poda, s obzirom da je odnos širine stranice profila prema debljini veći od 20 puta, pa je sa aspekta stabilnosti veoma nepovoljan.

Stabilnost elemenata oplata je proverena na "traci" oplata između glavnog ugaonog stuba i početka rebrastog lima.



Tabela 2. Rezultati proračuna stabilnosti greda (profila)

Profil No	l[cm]	$I_{min}[cm^4]$	A[cm <sup>2</sup> ]	$\lambda$	$\sigma_{kro}[kN/cm^2]$	V	$\sigma_c[kN/cm^2]$
1	57.40	8.27	11.90	34.427	174.69	0.135	23.48
2	80.00	53.13	10.36	17.663	663.65	0.035	23.95
3	80.00	545.66	26.39	8.797	2675.72	0.009	23.95
9	57.40	4.20	6.50	35.704	162.42	0.145	23.48
10	80.00	1368.30	44.08	7.179	4016.97	0.006	23.95
11	80.00	1870.24	49.98	6.539	4842.39	0.005	23.95
12	228.90	100.38	13.83	42.482	114.73	0.205	23.41
13	588.00	26.90	10.19	180.950	6.32	3.724	23.07
14	228.90	58.76	10.47	48.311	88.71	0.265	23.31
21	228.90	0.15	1.17	319.641	2.03	11.621	2.80
23	228.90	4.85	4.67	112.306	16.42	1.435	18.76
23	247.35	4.85	4.67	121.358	14.06	1.675	17.80
28	247.35	2.65	3.74	146.925	9.59	2.455	14.36
30	247.35	100.23	28.47	65.914	47.66	0.494	22.77
31	247.35	57.93	25.47	82.006	30.79	0.765	21.82
32	227.35	23.37	5.34	54.338	70.12	0.336	23.17
33	99.45	0.04	0.77	218.168	4.35	5.414	6.86
34	99.45	0.63	1.85	85.210	28.52	0.826	21.58
35	87.35	3.64	3.11	40.370	127.04	0.185	23.45
36	10.00	0.13	4.20	28.420	256.35	0.092	23.52

## 6. ZAKLJUČAK SA PREDLOGOM ZA OPTIMIZACIJU

Proračun ima globalni karakter i ne bavi se lokalnom vezama, što znači da se pretpostavlja dobra veza nauglica sa profilima kao i profila među sobom (zavareni spojevi izvedeni prema propisanoj tehnologiji zavarivanja).

Na osnovu svih rezultata i analize naponskog i deformacionog stanja, može se konstatovati da se naponi i deformacije u profilima (gredama) nalaze u granicama dozvoljenih, osim profila koji zamenjuju nosivost rebrastog lima, ali s obzirom na malo učešće u ukupnoj nosivosti ova prekoračenja se mogu zanemariti. Naponi i deformacije oplasnog lima su u granicama dozvoljenih.

Analizom stabilnosti, može se konstatovati da postoji mogućnost da glavni podužni profili u krovu, pri ekstremnim opterećenjima izgube stabilnost. Zato se preporučuje ubacivanje središnjeg poprečnog nosača u krovu, koji može imati oblik trapeza rebrastog lima debljine 4 mm, i bočnim stranicama čime bi se dobila i povoljnija ukupna naponska slika pri ekstremnim opterećenjima, a popravila bi se i stabilnost profila. Promena preseka profila na širinu profila od 80 mm, a ne 40 mm kao do sada takođe bi dala zadovoljavajuću nosivost. Ostali profili su sastavni deo oplaste i s obzirom na malo učešće u ukupnoj nosivosti gubitak stabilnosti se može zanemariti.

## LITERATURA

- [1] *Projekat "PRORAČUN ČVRSTOĆE NOSEĆE STRUKTURE KONTEJNERA OD 40' ZA "PUPIN TELEKOM"*, Br. 13-04-016-2000, Mašinski fakultet, Beograd, 2000.
- [2] *Projekat "PRORAČUN ČVRSTOĆE NOSEĆE STRUKTURE KONTEJNERA "GOŠA" OD 20"*, Br. RP 28/2000, Institut GOŠA, Beograd, 2000.
- [3] *Projekat "PRORAČUN ČVRSTOĆE NOSEĆE STRUKTURE TERETNOG KONTEJNERA 20', ICC"*, Br. 05 01 RP, Institut GOŠA, Beograd, 2002.
- [4] *Standardi: JUS ISO 830/97, 1496-2/97, 668/97, 1161/97 i dr.*
- [5] *PRAVILA O IZRADI KONTENERA*, Jugoslovenski registar brodova, Split, 1978.
- [6] **Taško Maneski** : *KOMPJUTERSKO MODELIRANJE I PRORAČUN STRUKTURA*, monografija, Mašinski fakultet, Beograd, 1998.



CIP - Каталогизација у публикацији  
Народна и универзитетска библиотека  
Републике Српске, Бања Лука

621(082)  
531/534(082)  
621.43(082)  
629.11(082)  
66.021.4(082)  
620.9(082)

МЕЂУНАРОДНО савјетовање о достигнућима електро и машинске  
индустрија (6 ; 2003 ; Бања Лука)

Zbornik radova = Proceedings / 6. међународно савјетовање о  
достигнућима електро и машинске индустрије DEMI = 6th International  
Conference on Accomplishments of Electrical and Mechanical  
Industries DEMI, Banja Luka, 30. i 31. мај 2003.; [organizatori]  
Mašinski fakultet Banja Luka [i] Metal banjalučki velesajam ; [уредник=  
editor Драго Благојевић]. - Banja Luka: Mašinski fakultet, 2003  
(Čelinac : D&S Design). - 706 str.: ilustr. ; 23 cm

Na vrhu nasl. str.: Univerzitet u Banjaluci.-Радови на срп., енгл. и  
рус. језику. - Тираж 300. - Биљешке уз текст.- Библиографија уз све  
радове. - Summaries

ISBN 99938-623-8-X

БЛАГОЈЕВИЋ, Драго 340

П.О.: ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО - Зборници, МАШИНСКЕ  
КОНСТРУКЦИЈЕ - Зборници, МЕХАНИКА - Зборници, МОТОРИ СА  
УНУТРАШЊИМ САГОРИЈЕВАЊЕМ - Зборници, МОТОРНА ВОЗИЛА -  
Зборници, ТЕРМОТЕХНИКА - Зборници, ЕНЕРГЕТИКА - Зборници

MFN=001275  
Winisis-Библио