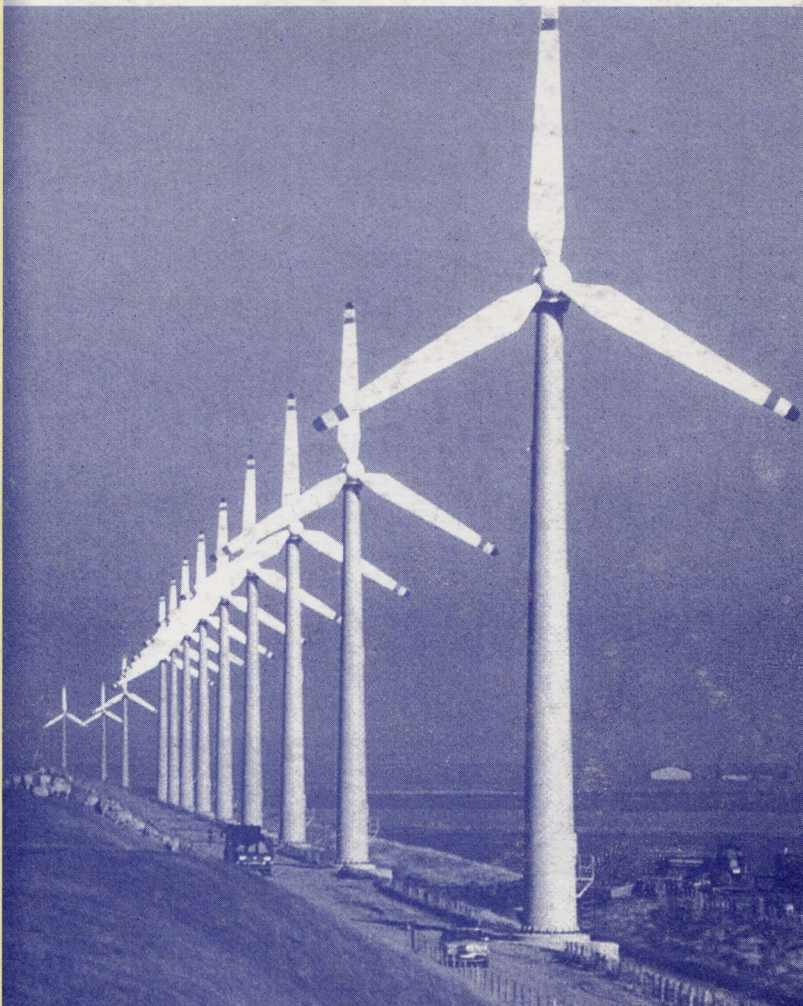


ЗБОРНИК
РАДОВА
ДРУГОГ
СКУПА О
КОНСТРУИСАЊУ,
ОБЛИКОВАЊУ
И ДИЗАЈНУ



НОВИ
КНЕЖЕВАЦ, 22. МАЈ 2002

ОРГАНИЗАТОР
ФАКУЛТЕТ
ТЕХНИЧКИХ
НАУКА,
НОВИ САД
У САРАДЊИ СА
ЈУДЕКО
БЕОГРАД

КОД
2002

Организатор Скупа КОД 2002:

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА, Институт за механизацију и конструкционо машинство,
21000 Нови Сад, Трг Д. Обрадовића бр. 6
тел: 021/350-122, локал 114

у сарадњи са:

ЈУДЕКО

11000 БЕОГРАД, 27. Марта 80

Почасни председник Симпозијума:

Проф. др Коста КРСМАНОВИЋ
Факултет примењених уметности и дизајна
Београд

Председник програмског одбора:

Проф. др Синиша КУЗМАНОВИЋ
Факултет техничких наука
Нови Сад

Чланови програмског одбора:

Проф. др В. АНДОНОВИЋ, МФ, Скопље
Проф. др Н. БАБИН, ФТН, Нови Сад
Проф. др С. БЕЛА, ФТН, Нови Сад
Проф. др Р. БУЛАТОВИЋ, МФ, Подгорица
Проф. др С. ВАСИЉЕВ, ЕкФ, Суботица
Проф. др Д. ВИЛОТИЋ, ФТН, Нови Сад
Проф. др Ј. ВЛАДИЋ, ФТН, Нови Сад
Проф. др А. ВУЛИЋ, МФ, Ниш
Проф. др М. ГЕОРГИЈЕВИЋ, ФТН, Нови Сад
Проф. др В. ЂОКИЋ, МФ, Ниш
Проф. др М. ЂУРЂЕВИЋ, МФ, Бањалука
Prof. dr S. JANICI, FE, Resita, Rumunija
Проф. др М. ЈОВАНОВИЋ, МФ, Ниш
Проф. др С. ЈОВИЧИЋ, МФ, Крагујевац
Проф. др Д. КАКАШ, ФТН, Нови Сад
Проф. др Р. КОВАЧ, ФТН, Нови Сад
Проф. др Р. МИЈАЈЛОВИЋ, МФ, Ниш
Проф. др В. МИЛТЕНОВИЋ, МФ, Ниш
Проф. др М. ОГЊАНОВИЋ, МФ, Београд
Проф. др З. ПЕТКОВИЋ, МФ, Београд
Проф. др М. ПЛАНЧАК, ФТН, Нови Сад
Проф. др Сузана САЛАИ, ЕкФ, Суботица
Проф. др С. ТАНАСИЈЕВИЋ, МФ, Крагујевац
Проф. др В. ТОДИЋ, ФТН, Нови Сад
Проф. др Р. ТОПИЋ, МФ, Београд
Проф. др С. ТОШИЋ, МФ, Београд
Проф. др И. ЋОСИЋ, ФТН, Нови Сад
Проф. др Ј. ХОДОЛИЧ, ФТН, Нови Сад
Проф. др М. ШАРЕНАЦ, МФ, Српско Сарајево

Председник организационог одбора:

Проф. др Јован ВЛАДИЋ, ФТН, Нови Сад

Чланови организационог одбора:

Доц. др Д. НОВАКОВИЋ, ФТН, Нови Сад
Б. МЕДОЈЕВИЋ, СЕВЕР, Суботица

Технички секретари скупа:

мр Ружица ТРБОЈЕВИЋ, ФТН, Нови Сад
М. РАЦКОВ, ФТН, Нови Сад

Дизајн корица:

Бранислав КУЗМАНОВИЋ, ФТН, Нови Сад

Садржај:

1. Проф. др Коста Крсмановић, Факултет примењених уметности и дизајна Београд ДИЗАЈН - ИСТРАЖИВАЊЕ ЗА БУДУЋНОСТ.....	1
2. Проф. др Сузана Салаи, проф. др Ружица Ковач Жнидершић, ЕкФ Суботица, Леонард Салаи, дипл. оец, ВПШ Нови Сад ДИЗАЈН У МАРКЕТИНГУ.....	7
3. Проф. др Војислав Милтеновић, МФ Ниш МЕСТО И УЛОГА ОБЛИКОВАЊА У РАЗВОЈУ ПРОИЗВОДА.....	11
4. Проф. др Милосав Огњановић, МФ Београд МОДЕЛИРАЊЕ ОБЛИКА МАШИНСКИХ ДЕЛОВА - НОВЕ ИДЕЈЕ И ЦИЉЕВИ.....	19
5. Доц. др Драган Милчић, МФ Ниш САХ АЛАТИ У ПРОЦЕСУ ОБЛИКОВАЊА ПРОИЗВОДА.....	25
6. Проф. др Цвијан Крсмановић, ФТН Нови Сад, мр Божидар Лукић, Metal LB - Polzela ЈЕДАН ПРИЛАЗ АУТОМАТИЗАЦИЈИ ПРОЦЕСА ПРОЈЕКТОВАЊА И ИЗГРАДЊЕ УНИКАТНИХ ТЕХНИЧКИХ СИСТЕМА.....	31
7. Проф. др Илија Ћосић, мр Зоран Анишић, ФТН Нови Сад НЕКИ РЕЗУЛТАТИ У ПРИМЕНИ ПОСТУПАКА ЗА ПОВИШЕЊЕ ПОГОДНОСТИ ПРОИЗВОДА ЗА МОНТАЖУ.....	37
8. Иво Ковачевић, дипл. инж, ЛИВНИЦА - КИКИНДА ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ ДИЗАЈНА СТАНДАРДНИХ БРУСИЛИЦА ЗА СПОЉАШЊЕ ОКРУГЛО БРУШЕЊЕ.....	43
9. Проф. др Миомир Јовановић, проф. др Радић Мијајловић, Данко Мијајловић, МФ Ниш ГЕОМЕТРИЈСКИ МОДЕЛИ СА ФУНКЦИОНАЛНИМ КРИТЕРИЈУМОМ ОБЛИКА.....	49
10. Драган Маринковић, дипл. инж, проф. др Миомир Јовановић, МФ Ниш РЕДИЗАЈН - ОПТИМАЛНА ГЕОМЕТРИЈЕ НОСАЧА.....	53
11. Проф. др Зоран Петковић, мр Ненад Зрнић, МФ Београд УПОРЕДНА АНАЛИЗА КОНСТРУКЦИЈА КОЛИЦА ОБАЛСКИХ КОНТЕЈНЕРСКИХ ДИЗАЛИЦА.....	61
12. Проф. др Зоран Маринковић, проф. др Миомир Јовановић, Данко Мијајловић, дипл. инж, Драган Маринковић, дипл. инж, МФ Ниш ОБЛИКОВАЊЕ И ПРОРАЧУН НОСЕЋЕ КОНСТРУКЦИЈЕ И ОБРТНИХ ЧЕПОВА КОД СПРЕДЕРА.....	65
13. Милан Ракита, проф. др Дамир Какаш, доц. др Бранко Шкорић, Себастиан Балаш, ФТН Нови Сад ОЦЕНА УТИЦАЈА ВЕЗЕ ГЕОМЕТРИЈА-ПРАВАЦ ОПТЕРЕЂЕЊА НА НАПОНЕ У S-НОСАЧУ ПРИМЕНОМ М.К.Е.	73
14. Доц. др Драгослав Јаносевић, проф. др Винко Јевтић, Небојша Јовановић, МФ Ниш АНАЛИЗА УТИЦАЈА ОБЛИКА КАШИКЕ НА КИНЕМАТИКУ ДУБИНСКОГ МАНИПУЛАТОРА ХИДРАУЛИЧНИХ БАГЕРА.....	79
15. Проф. др Бела Сабо, проф. др Лепосава Шиђанин, Драган Рајновић, дипл. инж, мр Јовица Дакић, ФТН Нови Сад, Дејан Праштало, дипл. инж, Ференц Барачкаи, дипл. инж, "Братство" Суботица ПРОЈЕКТОВАЊЕ И КВАЛИФИКАЦИЈА ТЕХНОЛОГИЈЕ ЗАВАРИВАЊА ВАГОНА.....	85
16. Мр Вујадин Алексић, истраживач сарадник, др Миодраг Арсић, научни сарадник, ГОША Институт, ПРОРАЧУН ЧВРСТОЋЕ НОСЕЋЕ СТРУКТУРЕ НЕСТАНДАРДНОГ ИЗОТЕРМИЧКОГ КОНТЕЈНЕРА МЕТОДОМ КОНАЧНИХ ЕЛЕМЕНАТА.....	89
17. Биљана Марковић, дипл. инж, ВЗ "ОРАО" Бијељина СИСТЕМ МЕНАЏМЕНТА КВАЛИТЕТОМ У ПРОЈЕКТИМА.....	95
18. Доц. др Драгољуб Новаковић, ФТН Нови Сад КЛАСИФИКАЦИЈА СИСТЕМА ГРАФИЧКЕ ОБРАДЕ И АМБАЛАЖЕ.....	101

19. Проф. др Клара Јаковчевић, ЕкФ Суботица ЕКОНОМСКИ АСПЕКТИ ОДЛУЧИВАЊА ПРИ УВОЂЕЊУ НОВОГ ПРОИЗВОДА.....	107
20. Проф. др Дамир Какаш, доц. др Бранко Шкорић, Милан Ракита, дипл. инж, Себастиан Балаш, дипл. инж, ФТН Нови Сад ИНЖЕЊЕРСТВО ПОВРШИНА - НОВЕ МОГУЋНОСТИ У КОНСТРУИСАЊУ И ПРОИЗВОДЊИ.....	111
21. Проф. др Зоран Маринковић, проф. др Миомир Јовановић, проф. др Александар Вулић, МФ Ниш, Живота Петровић, дипл. инж, МИН-АГХ д.д, Гацин Хан, Предраг Милић, дипл. инж, МФ Ниш СТРАТЕГИЈА РАЗВОЈА ФАМИЛИЈА ЦЕВНИХ ЗАТВАРАЧА МИН-АГХ.....	115
22. Мр Саша Марковић, проф. др Зоран Маринковић, МФ Ниш КОНСТРУКЦИЈА СИСТЕМА ЗА АУТОМАТСКУ ЗАМЕНУ ЗАХВАТНИХ УРЕЂАЈА КОД ДИЗАЛИЦА.....	123
23. Милан Ракита, проф. др Дамир Какаш, доц. др Бранко Шкорић, Себастиан Балаш, ФТН Нови Сад АНАЛИЗА НАПОНА У S-НОСАЧУ МОТИКИЦЕ СЕТВОСПРЕМАЧА ПРИМЕНОМ М.К.Е: УТИЦАЈ ПРОМЕНЕ ДИМЕНЗИЈА.....	129
24. Др Миодраг Арсић, мр Вујадин Алексић, ГОША Институт ИСПИТИВАЊЕ ОСЦИЛАЦИЈА НОСЕЋЕ КОНСТРУКЦИЈЕ РОТОРНОГ БАГЕРА.....	137
25. Мр Миодраг Зуковић, ФТН Нови Сад, проф. др Драги Радомировић, ПољФ Нови Сад, проф. др Сениша Кузмановић, ФТН Нови Сад АНАЛИЗА УТИЦАЈА РАСПОРЕДА ЗУПЧАНИКА НА ДИНАМИКУ ДВОСТЕПЕНОГ РЕДУКТОРА.....	141
26. Проф. мр Слободан Миладиновић, ВТШ Урошевац ИЗБОР ПРЕНΟΣНИКА СНАГЕ ЗА ПОГОН РАДНОГ ТОЧКА РОТОРНОГ БАГЕРА НА ДОМАЋИМ УГЉЕНОКОПИМА.....	145
27. Проф. др Јован Владић, проф. др Никола Бабин, Драган Живанић, дипл. инж, ФТН Нови Сад ПРИМЕНА УНИВЕРЗАЛНИХ РЕДУКТОРА КОД ЛИФТОВСКИХ ПОСТРОЈЕЊА.....	149
28. Проф. др Иван Клинар, ФТН Нови Сад, проф. др Аца Стефановић, МФ Ниш ПОУЗДАНОСТ РЕДУКТОР-ИСПАРИВАЧА TNG-УРЕЂАЈА СА АСПЕКТА ВРСТЕ ОТКАЗА.....	155
29. Проф. др Сениша Кузмановић, мр Ружица Трбојевић, Милан Рацков, ФТН Нови Сад АНАЛИЗА МОГУЋНОСТИ ПОВЕЋАЊА ПРЕНΟΣНИХ ОДНОСА ЗУПЧАСТИХ РЕДУКТОРА.....	159
30. Војкан Нојнер, дипл. инж, ГОША-ФОМ, Смед. Паланка ПРИСТУП КОНСТРУИСАЊУ И ОБЛИКОВАЊУ ТРОСТЕПЕНИХ ЦИЛИНДРИЧНИХ КОАКСИЈАЛНИХ РЕДУКТОРА.....	163
31. Мр Растислав Шостаков, проф. др Душан Узелац, мр Никола Бркљач, ФТН Нови Сад О НЕКИМ КОНСТРУКТИВНИМ РЕШЕЊИМА КЛИПЊАЧА ХИДРОЦИЛИНДРА ЗА ПОГОН ЛИФТА.....	171
32. Проф. др Драги Радомировић, ПољФ Нови Сад, доц. др Ратко Маретић, ФТН Нови Сад, проф. др Радојка Глигорић, ПољФ Нови Сад УТИЦАЈ ОБЛИКА ЦИЛИНДРИЧНЕ ПОВРШИНЕ КОЈУ ПРИТИСКА ЗАТЕГНУТО УЖЕ НА РАСПОРЕД ОПТЕРЕЂЕЊА.....	175
33. Доц. др Ратко Маретић, ФТН Нови Сад, проф. др Драги Радомировић, ПољФ Нови Сад УТИЦАЈ КУЛОНОВОГ ТРЕЊА НА ОСЛОНЦУ НА САВИЈАЊЕ КРУЖНЕ ПЛОЧЕ.....	179
34. Себастиан Балаш, проф. др Дамир Какаш, доц. др Бранко Шкорић, Милан Ракита, ФТН Нови Сад УТИЦАЈ БАЛИСТИЧКОГ ИНДЕКСА НА ИЗБОР ЧЕЛИКА И КОНСТРУКЦИЈУ ОКЛОПА ОКЛОПНОГ ВОЗИЛА.....	185
35. Мр Милутин Живковић, "АМ хидраулик", Трстеник, проф. др Драган Голубовић, Технички факултет Чачак МЕХАТРОНИКА И ИНТЕЛИГЕНТНИ СИСТЕМИ.....	191
36. Проф. др Дамир Какаш, доц. др Бранко Шкорић, Милан Ракита, дипл. инж, Себастиан Балаш, дипл. инж, ФТН Нови Сад УПРАВЉАЊЕ ПРОИЗВОДЊОМ У ПОГОНУ ТЕРМИЧКЕ ОБРАДЕ МЕТАЛА.....	195

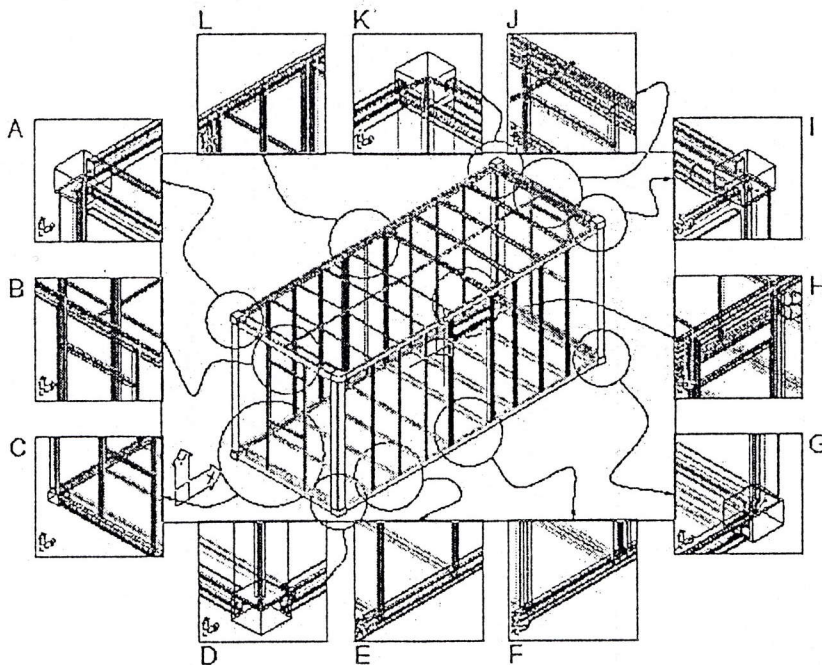
PRORAČUN ČVRSTOĆE NOSEĆE STRUKTURE NESTANDARDNOG IZOTERMIČKOG KONTEJNERA METODOM KONAČNIH ELEMENATA

Mr Vujadin Aleksić, istraživač saradnik, GOŠA Institut
Dr Miodrag Arsić, naučni saradnik, GOŠA Institut

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 /1/.

Ovaj kontejner služi za smeštaj ljudi i nije predviđen za transport tereta. Može se transportovati drumskim, železničkim i vazдушnim transportnim sredstvima. Takođe, može se transportovati i brodom ali prazan i zabranjeno je na njega postavljati pune teretne kontejnere. Kod projektovanja se teži unifikaciji profila, a za vezivanje elemenata strukture se koristi kombinacija postupaka elektrolučnog i elektrotopnog (tačkastog) zavarivanja. Vodeći računa o postavljenim zahtevima za masu tereta koja je veoma mala (manja od sopstvene težine kontejnera) urađen je sledeći proračun.



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

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, a dati su i predlozi u cilju poboljšanja nosivosti i optimizacije date strukture.

Ključne reči: čvrstoća, kontejner, metoda konačnih elemenata

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 delu 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.

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.

Zbog toga što 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 još 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

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

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

$$R = 5000 \text{ kg}$$

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 iznose: za podužne nosače u podu maksimalni

ugib je $12 + 6 = 18$ mm, za poprečne nosače u podu $25 + 6 = 31$ mm, a za oplatu poda $25 + 80 + 6 = 111$ mm. Da bi ostalo sve u granicama elastičnosti i posle prestanka delovanja opterećenja usvaja se da maksimalni ugibi za celu konstrukciju poda uz minimalan stepen sigurnosti $v = 1.1$ u odnosu na ugib podužnog nosača ne smeju biti veći od 16 mm ili 1.6 cm. 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 minimalni stepen sigurnosti $v = 1.1$ u odnosu na granicu tečenja (R_{eH}) 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

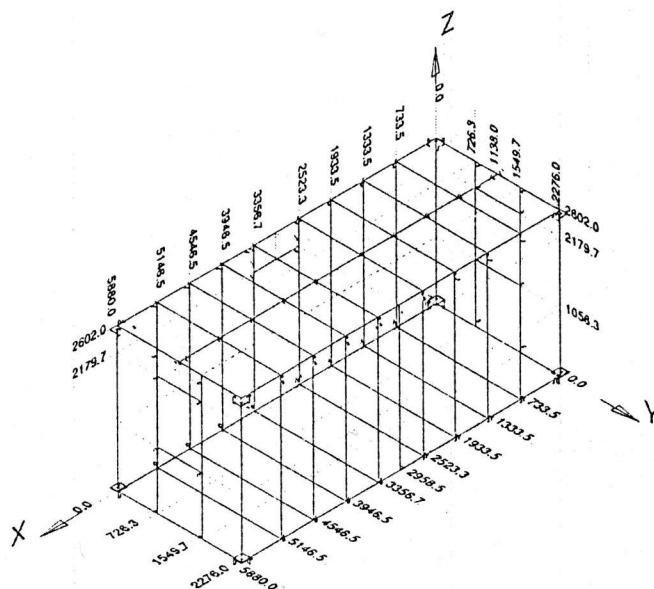
Noseća konstrukcija kontejnera modelirana je za proračun metodom konačnih elemenata (MKE), programom KOMIPS /2/. Kontejner se tretira kao prostorna struktura međusobno povezanih elemenata tipa grede konstantnog poprečnog preseka i četvorougaoonih elemenata (tanke ploče).

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, pa su napravljeni odgovarajući modeli čiji su elementi definisani podacima u tabeli 3.1, a odgovarajući početni model je prikazan na sl 3.1 /3/.

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. Usvojeni mehanički model, sl. 3.1, ima 1525 čvorova, 660 elemenata tipa grede i 1496 elemenata tipa ploče.

Tabela 3.1. Brojevi elemenata po sklopovima

	ZCELO	LSTRA	PCELO	DSTRA	POD	KROV	SKLOP	ZAJ.EL	Σ
GREDE	72	164	72	170	180	210	868	208	660
	1,72								
		1,10	153,162	31,40	41,52	409,438			
		73,226	227,288	247,256	257,268	277,288			
				289,438	379,408	197,226			
					163,192	61,72			
					439,534	535,660			
PLOCE	104	268	104	300	360	360	1496	0	1496
	1,104	105,372	373,476	477,776	777,1136	1137,1496			
								Σ	2156

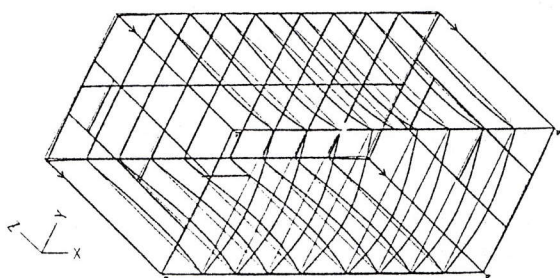


Slika 3.1 Raspored profila kostura i oplata kontejnera sa koordinatama redukovanih težišnih linija

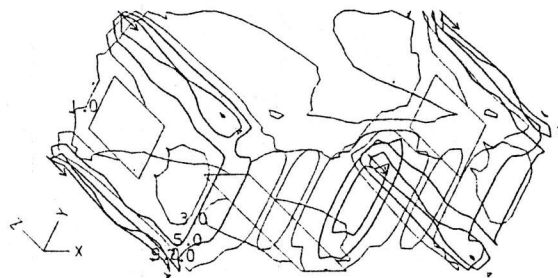
Karakteristike preseka greda su izračunate uz pomoć AutoCAD-ovog modula Inquiry (Mass Properties). S obzirom da osim za vreme transporta do mesta instalacije kontejner nije izložen dinamičkim opterećenjima i da je vreme izloženosti takvim opterećenjima malo u odnosu na eksploatacioni vek kontejnera, 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

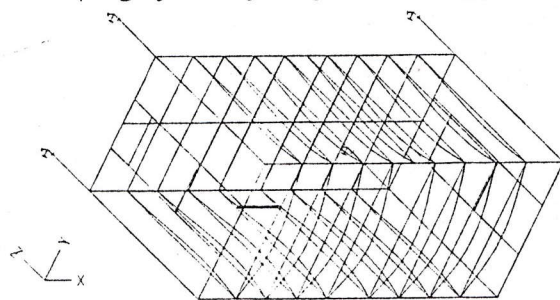
Za elemente tipa greda i ploča, izračunati su najveći ekvivalentni naponi u konkretnom preseku odgovarajućim programskim modulima programa KOMIPS. Deformacije (pomeranja čvornih tačaka) i naponska slika oplata kontejnera za neke od karakterističnih slučajeva opterećenja prikazani su na slikama 4.1a do 4.6b.



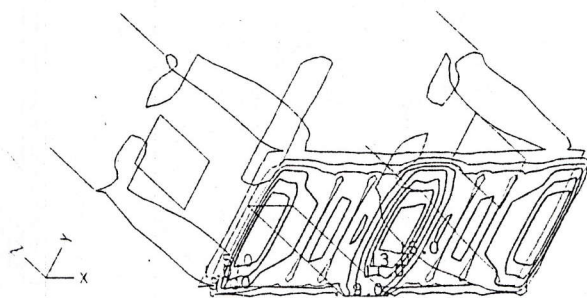
Slika 4.1a Pomeranja čvorova za slučaj opterećenja 2 (slaganje kontejnera jedan na drugi)



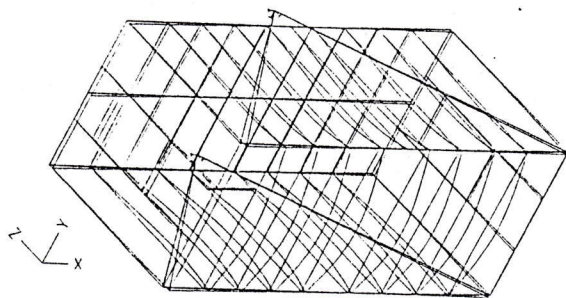
Slika 4.1b Naponi u elementima za slučaj opterećenja 2 (0-16 kN/cm² sa korakom 2)



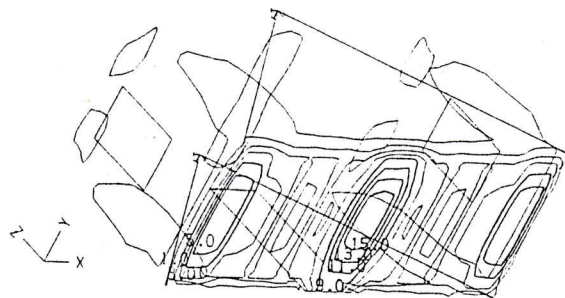
Slika 4.2a Pomeranja čvorova za slučaj opterećenja 3 (podizanje preko gornjih nauglica)



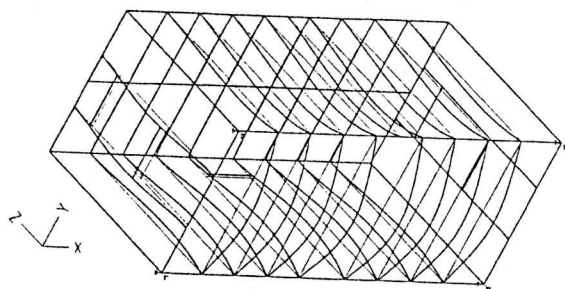
Slika 4.2b Naponi u elementima za slučaj opterećenja 3 (0-16 kN/cm² sa korakom 2)



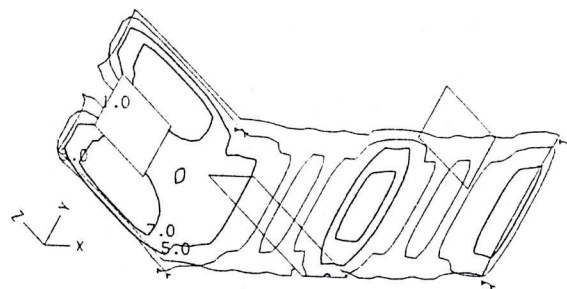
Slika 4.3a Pomeranja čvorova za slučaj opterećenja 4 (podizanje preko donjih nauglica)



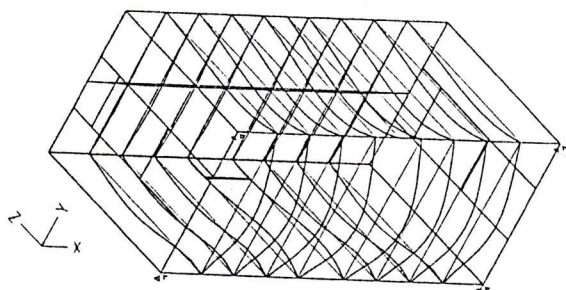
Slika 4.3b Naponi u elementima za slučaj opterećenja 4 (0-16 kN/cm² sa korakom 2)



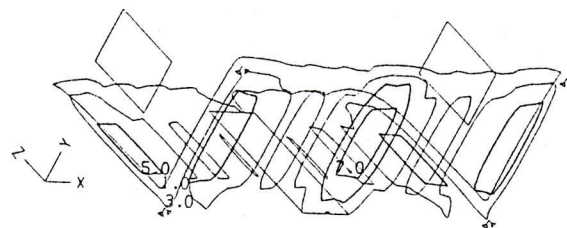
Slika 4.4a Pomeranja čvorova za slučaj opterećenja 71 (čvrstoća čeonog zida (kontejner vezan))



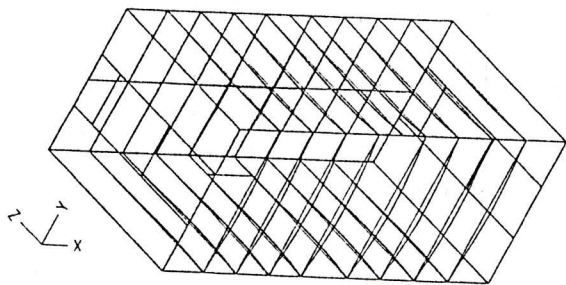
Slika 4.4b Naponi u elementima za slučaj opterećenja 71 (0-8 kN/cm² sa korakom 2)



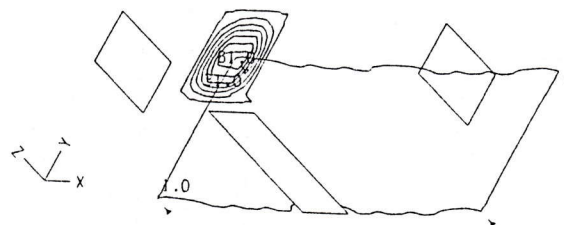
Slika 4.5a Pomeranja čvorova za slučaj opterećenja 81 (čvrstoća bočnog zida (kontejner vezan))



Slika 4.5 Naponi u elementima za slučaj opterećenja 81 (0-8 kN/cm² sa korakom 2)



Slika 4.6a Pomeranja čvorova za slučaj opterećenja 9 (čvrstoća krova)



Slika 4.6b Naponi u elementima za slučaj opterećenja 9 (0-65 kN/cm² sa korakom 30)

4.1 Analiza stabilnosti elemenata noseće strukture

Za elemente tipa grede izvršena je provera globalne stabilnosti (stabilnosti grede kao celine) i lokalne stabilnosti

(stabilnost pojedinih neoslonjenih i neukrućenih ivica) kod profila kod kojih postoje uslovi za nastanak nestabilnosti. U principu to može biti slučaj samo kod profila čiji slobodni krajevi imaju dužinu veću od 20 debljina lima. U tabeli 4.1.1 su prikazani rezultati proračuna.

Tabela 4.1.1. Rezultati proračuna stabilnosti greda (profila)

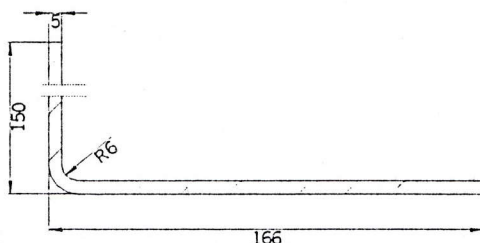
Pr.No	l[cm]	I _{min} [cm ⁴]	A[cm ²]	λ	σ _{kr0} [kN/cm ²]	V	σ _{kr} [kN/cm ²]
1	260.2	148.7	15.4	41.868	118.12	0.199	23.41
2	260.2	3.8	1.9	91.995	24.47	0.963	20.99
3	82.3	40.5	12.0	22.410	412.28	0.057	23.54
4	260.2	1.9	3.3	171.458	7.04	3.344	11.11
5	260.2	4.1	3.3	116.719	15.20	1.550	18.21
6	260.2	1.3	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
9	5.0	0.2	1.5	6.847	4417.10	0.005	23.55
10	5.0	1.1	2.2	3.536	16564.13	0.001	23.55
11	260.2	157.9	17.3	43.063	111.65	0.211	23.40
12	82.3	245.4	16.2	10.578	1850.45	0.013	23.55
13	260.2	16.0	5.7	77.652	34.34	0.686	22.13
14	260.2	18.4	5.7	72.411	39.49	0.596	22.45
15	83.3	26.0	6.6	20.995	469.74	0.050	23.54

Merodavni kritični naponi su u osenčenim poljima. Može se uočiti da su za profile izuzev profila 4,5,6,7 (profili za popunu stranica i poda) kritični naponi iznad dozvoljenog za Č 0361, što znači da stabilnost nije ugrožena.

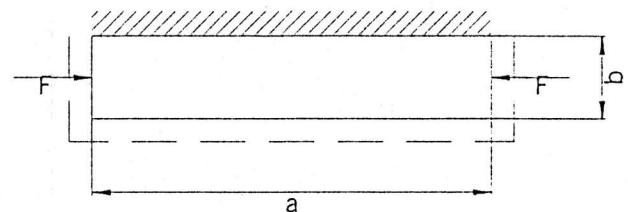
Analizom pritisnih napona, može se konstatovati da profili u stranici ni u jednom slučaju opterećenja nemaju pritisne napone bliske kritičnim vrednostima, pa profilima 4,5,6 stabilnost nije ugrožena. Međutim profilu 7 (za popunu poda)

stabilnost je ugrožena kod slučajeva opterećenja 3, 4, 5, 6, pa je neophodno ubacivanje središnjeg podužnog nosača kao u krovu.

Proveru lokalne stabilnosti je neophodno izvršiti samo na glavnom ugaonom stubu, s obzirom da je odnos širina stranica profila prema debljini veliki, tj. veći od 20 puta, pa je sa stanovišta stabilnosti veoma nepovoljan, sl. 4.1.1.



Slika 4.1.1 Poprečni presek glavnog ugaonog stuba



Slika 4.1.2 Shema opterećenja za proveru lokalne stabilnosti glavnog ugaonog stuba

Provera se izvodi tako što se svaka stranica profila posmatra zasebno kao ploča koja je uklještena na strani spoja sa drugom stranicom profila. Opterećenje takvog modela prikazano je na sl. 4.1.2. Kritični napon u ploči se određuje prema izrazu:

$$\sigma_{kr} = \frac{\pi^2 \cdot E}{12 \cdot (1 - \nu^2)} \cdot \left(\frac{h}{b}\right)^2 \cdot K \quad (4.1.1)$$

gde je:

- h - debljina profila,
 - b - dužina kraka profila,
 - E - modul elastičnosti za čelik,
 - ν - Poasonov koeficijent za čelik,
 - K - koeficijent graničnih uslova.
- Za odnos dužine prema širini stranice
 $a/b = 260.2/16.6 = 15.67 \approx 16 \Rightarrow K = 1.33$.

1. Za slučaj pritiskivanja duž stranice čija je širina $b = 16.6$ cm

$$\sigma_{kr} = \frac{\pi^2 \cdot 21000}{12 \cdot (1 - 0.3^2)} \cdot \left(\frac{0.5}{16.6}\right)^2 \cdot 1.33 = 22.90 \text{ kN/cm}^2$$

2. Za slučaj pritiskivanja duž stranice čija je širina $b = 15.0$ cm

$$\sigma_{kr} = \frac{\pi^2 \cdot 21000}{12 \cdot (1 - 0.3^2)} \cdot \left(\frac{0.5}{15.0}\right)^2 \cdot 1.33 = 28.05 \text{ kN/cm}^2$$

Glavni ugaoni stubovi imaju zadovoljavajuću lokalnu stabilnost s obzirom da su naponi u stubovima za slučaj opterećenja 2 (slaganje dva kontejnera na posmatrani) znatno ispod kritičnog napona, 22.90 kN/cm².

Stabilnost elemenata oplata proverava se na "traci" oplata između dva stranična stuba, čije su dimenzije:

$h=0.1$ cm - debljina oplata,
 $a=260.2$ cm - dužina polja,
 $b=60$ cm - širina polja.

Kritični naponi se dobijaju prema izrazima:

$$\sigma_{kr} = K_{\sigma} \cdot E \cdot \left(\frac{h}{b}\right)^2 \text{ i } \tau_{kr} = K_{\tau} \cdot E \cdot \left(\frac{h}{b}\right)^2 \quad (4.1.2)$$

Za odnos $b/a=60/260.2=0.23$ koeficijenti konturnih uslova za slučaj uklještenih ivica polja oplata iznose $K_{\sigma}=3.8$ i $K_{\tau}=8$, pa su kritični naponi:

$$\sigma_{kr} = 3.8 \cdot 21000 \left(\frac{0.1}{60}\right)^2 = 0.2216 \text{ kN/cm}^2 \text{ i}$$

$$\tau_{kr} = 8 \cdot 21000 \left(\frac{0.1}{60}\right)^2 = 0.4666 \text{ kN/cm}^2$$

Ovi naponi su dosta niski, pa u delovima oplata koji su izloženi naponima pritiska ili smicanja iznad navedenih vrednosti, dolazi do gubitka stabilnosti. Međutim, to se može dozvoliti s obzirom na relativno malo učešće nosivosti oplata u ukupnoj nosivosti kontejnera.

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 slučajeva opterećenja 3, 4, 5, 6, pa u vezi s tim treba izvesti dodatna ojačanja. Predlaže se 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 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 čelika, Č 0361, jer u njima ni u jednom slučaju opterećenja nije dostignut dozvoljeni napon.

LITERATURA

- [1] *Projekat "PRORAČUN ČVRSTOĆE NOSEĆE STRUKTURE KONTEJNERA "GOŠA" OD 20' "*, Institut GOŠA, Beograd, 2001.
- [2] T. Maneski : *KOMPJUTERSKO MODELIRANJE I PRORAČUN STRUKTURA*, monografija, Mašinski fakultet, Beograd, 1998.
- [3] V. Aleksić, M. Arsić: *MODELIRANJE I METODOLOŠKI PRISTUP PRORAČUNU ČVRSTOĆE NOSEĆE STRUKTURE NESTANDARDNOG IZOTERMIČKOG KONTEJNERA*, 28. JUPITER KONFERENCIJA sa međunarodnim učešćem, Mašinski fakultet, Beograd, 2002.

THE CALCULATION OF BEARING STRUCTURE HARDNESS IN NON-STANDARD ISOMETRIC CONTAINERS BY USING FINITE ELEMENTS METHOD

*Mr Vujadin Aleksić, istraživač saradnik, GOŠA Institut
Dr Miodrag Arsić, naučni saradnik, GOŠA Institut*

Summary

In this paper is given one methodological approach for modeling and strength calculation of a bearing structure of non-standard isometric container, using finite 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 evaluated and some proposals for improvements and optimization of the structure are given.

Key words: hardness, container, finite elements method

Adresa za kontakt:

Mr Vujadin Aleksić, istraživač saradnik
GOŠA Institut
11000 Beograd
Milana Rakića 35

E-mail: v_aleksic@hotmail.com i razvoj@verat.net