

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Транспортни уређаји и машине

Број индекса: 343/2015

Вељко М. Куртић

Идејно решење механичких паркиралишта за возила

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. др Ненад Милорадовић, доцент-ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да:

- Истакне улогу и главне карактеристике паркиралишта.
- Прикаже кратак осврт на врсте главних система за паркирање возила и наведе њихове главне карактеристике.
- На бази постојећих решења паркинг система предложи идејно решење механичког паркиралишта за возила.
- За усвојено решење изврши одговарајући прорачун главних елемената конструкције.

Препоручена литература:

- [1] Д. Острић, С. Тошић, Дизалице, Машински факултет, Центар за механизацију, Београд, 2005.
- [2] Н. Милорадовић, Упутство за израду пројектног задатка из предмета Основи транспортних машина, Факултет инжењерски наука Универзитета у Крагујевцу, Крагујевац, 2016.
- [3] Katopark Ltd, <http://www.katopark.com>
- [4] В. Николић, Машински елементи, Машински факултет у Крагујевцу, 2004.

Крагујевац, 01. 03. 2017.

Ментор:

Др Ненад Милорадовић, доцент

Садржај

1. Увод	6
2. Надземни системи за два возила.....	7
2.1. Систем са косом платформом	7
2.2. Систем са хоризонталном платформом	9
3. Комбиновани системи	11
3.1. Комбиновани систем за два возила	11
3.2. Комбиновани систем за три возила.....	13
3.3. Комбиновани систем за више возила	14
4. Puzzle систем.....	16
5. Rotary систем	18
6. Аутоматизовани паркинг систем.....	20
7. Идејно решење механичког паркиралишта.....	22
7.1. Склоп платформи.....	23
7.2. Носећа конструкција	27
7.3. Погонска група	28
7.4. Подземни део	28
7.5. Сигурносни систем	29
8. Прорачун главних елемената механизма за дизање	30
8.1. Концепција погона дизања	30
8.2. Доња котурача	30
8.3. Димензионисање ужета за дизање терета	34
8.4. Котур	35
8.5. Траверза	36
8.6. Добош за дизање терета.....	38
8.7. Лежишта добоша.....	42
8.8. Спојница за везу редуктор-добош	43
8.9. Веза ужета за добош	43
8.10. Избор електромотора	45
8.11. Избор редуктора.....	47
8.12. Избор спојнице	49
8.13. Прорачун кочнице са две папуче	49
9. Димензионисање носећих стубова.....	51
10. Анализа.....	53

11.	Закључак.....	57
12.	Литература	58

Summary

An important role in the functioning of city traffic is parking for vehicles. These car parks can be simply marked sections of a carriageway, but also a complex construction. Modern systems of this type are lifts for parking two, three or more vehicles, or the automation of a car storage system.

The task of this paper is to construct, on the basis of existing parking system solutions, the construction of its own mechanical parking lot for two vehicles, describing the components, their functioning. Performing the required calculations, and static analysis of the supporting structure in order to achieve better functioning.

Key words: parking lots, crane, automated systems

Резиме

Важну улогу у функционисању градског саобраћаја имају паркиралишта за возила. Ова паркиралишта могу да буду једноставно обележени делови коловоза, али и сложене конструкције. Савремени системи овог типа представљају дизалице за паркирање два, три или више возила или аутоматизоване системе за паркирање аутомобила.

Задатак овог рада је конструисање сопственог механичког паркиралишта за два возила на основу постојећих решења паркинг система, дефинисање саставних делова и њихово функционисање. Такође је потребно урадити одговарајуће прорачуне, као и статичку анализу носеће конструкције у циљу што бољег функционисања.

Кључне речи: паркиралишта, дизалица, аутоматизовани системи

1. Увод

Још од времена настанка првих аутомобила крајем 19. века, појављује се проблем око места за паркирање. У почетку људи нису водили рачуна где паркирају своја возила, па су их остављали где год им је у том тренутку одговарало, па чак и на сред улице. Да би се решио тај проблем направљена су прва паркиралишта за аутомобиле која су омогућавала да се возило уредно смести на обележено место. Ова прва решења су била обележени делови коловоза, као што је и данас присутно у већини случајева.

С развојем индустрије долази до вртоглавог пораста броја аутомобила, што доводи до све већих проблема око места за паркирање. Самим тим су се наметала многобројна различита решења, почев од обичних паркиралишта, паркиралишта за два, три и више аутомобила, па све до савремених паркинг објеката великог капацитета. Конструкције које су тада почеле да се производе у сврху паркирања возила биле су типа подизних платформи, што је и данас највише заступљено. Мада савремене конструкције за ову примену се разликују, како по изгледу тако и по технологији и материјалима који се користе.

Данашња решења овог типа функционишу помоћу хидрауличног система и подизних клипова, система ланчаног преносника или система ужади. Савремена решења у суштини представљају уређаје за транспорт и паркирање аутомобила. Паркиралишта можемо да поделимо према простору који заузимају на подземна, надземна и комбинована, а према степену аутоматизације на полу-аутоматска и аутоматска. Сва решења имају своје предности и мане.

Најзаступљенији и најприступачнији је систем типа дизалице, који је намењен за складиштење два, три или више возила, а да притом су независни један од другог. Предности оваквог система су такође прихватљива цена и не заузима велику површину.

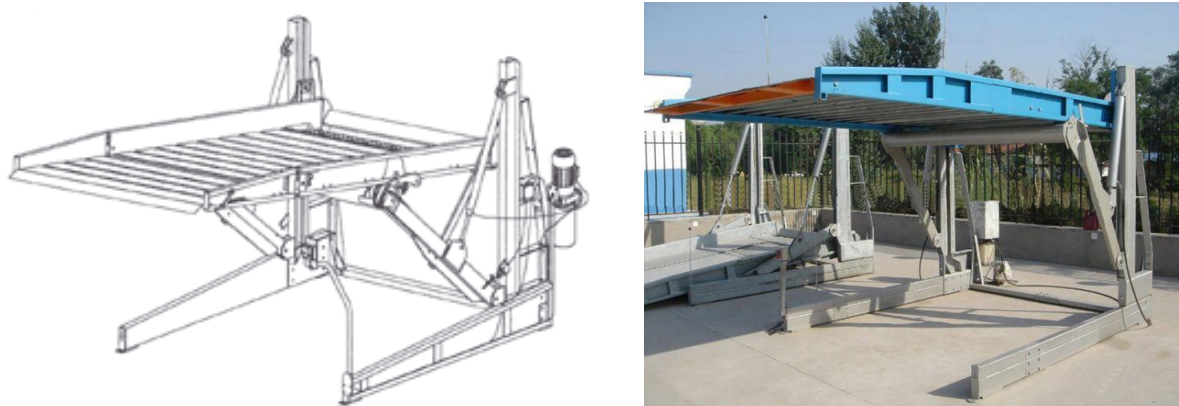
2. Надземни системи за два возила

Ови системи представљају најједноставније механизме који су намењени за паркирање два возила. Постоје два типа оваквог система:

- систем са косом платформом,
- систем са хоризонталном платформом.

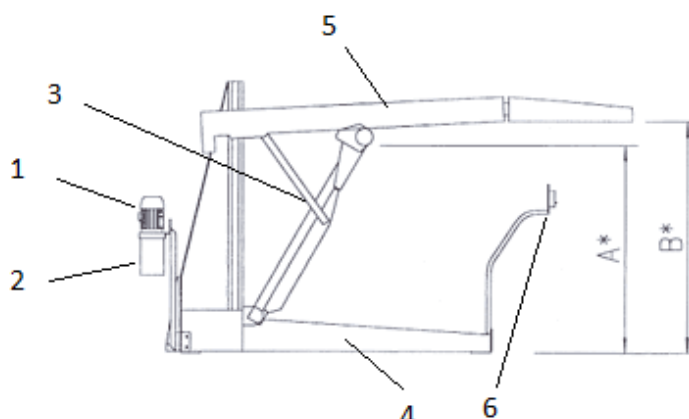
2.1. Систем са косом платформом

Идеално за дуплирање постојећих паркирних места за канцеларије, стамбене куће, станове, хотеле, јавне и приватне паркинг просторе, изнајмљиваче аутомобила и продавце аутомобила, како за унутрашњу тако и за спољашњу употребу. Веома прикладан за места са ограничењем мале висине (висина до 270 cm). На слици 1 је приказан изглед система са косом платформом.



Слика 1. Систем са косом платформом [1, 15]

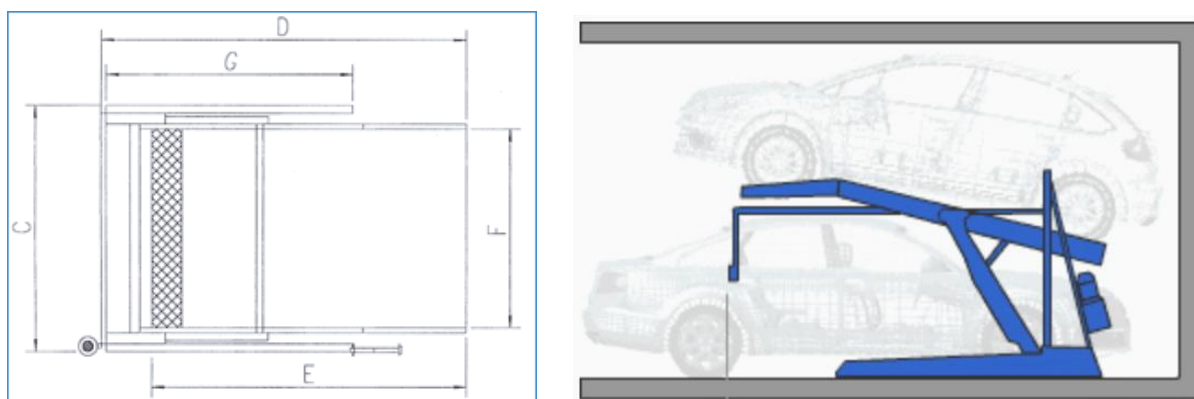
Овај уређај ради помоћу хидрауличног система чији су саставни делови електромотор, пумпа, хидраулични цилиндри, постоље, платформа и командна табла. Главни делови система са косом платформом су приказани на слици 2.



Слика 2. Главни делови система са косом платформом (1 – електромотор, 2 – пумпа, 3 – хидраулични цилиндри, 4 – постоље, 5 – платформа, 6 – командна табла) [1]

Нису потребни грађевински радови за инсталацију система. Уколико постоји велики захтев за паркинг, користећи комерцијалне јединице са ниским трошковима, ови системи могу бити постављени један поред другог ради максималног искоришћења

простора. Карактеристика овом система је што платформа у горњем положају може да се постави под одређеним углом у односу на подлогу. Тиме се смањује висина простора који је потребан за употребу. У зависности од модела разликују се димензије које су приказане на сликама 2 и 3.



Слика 3. Димензије система са косом платформом [1]

Вредности ових димензија у mm су приказане у табели 1.

Табела 1. Димензије система са косом платформом [1]

Модел	A	B	C	D	E	F	G
Низак уски	1280	1700	2320	3700	3500	1840	2500
Висок уски	1690	2000	2320	3700	3500	1840	2500
Низак широки	1280	1700	2490	3700	3500	2000	2500
Висок широки	1690	2000	2490	3700	3500	2000	2500

Карактеристике овог система су:

- капацитет носивости: 2500 kg,
- хидраулично подизање са бочним цилиндрима,
- подесива висина,
- механички и хидраулични сигурносни систем,
- угао нагиба платформе од $3,4^{\circ}$ – $7,8^{\circ}$.

Предности овог система су:

- веома мала висина конструкције,
- благо нагнута приступна платформа – ово смањује висину,
- синхронизованост подизања и спуштања,
- захтевана мала снага електромотора.

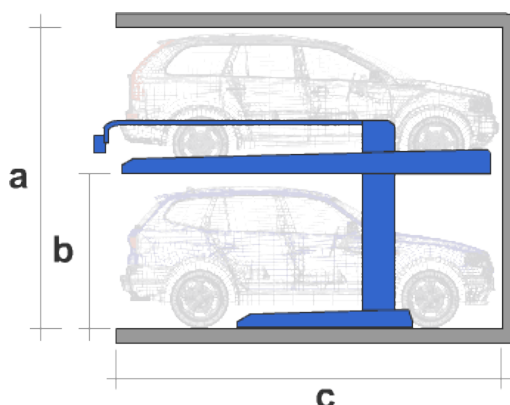
Главни недостатак овог система представља зависност горњег од доњег паркираног возила. Да би се горње паркирано возило склонило, неопходно је да је доње паркинг место слободно. На слици 4 је приказан паркинг систем са косом платформом.



Слика 4. Паркинг систем са косом платформом [16]

2.2. Систем са хоризонталном платформом

Слично као претходни систем са косом платформом постоји и систем код кога не постоји могућност промене угла између платформе и подлоге. То додатно поједностављује конструкцију самог система. На слици 5 је приказан систем са хоризонталном платформом.



Слика 5. Систем са хоризонталном платформом [1]

Аутомобили у паркингу су изузетно сигурни. Добијање додатног простора је велика предност, али постоје и друге предности. Аутомобили су много сигурнији у паркиралишту од провале или крађе. Могућност да се аутомобили горе провале једноставно не постоји. Системи се могу користити унутар објеката или на отвореним паркиралиштима. Мале су потребе за одржавањем. На слици 6 је приказан паркинг систем са хоризонталном платформом.



Слика 6. Паркинг систем са хоризонталном платформом [16]

Карактеристике овог система су:

- капацитет носивости: 3000 kg,
- хидраулично подизање са бочним цилиндрима,
- подесива висина,
- механички и хидраулични сигурносни систем.

Предности овог система су:

- веома мала висина конструкције,
- хоризонтална платформа,
- синхронизованост подизања и спуштања,
- захтевана мала снага електромотора.

Главни недостатак овог система, као и претходног, представља зависност горњег возила од возила паркираног испод. Главне димензије овог система у mm су приказане у табели 2.

Табела 2. Димензије система са хоризонталном платформом [1]

Модел	a	b	c	Висина платформе	Укупна висина
Базна платформа	3700	2050	3700	2030	2410

Механички сигурносни систем који је заступљен и код система са косом платформом и код система са хоризонталном платформом је приказан на слици 7.



Слика 7. Механички сигурносни систем [1]

Овај сигурносни систем представља главну сигурност целе конструкције у случају отказа хидрауличног система. Овај систем функционише тако што сигурносни клинови, када платформа дође у жељени положај, улазе у посебне жлебове на носећој конструкцији и тиме закључавају платформу.

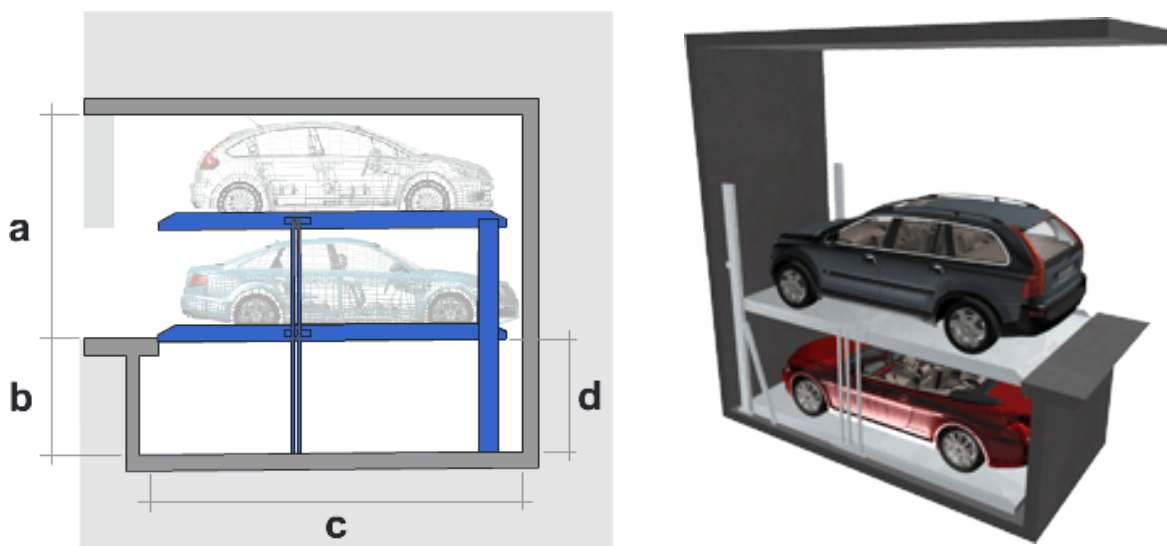
3. Комбиновани системи

Ови системи су једни од најинтересантнијих система за паркирање возила. Код ових система је карактеристично да један део система може бити подземан. Додатни грађевински радови су неизоставни. У зависности од броја паркинг места разликују се следећи модели овог система:

- комбиновани систем за два возила,
- комбиновани систем за три возила,
- комбиновани систем за више возила.

3.1. Комбиновани систем за два возила

Овај систем је намењен за независно паркирање два возила један изнад другог, при чему доња платформа са возилом се помера у подземни део паркинга. Овај систем је специфичан зато што се подизање платформи постиже преко ланчаног преносника. Шема овог система је приказана на слици 8.



Слика 8. Шема комбинованог система за два возила [1]

Код овог система су неопходни додатни грађевински радови за изградњу подземног дела. Мањи захтеви за одржавањем као и код претходног типа система.

Техничке карактеристике овог система су:

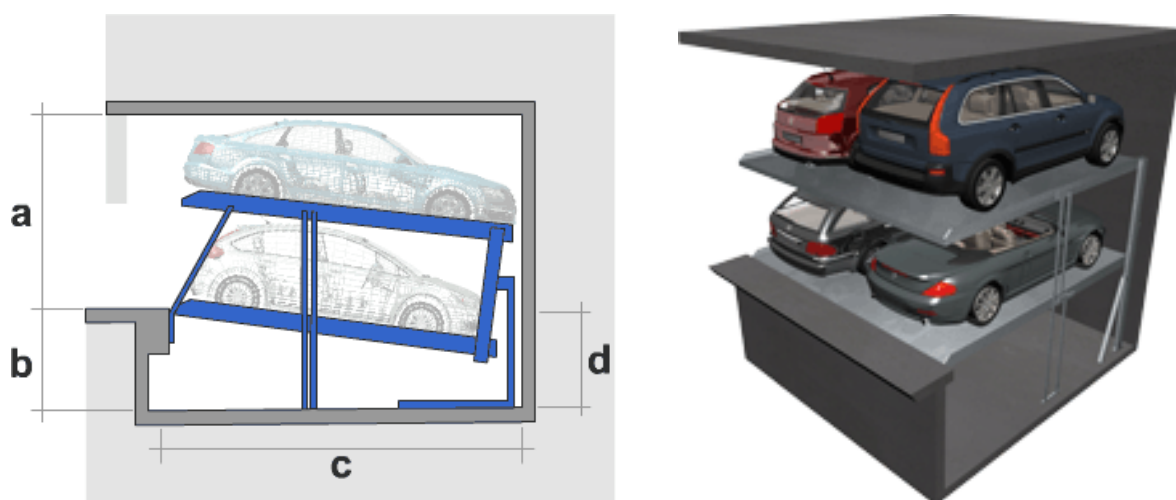
- комплетно галванизована конструкција ради боље заштите,
- челично уже као сигурносни систем у случају отказа ланца,
- хидраулични сигурносни систем,
- дупли унакрсни зупчаници који обезбеђују балансирано дизање,
- снага електромотора $P_{EM} = 4 \text{ kW}$.

Поједине димензије дате у mm и носивост овог система у зависности од модела су приказане у табели 3. У зависности од модела брзина дизања је од 40 до 60 секунди.

Табела 3. Димензије и носивост комбинованог система за два возила [1]

Модел	a	b	c	d	Носивост по возилу, kg
IDEA ST-155	3300	1700	5300	1650	2000
IDEA ST-165	3550	1850	5300	1800	2000
IDEA ST-180	3900	2000	5300	1950	2500
IDEA ST-200	4300	2250	5300	2200	3000

Такође, постоји и модел код кога је могућ мали нагиб платформе у односу на подлогу и шема овог модела је приказана на слици 9.



Слика 9. Шема комбинованог система за два возила са косом платформом [1]

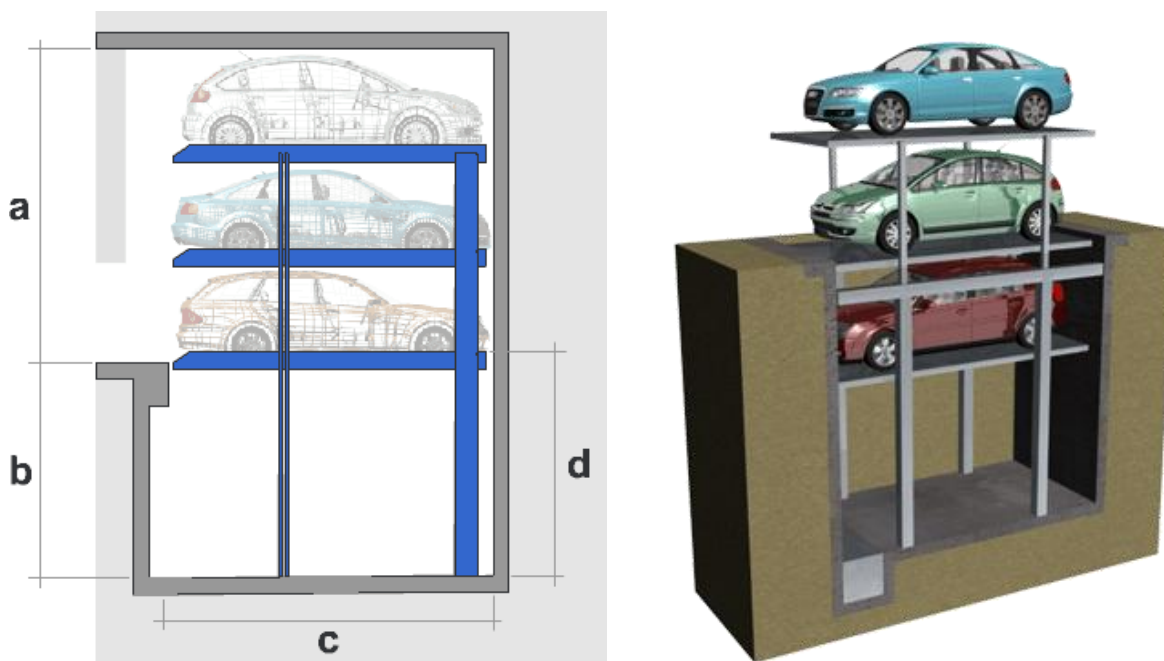
Димензије овог модела дате у mm, као и носивост су приказане у табели 4.

Табела 4. Димензије и носивост комбинованог система за два возила са косом платформом [1]

Модел	a	b	c	d	Носивост по возилу, kg
IDEA LOW-150	2950	1550	5300	1500	2000

3.2. Комбиновани систем за три возила

Овај систем је намењен за независно паркирање три возила један изнад другог, при чему платформе са возилима се померају у подземни део паркинга у зависности од потребе. Подизање и спуштање платформи се такође остварује помоћу ланчаног преносника. Шема овог система је приказана на слици 10.



Слика 10. Шема комбинованог система за три возила [1]

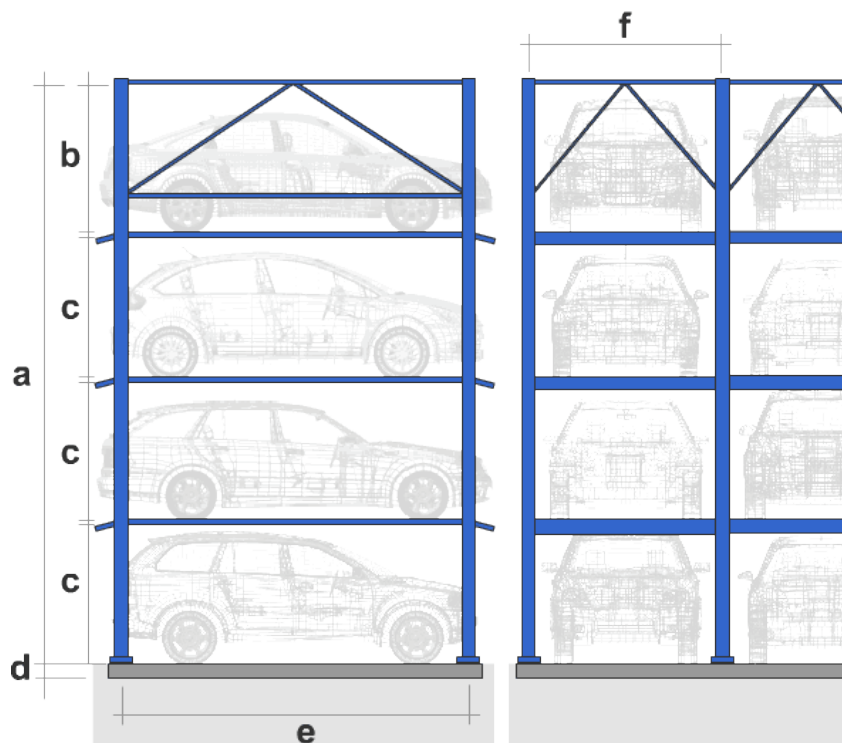
Као и код система за два возила потребни су додатни грађевински радови за изградњу подземног дела. Техничке карактеристике овог система су исте као и код претходног, само што је повећан капацитет паркиралишта. Такође су и габаритне мере нешто веће што је приказано у табели 5. Носивост овог система је 2000 kg по возилу. Максимално време извлачења возила је 45 секунди за двослојни систем и 70 секунди за трослојни систем.

Табела 5. Димензије комбинованог система за три возила [1]

Модел	a	b	c	d	Носивост по возилу, kg
IDEA ЗННН-170	5500	3850	5300	3800	2000

3.3.Комбиновани систем за више возила

Овај систем је намењен за паркирање више возила један изнад другог. Зависност горњих возила од доњих представља највећу ману оваквог система, док је предност капацитет паркиралишта. Комбиновани систем за више возила је представљен на слици 11.



Слика 11. Комбиновани систем за више возила [2]

Ови системи су пројектовани за дизање моторних возила у сврху паркирања, али погодни су и за аутомобиле који се користе као изложбени салон са стакленим излогом око челичне конструкције. Габаритне димензије овог система дате у mm, као и одговарајуће носивости су приказане у табели 6.

Табела 6. Димензије, mm и носивости, kg [2]

Модели	a	b	c	d	e	f	Носивост, kg
K3 High Sedan	5046	1650	1530	152	4270	2500	5500
K3 High SUV	6346	2050	1980	152	4270	2500	5500
K4 High Sedan	6776	1845	1530	203	4270	2540	7500
K4 High SUV	8576	2295	1980	203	4270	2540	7500

Структурна анализа за ове дизалице изведена је у складу са UBC-97 (Uniform Building Code) & ASCE-7 (American Society of Civil Engineers) са EQ и оптерећењем ветра узетих у обзир [1].

Техничке карактеристике:

- више јединица може бити повезано у један систем,
- механички сигурносни систем у случају нежељених отказа,
- може бити инсталиран у затвореном и на отвореном простору,
- време подизања/спуштања за свако паркинг место од 45 s.

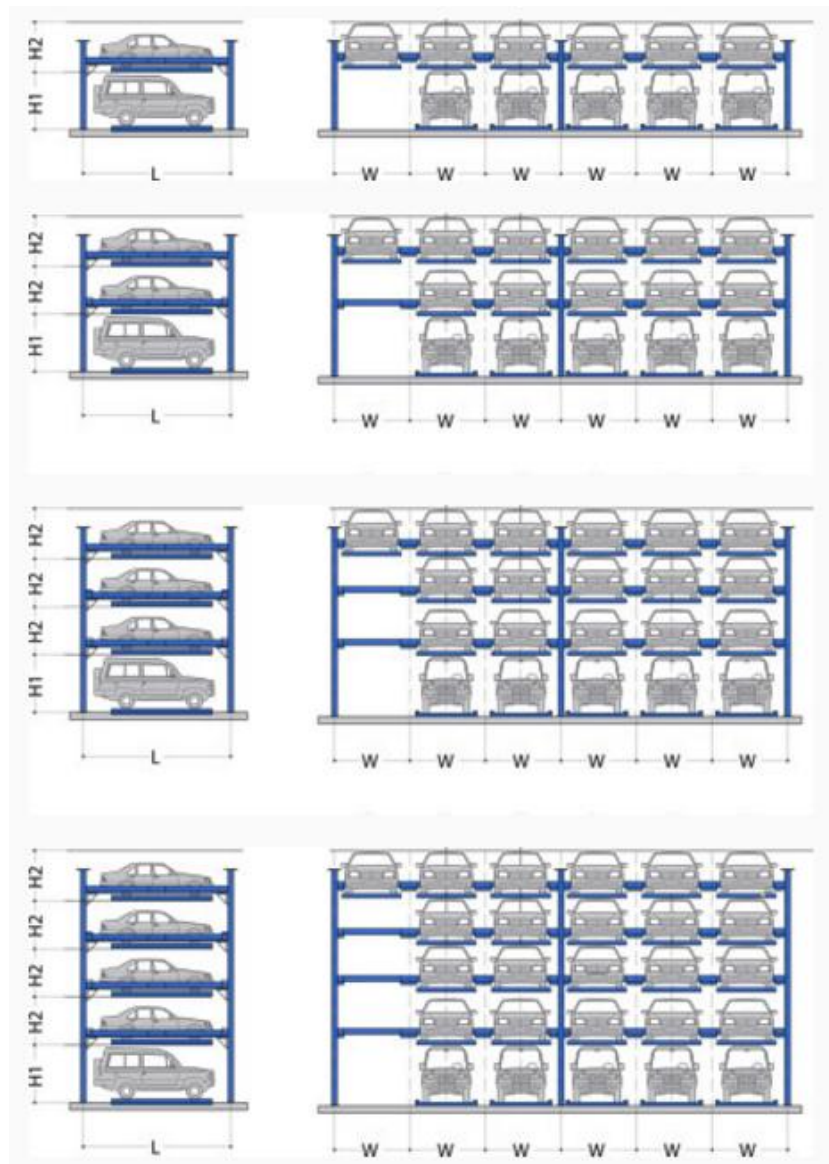
Паркирање возила применом комбинованог система, приказано је на слици 12.



Слика 12. Комбиновани систем за више возила [17, 18]

4. Puzzle систем

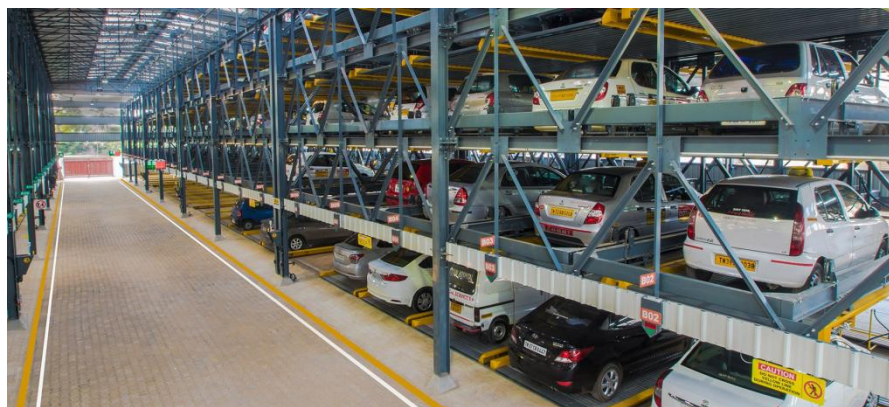
Puzzle систем је полу-аутоматизовани систем великог капацитета за независно паркирање возила, што представља предност. Недостаци оваког система су комплексност израде и висока цена израде. Шеме Puzzle система у зависности од броја нивоа приказане су на слици 13.



Слика 13. Шеме Puzzle система [1]

Оно што издваја овај систем од претходних су празна места која се користе приликом улажења и излажења возила. Број ових празних места зависи од броја нивоа целог система. Овај тип паркиралишта је највише примењен код јавних паркиралишта у већим градовима.

На улазном нивоу су клизне платформе са једним или више празним местима. На горњем нивоу је систем за подизање/спуштање платформи. Најмања верзија овог система је састављена од 2 сегмента за 3 возила. Систем може се проширити по жељи додајући сегменте један до другог. Паркирање возила применом Puzzle аутоматизованог система је приказано на слици 14.



Слика 14. Puzzle аутоматизовани системи [19, 20]

Вредности димензија конструкције у зависности од величине возила и техничке карактеристике овог система су дате у табели 7.

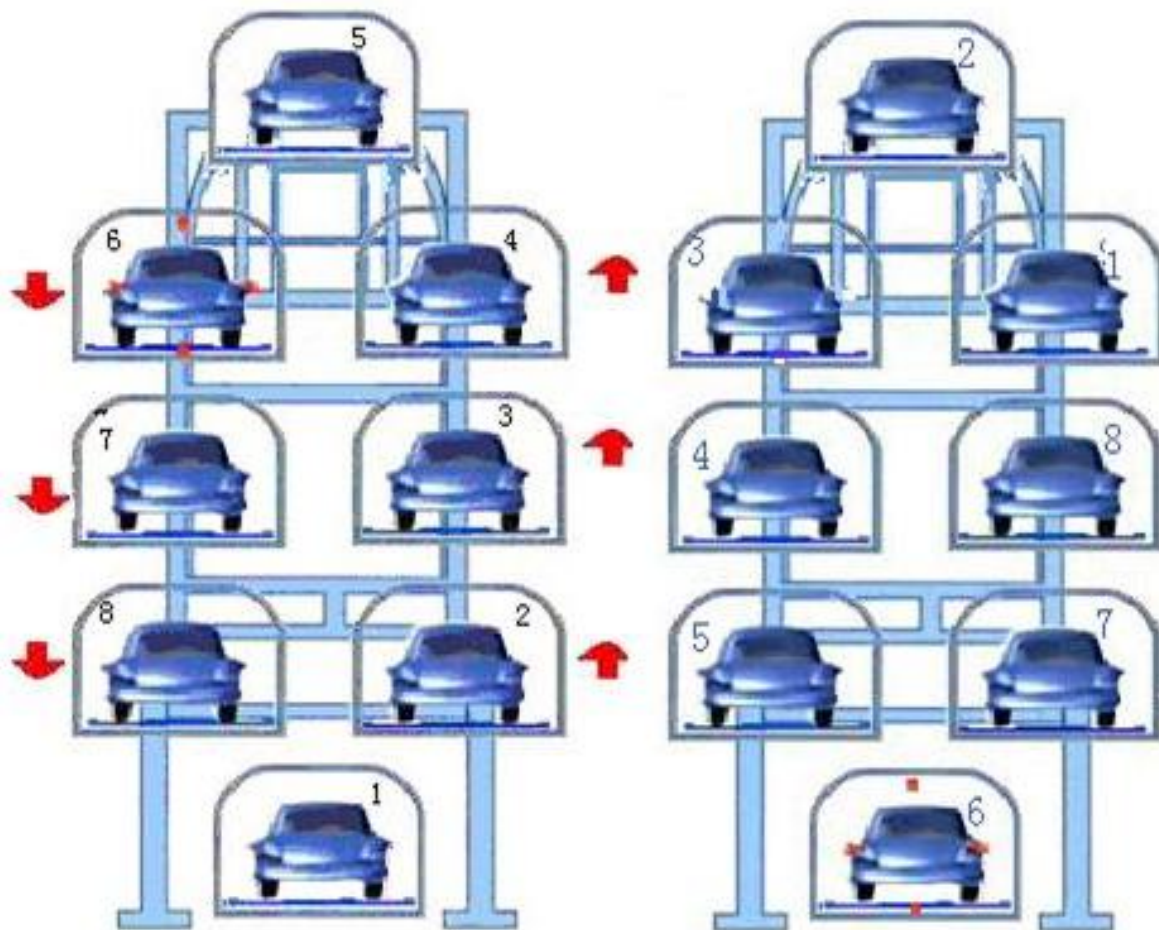
Табела 7. Димензије и техничке карактеристике Puzzle система [1]

Puzzle паркинг	Тип возила 5000x1850x2050	Тип ВОЗИЛА5300x1900 x1550	Тип ВОЗИЛА5000x1850 x1550	Тип ВОЗИЛА4700x1800x1450	Тип ВОЗИЛА4400x1750x1450
L	5500 (2 нивоа)	5800 (2 нивоа)	5500 (2 нивоа)	5200 (2 нивоа)	4800 (2 нивоа)
	6000 (3 нивоа)	6200 (3 нивоа)	6000 (3 нивоа)	5500 (3 нивоа)	5200 (3 нивоа)
	6200 (4/5 нивоа)	6400 (4/5 нивоа)	6200 (4/5 нивоа)	6000 (4/5 нивоа)	5500 (4/5 нивоа)
W	2400 (2 нивоа)	2500 (2 нивоа)	2400 (2 нивоа)	2300 (2 нивоа)	2300 (2 нивоа)
	2500 (3 нивоа)	2600 (3 нивоа)	2500 (3 нивоа)	2450 (3 нивоа)	2400 (3 нивоа)
	2600 (4/5 нивоа)	2700 (4/5 нивоа)	2600 (4/5 нивоа)	2500 (4/5 нивоа)	2400 (4/5 нивоа)
H1	2360	2010	2010	2010	2010
H2	1680	1680	1680	1680	1680
Носивост по возилу, kg	1850	2350	1850	1850	1850
Електромотор за подизање, kW	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
Електромотор за хоризонтално померање, kW	0,2-0,4	0,2-0,4	0,2-0,4	0,2-0,4	0,2-0,4
Брз. подизања, m/min	6-6,7	6-6,7	6-6,7	6-6,7	6-6,7
Брз. хориз. померања, m/min	8	8	8	8	8

5. Rotary систем

Обично познат као мини ротациони тип, овај систем је направљен тако да омогућава паркирање возила у вертикалном кружном кавезу у левом и десном смеру. Лако се може инсталирати у унутрашњем простору који заузима малу површину. Због једноставнијег ротационог механизма ретко се јављају откази. Не постоји потреба за специјалним особљем за руковођење [4].

На слици 15 је приказана шема Rotary система.



Слика 15. Шема Rotary система [3]

Једноставно управљање паркинг система при чему возило улази у систему нивоу земље. Када возач напусти уграђену сигурносну зону, возило се аутоматски паркира системом који се окреће како би паркирано возило било одвојено од доњег централног положаја. Ово оставља празан простор за паркирање за следеће возило.

Паркирано возило се лако преузима притиском дугмета за одговарајући број места на коме је паркирано. То доводи до потребног окретања возила до нивоа земље тако да возач може да уђе у сигурносну зону и преузме возило из система.

Предности овог система су:

- брзи аутоматизовани паркинг и доступност возила,
- капацитет до 12 возила или 10 SUV-а,
- потребан је површински простор једнак само 2 паркинг места,
- ротационо паркирање је изузетно поуздано.

Паркирање возила применом Rotary система, приказано је на сликама 16 и 17.



Слика 16. Rotary систем за 10 возила [24]

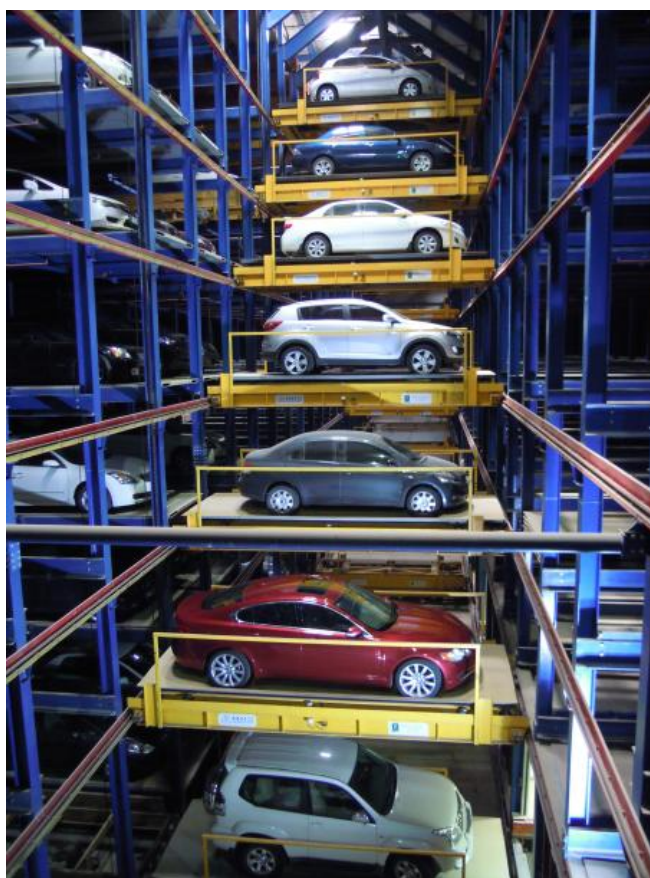


Слика 17. Rotary систем за 10 возила [25]

Осим вертикалног система за паркирање аутомобила, сви други системи користе велику површину, вертикални систем за паркирање аутомобила развијен је тако да користи максималну вертикалну површину у расположивој минималној површини земљишта. Прилично је успешан када је инсталиран у саобраћајним подручјима који имају мањак простора за. Иако се чини да је конструкција овог система једноставна, она захтева познавање технологија израде, примењених материјала и динамике рада машина и њених механизма.

6. Аутоматизовани паркинг систем

Аутоматизовани паркинг системи су системи са највећим капацитетом паркинг места што га чини веома добрим за коришћење на местима са великим бројем возила. Овај паркинг систем је дизајниран тако да аутоматски помера возила подизањем које га затим пребацује на позицију на једном од нивоа. Платформе затим путују хоризонтално и постављају возило на одговарајуће место. Овај систем је погодан за средње и велике објекте, као и независну јавну гаражу. Може да прими од 20 возила до неколико хиљада. Стога је погодна за велике пројекте. Може да премести више од 2 возила у исто време ради максималне ефикасности. Док највећи недостатак овог система је цена израде. На слици 18 је приказан аутоматизовани паркинг систем – транслатор.



Слика 18. Аутоматизовани паркинг систем – транслатор [21]

Истовремени вертикални и хоризонтални кретање аутомобила врши се помоћу манипулатора у систему. Улаз / излаз на паркиралиште може се инсталирати на било којем нивоу паркинга, што вам омогућава рационално коришћење надземног и подземног простора за паркирање. Као носећа конструкција користи се посебна дизалица (слагалица), уз истовремено кретање у хоризонталној и вертикалној равни. Намењен је за коришћење у средњим и великим зградама и може бити у подземној и надземној верзији. Улога транслатора је да возило безбедно паркира на место на одговарајућем нивоу.

Такође, постоји систем користи мале површине за економично постављање аутомобила, такозвани лифт-транспортери. Лифт-транспортер је цилиндричног облика и креће се у центру круга и може да има 9 - 12 аутомобила на једном нивоу. Систем се креће око своје осе и паркира возила на више нивоа. На слици 19 је приказан лифт-транспортер цилиндричног облика.

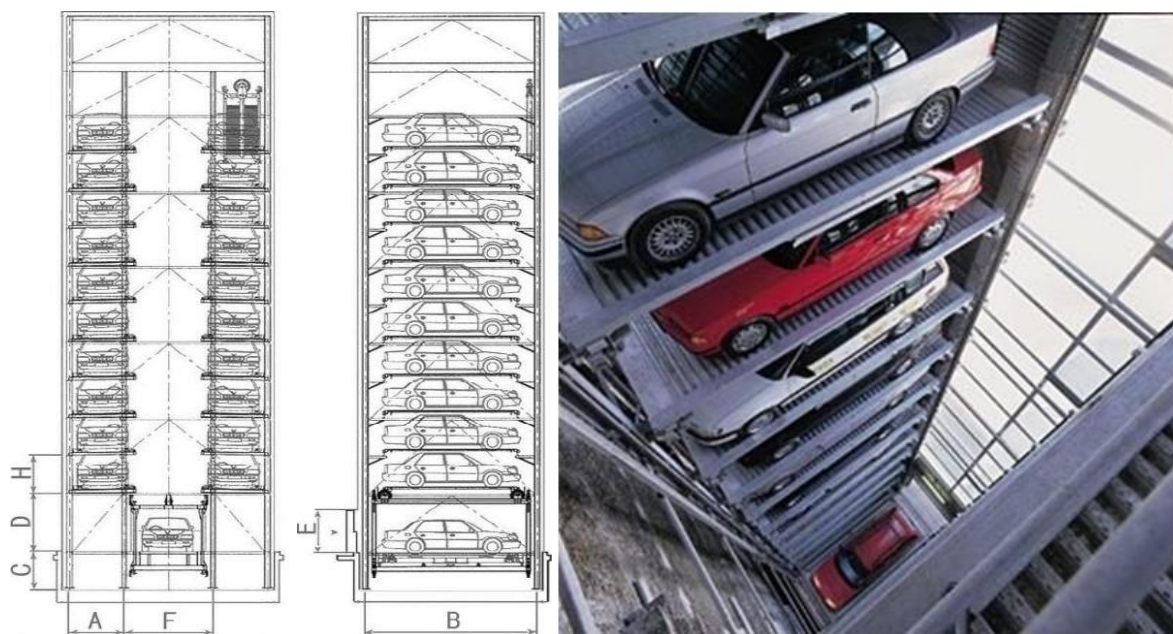


Слика 19. Лифт-транспортер [22]

Како би се најбоље искористио ограничени простор, овај паркинг у облику цилиндра успева да оствари не само једноставност, већ и високу ефикасност и сигурност.

Усвојени облик има отпорност на земљотресе и има структуру која апсорбује потрес како би се смањили вибрације, од утицаја смера сеизмичког таласа.

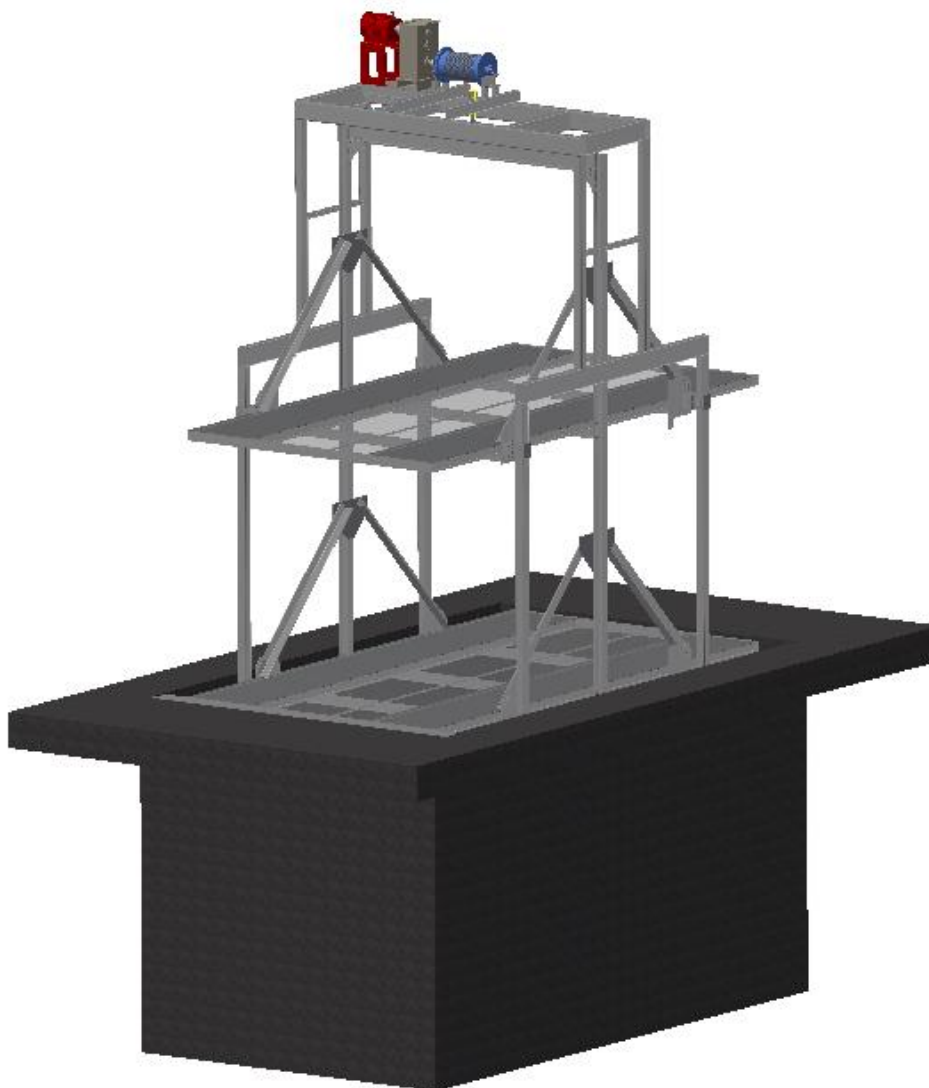
Такође, постоје и аутоматизовани системи који имају облик торња. Изглед овог аутоматизованог система приказан је на слици 20.



Слика 20. Аутоматизовани паркинг систем [5, 23]

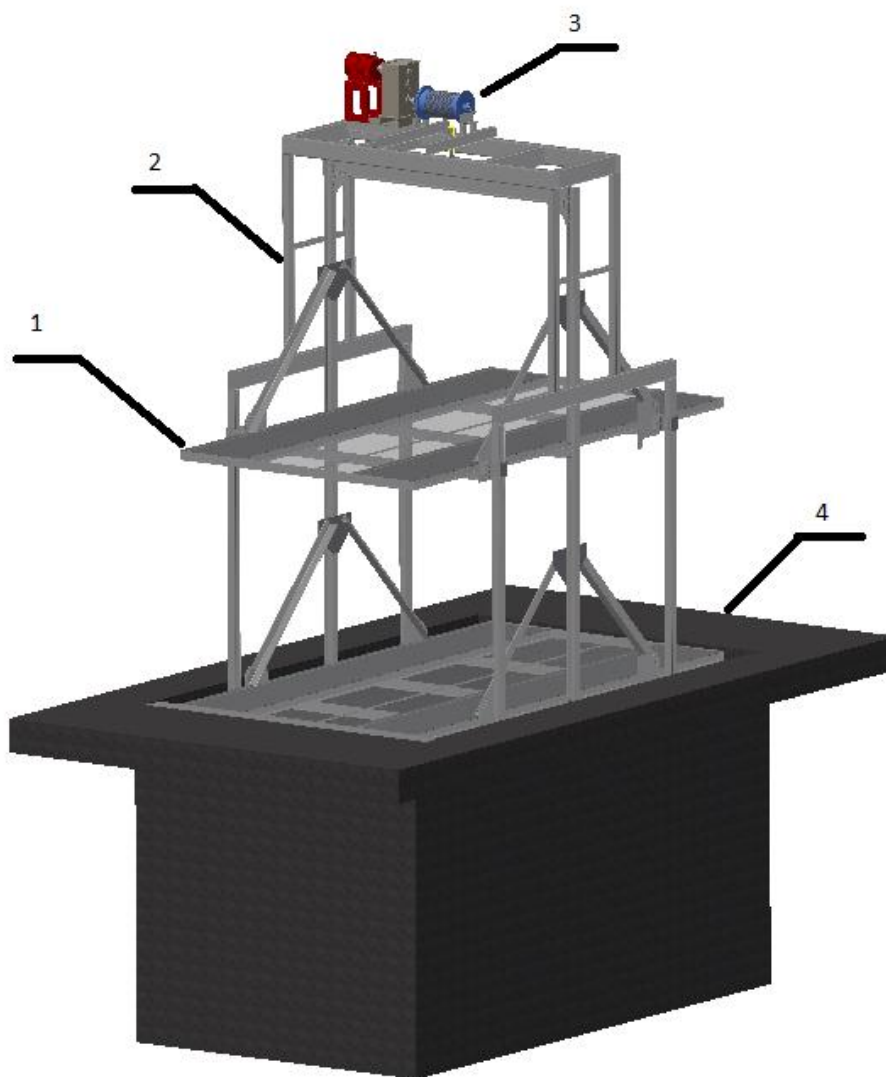
7. Идејно решење механичког паркиралишта

Комбиновани тип паркиралишта као једно од најбољих решења представљено је и прорачунато у овом раду. У овом случају је узето решење паркиралишта за два возила. На слици 21 приказан је модел паркиралишта, а урађен је у програмском пакету Autodesk Inventor.



Слика 21. Модел паркиралишта

Склоп модела је састављен из неколико засебних подслопова и делова који имају своју улогу у целокупном функционисању система. На слици 22 се може видети модел са основним подсклоповима. Детаљнији приказ и опис ових подсклопова је у наставку рада.

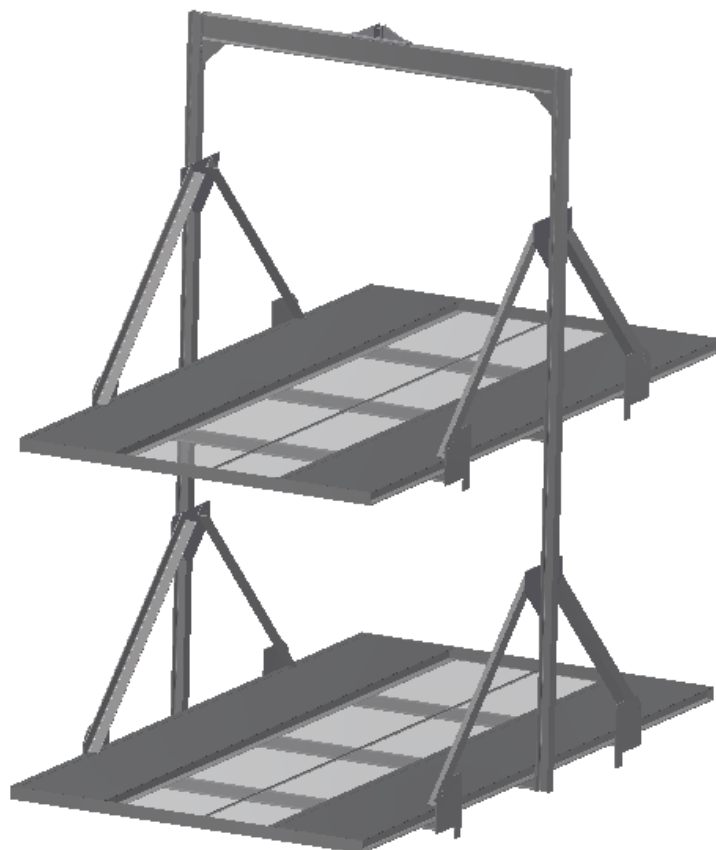


Слика 22. Модел са основним подсклоповима (1 – склоп платформи, 2 – носећа конструкција, 3 – погонска група, 4 – подземни део)

Паркиралиште које је приказано на претходној слици се састоји из 4 главна дела: склоп платформи, носеће конструкције, погонске групе и подземног дела. Детаљнији приказ и опис делова следи у наставку.

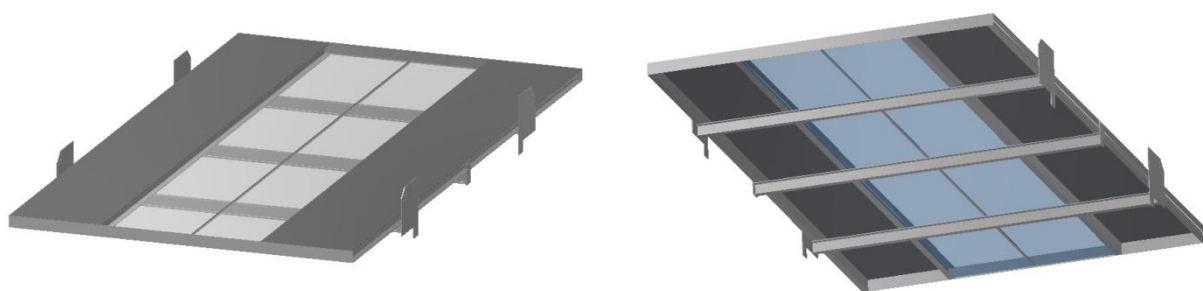
7.1.Склоп платформи

Склоп платформи у суштини представља две платформе међусобно повезане у целину на које се паркирају возила. Модел склопа платформи је приказан на слици 23.



Слика 23. Модел склопа платформи

Ове две платформе су међусобно повезане помоћу рама који у суштини представља два вертикална I профила и један хоризонтални I профил, као и осам L профила који служе за додатну везу. Изглед платформе са горње (лево) и доње (десно) стране је приказан на слици 24.



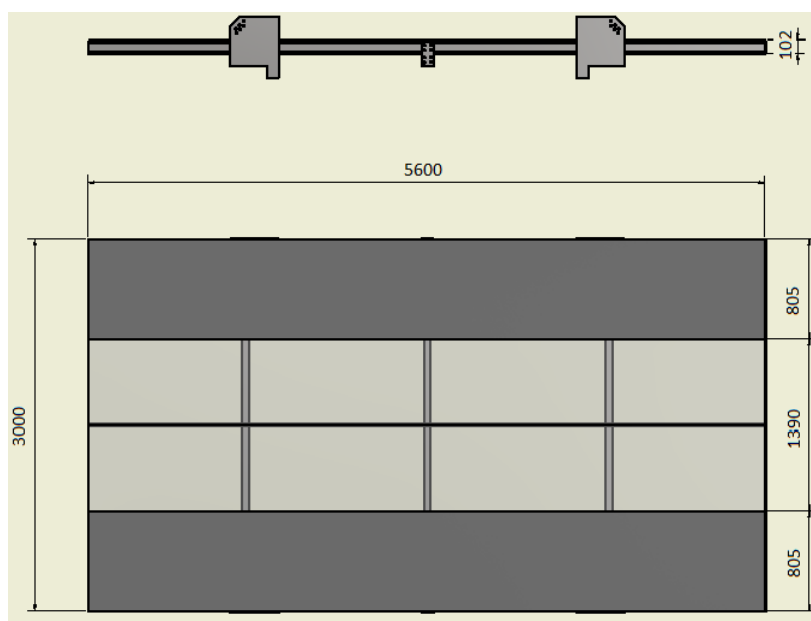
Слика 24. Платформа

Сама платформа је састављена од U профила који су постављени дуж газних стаза и три I профила, који осим за укрућење платформе, служе и за повезивање платформе за рам. Газне стазе су направљене од ребрастог лима са горњом рељефастом површином дебљине 2 mm (слика 25) ради бољег пријањања пнеуматика за платформу.



Слика 25. Ребрасти лим са рељефастом површином [14]

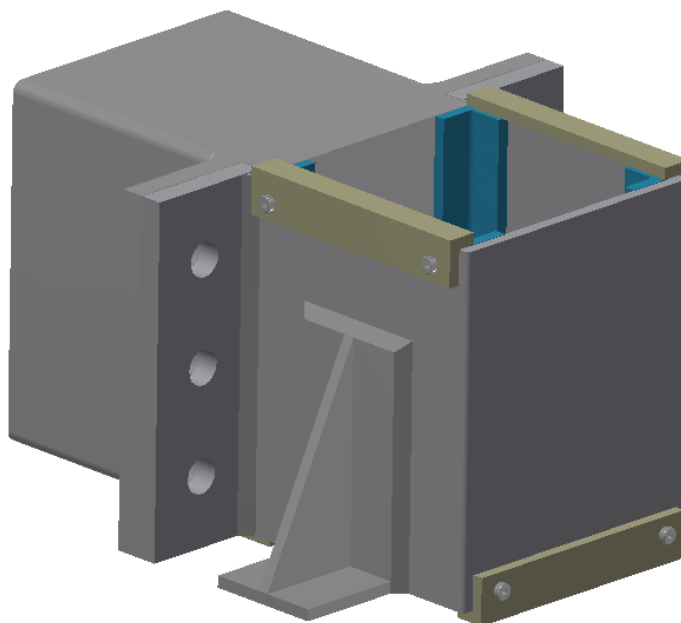
Димензије платформе (слика 26) су одређене на основу димензија возила типа Mercedes GL 63 4Matic, који је један од највећих комерцијалних аутомобила на нашем тржишту. Димензије су дате у милиметрима.



Слика 26. Димензије платформе

Средњи део пода платформе је направљен PC/ABS пластике, дебљине 10 mm, која је довољно чврста да поднесе масу човека, а такође лака тако да смањује масу платформе. Такође, служи као заштита од евентуалног цурења уља из возила.

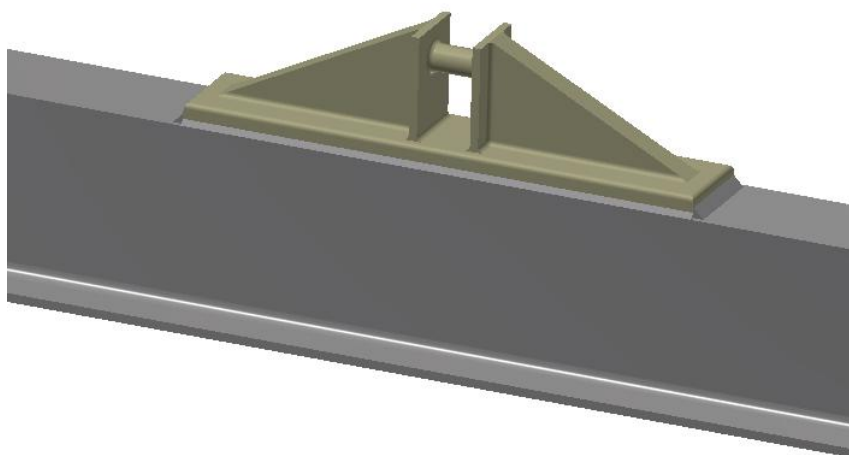
За платформу је заварена челична плоча која служи за везу са L профилем и рамом. Ова веза је остварена помоћу завртњева. Такође за плочу је заварена вођица која има вишеструку улогу. Изглед вођице је приказан на слици 27.



Слика 27. Вођица

Вођица је састављена из два дела ради лакше монтаже. Улога вођице је да осигура усклађено кретање склопа платформи дуж стубова носеће конструкције. Да између вођице и стубова не би дошло до превеликог трења убачене су дистантне плочице направљене од пластике. Ове дистантне плочице су осигуране помоћу сигурносних плочица, да приликом кретања не би испале из вођице. Такође вођица служи да укрути целу носећу конструкцију, као и да сигурносни систем може да функционише.

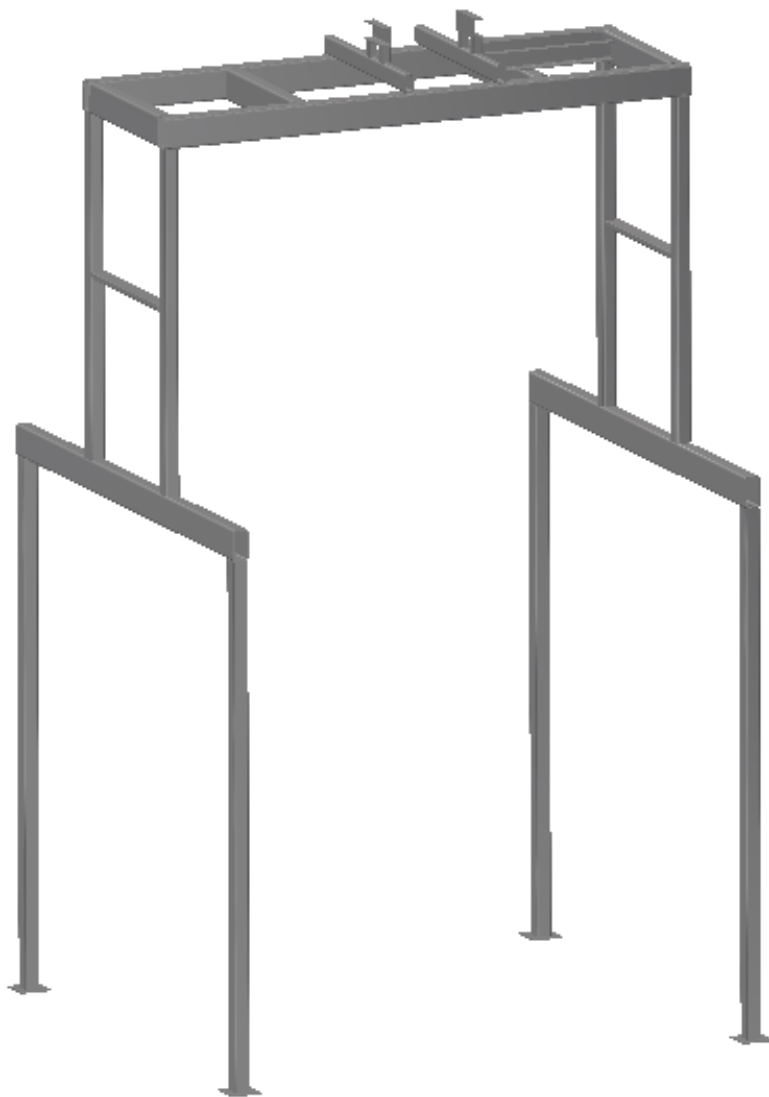
Платформе су помоћу завртњева везане за рам тако да је монтажа олакшана. Обе платформе имају по 6 група завртњева. Горња носећа греда рама представља најбитнији део склопа платформи. За горњу страну греде је заварена ушица (слика 28) за коју се качи кука погонске групе. Ушица и заварени спојеви морају да поднесу оптерећење од тежине возила, тежине платформи и рама.



Слика 28. Ушица

7.2.Носећа конструкција

Носећа конструкција (слика 29) се састоји из 4 носећа стуба и моста. За носеће стубове се везују вођице. Они су причвршћени за подлогу помоћу завртњева, чиме се осигурава цела конструкција. На мост се поставља погонска група.



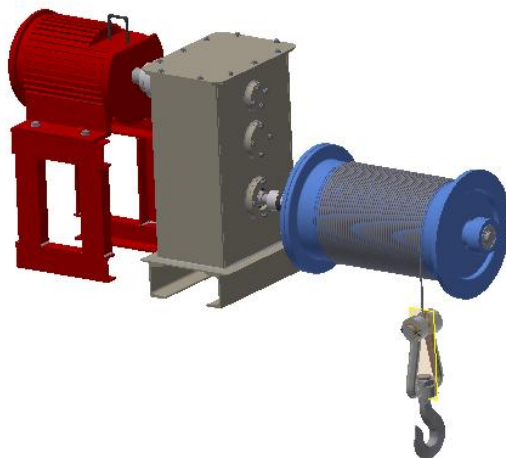
Слика 29. Носећа конструкција

Носећа конструкција је направљена од цеви квадратног и правоугаоног попречног пресека, као и U и L профила. Димензије носеће конструкције су прилагођене димензијама склопа платформи.

Носећи стубови су израђени од два заварена U профила, а димензионисање и провера су приказани у прорачуну који следи.

7.3.Погонска група

Погонска група омогућава функционисање читавог система и сваки део се мора посебно прорачунати. Изглед погонске групе је приказан на слици 30.



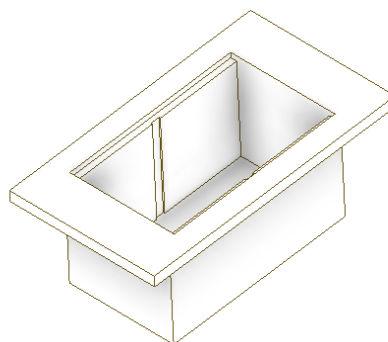
Слика 30. Погонска група

Погонска група се састоји од електромотора са кочницом, редуктора, спојнице, добоша са челичним ужетом и куке. Карактеристике сваког појединачног дела погонске групе су показане у прорачуну који следи.

7.4.Подземни део

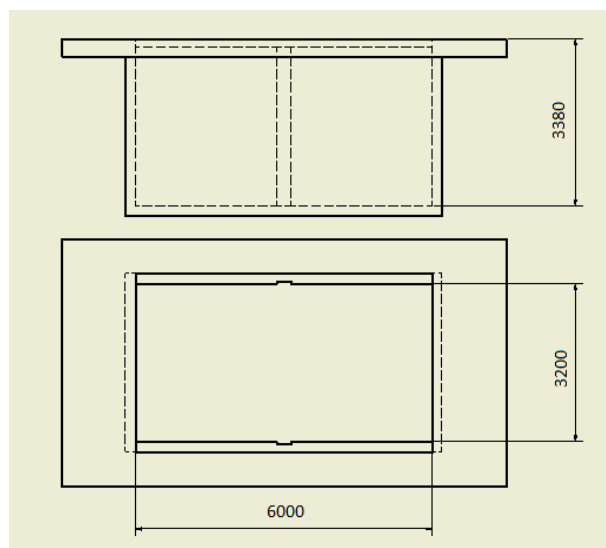
Неопходан део читавог система је подземни део. Он мора бити урађен пре саме уградње система. Модел подземног дела је приказан на слици 31.

Подземни део је засебан део овог система и мора бити урађен од армираног бетона, а у складу са правилима за градњу оваквих типова објеката. Оно што такође мора да испуни је носивост, која укључује масу читаве конструкције са возилима.



Слика 31. Подземни део

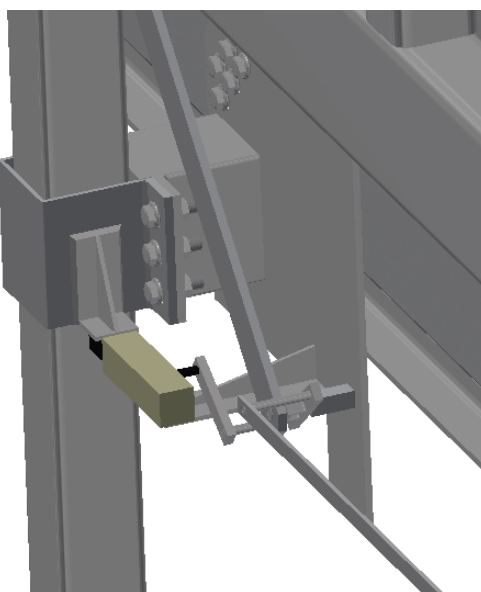
Минималне унутрашње димензије подземног дела (слика 32) се одређују на основу димензија платформе. Такође подземни део мора да поседује канал за одвођење кишнице који је изузетно битан.



Слика 32. Димензије подземног дела

7.5. Сигурносни систем

Код сваког оваквог типа система мора постојати механички сигурносни систем који ће осигурати нормално функционисање. Сигурносни систем који је постављен на ову конструкцију представља механизам који се састоји од система полуга који су међусобно зглобно везани. На слици 33 је приказан сигурносни механизам.



Слика 33. Сигурносни механизам

Померањем главне ручице долази до активирања система полуга, које са једне стране горње платформе, померају сигурносне клинове који улазе у отворе на предњем и задњем носећем стубу. Да би систем функционисао и када је доња платформа у положају за паркирање, постављена је још једна ручица на доњу платформу која је полугом повезана за горњу ручицу.

8. Прорачун главних елемената механизма за дизање

Прорачун овог система се заснива на избору концепције погона дизања и димензионисању његових саставних елемената. Такође у прорачуну се обраћа пажња на димензионисање носећих стубова.

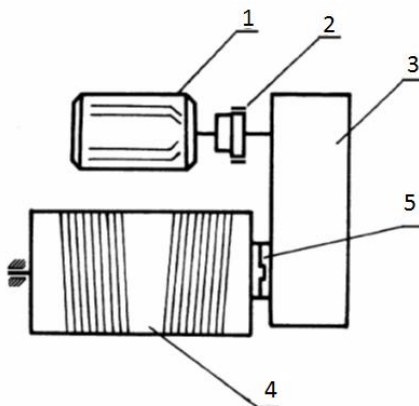
Полазни подаци:

- носивост $Q = 78,48 \text{ kN}$,
- висина дизања $H = 3 \text{ m}$,
- радна брзина дизања: $v_1 = 12 \text{ m/min}$,

Усвојено је да је систем намењен за тешке услове рада.

8.1. Концепција погона дизања

На основу носивости дизалице $Q < 250 \text{ kN}$, обртни момент са редуктора се непосредно преноси на добош за дизање терета. За везу редуктора и добоша користе се спојнице које обезбеђују пренос обртног момента, али које се према моменту савијања понашају као Герберов зглоб. Такве су зупчаста, крста (Oldhem) и неке врсте еластичних спојница. Шема погона дизања је приказана на слици 34.

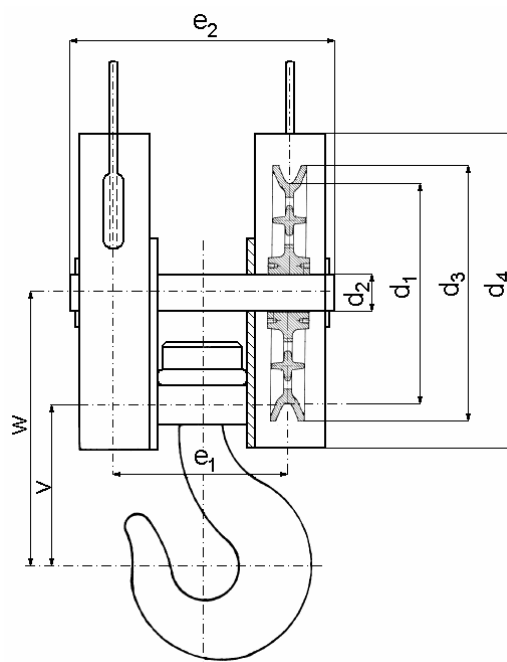


Слика 34. Шема погона дизања
(1 - електромотор, 2 – еластична спојница са кочницом, 3 – редуктор,
4 – добош, 5 – зупчаста спојница) [6]

8.2. Доња катурача

Избор катураче се врши на основу задате носивости $m_Q = 8 \text{ t}$ ($Q = 78,48 \text{ kN}$) и погонске класе дизалице (3) усвојена је двојна катурача ознаке 5 са два катура (табела 1.1, [6]), која је приказана на слици 35. Њени основни подаци су [6]:

- број кракова ужета: $m = 4$,
- преносни однос катураче: $i_k = m / 2 = 4 / 2 = 2$,
- степен корисности катураче: $\eta_{kot} = 0,97$,
- маса катураче: $G_k = m_k \cdot g = 149 \cdot 9,81 = 1461,69 \text{ N} = 1,46 \text{ kN}$.



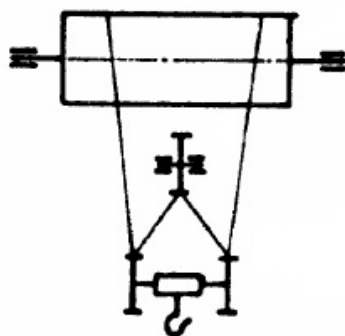
Слика 35. Доња котурача са два котура [6]

Главне мере доње котураче дате су у табели 8.

Табела 8. Главне мере доње котураче [6]

Ознака	$d_1(\text{mm})$	$d_2(\text{mm})$	$d_3(\text{mm})$	$d_4(\text{mm})$	$e_1(\text{mm})$	$e_2(\text{mm})$	$v(\text{mm})$	$w(\text{mm})$
Величина	400	70	460	485	285	437	255	405

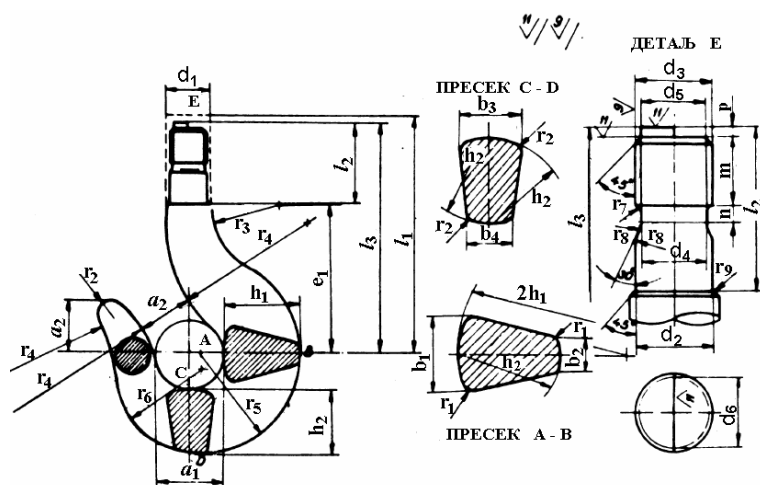
За концепцију котураче усвојена је доња двојна котурача кратке конструкције која је приказана на слици 36.



Слика 36. Доња двојна котурача кратке конструкције [6]

Избор куке се врши на основу задате носивости $m_Q = 8 \text{ t}$ и тешких услова рада (3). На основу тога усваја се стандардна једнокрака кука кована у калупу, са ваљкастим стаблом (VK), величине 5, израђену од материјала 1C22.

На слици 37 приказана је усвојена једнокрака кована кука са њеним геометријским величинама.



Слика 37. Једнокрака кована кука [6]

Општи подаци усвојене куке су:

- номинални називни терет: $Q = m_Q \cdot g = 8000 \cdot 9,81 = 78480 \text{ kN}$,
- дозвољени површински притисак: $p_{doz} = 32 \text{ МПа}$,
- дозвољени напон на затезање: $\sigma_{doz} = 40 \text{ МПа}$.

Вредности дозвољених напона су узете на основу погонске класе дизалице (3) (из табеле 1.5 [6]). У табели 9. дате су димензије куке.

Табела 9. Димензије куке [6]

Ознака	$a_1(\text{mm})$	$a_2(\text{mm})$	$b_1(\text{mm})$	$b_2(\text{mm})$	$b_3(\text{mm})$	$b_4(\text{mm})$	$d_1(\text{mm})$	$d_2(\text{mm})$
Величина	100	80	90	36	75	48	67	55

Ознака	$d_3(\text{mm})$	$d_4(\text{mm})$	$d_5(\text{mm})$	$d_6(\text{mm})$	$e_1(\text{mm})$	$h_1(\text{mm})$	$h_2(\text{mm})$	$l_1(\text{mm})$
Величина	56 x 6	48,5	49,4	49,4	218	112	95	365

Ознака	$l_2(\text{mm})$	$l_3(\text{mm})$	$m(\text{mm})$	$n(\text{mm})$	$p(\text{mm})$	$r_1(\text{mm})$	$r_2(\text{mm})$	$r_3(\text{mm})$
Величина	122	355	50	10	10	11	18	100

Ознака	$r_4(\text{mm})$	$r_5(\text{mm})$	$r_6(\text{mm})$	$r_7(\text{mm})$	$r_8(\text{mm})$	$r_9(\text{mm})$	маса(kg)
Величина	212	146	125	3	16	3	23,5

Прорачун куке:

При прорачуну куке потребно је проверити напон на истезање врата куке помоћу израза (1).

$$\sigma = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_5^2} \leq \sigma_{doz}, \quad (1)$$

где су:

Q , N – тежина терета,
 d_5 , m – пречник језгра завојнице (најмањи пречник врата куке),
 σ_{doz} , МПа – дозвољени напон на затезање.

Заменом одговарајућих вредности у израз (1) добија се вредност напона на истезање.

$$\sigma = \frac{4 \cdot 78480}{\pi \cdot (0,0494)^2} = 40,946 \text{ МПа} \leq \sigma_{doz} = 40 \text{ МПа}, \quad (2)$$

С обзиром да израчунати напон није већи од 5% од дозвољеног напона, може се рећи да напон задовољава.

Провера навртке:

При провери навртке мора се задовољити два услова, изрази (3) и (5).

$$H \geq 0,8 \cdot d_3, \quad (3)$$

где су:

H , m – висина навртке,
 t , m – корак завојнице,
 p_{doz} , МПа – дозвољени површински притисак на навоју врата куке.

Заменом вредности потребних параметара у израз (3) добија се вредност висине врата куке

$$H \geq 0,8 \cdot 56 = 44,8 \text{ mm} = 44,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}, \quad (4)$$

$$H \geq \frac{4 \cdot Q \cdot t}{\pi \cdot (d_3^2 - d_5^2) \cdot p_{doz}} = \frac{4 \cdot 78480 \cdot 0,006}{\pi \cdot (0,056^2 - 0,0494^2) \cdot 32} = 26,93 \text{ mm}. \quad (5)$$

Усваја се висина навртке $H = 50 \text{ mm}$ да би се задовољио услов из израза (4) и (5).

8.3. Димензионисање ужета за дизање терета

Од изузетног је значаја правилно димензионисање ужета, због његове улоге у оваквим системима. Радна сила у ужету при дизању номиналног терета се израчунава према изразу (6):

$$F_u = \frac{Q + G_k}{m \cdot \eta_k} = \frac{78,48 + 1,46}{4 \cdot 0,97} = 20,6 \text{ kN} , \quad (6)$$

где су:

F_u , N – радна сила у ужету при дизању номиналног терета константном брзином,
 G_k , N – тежина катураче,
 m – број кракова катураче,
 η_k – степен корисности катураче.

Степен сигурности ужета [6]:

$$k_u = 6,3.$$

Рачунска сила кидања ужета (израз 7) се добија множењем степена сигурности ужета и радне силе у ужету:

$$F_r = k_u \cdot F_u = 6,3 \cdot 20,6 = 129,8 \text{ kN} , \quad (7)$$

$$F_r = 129,8 \text{ kN} \leq F_{rdoz} = 144 \text{ kN}.$$

На основу израчунате силе кидања ужета, која је мања од дозвољене, усваја се уже пречника $d_u = 16 \text{ mm}$. Стандард за усвајање ужета: **EN 12385-4:2002**. Изглед попречног пресека ужета је приказан на слици 38.



Слика 38. Попречни пресек ужета (1+6+12+18) [7]

8.4.Котур

Најмањи пречник катураче добија се према изразу (8):

$$D_{min} = \left(\frac{D}{d}\right) \cdot d_u . \quad (8)$$

Однос пречника катура и пречника ужета [6]:

$$\begin{aligned} \left(\frac{D}{d}\right) &= 22 - \text{за катури,} \\ \left(\frac{D}{d}\right) &= 12 - \text{за катури за изравнање.} \end{aligned}$$

Пречник изравнавајућег катура је израчунат у изразу (9):

$$D_{ik} = \left(\frac{D}{d}\right) d_u = 12 \cdot 16 = 192 \text{ mm} . \quad (9)$$

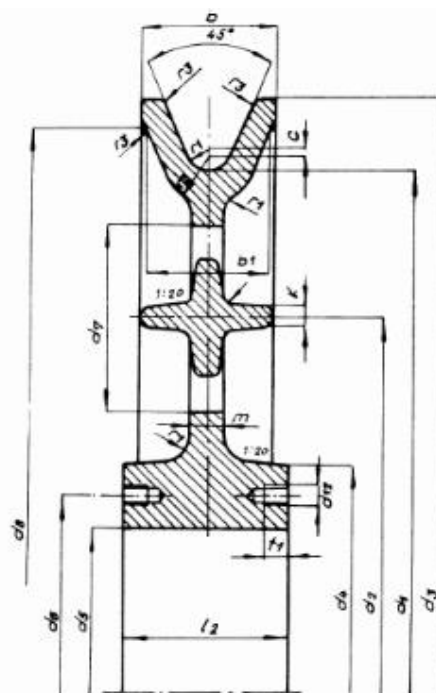
На основу вредности добијене изразом (9) усваја се стандардна вредност $D_{ik} = 250 \text{ mm}$ [6].

Пречник катура је израчунат у изразу (10):

$$D_k = \left(\frac{D}{d}\right) d_u = 22 \cdot 16 = 352 \text{ mm} . \quad (10)$$

На основу вредности добијене изразом (10) усваја се стандардна вредност $D_k = 400 \text{ mm}$ [6].

На слици 39. је приказан носећи котур доње катураче.



Слика 39. Носећи котур доње катураче [6]

Димензије носећег котура доње катураче дате су у табели 10 [6].

Табела 10. Димензије носећег котура доње катураче [6]

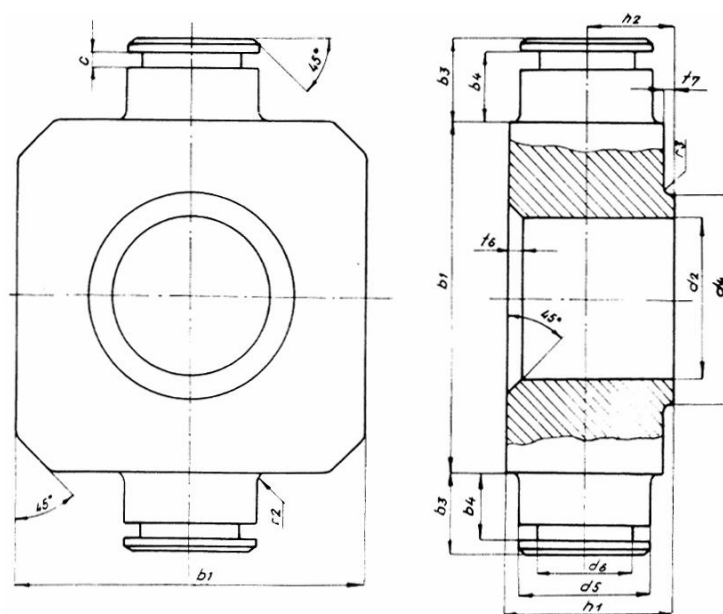
Ознака	$d_1(\text{mm})$	$d_2(\text{mm})$	$d_3(\text{mm})$	$d_4(\text{mm})$	$d_5(\text{mm})$	$d_6(\text{mm})$	$d_7(\text{mm})$
Величина	400	275	460	180	125	145	40

Ознака	$d_{12}(\text{mm})$	$t_1(\text{mm})$	$d_8(\text{mm})$	$b(\text{mm})$	$b_1(\text{mm})$	$l_2(\text{mm})$	$m(\text{mm})$
Величина	M8	10	440	55	50,5	76	14

Ознака	$k(\text{mm})$	$r_1(\text{mm})$	$r_2(\text{mm})$	$r_3(\text{mm})$	$c(\text{mm})$	Број отвора	Маса (kg)
Величина	10	4,5	19	9	4,5	4	26,1

8.5.Траверза

На основу димензија носећег котура усваја се траверза величине 5, израђена од материјала 1С35, за коју је дозвољени напон на савијање $\sigma_{\text{doz}}=100$ МПа [6]. Изглед и геометријске мере траверзе приказани су на слици 40.



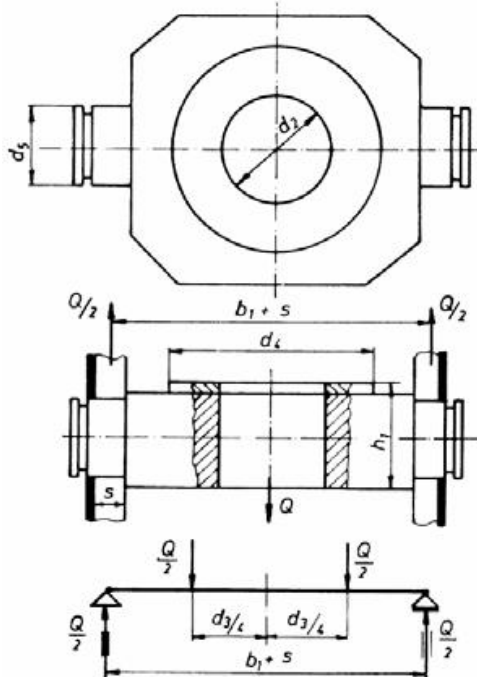
Слика 40. Геометријске мере траверзе [6]

Главне мере траверзе дате су у табели 11.

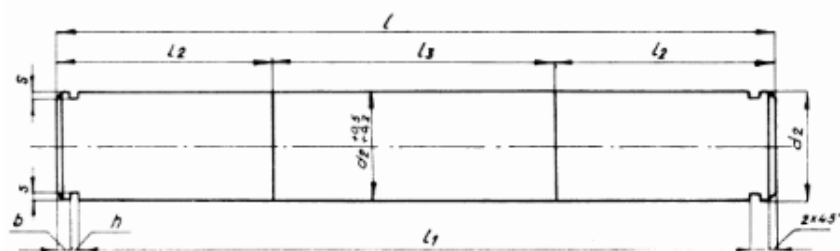
Табела 11. Главне мере траверзе [6]

Ознака	b ₁ (mm)	b ₃ (mm)	b ₄ (mm)	c (mm)	d ₂ (mm)	d ₄ (j ₆)(mm)	d ₅ (d ₉)(mm)	
Величина	140	35	28,5	6	58	80	50	
Ознака	d ₆ (mm)	h ₁ (mm)	h ₂ (mm)	r ₂ (mm)	r _{3max} (mm)	t ₆ (mm)	t ₇ (mm)	Маса (kg)
Величина	36	60	32,5	3	1	5	5	8,5

Да би се извршила провера траверзе потребно је одредити шему оптерећења (слика 41), на основу димензије носеће осовине (слике 42)



Слика 41. Шема оптерећења траверзе [6]



Слика 42. Носећа осовина доње катураче [6]

Главне мере носеће осовине су приказане у табели 12.

Табела 12. Главне мере носеће осовине [6]

Ознака	d_2 (mm)	l (mm)	l_1 (mm)	l_2 (mm)	l_3 (mm)	b (mm)	h (mm)	s (mm)	Маса (kg)
Величина	70	437	401	148,5	140	10	8	9,5	13,3

Напон савијања траверзе у средњем пресеку се добија према изразу (11):

$$\sigma_f = \frac{\frac{Q}{2} \cdot \frac{b_1+s}{2} - \frac{Q}{2} \cdot \frac{d_3}{4}}{\frac{1}{6} \cdot (b_1 - d_2) \cdot h_1^2} \leq \sigma_{doz}, \quad (11)$$

$$\sigma_f = \frac{\frac{Q}{2} \cdot \frac{b_1+s}{2} - \frac{Q}{2} \cdot \frac{d_3}{4}}{\frac{1}{6} \cdot (b_1 - d_2) \cdot h_1^2} = \frac{\frac{78,48 \cdot 10^3}{2} \cdot \frac{(140+9,5) \cdot 10^{-3}}{2} - \frac{78,48 \cdot 10^3}{2} \cdot \frac{(140+9,5) \cdot 10^{-3}}{4}}{\frac{1}{6} \cdot (140 - 58) \cdot (60 \cdot 10^{-3})^2} = 29,81 \text{ MPa},$$

$$\sigma_f = 29,81 \text{ MPa} \leq \sigma_{doz} = 100 \text{ MPa}.$$

Вредност напона савијања траверзе задовољава.

Напон савијања рукавца се израчунава према изразу (12):

$$\sigma_f = \frac{M_f}{W_x} = \frac{\frac{Q}{2} \cdot \frac{s}{2}}{0,1 \cdot d_5^3} \leq \sigma_{doz}, \quad (12)$$

$$\sigma_f = \frac{\frac{Q}{2} \cdot \frac{s}{2}}{0,1 \cdot d_5^3} = \frac{\frac{78,48 \cdot 10^3}{2} \cdot \frac{9,5 \cdot 10^{-3}}{2}}{0,1 \cdot (50 \cdot 10^{-3})^3} = 14,91 \text{ MPa} \leq \sigma_{doz} = 100 \text{ MPa}.$$

Вредност напона савијања рукавца задовољава.

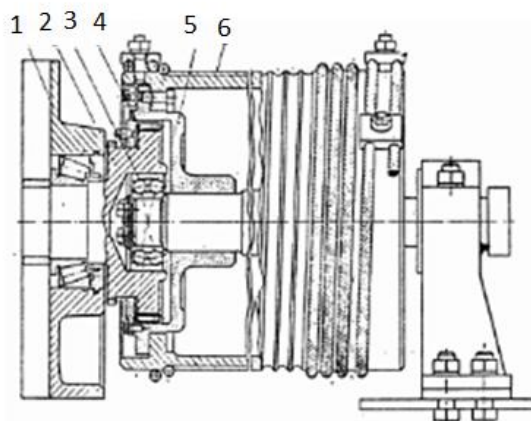
За лежајеве котура усваја се по два радијална лежаја, унутрашњег пречника $d_5=50 \text{ mm}$.
Оптерећење које преноси један лежај се добија према изразу (13):

$$Q_1 = \frac{Q}{4} = \frac{78,48}{4} = 19,62 \text{ kN}. \quad (13)$$

8.6.Добош за дизање терета

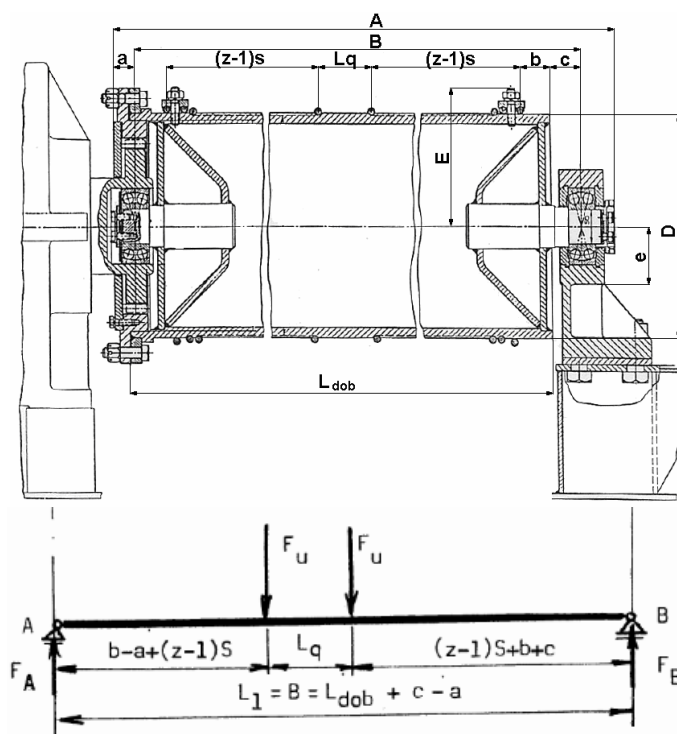
Добош је цилиндричног облика и његова функција је намотавање ужета претварајући обртно кретање делова механизма за дизање (електромотор – редуктор) у транслаторно кретање терета. Омотач добоша се израђује са глатком или нарезаном површином, при чему намотавање ужета на омотач добоша се врши у једном или више слојева. Приликом намотавања треба водити рачуна да се уже правилно намота, тако да се спречи заплитање ужета. Добош се израђује се од сивог лива, челичног лива и челичног лима за носеће конструкције.

Избор концепције добоша и шема оптерећења је битна за даљи прорачун параметара и димезионисање. Веза добоша са редуктором је приказана на слици 43.



Слика 43. Добош и веза са редуктором (1- редуктор, 2 –излазно вратило редуктора, 3 – сферно лежиште, 4 –зупчаста спојница, 5 – бочни прстен са унутрашњим озубљењем, 6 – тело добоша, 7 – вијци везе бочног прстена и тела добоша) [6]

Шема оптерећења добоша је приказана на слици 44.



Слика 44. Добош и шема оптерећења [6]

Називни пречник добоша се добија према изразу (14):

$$D_d = \left(\frac{D}{d}\right) d_u = 22 \cdot 16 = 352 \text{ mm}, \quad (14)$$

где су:

$$\left(\frac{D}{d}\right) = 22 \text{ – однос пречника котура и пречника ужета,}$$

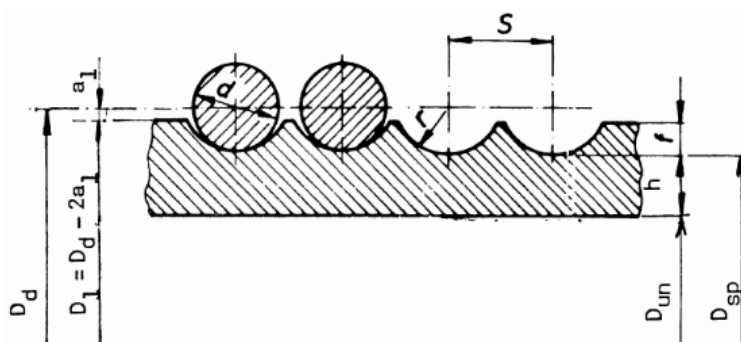
$$d_u \text{ – пречник изабраног ужета.}$$

На основу израчунате вредности усваја се стандардна вредност пречника добоша $D_d = 400 \text{ mm}$. Димензије добоша са зупчастом спојницом и жљебова су дате у табели 13.

Табела 13. Димензије добоша и жлебова [6]

Ознака	D(mm)	E(mm)	a(mm)	b(mm)	c(mm)	e(mm)	f(mm)	s(mm)	r(mm)	L _q
Величина	470	255	30	42	62	105	6	21	10	205

На слици 45 су приказани жлебови и њихови параметри.



Слика 45. Димензије жлебова код добоша [6]

Димензије жлебова се добијају према следећим изразима.

$$s = d_u + 1 \div 4 = 16 + 2 = 18 \text{ mm} , \quad (15)$$

$$r > 0,53 \cdot d_u = 0,53 \cdot 16 = 8,48 \text{ mm} , \quad (16)$$

$$a_1 = 2 \div 5 = 3 \text{ mm} , \quad (17)$$

где су:

s – корак завојних жлебова,

r – радијус кривине,

a_1 – растојање центра ужета и центра радијуса жлеба.

Дужина добоша се израчунава према изразу (18).

$$L = \left(\frac{2 \cdot i_k \cdot H}{\pi \cdot D_d} + 8 \right) \cdot s + L_Q = \left(\frac{2 \cdot 2 \cdot 3}{\pi \cdot 400 \cdot 10^{-3}} + 8 \right) \cdot 21 \cdot 10^{-3} + 0,205 = 573,5 \text{ mm}, \quad (18)$$

где су:

i_k – преносни однос катураче,

H – висина дизања,

s – корак завојних жлеб,

L_Q – ненарезани део добоша (усваја се да је приближно једнак растојању катурова доње катураче, уз услов да угао између осе ужета и осе жлеба на добошу не сме бити већи од 5°).

Број жлебова на једној страни добоша је дат изразом (19).

$$z = \frac{i_k \cdot H}{\pi \cdot D_d} + 4 = \frac{2 \cdot 3}{\pi \cdot 400 \cdot 10^{-3}} + 4 = 8,77 , \quad (19)$$

Усваја се број жлебова на једној страни добоша $z=9$.

Вредност дужине нарезаног дела израчунат је изразом (20).

$$L_{nar} = (z - 1) \cdot s = (9 - 1) \cdot 18 = 144 \text{ mm} , \quad (20)$$

Заменом вредности из израза (19) и (20) у израз (21) добија се дужина омотача добоша.

$$L_{dob} = 2 \cdot b + 2 \cdot L_{nar} + L_Q = 2 \cdot 42 + 2 \cdot 144 + 205 = 577 \text{ mm} , \quad (21)$$

где су:

b, L_Q – вредности дате таблицом [6].

Дебљина зида омотача добоша добија се изразом (22).

$$h = 0,02 \cdot D_d + 0,01 = 0,02 \cdot 400 \cdot 10^{-3} + 0,01 = 18 \text{ mm} . \quad (22)$$

Провера напона је битна да би се правилно извршило конструисање добоша.

За одабрани материјал добоша SL 22 дозвољени напон је $\sigma_{doz} = 125 \text{ MPa}$ [6]

Момент савијања се добија изразом (23)

$$M_s = S \cdot l = \frac{Q + G_k}{4} \cdot \frac{L - L_Q}{2} = \frac{78,48 + 1,46}{4} \cdot \frac{573,5 - 205}{2} = 3,682 \text{ kNm} . \quad (23)$$

Момент увијања се добија изразом (24)

$$M_U = S \cdot D_d = \frac{Q + G_k}{4} \cdot D_d = \frac{78,48 + 1,46}{4} \cdot 400 \cdot 10^{-3} = 7,99 \text{ kNm} . \quad (24)$$

Услед стезања ужета око добоша, у зиду добоша се јавља притисак, који је највећи на првом навоју ужета и добија се изразом (25).

$$\sigma = \frac{S}{h \cdot s} = \frac{\frac{Q+G_k}{4}}{h \cdot s} = \frac{78,48 + 1,46}{4 \cdot 0,018 \cdot 0,021} = 52,87 \text{ MPa} < \sigma_{doz} = 125 \text{ MPa} . \quad (25)$$

Резултујући напон се добија према изразу (26):

$$\sigma_i = \frac{\sqrt{M_s^2 + (\varphi \cdot M_U)^2}}{W_x} = \frac{\sqrt{3,682^2 + (0,75 \cdot 7,99)^2}}{968113,1747} = 7,27 \text{ MPa} < \sigma_{doz} = 125 \text{ MPa}, \quad (26)$$

где су:

$$\varphi = 0,75 ,$$

$$D_{sp} = D_d - 2 \cdot r = 400 - 2 \cdot 10 = 380 \text{ mm}, \quad (27)$$

$$D_{un} = D_{sp} - h = 380 - 18 = 362 \text{ mm}, \quad (28)$$

$$\psi = \frac{D_{un}}{D_{sp}} = \frac{362}{380} = 0,9526 \approx 0,1, \quad (29)$$

$$W_x = 0,1 \cdot \frac{D_{sp}^4 - D_{un}^4}{D_{sp}} = 0,1 \cdot \frac{380^4 - 362^4}{380} = 968113,1747 \text{ mm}^3. \quad (30)$$

За материјал осовине добоша усваја се 25CrMo4, чија је вредност допуштеног напона $\sigma_{doz}=115 \text{ MPa}$ [6]. Вредност пречника осовине добоша се добија према изразу (31).

$$d_i = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{smax}}{\pi \cdot \sigma_{dop}}} = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 3682}{\pi \cdot 115}} = 68,8 \text{ mm}. \quad (31)$$

Усваја се $d_i = 70 \text{ mm}$.

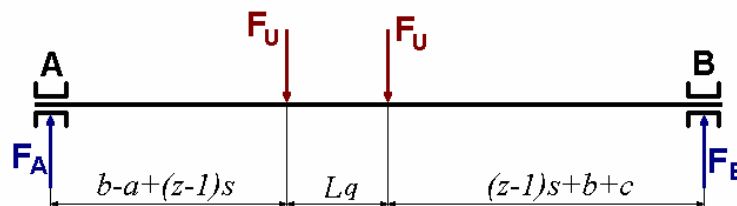
8.7.Лежишта добоша

Да би се правилно изабрали типови лежаја који су потребни, прво је неопходно израчунати силе у лежиштима, као и број обртаја добоша. Радни век лежишта добоша $T, h = 16000$ за погонску класу 3.

Број обртаја добоша:

$$n_d = \frac{i_k \cdot v_1}{\pi \cdot D_d} = \frac{2 \cdot 12}{\pi \cdot 0,4} = 19,1 \text{ min}^{-1}. \quad (32)$$

Силе реакције у ослонцима су приказане на слици 46.



Слика 46. Шема оптерећења осовине добоша [6]

$$\sum M_A = 0$$

$$F_B \cdot (L_{dob} + c - a) - F_u \cdot (b - a + (z - 1) \cdot s) - F_u \cdot (b - a + (z - 1) \cdot s + L_Q) = 0. \quad (33)$$

Из једначине (33) добија се:

$$\begin{aligned} F_B &= \frac{F_u \cdot (b - a + (z - 1) \cdot s + b - a + (z - 1) \cdot s + L_Q)}{L_{dob} + c - a} = \\ &= \frac{20,6 \cdot (42 - 30 + 33 \cdot 21 + 42 - 30 + 33 \cdot 21 + 205)}{577 + 62 - 30} = 54,63 \text{ kN}. \end{aligned} \quad (34)$$

$$\sum M_B = 0$$

$$F_A \cdot (L_{dob} + c - a) - F_u \cdot (L_Q + (z-1) \cdot s + b + c) - F_u \cdot ((z-1) \cdot s + b + c) = 0 \quad (35)$$

Из једначине (35) добија се:

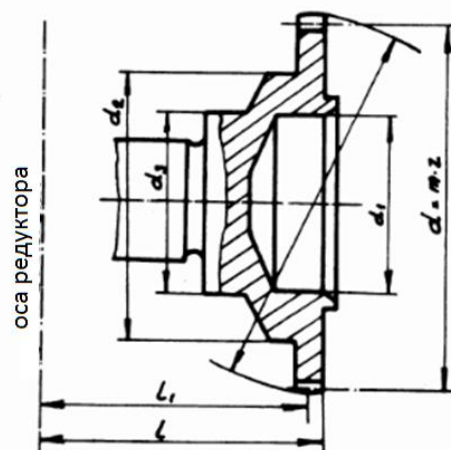
$$F_A = \frac{F_u \cdot (L_Q + 2 \cdot (z-1) \cdot s + 2 \cdot b + 2 \cdot c)}{L_{dob} + c - a} =$$

$$= \frac{20,6 \cdot (205 + 2 \cdot 33 \cdot 21 + 2 \cdot 42 + 2 \cdot 62)}{577 + 62 - 30} = 61,56 \text{ kN} \quad (36)$$

За лежајеве на осовини добоша усваја се по два радијална лежаја серије 63 са сваке стране, унутрашњег пречника $d = 70 \text{ mm}$ [8].

8.8. Спојница за везу редуктор-добош

За везу редуктора са добошем усваја се зупчаста спојница (слика 47) која одговара величини редуктора Н2 500, чије су димензије дате у табели 14.



Слика 47. Зупчаста спојница [6]

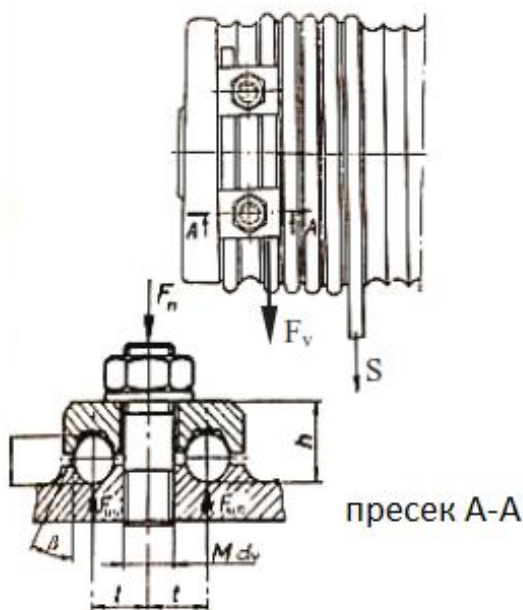
Табела 14. Димензије зупчасте спојнице [6]

Величина редуктора	Зупчаста							
	$d_1(\text{mm})$	$d_2(\text{mm})$	$m(\text{mm})$	$z(\text{mm})$	$b(\text{mm})$	$l(\text{mm})$	$l_1(\text{mm})$	$l_2(\text{mm})$
Н2 500	120	170	4	56	30	270	238	50

8.9. Веза ужета за добош

Причвршћење челичних ужата за добош требало би бити изведено тако да се уже може лако заменити. Оно може бити изведено на више начина, помоћу клина, помоћу спојне плочице и вијака, заваривањем, и други. Веза ужета за добош мора бити прорачуната на основу највеће затезне силе у ужету код називног оптерећења, а

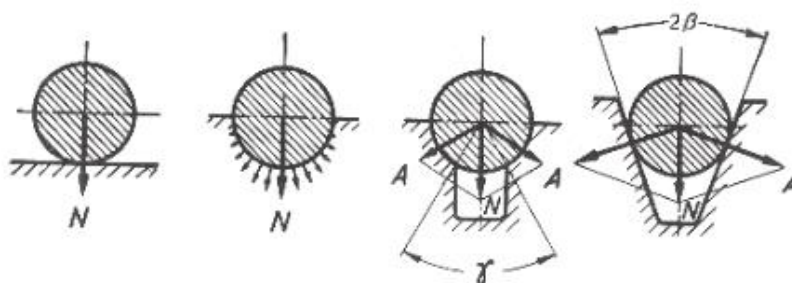
узимајући у обзир трење између ужета и површине добоша од $\mu = 0,1$. Усваја се веза помоћу плочице и вијка (слика 48).



Слика 48. Веза ужета за добош помоћу плочице и вијка [6]

Ако је веза ужета са добошем обезбеђена помоћу плочице са вијцима онда је рачунска сила затезања F_{vr} једнака збиру сила трења ужета испод плочице и силе трења између ужета, добоша и плочице.

Различити облици жлебова су приказани на слици 49.



Слика 49. Облици жлебова [6]

Везу ужета за добош заваривањем добијамо када један крај ужета заваримо за добош са стране, али због додатне сигурности се поставља и једна сигурносна плочица која додатно осигурава у случају да вар не поднесе оптерећење. Такође постоји могућност да се уже причврсти помоћу држача са навојем, при чему се крај ужета савије око држача и крај веже за само уже.

Сила која оптерећује везу:

$$\mu=0,1 \quad \alpha=4 \cdot \pi [6],$$

$$S_v = 2,5 \cdot \frac{F_u}{e^{\mu \cdot \alpha}} = 0,71 \cdot F_u = 0,71 \cdot 20,6 = 14,626 \text{ kN}, \quad (37)$$

Сила затезања у завртњу је:

$$\mu' = 0,16 \quad \alpha_1 = 2 \cdot \pi \quad i = 2 \text{ [6] ,}$$

$$F = \frac{2 \cdot S_V}{i \cdot (\mu + \mu') \cdot (e^{\mu \alpha_1} + 1)} = \frac{2 \cdot 14,626}{2 \cdot (0,1 + 0,16) \cdot (e^{0,1 \cdot 2 \cdot \pi} + 1)} = 19,6 \text{ kN .} \quad (38)$$

Укупан напон у завртњу (од савијања и истезања):

$$A_s = 0,000353 \text{ m}^2 \text{ (Tabela 1.28, [6]) , } \sigma_{dop} = 390 \text{ MPa , } h_{pl} = 22 \text{ mm (Tabela 1.29, [6]) ,}$$

$$l = \frac{d_u}{2} + h_{pl} + 2 \cdot a_1 = \frac{16}{2} + 22 + 2 \cdot 3 = 36 \text{ mm ,} \quad (39)$$

$$M_f = \mu_1 \cdot S_V \cdot l = 0,1 \cdot 14,626 \cdot 0,036 = 52,6536 \text{ kNm ,} \quad (40)$$

$$\sigma = \frac{1,3 \cdot F}{z \cdot A_s} + \frac{M_f}{0,1 \cdot d_1^3 \cdot z} = \frac{1,3 \cdot 19,6}{3 \cdot 3,53} + \frac{52,6536}{0,1 \cdot (2,032)^3 \cdot 3} = 23,32 \frac{\text{kN}}{\text{cm}^2} = 233,2 \text{ MPa ,} \quad (41)$$

$$\sigma = 233,2 \text{ MPa} \leq \sigma_{dop} = 390 \text{ MPa .}$$

Усваја се високо вредан вијак са навртком класе чврстоће 10.9.

8.10. Избор електромотора

Меродавна снага и остали параметри за избор мотора

Степен искоришћења механизма за дизање:

$$\eta_m = 0,85 \text{ .}$$

Потребна снага електромотора се добија изразом (42).

$$P = \frac{Q \cdot v_1}{\eta_m} = \frac{78,48 \cdot 12}{0,85} = 11,08 \text{ kW .} \quad (42)$$

На слици 50 је приказан дијаграм релативног трајања рада:



Слика 50. Радни циклус механизма за дизање

Релативно трајање рада се добија изразом (43).

$$\varepsilon_d(\%) = \frac{\sum_{i=1}^n t_1}{T_c} \cdot 100\% = \frac{(15 + 15)}{60} \cdot 100\% = 50\% . \quad (43)$$

Број радних циклуса на час се добија изразом (44).

$$C = \frac{3600}{T_c} = \frac{3600}{60} = 60 \frac{\text{cikl}}{\text{h}} . \quad (44)$$

Број укључења мотора на час:

$$Z = Z_p \cdot C = (4 \div 6) \cdot 60 = 240 \div 360 \frac{\text{uklj}}{\text{h}} . \quad (45)$$

Потребна снага електромотора са стандардном ED%=40% добија се изразом (46)

$$P_0 = P \cdot \sqrt{\frac{\varepsilon_d\%}{ED\%}} = 11,08 \cdot \sqrt{\frac{50}{40}} = 12,39 \text{ kW} . \quad (46)$$

На основу израчунате потребне снаге усваја се мотор произвођача „SEVER” – SUBOTICA, модел: ZKE 200 Lb-8, са следећим карактеристикама [24]:

номинална снага мотора: P=15 kW,

број обртаја електромотора: $n_{EM}=725 \text{ min}^{-1}$,

фактор преоптерећења мотора: $\psi=0,7$,

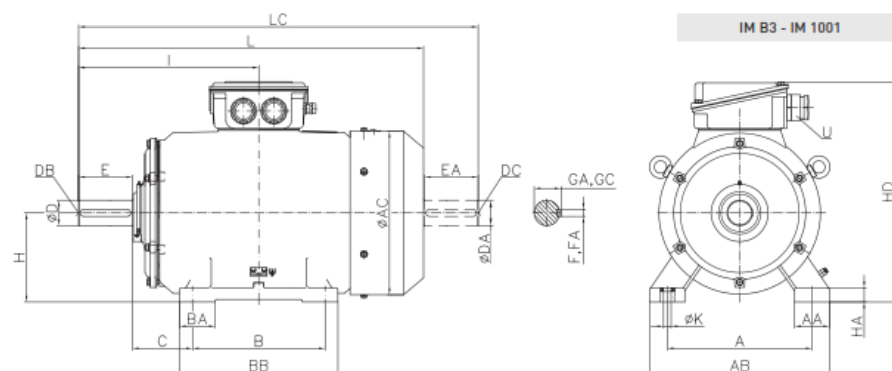
момент инерције мотора: $J=0,23 \text{ kgm}^2$,

маса електромотора: $m_{em}=205 \text{ kg}$,

пречник рукавца вратила: $d=55 \text{ mm}$,

ED%=40% .

На слици 51 је приказан електромотор произвођача „SEVER” – SUBOTICA, модел: ZKE 200 Lb-8 .



Слика 51. Електромотор [11]

Провера електромотора у периоду убрзања при дизању максималног терета.

Угаона брзина вратила:

$$\omega_m = \frac{\pi \cdot n_{EM}}{30} = \frac{\pi \cdot 725}{30} = 75,92 \text{ rad/s} . \quad (47)$$

Преносни однос:

$$i = \frac{\omega_m}{\frac{2 \cdot V_1 \cdot i_k}{D_d}} = \frac{75,92 \cdot 0,4 \cdot 60}{2 \cdot 12 \cdot 2} = 37,96 . \quad (48)$$

Убрзање:

$$a = 0,1 \div 0,3 = 0,2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} , \quad (49)$$

$$t_1 = \frac{V_1}{a} = \frac{12}{60 \cdot 0,2} = 1 \text{ s} . \quad (50)$$

Степен корисности механизма за дизање терета.

$$\eta = 0,8 \div 0,9 = 0,85 .$$

Укупни момент отпора сведен на вратило електромотора добија се изразом (51).

$$\begin{aligned} M'_{uk} &= M'_{st} + M'_{in}{}^{tr'} + M'_{in}{}^{rot'} = \frac{Q \cdot D_d}{2 \cdot i_k \cdot i \cdot \eta} + \frac{m \cdot D_d^2 \cdot \omega_m}{4 \cdot i_k^2 \cdot t_1 \cdot \eta \cdot i^2} + 1,15 \cdot J \cdot \frac{\omega_m}{t_1} = \\ &= \frac{78,48 \cdot 0,4}{2 \cdot 2 \cdot 37,96 \cdot 0,85} + \frac{78,48 \cdot (0,4)^2 \cdot 75,92}{4 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 37,96^2} + 1,15 \cdot 0,2563 \cdot \frac{75,92}{1} = \\ &= 22,67 \text{ kNm} , \end{aligned} \quad (51)$$

$$M_m = \psi \cdot \frac{P_n}{\omega_m} = 0,7 \cdot \frac{15}{75,92} = 138,3 \text{ kNm} , \quad (52)$$

$$M'_{uk} = 22,67 \text{ kNm} \leq M_m = 138,3 \text{ kNm} .$$

8.11. Избор редуктора

Преносни однос редуктора се добија изразом (53).

$$i_r = \frac{n_{EM}}{n_d} = \frac{725}{19,1} = 37,958 , \quad (53)$$

где је:

$$n_d = \frac{n_m}{i_{st}} = \frac{725}{37,96} = 19,1 \text{ min}^{-1} - \text{стварни број обртаја добоша}.$$

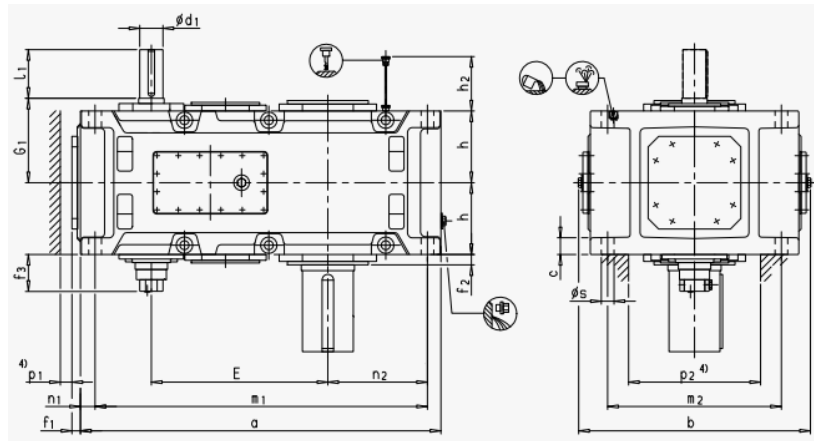
На основу номиналне снаге $P_{EM} = 15 \text{ kW}$, броја обртаја $n_{EM} = 725 \text{ min}^{-1}$, преносног односа $i_r = 36,4$ и погонске класе дизалице усваја се вертикални редуктор V2 са извођењем II са подацима:

величина редуктора: 40,

снага: $P=16 \text{ kW}$,

$i_n = 12,5$.

На слици 52 је приказан изглед редуктора.



Слика 52. Вертикални редуктор [10]

Провера одступања брзине

Стварни број обртаја добоша:

$$n_d = \frac{n_{EM}}{i_{st}} = \frac{725}{37,96} = 19,1 \text{ min}^{-1} . \quad (54)$$

Стварна брзина дизања:

$$v = \frac{\pi \cdot D_d \cdot n_d}{i_k} = \frac{\pi \cdot 0,4 \cdot 19,1}{2} = 12,0001 \text{ m/min} . \quad (55)$$

Одступање брзине:

$$W = \frac{(v - v_1)}{v_1} \cdot 100\% = \frac{12,0001 - 12}{12} \cdot 100\% = 0,0008 \% . \quad (56)$$

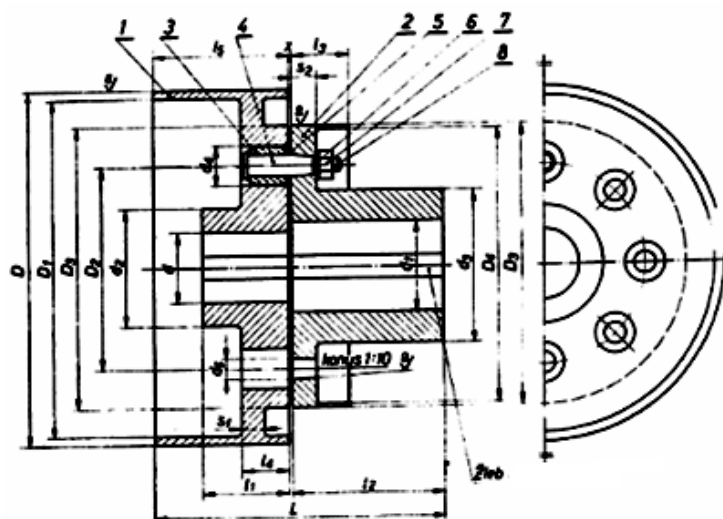
Толерише се одступање радне од називне брзине за $\pm 8\%$.

8.12. Избор спојнице

Номинални момент електромотора:

$$M_n = \frac{P_n}{\omega_m} \cdot 10^3 = 9550 \cdot \frac{P_n}{n_{EM}} = 9550 \cdot \frac{15}{725} = 197,59 \text{ kNm} . \quad (57)$$

На основу номиналне снаге електромотора и броја обртаја, усваја се пречник кочионог добоша $D_k=250 \text{ mm}$. На слици 53 је приказана еластична спојница.



Слика 53. Еластична спојница [6]

Неке од основних мера еластичне спојнице дате су у табели 15.

Табела 15. Димензије еластичне спојнице [6]

Ознака	D(mm)	d ₁ (mm)	l ₅ (mm)	M _t (Nm)	n _{max} (min ⁻¹)	J(Kgm ²)	G(Kg)
Величина	250	32÷71	95	320	2290	0.190	32,8

8.13. Прорачун кочнице са две папуче

Као систем за кочење уграђује се на спојницу кочнице са папучама, чије су димензије:

пречник кочионог добоша: $D_k=250 \text{ mm}$,

ширина кочионог добоша: $B_k=l_5=95 \text{ mm}$,

обухватни угао облога папуча: $\beta=70^\circ$,

ширина облога: $B=l_5-(5\div 10)=95-5=90 \text{ mm}$,

површина облоге: $A_p = \frac{\pi \cdot D_k \cdot \beta}{360} \cdot B = \frac{\pi \cdot 25 \cdot 70}{360} \cdot 9 = 137,44 \text{ cm}^2$,

коефицијент трења облоге папуче: $\mu_k=0,35$.

Димензије полуге дате су у (mm) у табели 16.

Табела 16. Димензије полуге [6]

Ознака	D	a	b	c	d	e	f	g	h	k	l	m	p	s	t
Величина	250	280	125	210	45	120	250	65	360	620	481	340	45	20	210

Степен сигурности кочнице: $\nu_k = 2$,

Преносни однос кочнице: $i = \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{280}{125} \cdot \frac{210}{45} = 10,453$,

Степен корисности полужја: $\eta_k = 0,9 \div 0,95 = 0,95$

$$M'_{st} = 9550 \cdot \frac{P}{n_{EM}} = 9550 \cdot \frac{15}{725} = 197,59 \text{ Nm} , \quad (58)$$

$$M_k = \nu_k \cdot M'_{st} \cdot \eta_m^2 = 2 \cdot 197,59 \cdot 0,85^2 = 285,52 \text{ Nm} . \quad (59)$$

Потребна рачунска сила кочења:

$$F_k = \frac{M_k}{i_k \cdot \mu_k \cdot D_k \cdot \eta_k} = \frac{285,52}{10,453 \cdot 0,35 \cdot 0,25 \cdot 0,95} = 328,6 \text{ N} . \quad (60)$$

На основу рачунске силе кочења усваја се хидраулични подизач ЕВ 50/50 С50[6]

Провера кочнице:

$$F_N = F_k \cdot i_k \cdot \eta_k = 328,6 \cdot 10,453 \cdot 0,95 = 3263,11 \text{ N} , \quad (61)$$

$$M_k = F_k \cdot i_k \cdot \eta_k \cdot \mu_k \cdot D_k = 328,6 \cdot 10,453 \cdot 0,95 \cdot 0,35 \cdot 0,25 = 285,52 \text{ Nm} , \quad (62)$$

$$V_k = \frac{M_k}{M_n \cdot \eta_m^2} = \frac{285,52}{197,59 \cdot 0,85^2} = 2 \quad V_{doz} = 2 \div 3 . \quad (63)$$

Провера кочионих облога:

$$p = \frac{F_N}{A_p} = \frac{3263,11}{137,44} = 23,74 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} , \quad (64)$$

где је:

Коефицијент $k = 1,1 \div 1,2$ [6].

$$V_K = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_m}{60} \cdot k = \frac{\pi \cdot 0,25 \cdot 725}{60} \cdot 1,1 = 10,44 \frac{\text{m}}{\text{s}} , \quad (65)$$

$$p \cdot V_K = 23,74 \cdot 10,44 = 247,85 \frac{\text{Nm}}{\text{cm}^2 \text{s}} \leq (p \cdot V_K)_{doz} = 250 \frac{\text{Nm}}{\text{cm}^2 \text{s}} . \quad (66)$$

Потребна провера задовољава.

9. Димензионисање носећих стубова

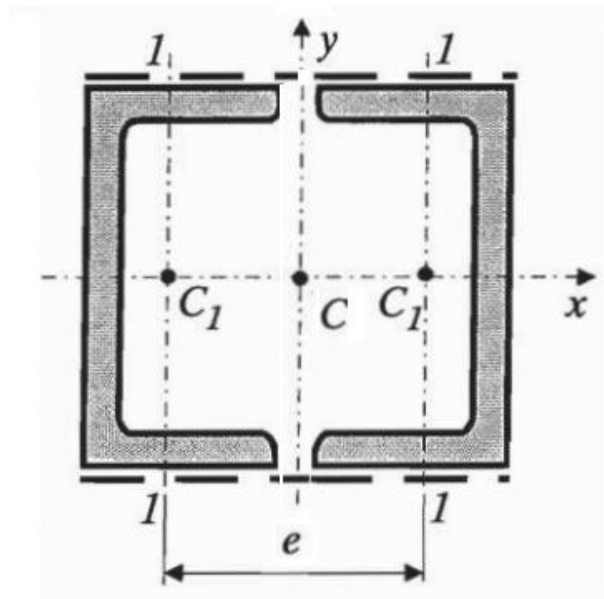
Да би се правилно димензионисао попречни пресек носећих стубова неопходно је испитати да ли пресек задовољава критеријум стабилности око оса x-x и y-y. На слици 54 је приказан попречни пресек носећег стуба.

Полазни подаци:

$$\sigma_{dop} = 100 \text{ Мпа} ,$$

$$h = 3,3 \text{ m} ,$$

$$F = 78,48 \text{ kN} .$$



Слика 54. Попречни пресек носећег стуба[9]

За прву пробу усваја се стандардни ваљани профил UPN100, чији је пресек утврђен према EN 10163-3:1991, са следећим подацима [13]:

$$I_{x1} = 206 \text{ cm}^4 ,$$

$$I_{y1} = 29,3 \text{ cm}^4 ,$$

$$A_1 = 13,5 \text{ cm}^2 ,$$

$$e_1 = 1,55 \text{ cm} .$$

Провера стабилности на извијање око x-x осе:

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{2 \cdot I_{x1}}{2 \cdot A_1}} = \sqrt{\frac{I_{x1}}{A_1}} = i_{x1} = \sqrt{\frac{206 \cdot 10^4}{13,5 \cdot 10^2}} = 39,06 \text{ mm} . \quad (67)$$

Виткост стуба:

$$\lambda_x = \frac{h}{i_x} = \frac{3300}{39,06} = 84,48 , \quad (68)$$

$$\lambda_x = 85 \rightarrow \text{табела 4.1. [12]} \rightarrow \omega_x = 1,61 .$$

Напон на извијање се добија изразом (69).

$$\sigma_{\omega_x} = \frac{F}{2 \cdot A_1} \cdot \omega_x = \frac{78,48}{2 \cdot 13,5} \cdot 1,61 = 46,8 \text{ МПа} , \quad (69)$$

$$\sigma_{\omega_x} = 46,8 \text{ МПа} < \sigma_{dop} = 100 \text{ МПа} .$$

Пресек 2UPN100 је добро изабран када је у питању стабилност на извијање око х-х осе. Такође је потребно испитати да ли пресек задовољава критеријум стабилности и око у-у осе.

Провера стабилности на извијање око у-у осе:

$$e = 2 \cdot b - 2 \cdot e_1 = 2 \cdot 50 - 2 \cdot 15,5 = 69 \text{ mm} . \quad (70)$$

Напон на извијање се добија изразом (71).

$$\omega_{yi} = \frac{2 \cdot A_1}{F} \cdot \sigma_{dop} = \frac{2 \cdot 13,5}{78,48} \cdot 10 = 3,44 \rightarrow \text{табела 4.1. [12]} \rightarrow \lambda_{yi} = 131 , \quad (71)$$

$$I_y = 2 \cdot I_{y1} + \frac{e^2}{2} \cdot A_1 = 2 \cdot 29,4 + \frac{(6,9)^2}{2} \cdot 13,5 = 380,17 \text{ cm}^4 , \quad (72)$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{380,17}{2 \cdot 13,5}} = 37,5 \text{ mm} , \quad (73)$$

$$\lambda_y = \frac{h}{i_y} = \frac{3300}{37,5} = 88 , \quad (74)$$

$$\lambda_{yi} = \sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2} = \sqrt{88^2 + 0} = 88 , \quad (75)$$

$\lambda_1 = 0 \rightarrow$ јер се профили заварују без спојних лимова

$$\lambda_{yi} = 88 \rightarrow \text{табела 4.1. [12]} \rightarrow \omega_{yi} = 1,67 ,$$

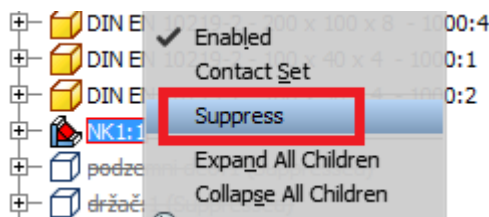
$$\sigma_{\omega_y} = \frac{F}{A} \cdot \omega_{yi} = \frac{78,48}{2 \cdot 13,5} \cdot 1,67 = 48,54 \text{ МПа} , \quad (76)$$

$$\sigma_{\omega_y} = 48,54 \text{ МПа} < \sigma_{dop} = 100 \text{ МПа} .$$

10. Анализа

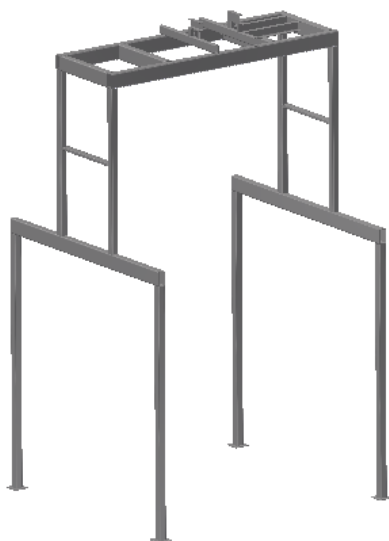
Ако се посматра овај систем за паркирање возила као једну целину приликом функционисања, може се приметити да је најкритичнији део система носећа конструкција, јер она у осталом преноси целокупно оптерећење. Због тога се мора обратити посебна пажња приликом конструисања и да се по избору конструкционог решења уради нека врста анализе система. У даљем раду биће приказан и описан начин анализе овог система у програму Autodesk Inventor.

Из целокупног система је потребно искључити све непотребне елементе, а да активна буде само носећа конструкција. Искључивање се постиже преко опције Suppress, десним кликом на елемент у стаблу (слика 55).

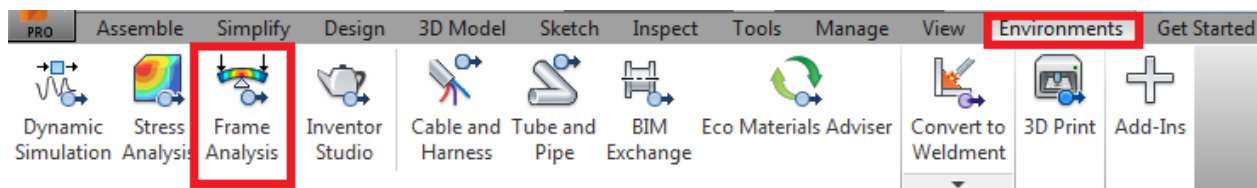


Слика 55. Искључивање делова

Након што је из система искључено све што је непотребно и пошто је претходно задат материјал носеће конструкције (слика 56) може се прећи на анализу, тако што се у опцији Environments и кликом на Frame Analysis прелази у окружење за вршење анализе (слика 57).

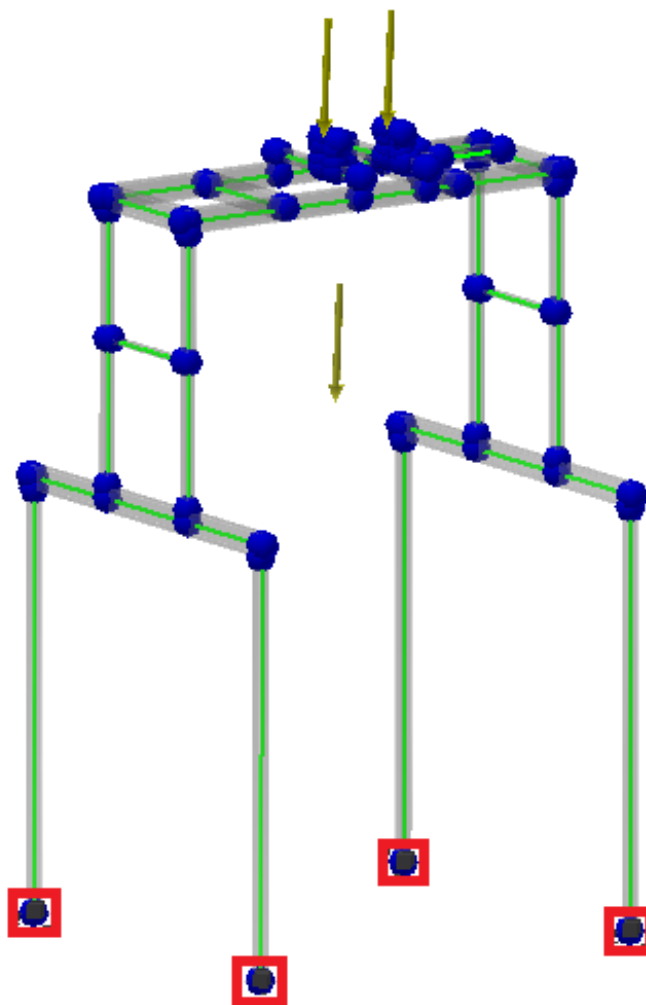


Слика 56. Носећа конструкција



Слика 57. FrameAnalysis

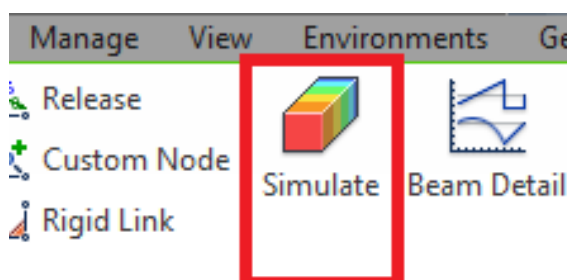
Пошто је креирана симулација за склоп носеће конструкције, неопходно је прво одредити ограничења и оптерећења која се јављају приликом функционисања система. На слици 58 је приказан распоред оптерећења, као и ограничења која се јављају.



Слика 58. Оптерећења и ограничења

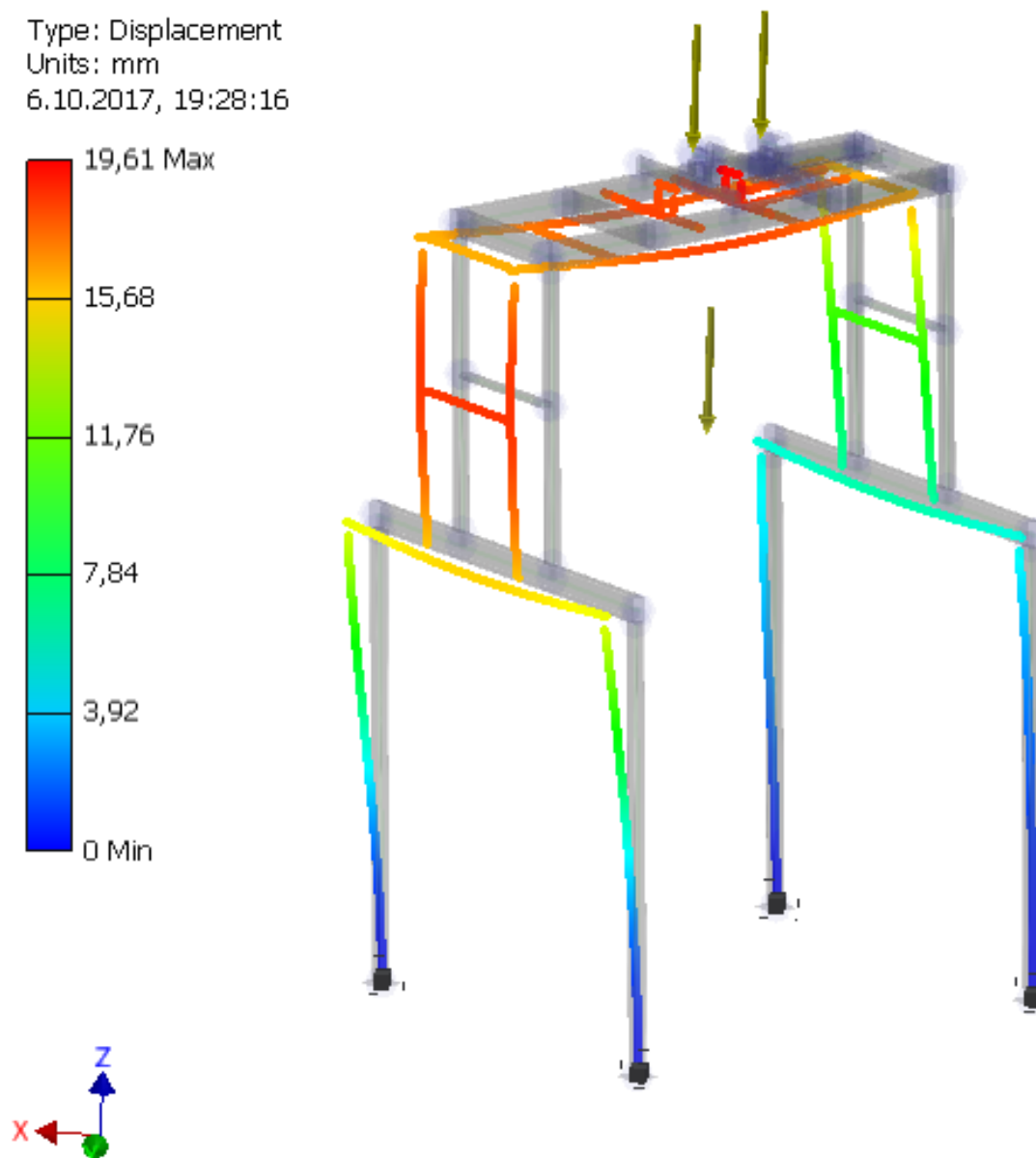
Силе које делују на конструкцију су: сила терета (горње две силе на слици које делују на местима ослонаца осовине добоша) и оптерећење од сопствене тежине. Силе имају вредност $F = 78480 \text{ N}$ што је еквивалентно носивости од 8 t.

Након овога се кликом на опцију Simulate покреће симулација (слика 59).



Слика 59. Покретање симулације

Када је симулација завршена у стаблу се јавља део у коме се могу видети резултати анализе. У овом случају најбитнији су резултати померања која се јављају и они су приказани на слици 60.

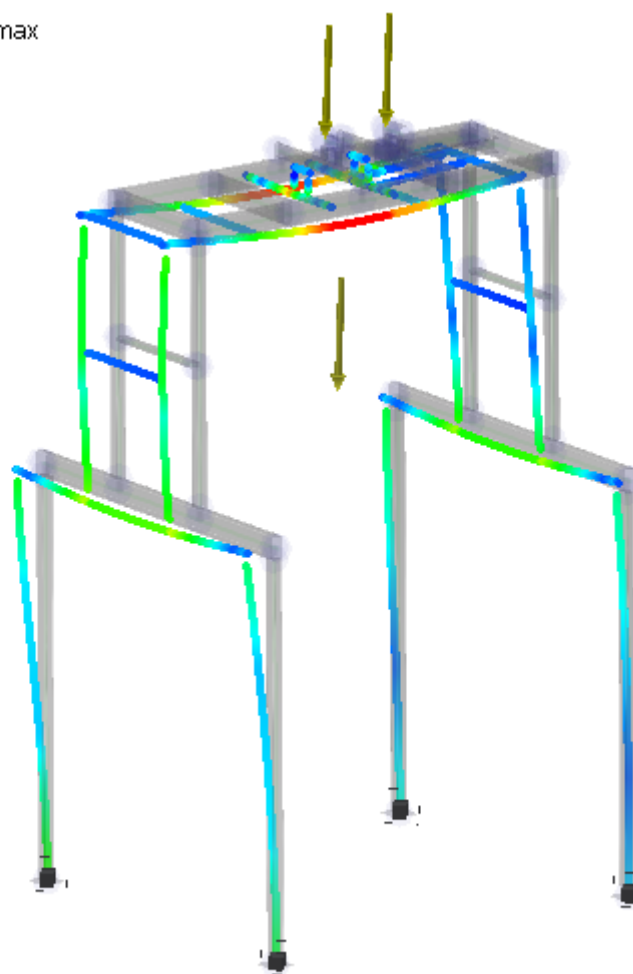
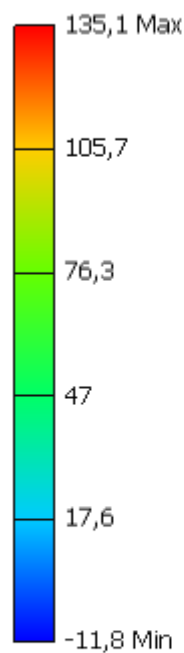


Слика 60. Померање

На скали се види да се максимално померање јавља у горњем делу носеће конструкције и оно износи нешто мање од 20 mm. Да би се ово померање смањило могуће је постављање додатних укрућења.

Такође поред померања могуће је видети и вредност нормалног напона који је приказан на слици 61.

Type: Normal Stress Smax
Units: MPa
6.10.2017, 19:31:03



Слика 61. Нормални напони

На слици се види да се максималне вредности нормалног напона јављају у горњем делу носеће конструкције и да иако има вредност 135 MPa још увек је у граници дозвољеног за материјал челик који износи 355MPa. Материјали коришћени за израду носеће конструкције дизалице су: S235 JR, S275 J2 и S355 J2. За израду делова платформе коришћена је и тврда пластика PC/ABS.

11. Закључак

Брза индустријализација и развој градова наметнула је и све већи број аутомобила и других превозних средстава. Један од највећих проблема за функционисање градова је мали број паркиралишта за возила. У данашње време не постоји град који није суочен са тим проблемима.

Данас се је тешко замислити нормално функционисање човека без коришћења возила, како за обављање свакодневних потреба тако и за посао. Због повећања броја возила јавила се потреба за изградњом паркинг система.

Паркиралишта имају улогу да обезбеде сигурно и уредно паркирање возила. Могу да буду различитих типова, од једноставних обележених површина, па све до сложених система за паркирање. Примена ових система је разноврсна. Ови системи су нашли примену за канцеларије, стамбене куће, станове, хотеле, јавне и приватне паркинг просторе, изнајмљиваче аутомобила и продавце аутомобила, како за унутрашњу тако и за спољашњу употребу.

У пракси се примењују паркинг системи који служе за складиштење два возила који могу да буду зависни и независни, како надземни тако и комбиновани системи са подземним делом. Затим постоје и системи за складиштење три, евентуално четири возила који такође могу да буду зависни и независни, надземни и комбиновани, али и потпуно подземни.

Поред ових типова паркинг система постоје и сложенији типови са доста већим капацитетом места, али и већим димензијама. У ову групу система спадају такозвани Puzzle системи, Rotary системи и аутоматизовани паркинг системи.

На основу постојећих решења и анализирањем њихових предности и мана дошло се на идеју да се конструише механички систем за паркирање два возила. Водећи рачуна о потребама корисника, димензијама возила и сигурношћу пажљиво је урађен избор елемената конструкције, урађен прорачун свих битних делова и одрађена анализа стабилности, а све у циљу што веће функционалности.

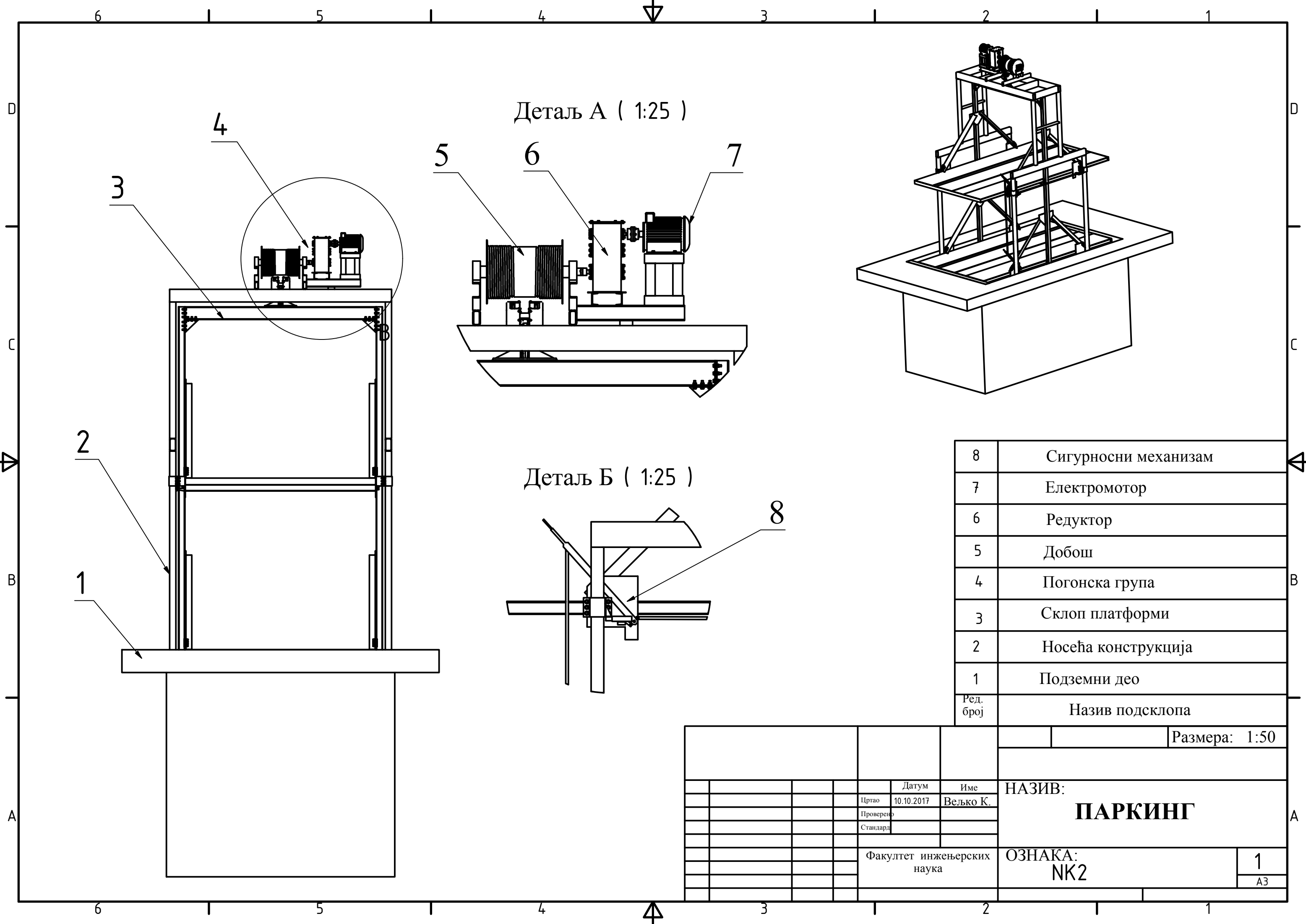
При статичкој анализи оптерећења урађеној у програмском пакету Autodesk Inventor приказана су најкритичнија места у којима се јављају највећа померања, али и дата могућа решења за отклањање проблема која се могу јавити.

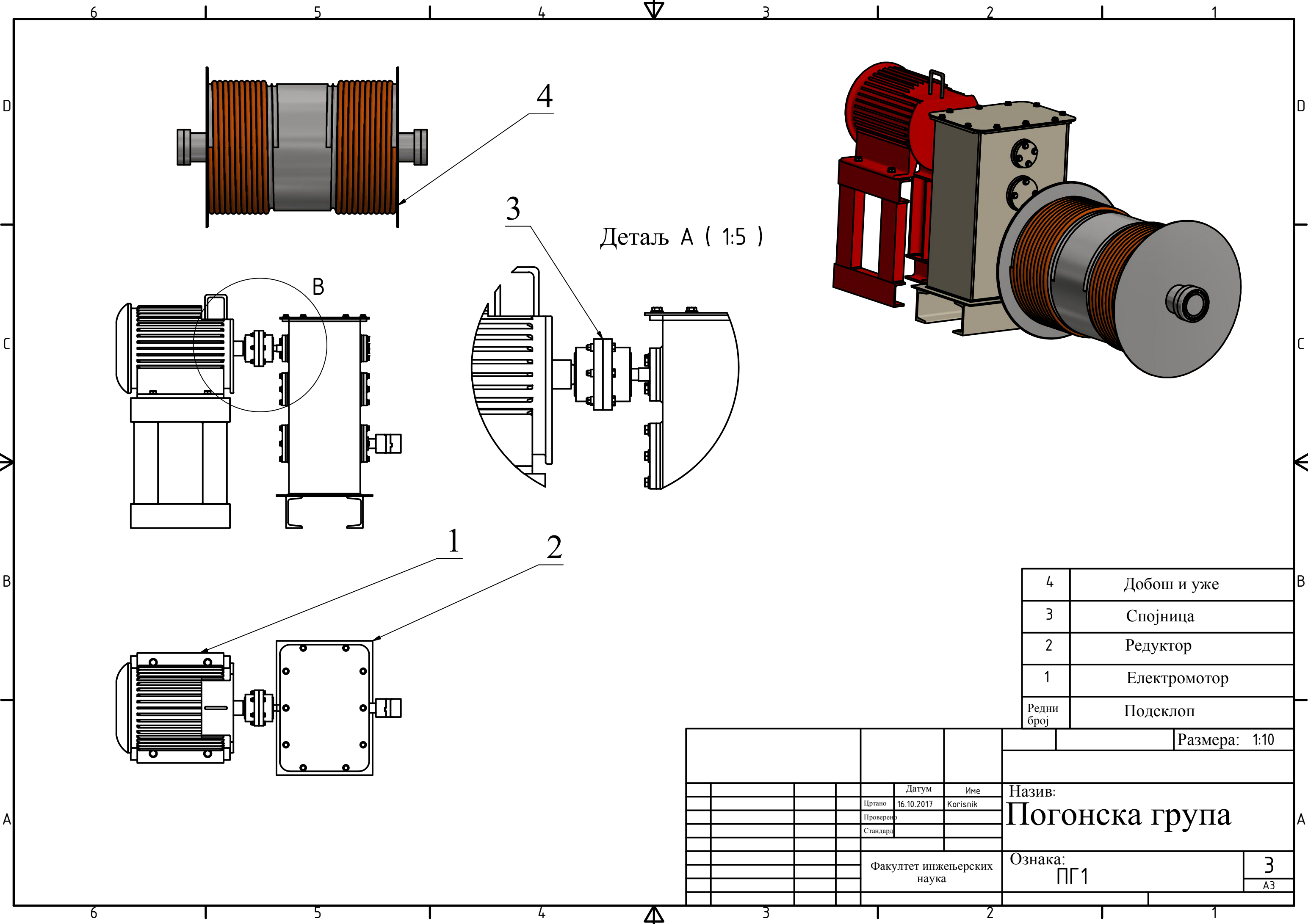
12. Литература

- [1] Katopark, <http://www.katopark.com/index.htm>, приступљено 25.7.2017. г.
- [2] Techno Team System, <http://tts.rs/zavisni-sistemi/3-4-heigh-sistemi/>, приступљено 25.7.2017. г.
- [3] Pinterest, <https://www.pinterest.com/pin/259871840976703011/>, приступљено 25.7.2017. г.
- [4] Parking system solutions, <http://www.parkingsystemsolutions.com/rotary/>, приступљено 25.7.2017. г.
- [5] Pinterest, <https://www.pinterest.com/pin/344243965247043302/>, приступљено 5.8.2017. г.
- [6] Ненад М., Приручник за израду пројектног задатка из предмета Основи транспортних машина.
- [7] Lampone wires & tools, http://www.lampone.rs/visokouglenicni_program.html, приступљено 5.8.2017. г.
- [8] Вера Н., Машински елементи, Машински факултет у Крагујевцу, 2004.
- [9] Ружица Н., Јелена В., Весна М., Металне конструкције, Збирка решених задатака, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, 2013.
- [10] Siemens, http://w3app.siemens.com/mcms/infocenter/dokumentencenter/md/Documentsu20Catalogs/MD20.1_Zahnradgetriebe_Gr_3-22.pdf, приступљено 9.10.2017. г.
- [11] АТВ SEVER, <http://sever.rs/dow/files/IE213EN.pdf>, приступљено 9.10.2017. г.
- [12] Ружица Н., Весна М., Металне конструкције, Приручник за прорачуне, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац 1998.
- [13] Tablice standardnih valjanih profila, http://rc5.gaf.ni.ac.rs/dec/mehanika/homes/mehanika/Otpornost%20materijala%20I%20Gradjevinarstvo/Tabliceprofila_EC.pdf, приступљено 30.9.2017. г.
- [14] SLOGA METAL MANUFACTURING, <http://www.slogametal.com/ProdajniProgram/ToploValjaniRebrastiLimovi.html>, приступљено 5.9.2017. г.
- [15] QINGDAO SHITAI MAOYUAN TRADING CO.,LTD, <http://www.my-autoparking.com/sale-8226591-mini-car-elevator-parking-systems-cantilever-garage-system-car-garage-lift-for-basement.html>, приступљено 9.10.2017. г.

- [16] Indiamart, <https://dir.indiamart.com/thane/stacked-parking-systems.html> ,
приступљено 9.10.2017. г.
- [17] Bizoo, <https://www.bizoo.ro/firma/parkingexperts/vanzare/1511387/sisteme-parcare-automate> , приступљено 9.10.2017. г.
- [18] Indiamart, <https://www.indiamart.com/amitengineering-ahmedabad/multilevel-car-parking-system.html> , приступљено 9.10.2017. г.
- [19] Indiamart, <https://www.indiamart.com/arihantparkingsystems/puzzle-parking-system.html>, приступљено 9.10.2017. г.
- [20] Sieger Parking, <https://goo.gl/wgFrpg> , приступљено 9.10.2017. г.
- [21] CityParking, <http://www.cipark.ru/parkings/avtomaticheskie/translator> ,
приступљено 9.10.2017. г.
- [22] Indiamart, <https://www.indiamart.com/proddetail/cylinder-parking-system-9887153255.html>, приступљено 9.10.2017. г.
- [23] Indiamart, <https://www.indiamart.com/globalengineersbengaluru/automatic-car-parking-system.html>, приступљено 9.10.2017. г.
- [24] Egypsaparking, <http://www.egypsaparking.com/products/>, приступљено 9.10.2017. г.
- [25] Strongman tools LTD, <http://sm-t.co.uk/product/rotary-parking-system/> ,
приступљено 9.10.2017. г.

ПРИЛОГ





4	Добош и уже
3	Спојница
2	Редуктор
1	Електромотор
Редни број	Подсклоп

			Размера: 1:10	
			Назив:	
			Погонска група	
			Ознака:	
			ПГ1	
			3	
			А3	