

**28. JUPITER KONFERENCIJA  
sa međunarodnim učešćem**

**28<sup>th</sup> JUPITER CONFERENCE  
with foreign participants**

**ZBORNIK RADOVA  
PROCEEDINGS**



**MAŠINSKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU  
FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
UNIVERSITY OF BELGRADE**

**JUPITER ASOCIJACIJA  
JUPITER ASSOCIATION**

Beograd, Februar 2002.

**28. JUPITER KONFERENCIJA**  
sa međunarodnim učešćem

# **ZBORNİK RADOVA**

## **PROCEEDINGS**

21. simpozijum  
**CIM U STRATEGIJI TEHNOLOŠKOG  
RAZVOJA INDUSTRIJE PRERADE  
METALA**



15. simpozijum  
**CAD/CAM**

24. simpozijum  
**NU – ROBOTI – FTS**

30. simpozijum  
**UPRAVLJANJE PROIZVODNOM U  
INDUSTRIJI PRERADE METALA**

8. simpozijum  
**KVALITET**

Organizator:

**MAŠINSKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU**

**JUPITER ASOCIJACIJA**

Beograd, Februar 2002.

## **28. JUPITER KONFERENCIJA sa međunarodnim učešćem**

### **ZBORNİK RADOVA**

Organizator:

**MAŠINSKI FAKULTET UNIVERZITETA U BEOGRADU**

JUPITER Asocijacija

Adresa:

27. marta 80, 11000 Beograd, JUGOSLAVIJA

Tel: 011-3370341, Fax: 011-3370364,

E-mail: [jupiter@cent.mas.bg.ac.yu](mailto:jupiter@cent.mas.bg.ac.yu)

Tehnički urednik:

Prof. dr Miroslav Pilipović, dipl. maš. inž.

Beograd, Februar 2002.

---

Tiraž: 250 primeraka

Štampa: Tehnološko metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu, Zavod za grafičku tehniku,  
11001 Beograd, Karnegijeva 4

**ISBN 86-7083-430-8**

## **28. JUPITER KONFERENCIJA sa međunarodnim učešćem**

### **Naučni odbor:**

Prof. dr Slavko Arsovski, Mašinski fakultet Kragujevac • Doc. dr Bojan Babić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Pavao Bojanić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Ilija Ćosić, FTN Novi Sad • Prof. dr Ratko Gatalo, FTN Novi Sad • Prof. dr Miloš Glavonjić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Ratimir Ječmenica, Tehnički fakultet Čačak • Prof. dr Milisav Kalajdžić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Vidosav Majstorović, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Vladimir Milačić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Dragan Milutinović, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Milan Perović, Mašinski fakultet Podgorica • Doc. dr Petar Petrović, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Miroslav Pilipović, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Zoran Radojević, FON Beograd • Prof. dr Ranko Rakanović, Mašinski fakultet Kraljevo • Prof. dr Žarko Spasić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Ljubodrag Tanović, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Miroslav Trajanović, Mašinski fakultet Niš • Prof. dr Ratko Uzunović, LOLA Institut Beograd • Akademik Miomir Vukobratović, Institut "Mihajlo Pupin" Beograd

### **Organizacioni odbor:**

Prof. dr Pavao Bojanić, Mašinski fakultet Beograd • Dr Mirko Bućan, LOLA Korporacija Beograd • Dr Nebojša Čović, AD FMP Beograd • Prof. dr Miloš Glavonjić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Milisav Kalajdžić, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Vidosav Majstorović, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Dragan Milutinović, Mašinski fakultet Beograd • Doc. dr Zoran Miljković, Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Miroslav Pilipović, Mašinski fakultet Beograd • Doc. dr Radovan Puzović, Mašinski fakultet Beograd • Mr Milutin Rakić, dipl.maš.inž., Mašinski fakultet Beograd • Prof. dr Žarko Spasić, Mašinski fakultet Beograd • Mr Goran Vujačić, Beobanka A.D. Beograd

### **Sekretarijat:**

Mr Milutin Rakić, Tehnički sekretar konferencije, Željko Vasić, dipl.inž., Živana Pajić, dipl.inž., Kosta Herman, dipl.inž., Dejan Stošić, dipl.inž., Gordana Nikolić

# SADRŽAJ

## CONTENTS

### PLENARNA SEDNICA PLENARY SESSION

PS1	<b>Žarko Spasić</b> Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu: Istorijske i akademske vrednosti za evropsku integraciju.....	S.1
PS2	<b>Milisav Kalajdžić</b> Manganizam i naturizam .....	S.11
PS3	<b>Miroslav Pilipović</b> Elementi za strategiju razvoja industrije prerade metala - ekspertska razmatranja .....	S.17

### CIM U STRATEGIJI TEHNOLOŠKOG RAZVOJA INDUSTRIJE PRERADE METALA CIM IN THE STRATEGY OF TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF METALWORKING INDUSTRY

101	<b>Zoran Radojević</b> CIM sistem je sastavni deo proizvodno-operativnog menadžmenta.....	1.1
102	<b>Zora Arsovski, Slavko Arsovski</b> Integracija podataka i procesa u preduzeću .....	1.5
103	<b>Dragan D. Milanović, Aleksandar Žunjić</b> Razmatranje opsega uvođenja i primene "CYBER MEETING" tehnologije....	1.9
104	<b>Aleksandar Žunjić, Žarko Spasić, Dragan D. Milanović</b> Univerzitet u kući - stvarnost ili fikcija .....	1.13
105	<b>Duško Ćebić</b> CIM i njegov značaj u razrešavanju problema proizvodnje .....	1.17
106	<b>Dragan Vasiljević</b> O nekim aspektima informacione integracije u logistici.....	1.21
107	<b>Boro Prodanić, Radoslav Tomović</b> Sistem održavanja u ratnoj mornarici i savremeni informacioni trendovi .....	1.25
108	<b>Miroljub Banković, Vladeta Gajić</b> Logistički zasnovan koncept informacione integracije preduzeća.....	1.29
109	<b>Nebojša Radulović, Mirko Đapić</b> Svršishodnost integrisanja CIM u SMI koncept .....	1.33
110	<b>Petar Dimitrijević, Dragan Ćočkalo</b> Prevođenje zahteva za pouzdanost i pogodnost održavanja u kvantitativne ulazne vrednosti procesa projektovanja.....	1.37
111	<b>Slavica Nikolić, Ilija Ćosić</b> Emocionalna inteligencija kao odrednica poslovne uspešnosti .....	1.41

112	<b>Dejan Cupać</b> Planiranje i realizacija integrisanog informacionog sistema preduzeća.....	1.45
113	<b>Kosta Herman, Žarko Spasić</b> Tehnologije održavanja i dijagnostike u informacionoj integraciji inovativnog CIM-preduzeća.....	1.49

## CAD/CAM

201	<b>Vujadin Aleksić, Miodrag Arsić</b> Modeliranje i metodološki pristup proračunu čvrstoće noseće strukture nestandardnog izotermičkog kontejnera .....	2.1
202	<b>Vladimir Čajetinac, Milisav Kalajdžić</b> Prilog razvoju metoda projektovanja i optimizacije nosećih struktura kabina građevinskih mašina .....	2.5
203	<b>Mile Savković, Milomir Gašić, Goran Marković</b> Analiza uticaja načina formiranja ispune rešetke na ugib strele rešetkaste konstrukcije .....	2.9
204	<b>Simo Jokanović</b> Behavioral modeling - nova CAD/CAM tehnologija .....	2.13
205	<b>Ivan Vasić, Milisav Kalajdžić</b> Regenerisanje mreže konačnih elemenata u toku simulacije plastičnog tečenja .....	2.19
206	<b>Dan Moga, Dan Stanciu</b> Stress distribution in vertebral plate for the basic movement in lumbar extension.....	2.23
207	<b>Dan Stanciu, Dan Moga</b> Simulation of intervertebral disc cross-section stress distribution.....	2.27
208	<b>Svetomir Simonović, Slobodan Tošić</b> Primena programskog paketa NASTRAN na modeliranje žičara.....	2.31
209	<b>Andrija Ekmedžić</b> Projektovanje i analiza stajnog trapa bespilotne letelice .....	2.35
210	<b>Eugen Ghita</b> Stress analysis by using a software with proper CAD module.....	2.39
211	<b>Slobodan Makragić</b> Naponsko stanje radnog točka roto bagera u radnim uslovima .....	2.43
212	<b>Vesna Mandić, Milentije Stefanović</b> Fizičko modeliranje i numerička simulacija kao novi koncept u projektovanju alata .....	2.47
213	<b>Milomir Gašić, Mile Savković, Goran Marković</b> Određivanje brzine i ubrzanja vrha radnog uređaja za polaganje savitljivih cevi bez otkopavanja tla .....	2.51
214	<b>Željko Popović</b> Postupak geometrijskog modeliranja (2D) pomoću kompjutera korišćenjem relacionih iskaza .....	2.55

215	<b>Snežana Radonjić, Vesna Milić</b> Primena PRO/ENGINEER-a - CAD softverskog paketa.....	2.59
216	<b>Nikola Korunović, Miroslav Trajanović</b> Modeli automobilske pneumatike za analizu metodom konačnih elemenata ...	2.65
217	<b>Pavao Bojanić</b> Prošireni model informacione strukture proizvoda.....	2.69
<b>NU – ROBOTI –FTS</b> <b>NC - ROBOTS - FMS</b>		
301	<b>Mirela Toth-Tascau, Doina Dragulescu</b> Collision-free path generation using potential field method by modelling robots and workspace using spheres.....	3.1
302	<b>Doina Dragulescu, Mirela Toth-Tascau, Horatiu Moldovan</b> Dynamic modeling of human lower limb .....	3.5
303	<b>Radomir Slavković, Milorad Rnjaković</b> Elastoviskozni elementi kao komponente kinematskih struktura NC-mašina.....	3.9
304	<b>Vesna Milić, Radomir Slavković, Srećko Ćurčić</b> Manuelno programiranje kompleksnih tehnoloških zahteva CNC-mašina .....	3.13
305	<b>Vid Jovišević, Ostoja Miletić, Radenko Zrilić, Mladen Todić</b> Rezultati primjene tehnologije zavarivanja eksplozijom u procesu izrade hidrauličnih cilindara.....	3.17
306	<b>Slobodan Tabaković, Milan Zeljković, Ratko Gatalo</b> Prilaz razvoju sistema za automatizovano projektovanje rekonfigurabilnih tehnoloških sistema na bazi paralelnih mehanizama.....	3.23
307	<b>Valentina Gečevska, Vladimir Pavlovski</b> Optimizacija parametara numeričke obrade primenom genetskih algoritama ....	3.27
308	<b>Božica Bojović</b> Modeliranje obrađene površine Vajerštrasovom funkcijom.....	3.31
309	<b>Ilija Belić, Bratimir Panić, Aleksandar Kovačević, Dejan Pantelić</b> Pregled mogućnosti izrade mikro-komponenti laserskim zračenjem.....	3.35
310	<b>Dejan Pantelić, Ilija Belić, Bratimir Panić, Aleksandar Kovačević</b> Holografija u nano-tehnologijama.....	3.39
311	<b>Darko Petković</b> Prilog izgradnji generativnog sistema za dizajniranje steznog pribora na alatnim mašinama .....	3.43
312	<b>Bogoljub Dimitrov</b> Energija eksplozije u službi mašinogradnje.....	3.49
313	<b>Vlado Radić</b> Zavarivanje eksplozijom - osnovne karakteristike komercijalnih procesa.....	3.53
314	<b>Branko Pejović, Slavica Cvetković</b> Jedna mogućnost povećanja tehnoeкономskih efekata kod navarenih elemenata pri mašinskoj obradi rezanjem.....	3.57

315	<b>Slavica Cvetković, Branko Pejović</b> Postavka i analiza novog modela za istraživanje procesa periodične strugarske obrade.....	3.63
316	<b>Miroslav Vučićević, Petar Dimitrijević</b> Ispitivanje hrapavosti obrađene površine u funkciji vremena rezanja pri struganju visokolegiranih sinterovanih materijala .....	3.67
317	<b>Siniša Kuzmanović, Ilija Ćosić, Zoran Anišić</b> Analiza savremenih rešenja univerzalnih zupčastih motornih reduktora sa stanovišta montaže.....	3.71
318	<b>Georgi E. Rashev, Yordanka R. Atanasova</b> Boron-carburizing of structural steels.....	3.75
319	<b>Jasmina Čaloska, Jovan Lazarev</b> Analiza procesa istiskivanja aluminijumskih profila tretiran kao strujanje fluida sa visokim viskozitetom .....	3.79
320	<b>Srećko Ćurčić, Radimir Slavković, Ratimir Ječmenica</b> Reinženjering proizvodnih procesa u industriji prerade metala u funkciji poboljšanja eksploatacionih karakteristika proizvoda i njegovog održavanja....	3.83
321	<b>Ljubodrag Tanović, Sergey Klimenko</b> Specifičnosti alata za obradu prevlaka postojanih na habanje.....	3.87
322	<b>Milovan Mitrić</b> Prilog projektovanju tehnologije dubokog izvlačenja tankih belih, hromiranih i aluminijumskih limova i traka.....	3.91
323	<b>Mileta Janjić, Vuko Domazetović, Milan Vukčević</b> Slobodno sabijanje - eksperiment i simulacija.....	3.95
324	<b>Petar Petrović, Živana Jakovljević</b> Revitalizacija i modernizacija alatnih mašina primenom savremenih programabilnih automata sa NC modulima .....	3.99
325	<b>Miomir Vukićević, Zoran Petrović</b> Određivanje režima tačkastog zavarivanja na bazi temperaturnog polja .....	3.105
326	<b>Dejan Stošić, Bojan Babić</b> Projektovanje tehnologije primenom racunara - sistem razvijan na principima grupne tehnologije.....	3.109
327	<b>Bojan Babić, Zoran Miljković</b> Novi pristup projektovanju tehnoloških procesa .....	3.113
328	<b>Saša Živanović</b> Metodologija za sistematizaciju mašina sa paralelnom kinematikom.....	3.117
329	<b>Dragan Milutinović, Miloš Glavonjić, Saša Živanović</b> Novi paralelni mehanizam na bazi DELTA koncepta .....	3.121
330	<b>Ljubodrag Đorđević, Sava Đurić, Svetlana Veselinović, Slobodan Simonović,</b> Neki aspekti i mogućnosti povećanja energetske efikasnosti u IMK "14.oktobar" ad Kruševac .....	3.127
331	<b>Hranislav Mihajlović, Vinko Živić, Sava Đurić, Miroslav Radovanović</b> Mogućnost računarske kontrole i upravljanja angažovanom električnom snagom.....	3.131



**UPRAVLJANJE PROIZVODNOM U INDUSTRIJI**  
**PRERADE METALA**  
**PRODUCTION CONTROL IN METALWORKING INDUSTRY**

<b>401</b>	<b>Slavko Arsovski, Zora Arsovski</b> Informacioni sistemi za upravljanje proizvodnjom u agilnim proizvodnim sistemima.....	4.1
<b>402</b>	<b>Predrag Petrović, Đuro Čučković, Biljana Čučković</b> Kako upravljati proizvodnjom.....	4.5
<b>403</b>	<b>Lidija Romić</b> Preduzeće u novom globalnom poslovnom okruženju .....	4.9
<b>404</b>	<b>Miljko Kokić</b> Upravljanje troškovima SHP u industriji prerade metala .....	4.13
<b>405</b>	<b>Aleksandar Dragašević, Jasmina Vesić, Miroslav Radojičić</b> O nekim aspektima upravljanja projektima primenom MS project-a .....	4.17
<b>406</b>	<b>Predrag Čonkić, Milica Radovanović, Marko Lojpur</b> Korišćenje oznaka "privremenih" rešenja proizvoda, sklopova, delova, alata, kontrolnika, pribora i uređaja .....	4.21
<b>407</b>	<b>Mihajlo Popović</b> Baza podataka za projektovanje i automatski izbor tehnologije obrade rezanjem metala.....	4.25
<b>408</b>	<b>Jasmina Vesić, Mališa Žižović, Miroslav Radojičić</b> Fuzzy pristup određivanju relativnog značaja kriterijuma pri višekriterijumskom odlučivanju .....	4.29
<b>409</b>	<b>Branka Nikolić, Milan Nikolić</b> Jedan model višekriterijumskog fazi odlučivanja.....	4.33
<b>410</b>	<b>Milan Nikolić</b> Drugačiji pristup metodi višekriterijumskog odlučivanja AHP.....	4.37
<b>411</b>	<b>Nenad Stefanović, Slavko Arsovski, Dušan Stefanović</b> Simulacija kontinualnog modela za upravljanje zalihama .....	4.41
<b>412</b>	<b>Zoran Petrović, Miomir Vukićević</b> Evoluciono programiranje neuronske mreže .....	4.45
<b>413</b>	<b>Radomir Ivanović</b> Neki podsistemi TOPIS - sistema u WINDOWS okruženju .....	4.49
<b>414</b>	<b>Slobodan Radojević, Zorica Veljković</b> Rekurzivni algoritam za stvaranje prve hijerarhijske sastavnice .....	4.53
<b>415</b>	<b>Milovan Radovanović, Sava Đurić, Svetlana Veselinović, Ljubodrag Đorđević</b> Mogućnost primene računara za kontrolu i evidentirane ulaska i izlaska u preduzeće.....	4.57
<b>416</b>	<b>Mahmoud Mohamed Alsowani, Vasko Fotev</b> Optimisation of production and quality control technique for liquid rocket engine turbine assembly .....	4.61

## KVALITET QUALITY

501	<b>Vidosav Majstorović</b> Quality improvement of engineering education.....	5.1
502	<b>Radivoje Antić</b> Obezbeđenje kvaliteta inspekcije pomoću fuzzy logike u proizvodnom sistemu mašina alatki.....	5.9
503	<b>Slavko Arsovski, Zora Arsovski</b> Uspostavljanje politike i ciljeva kvaliteta.....	5.13
504	<b>Mališa Žižović, Radojica Petrović, Ružica Stanković</b> Određivanje težina kriterijuma za višekriterijumsku ocenu sistema kvaliteta ....	5.17
505	<b>Srđan Živković, Zoran Tumbas</b> Merenje uglovnog rasporeda krilnih sekcija modela raketa .....	5.21
506	<b>Marija Karajović Zogović, Dragan Rajković</b> Glavne odrednice procesa obrazovanja za kvalitet i QMS .....	5.27
507	<b>Radojica Petrović, Mališa Žižović</b> Višekriterijumska optimizacija sistema kvaliteta.....	5.31
508	<b>Dragan Rajković, Marija Karajović Zogović</b> Pristup razvoju QMS u termoelektranama.....	5.35
509	<b>Slobodan Stefanović, Predrag Dašić, Petar Ivanović, Vladeta Jevremović</b> Primena kontrolnih karti za dobijanje informacija o kvalitetu proizvoda u tekstilnoj industriji.....	5.39
510	<b>Branislav Tanasić, Milica Kovačević, Alempije Veljović</b> Funkcionalno modelovanje procesa pregleda merila korišćenjem standarda IDEFO i case alata Bpwin .....	5.43
511	<b>Jovo Tazović</b> Strategijsko osavremenjavanje sveobuhvatnog upravljanja kvalitetom (TQM) .....	5.47
512	<b>Dragan Stamenović</b> FMEA procesa - iskustva iz prakse .....	5.51
513	<b>Nataša Vesić, Bogdan Nedić, Dragana Čučuzović</b> Vrste i kvalitet optičkih slojeva .....	5.55

## POKROVITELJI

**28. JUPITER KONFERENCIJA**  
**28<sup>th</sup> JUPITER CONFERENCE**

**ZBORNIK RADOVA**  
**PROCEEDINGS**



**15. simpozijum**  
**CAD/CAM**

Beograd, februar 2002.

V. Aleksić, M. Arsić<sup>1)</sup>

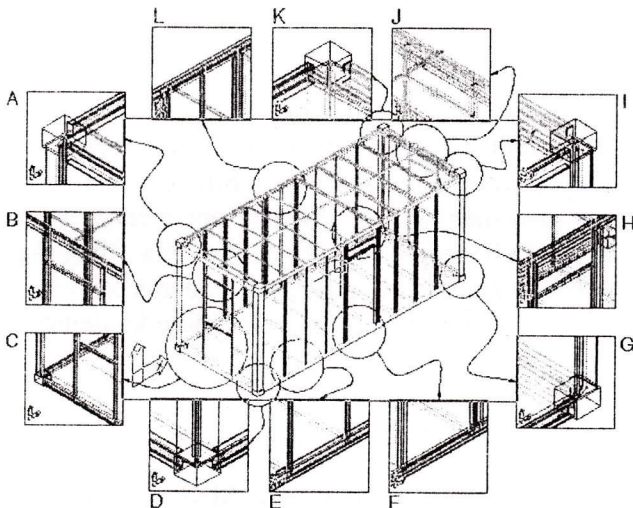
## MODELIRANJE I METODOLOŠKI PRISTUP PRORAČUNU ČVRSTOĆE NOSEĆE STRUKTURE NESTANDARDNOG IZOTERMIČKOG KONTEJNERA

### Rezime

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

### 1. UVOD

Osnovni zahtevi koji rukovode projektovanje, proračun i izradu noseće strukture nestandardnog izotermičkog kontejnera su tehnički uslovi za noseću konstrukciju, standardi JUS ISO 668/97 i JUS ISO 1496-2/97, materijalne podloge sadržane u tehničkom opisu i mogućnost i tehnološka opremljenost proizvođača. Nestandardni izotermički kontejner ne spada u teretne kontejnere, već ima oblik prikazan na sl. 1.1.



Slika 1.1 3D prikaz kostura kontejnera "GOŠA" od 20'

Ovaj kontejner služi za smeštaj ljudi i nije predviđen za transport tereta. Može se transportovati drumskim, železničkim i vazdušnim transportnim sredstvima. Takođe, može se transportovati i brodom ali prazan i zabranjeno je na njega postavljati pune teretne kontejnere. Za vezivanje elemenata strukture se koristi kombinacija postupaka elektrolučnog i elektrootpornog (tačkastog) zavarivanja.

### 2. OPTEREĆENJA ZA PRORAČUN

Kao polazna osnova za određivanje merodavnih opterećenja služe 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 standardnu kategoriju, uzimajući u obzir specifičnosti kontejnera. Na osnovu toga je utvrđeno koja od propisanih opterećenja mogu biti merodavna za proračun u posmatranom slučaju.

<sup>1)</sup> mr Vujadin Aleksić, istraživač saradnik, dr Miodrag Arsić, naučni saradnik,  
GOŠA Institut, Milana Rakića 35, Beograd.  
e-mail: gosains.r@drenik.net,  
v\_aleksic@hotmail.com.

## 2.1. Analiza opterećenja

Analizirana su opterećenja koja definiše standard JUS ISO 1496-2/97. Polazni podaci za kontejner koji je predmet ovog proračuna su:

$R=24000$  kg -propisana maksimalna bruto masa, prema JUS ISO 668/97, koja se uzima kao merodavna pri proveru čvrstoće,

$T$  -sopstvena masa kontejnera bez opreme ,

$P=R-T$  -koristan teret.

Kada je ugrađena oprema stalna ne uzima se vrednost  $R=24000$  kg, već se masa određuje na bazi sopstvene i ukupne mase korisnog tereta.

## 2.2. Usvojeno opterećenje za proračun

Za najnepovoljniji slučaj opterećenja koji je baziran na prevozu brodom, usvaja se transportno ograničenje da na proračunati kontejner smeju da se postave najviše dva kontejnera od 20', svaki najveće bruto mase do 24000 kg. Za proračun se kao merodavne mase usvajaju sledeće vrednosti:

$T = m_g + m_o = 765 + 735 = 1500$  kg -sopstvena masa kontejnera bez opreme,

( $m_g$  -masa grede,  $m_o$  -masa oplata)

Masa korisnog tereta  $P$  se sastoji od kontinualno raspoređenog opterećenja od 3500 kg po podu kontejnera, pa odatle sledi ukupna bruto masa kontejnera:

$R = P + T = 1500 + 3500 = 5000$  kg

## 2.3. Dozvoljene deformacije i naponi

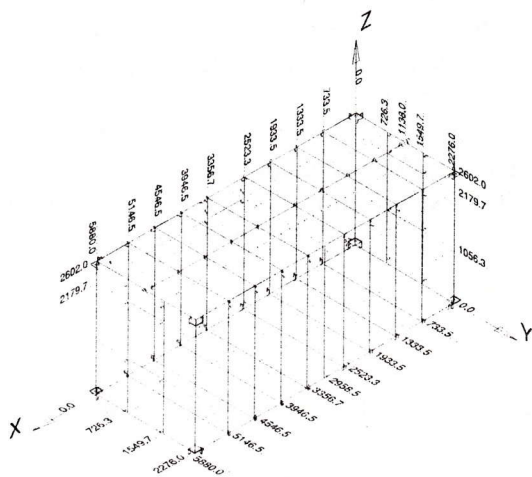
Najveće dozvoljene deformacije su definisane standardom, JUS ISO 1496-2/97 t. 5.3.4, a preračunate na konkretan kontejner, uz stepen sigurnosti  $\nu=1.1$  u odnosu na ugib podužnog nosača ne smeju biti veći od 16 mm. Na osnovu dozvoljenog ugiba elemenata poda izračunava se maksimalno kontinualno opterećenje poda. Propisana opterećenja imaju karakter ispitnih. Ona se tretiraju i kao ekvivalentna statička opterećenja. Zbog toga se u proračunu primenjuje stepen sigurnosti  $\nu=1.1$  u odnosu na granicu tečenja ( $R_{cH}$ ) u zonama zavarenih spojeva i mestima promena preseka (koncentracije napona). Osnovni materijal od koga se izrađuje kontejner je Č.0361 i Č.0561.

## 3. MODEL NOSEĆE STRUKTURE KONTEJNERA

Noseća konstrukcija kontejnera modelirana je za proračun metodom konačnih elemenata (MKE), programom "KOMIPS". Kontejner se tretira kao prostorna struktura međusobno povezanih elemenata tipa grede konstantnog poprečnog preseka i četvorougaoih elemenata (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. Odgovarajući model je prikazan na sl 3.1.

S obzirom da nije definisana oprema koja će biti ugrađena u kontejner, potrebno je odrediti najveće dozvoljeno opterećenje za datu strukturu, a da pri tome ne dođe do trajnih deformacija.



Slika 3.1 Raspored profila kostura i oplate kontejnera sa koordinatama redukovanih težišnih linija

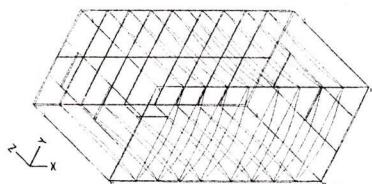
Usvojeni mehanički model, sl. 3.1, ima 1525 čvorova, 660 elemenata tipa grede i 1496 elemenata tipa ploče. Karakteristike preseka greda su izračunate uz pomoć AutoCAD modula Inquiry (Mass Properties).

S obzirom da osim za vreme transporta do mesta instalacije kontejner nije izložen dinamičkim opterećenjima i da je vreme izloženosti takvim opterećenjima malo u odnosu na eksploatacioni vek kontejnera, a da su ta opterećenja uzeta u obzir statičkim slučajevima opterećenja, nije urađen poseban dinamički proračun strukture. Odgovarajući zaključci su izvedeni iz statičkog proračuna.

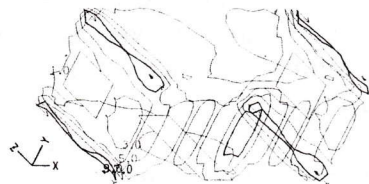
#### 4. REZULTATI PRORAČUNA

Za elemente tipa greda i ploča, izračunati su najveći ekvivalentni naponi u konkretnom preseku odgovarajućim programskim modulima programa "KOMIPS".

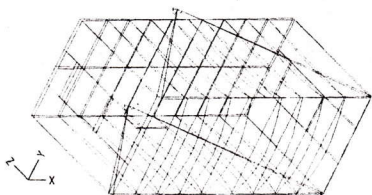
Deformacije (pomeranja čvornih tačaka) i naponska slika oplate kontejnera za neke od karakterističnih slučajeva opterećenja prikazani su na slikama 4.1a do 4.2b.



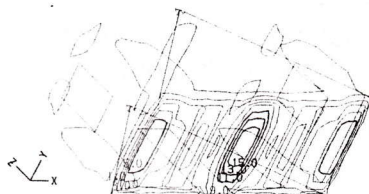
Slika 4.1a Pomeranja čvornih tačaka za slučaj opterećenja slaganja kontejnera jedan na drugi



Slika 4.1b Naponi u elementima za slučaj opterećenja slaganja kontejnera jedan na drugi 0-16 kN/cm<sup>2</sup> sa korakom 2 kN/cm<sup>2</sup>



Slika 4.2a Pomeranja čvornih tačaka za slučaj opterećenja podizanja preko donjih nauglica



Slika 4.2b Naponi u elementima za slučaj opterećenja podizanja preko donjih nauglica 0-16 kN/cm<sup>2</sup> sa korakom 2 kN/cm<sup>2</sup>

#### 4.1 Analiza stabilnosti elemenata noseće strukture

Za elemente tipa grede izvršena je provera globalne stabilnosti i lokalne stabilnosti profila kod kojih postoje uslovi za nastanak nestabilnosti. U tabeli 4.1.1 su prikazani rezultati proračuna.

Tabela 4.1.1. Rezultati proračuna stabilnosti greda (profila)

Noseći profili br.	l[cm]	I <sub>min</sub> [cm <sup>4</sup> ]	A[cm <sup>2</sup> ]	λ	σ <sub>kr0</sub> [kN/cm <sup>2</sup> ]	V	σ <sub>kr</sub> [kN/cm <sup>2</sup> ]
1	260.2	148.7	15.4	41.868	118.12	0.199	23.41
2	260.2	3.8	1.9	91.995	24.47	0.963	20.99
3	82.3	40.5	12.0	22.410	412.28	0.057	23.54
4	260.2	1.9	3.3	171.458	7.04	3.344	11.11
5	260.2	4.1	3.3	116.719	15.20	1.550	18.21
6	260.2	1.3	2.4	176.771	6.63	3.554	10.51
7	227.6	2.9	4.2	136.952	11.04	2.133	15.50
8	3.5	1.3	2.3	2.328	38213.60	0.001	23.55

Analizom pritisnih napona, utvrđeno je da profili u stranici ni u jednom slučaju opterećenja nemaju pritisne napone bliske kritičnim vrednostima, pa stabilnost profilima nije ugrožena. Međutim profilu za popunu poda (oznaka 7 u tab. 4.1.1) stabilnost je ugrožena kod kritičnih opterećenja.

Proveru lokalne stabilnosti je neophodno izvršiti samo na glavnom ugaonom stubu, s obzirom da je odnos širina stranica profila prema debljini veći od 20 puta, pa je sa aspekta stabilnosti veoma nepovoljan.

Proverom je utvrđeno da glavni ugaoni stubovi imaju zadovoljavajuću lokalnu stabilnost s obzirom da su naponi u stubovima za slučaj opterećenja slaganja dva kontejnera na posmatrani znatno ispod kritičnog napona, 22.90 kN/cm<sup>2</sup>.

## 5. ZAKLJUČAK SA PREDLOGOM ZA OPTIMIZACIJU

Proračun ima globalni karakter i ne bavi se lokalnom vezama, što pretpostavlja dobru vezu nauglica sa profilima kao i profila među sobom.

S obzirom na specijalnu namenu proračun je sproveden na bazi sledećih zahteva u pogledu opterećenja u odnosu na standardne teretne kontejnere od 20':

- maksimalno opterećenje po podu kontejnera od 0.257E-03 (što je ekvivalentno masi od 3.5 t ravnomerno raspoređenoj po podu kontejnera),
- u slučaju transporta brodom ograničava se na nosivost još najviše dva kontejnera od 20', čija pojedinačna bruto masa ne prelazi 24000 kg, na postojeći kontejner.

Na osnovu rezultata i analiza naponskog i deformacionog stanja može se konstatovati da se naponi i deformacije u gredama i oplati nalaze u granicama dozvoljenih, osim za krovnu oplatu koja ne može da izdrži opterećenje od 300 kg na površini od 300x600 mm bez dodatnih ojačanja. Potrebno je krovnu oplatu izraditi sa pijavicama koje bi se prostirale duž kontejnera, a kada postoji potreba za penjanjem na krov zbog intervencije, krov obložiti daskama od 2'' da se premoste poprečni nosači u krovu.

Analizom stabilnosti može se konstatovati da postoji mogućnost da profili u stranicama, pri ekstremnim opterećenjima izgube stabilnost. Takođe, profilu za popunu poda, stabilnost je ugrožena kod kritičnih opterećenja, pa u vezi s tim treba izvesti dodatna ojačanja. Neophodno je ubacivanje središnjeg podužnog nosača kao u krovu.

Delovi oplata u pojedinim slučajevima opterećenja mogu da izgube stabilnost, što s obzirom na relativno malo učešće oplata lima u ukupnoj nosivosti se može tolerisati. Za poboljšanje stabilnosti oplata potrebno je na sredini između stubova stranice ubaciti L profile kao ukrućenja za koje će se vezati oplata mestimičnim šavom. Ti profili će poboljšati i stabilnost straničnih stubova, čija je stabilnost kritična.

Proračun pokazuje da svi nosači mogu biti izrađeni od konstrukcionog čelika, jer u njima ni u jednom slučaju opterećenja nije dostignut dozvoljeni napon.

## 6. LITERATURA

- [1] *Projekat "PRORAČUN ČVRSTOĆE NOSEĆE STRUKTURE KONTEJNERA "GOŠA" OD 20' "*, Institut GOŠA, Beograd, 2001.
- [2] *Standardi: JUS ISO 830/97, 1496-2/97, 668/97, 1161/97 i dr.*
- [3] *PRAVILA O IZRADI KONTENERA*, Jugoslovenski registar brodova, Split, 1978.
- [4] **Taško Maneski** : *KOMPJUTERSKO MODELIRANJE I PRORAČUN STRUKTURA*, monografija, Mašinski fakultet, Beograd, 1998.

## MODELING AND METHODOLOGICAL APPROACH TO THE CALCULATION OF BEARING STRUCTURE HARDNESS IN NON-STANDARD ISOTHERMIC CONTAINERS

### *Summary*

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

CIP - Katagolizacija u publikaciji  
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

658.5:681.32(063)(082)  
658.5:004.382(063)(082)  
621.7/.9-52(063)(082)  
65.012(063)(082)  
658.562(063)(082)

ZBORNİK radova = Proceedings / 21. simpozijum CIM u strategiji tehnološkog razvoja industrije prerade metala [i] 15. simpozijum CAD/CAM [i] 24. simpozijum NU - ROBOTI - FTS [i] 30. simpozijum Upravljanje proizvodnjom u industriji prerade metala [i] 8. simpozijum Kvalitet [sve ovo u okviru] 28. Jupiter konferencije sa međunarodnim učešćem, Beograd, Februar 2002. ; organizator Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu [i] Jupiter asocijacija. - Beograd : Mašinski fakultet univerziteta = Faculty of Mechanical Engineering University : Jupiter asocijacija = Jupiter Association, 2002 (Beograd : Zavod za grafičku tehniku TMF). - 1 knj. (raz. pag.) : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 250. - Bibliografija uz svaki rad. - Rezimej; Summaries.

ISBN 86-7083-430-8

1. Jupiter konferencija (28 ; 2002 ; Beograd) 2. Simpozijum CIM u strategiji tehnološkog razvoja industrije prerade metala (21 ; 2002 ; Beograd) 3. Simpozijum CAD/CAM (15 ; 2002 ; Beograd) 4. Simpozijum NU - ROBOTI - FTS (24 ; 2002 ; Beograd) 5. Simpozijum Upravljanje proizvodnjom u industriji prerade metala (30 ; 2002 ; Beograd) 6. Simpozijum Kvalitet (8 ; 2002 ; Beograd)  
a) CIM sistemi - Zbornici b) CAD/CAM sistemi - Zbornici c) Mašine alatke - Numeričko upravljanje - Zbornici d) Fleksibilni tehnološki sistemi - Zbornici E) Metaloprerađivačka industrija - Upravljanje - Zbornici F) Upravljanje kvalitetom - Zbornici

COBISS-ID 96879628