

**Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу**



**Назив студијског програма: Машинско инжењерство**

**Ниво студија: Основне академске студије**

**Модул: Машинске конструкције и механизација**

**Предмет: Основи транспортних машина**

**Број индекса: 40/2015**

**Никола М. Микуљевић**

**Примена конзолних дизалица при  
унутрашњем транспорту терета  
завршни рад**

**Комисија за преглед и одбрану:**

Датум одбране: \_\_\_\_\_

1. **др Ненад Милорадовић, ванр. проф.-ментор**

Оцена: \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

## Примена конзолних дизалица при унутрашњем транспорту терета

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

- Истакне улогу и област примене конзолних дизалица при унутрашњем транспорту терета.
- Прикаже кратак осврт на историјски развој конзолних дизалица.
- Наведе и опише општу класификацију конзолних дизалица и истакне њихове главне карактеристике.
- За изабрани тип конзолне дизалице прикаже принцип прорачуна и за дефинисану носивост и висину дизања терета уради конкретан рачунски пример.

Препоручена литература:

- [1] Д. Острић, С. Тошић, Дизалице, Машински факултет, Центар за механизацију, Београд, 2005.
- [2] Д. Острић, Дизалице, Машински факултет, Београд, 1992.
- [3] Р. Мијајловић, З. Маринковић, М. Јовановић, Транспортне машине - Практикум, Ниш, 1988.

Крагујевац, 05. 03. 2018.

Ментор:

Др Ненад Милорадовић, ванр. проф.

**Садржај:**

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| 1. Увод.....                                             | 1  |
| 2. Унутрашњи транспорт.....                              | 3  |
| 2.1 Улога транспорта у индустрији.....                   | 3  |
| 2.2 Средства за непрекидни (континуални) транспорт ..... | 5  |
| 2.3 Средства за прекидни (циклични) транспорт .....      | 7  |
| 3. Дизалице.....                                         | 8  |
| 3.1 Историјски развој дизалица .....                     | 8  |
| 4. Општа класификација конзолних дизалица.....           | 13 |
| 4.1 Зидне конзолне дизалице .....                        | 15 |
| 4.2 Конструкције зидних конзолних дизалица.....          | 15 |
| 4.3 Стубне конзолне дизалице .....                       | 17 |
| 4.4 Конструкције стубних конзолних дизалица.....         | 20 |
| 5. Принцип прорачуна зидних конзолних дизалица.....      | 23 |
| 6. Пример прорачуна конзолне дизалице.....               | 30 |
| 7. Закључак.....                                         | 33 |
| 8. Литература .....                                      | 34 |

### **Резиме:**

У оквиру овог рада дат је кратак преглед примене дизалица у унутрашњем транспорту, њихових функција и карактеристика. Опширније је описан унутрашњи транспорт, начин вршења унутрашњег транспорта кроз средства за прекидни и непрекидни унутрашњи транспорт. Део рада се односи на кратак осврт на историјски настанак дизалица. Детаљно су приказане главне карактеристике конструкција зидних конзолних дизалица. Посебан осврт дат је на врсту, конструкцију и прорачун одређених типова зидних и стубних конзолних дизалица. За изабрану конкретну концепцију конзолне дизалице, спроведен је одговарајући прорачун.

**Кључне речи:** дизалица, унутрашњи транспорт, конзолна дизалица.

### **Summary:**

Within this paper, a brief overview of the application of cranes in internal transport, their functions and characteristics is given. More details on the internal transport, the method of carrying out internal transport by means of interrupted and continuous internal transport are described. Part of the paper refers to a brief overview of the history of the cranes. The main characteristics of the construction of the wall-mounted cranes are presented in detail. Special attention is given to the classification, design and calculation of certain types of wall-mounted and jib cranes. An appropriate calculation of selected specific concept of the jib crane was done.

**Keywords:** crane, internal transport, jib cranes.

## 1. Увод

Током настанка и развоја многих цивилизација била је присутна потреба за применом различитих дизаличних и транспортних уређаја и машина. У почетку су то биле примитивне направе које су се касније системски усавршавале тако да је сада, у савременом добу, незамисливо функционисање било које индустрије без одговарајућих дизаличних уређаја [1].

Укупан развој технике допринео је да се истовремено убрза и развој дизалично - транспортне механизације, па су ове машине саставни део готово сваког постројења и индустријских хала у оквиру унутрашњег транспорта терета.

Манипулација теретом одвија у оквиру радног простора дуж све три координатне осе. Управљање теретом односно дизаличним радним механизмима остварује се преко аутоматских команди које су једноставне за коришћење. Поједине дизалице имају могућност комплетног померања конструкције по шинама, што представља велику предност при транспорту терета великих маса. С обзиром на разноврсну област примене развијени су различити типови дизалица. У примени су општи типови дизалица стандардних карактеристика, док су за одређене услова рада развијене специјалне дизалице.

Генерално, дизаличне машине се користе у областима као што су:

- производни погони у индустријским постројењима,
- алатнице и производне хале,
- грађевина и архитектура,
- железница и водени саобраћај,
- прехрамбена индустрија,
- бродоградња,
- авио индустрија итд.

Према начину рада све транспортне машине се могу разврстати у две основне групе:

- а) Транспортне машине са прекидним односно периодичним радом,
- б) Транспортне машине са непрекидним или континуалним радом.

Машины са периодичним радом обављају транспорт материјала у циклусима. Карактерише их широка област примене и могућност прилагођавања носеће конструкције радним захтевима. У пракси се најчешће срећу: мосне, порталне, полупорталне, конзолне, рамне, грађевинске дизалице, итд. Све наведене дизалице могу бити изведене као покретне и стационарне. У случају стационарних, дизалица се ослања и везује за темељ, зид, или непокретну конструкцију. Покретне дизалице имају ограничену могућност кретања дуж шинских стаза или су у примени одговарајуће платформе са пнеуматичима или гусеницама. Дизалице имају примену у свим фазама транспорта као што су: утовар, истовар, померање, претовар, паковање, монтирање итд.

У оквиру овог завршног раду детаљно су описане и приказане конзолне дизалице (зидне и стубне), наведена је њихова конструкција, начин извођења и примена у индустрији. Основна подела конзолних дизалица је на стубне и зидне. Стубне дизалице су погодне за постављање испод великих мосних дизалица, где могу да опслужују неколико радних места. У оквиру унутрашњег транспорта могу да раде у сарадњи са другим дизалицама на местима као што су утоварни магацини или у машинским и монтажним халама (слика 1.1).



**Слика 1.1** Стубна конзолна дизалица [2]

Зидне дизалице (слика 1.2) су најекономичније средство за индивидуалну употребу у радионицама. Могу бити постављене дуж зидова, на плафону или као додатак кровној дизалици. Два кључна захтева морају бити испуњена при монтажи и коришћењу конзолних дизалица:

1. Структурно адекватан зид или стуб који подржава и носи дизалицу,
2. Довољно растојање између конзоле (стреле) и плафона хале.



**Слика 1.2** Зидна конзолна дизалица[2]

Главни делови дизалице су: механизам за дизање терета, механизам за кретање дизалице, главни носач по коме се крећу колица, зидни носач [2].

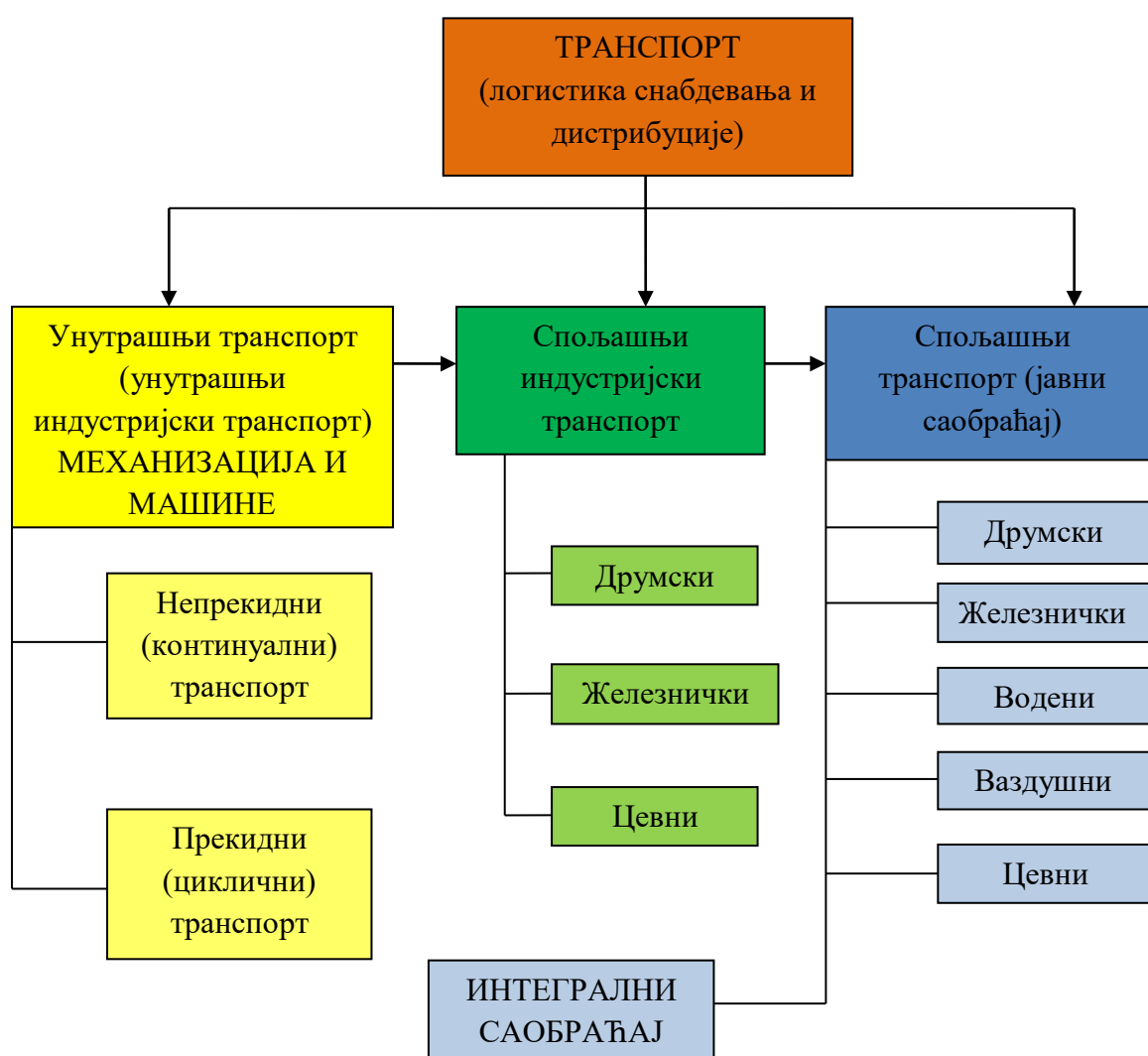
## 2. Унутрашњи транспорт

### 2.1 Улога транспорта у индустрији

Унутрашњи транспорт представља пренос предмета рада, средстава за рад у самој производњи, тј у оквиру производног предузећа [3]. Најчешће се остварује од улазног складишта до погона, затим унутар и између погона и од погона до складишта.

Генерално, у оквиру процеса снабдевања и дистрибуције транспорт се састоји из више међусобно повезаних система (приказаних на слици 2.1):

- унутрашњи транспорт (међуоперацијски транспорт или унутрашњи индустријски транспорт),
- спољашњи индустријски транспорт и
- спољашњи транспорт (јавни саобраћај).



Слика 2.1 Основна подела транспорта у процесу снабдевања и дистрибуције

Неопходну међусобну повезаност набавке, магацина, производње, складиштења и дистрибуције до корисника није могуће остварити без адекватне примене ова три система.

Спољашњи транспорт представља премештање материјала, путника и робе на већим растојањима. Машине којима се обавља спољашњи транспорт су моторна (друмска возила), железничка (шинска) возила, бродови и авиони за превоз терета и људства. Овај вид транспорта може бити излазни и улазни. У индустријском систему, овим транспортом најчешће се обавља допремање сировина и материјала, транспорт средстава за рад и одвожење робе и готових производа до места потрошње.

Спољашњи индустријски транспорт је врста јавног транспорта (углавном друмски и железнички саобраћај, као и цевни транспорт) и он има задатак да обезбеди везу између фабрика и постројења са јавним транспортом и саобраћајем. У јавни транспорт спадају друмски, авионски, железнички, водени и комбиновани саобраћај.

Важна је разлика између спољашњег јавног транспорта и између спољашњег индустријског транспорта. Она се односи на то да је индустријски транспорт ограничен на простор система који опслужује и повезује унутрашњи и спољашњи (јавни) транспорт, при чему има све карактеристике јавног саобраћаја. У спољашњи индустријски транспорт спадају: средства друског саобраћаја, средства железничког саобраћаја, ређе средства воденог саобраћаја, жичаре, пнеуматски и хидраулични саобраћај.

Спољашњи индустријски транспорт нема додирних тачака са производњом и погонима производње, већ се односи само на дистрибуцију сировина и потрошних материјала до фабрике и превоз полупроизвода који се више не прерађују и финалних производа до продајних места и места дистрибуције.

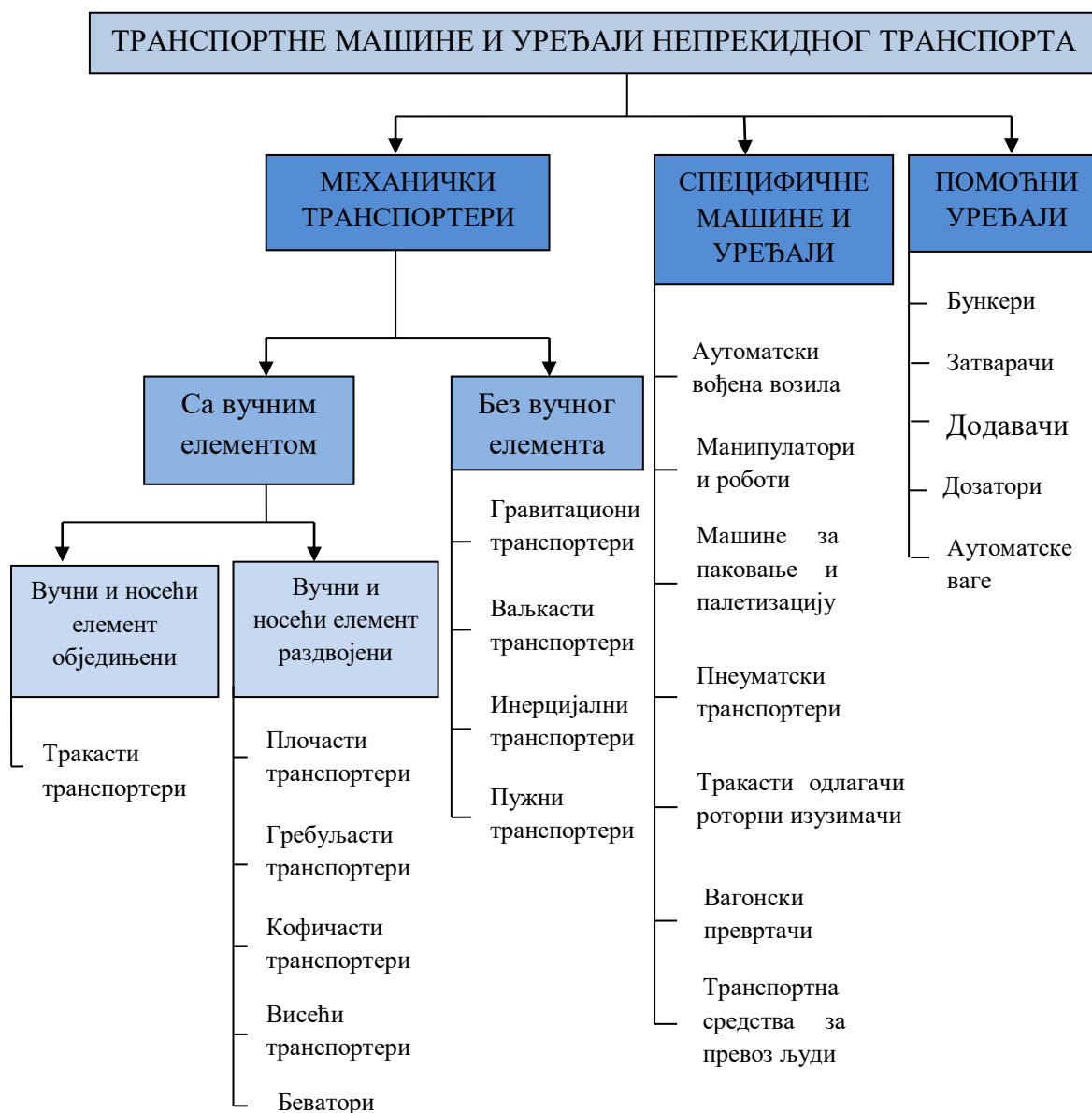
Пошто се спољашњи јавни транспорт завршава доласком до производње, а спољашњи индустријски транспорт се ту наставља јасно је да представља јасан део спољашњег јавног транспорта.

Применом стандардизације и палетног система дошло се до три типа савременог транспорта. Први је комбиновани и он подразумева транспорт истим транспортним судом, где се користе најмање два вида транспорта. Други тип је одвојени и он подразумева да се роба још једном успут претовара. Трећи тип је директни и он се односи на транспорт од врата до врата.

Смањење трошкова и времена превоза при транспорту у међуоперацијским процесима, претовару, утовару и сл. је главни задатак при избору средства за транспорт. Сва Средства за унутрашњи транспорт деле се на: средства за непрекидни (континуални транспорт) и средства за прекидни (циклични) транспорт. Постоје и помоћна транспортна средства која су значајна при повезивању спољашњег и унутрашњег транспорта, што је посебно значајно у складишним просторима.

## 2.2 Средства за непрекидни (континуални) транспорт

Средстава за непрекидни транспорт могу се груписати у више у категорија. На слици 2.2 су приказане неке значајније поделе.



Слика 2.2 Врсте средстава за непрекидни транспорт

Према локацији у односу на производни процес који опслужују, средства за непрекидни транспорт могу бити подна или да се налазе испод пода или изнад пода. Транспорт по поду се односи на средства која се крећу по поду складишта, односно производног погона. Предност је што могу да се крећу потпуно слободно или да буду везана за неку одређену линију по којој се крећу. Користе се тамо где има довољно простора за маневрисање. Ако је простор у коме се ради вишеспратан, неопходна је примена одговарајућих дизалица као вида транспорта. Зависно од масе која се превози могуће је користити различите уређаје. За масе од 1000 kg употребљавају се ручна транспортна средства. Транспортна средства на машински погон превозе робу масе 3000 kg, а превозна средства са приколицом до 15000 kg.

Средства за транспорт која су слободна су у великој предности јер нису просторно ограничена и ако стварају неку одређену сметњу врло једноставно се уклоне. Везана транспортна средства на шинама користе се за теже терете и веће раздаљине.

Транспорт испод пода, тзв. „подземни“ транспорт се одвија испод површине пода. Највећа предност је што се у производној хали или магацину не заузима никакав простор који остаје употребљив за било који други захтев. Остављен је простор за слободно кретање и складиштење и кретање радника. Овај вид транспорта има ограничену област примене. Немогуће је на овај начин опслужити машину или га користити за транспорт изван хале или постројења. Често се користи за одвожење шкарта и отпадака.

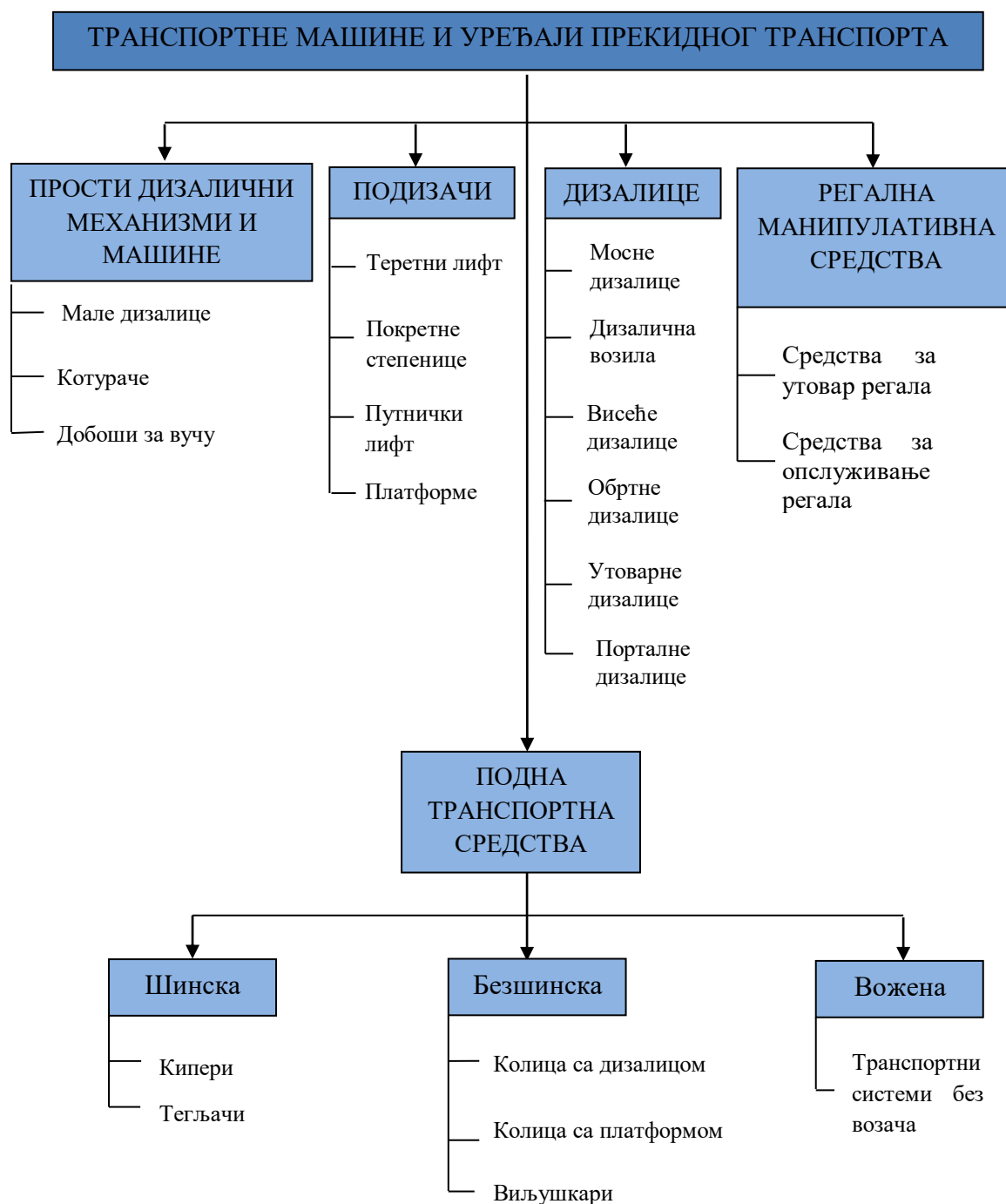
Транспорт изнад пода се одвија изнад технолошког процеса, односно изнад самих радника. На тај начин добија се слободна површина радионице за смештај машина и слободно кретање радника. Овај вид транспорта се одвија преко висећих транспортера или мосних дизалица који су ослоњени преко одговарајућих конструкција [3].

Приликом планирања помоћних транспортних средстава обавезно се води рачуна о следећем:

- најефикаснијем искоришћењу транспортног средства,
- распореду радних места,
- начину расподеле машина које опслужују радници,
- технолошком процесу производње,
- обиму производње,
- маси коју је потребно пренети
- избору транспортног средства и опреме,
- безбедности радника и заштити на раду,
- утврђивању времена потребног за транспорт,
- утврђивању броја транспортних средстава,
- трошковима унутрашњег транспорта.

## 2.3 Средства за прекидни (циклични) транспорт

Као и средства за непрекидни транспорт, тако су и средства за прекидни транспорт подељена у одређене категорије. Та подела је дата сликом 2.3 [3].



Слика 2.3 Врсте средстава за прекидни (циклични) транспорт

### 3. Дизалице

У средствима за транспорт и манипулацију са цикличним дејством, дизалице представљају групу најшире примењиваних средстава у руковању материјалима. Области примене су изузетно различите – луке, транспортни центри, сервиси, фабричке хале, радионице итд.

Конструкција дизалица зависи од њене носивости, врсте терета који се транспортује, захватних уређаја (прибора за дизање), врсте транспортног пута, начина управљања, могућности надградње итд.

Дизалично-транспортна средства су позната човеку још из далеке прошлости. Транспортна техника имала је примену у многим гранама индустрије. Савремена производна постројења снабдевена су бројним дизалицама различитих намена које раде у машинским халама, ваљаоницама, складишним просторима...

Дизалице су намењене за преношење терета у хоризонталној и вертикалној равни. Механизми који остварују жељена кретања учвршћују се на рамовима, односно посебним челичним конструкцијама које могу бити покретне или стационарне. Врло велико поље рада и различити услови примене, довели су до развоја дизалица општег карактера али и специјалних дизалица. Потребу за транспортом све већих количина материјала и робе и све сложеније технолошке захтеве морале су да прате и испуњавају и дизаличне машине. Данас нема области индустрије у којој се више или мање не примењују транспортне машине [1]:

- у индустријским халама за премештање материјала, делова, опреме,
- у ливницама са преношење одливака и материјала,
- у лукама за утовар и претовар робе,
- у грађевинарству, итд.

Транспортне машине прекидног транспорта карактерише велика разноврсност самих конструкција с обзиром на област примене и сам начин извођења. При транспорту материјала може се разликовати неколико фаза: утовар, транспорт, претовар, истовар. Ни једна од ових фаза не може да функционише без примене одговарајућих транспортних машина. [1]

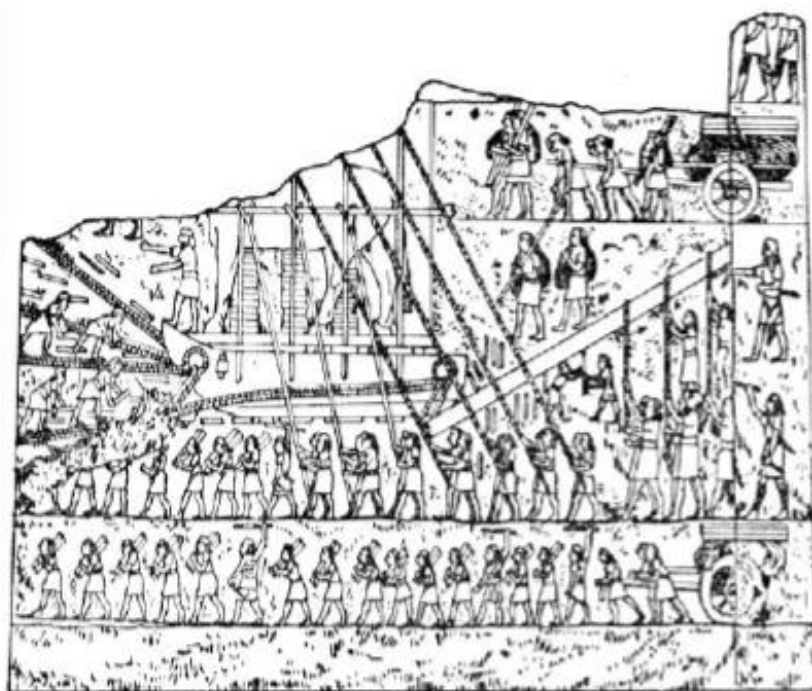
#### 3.1 Историјски развој дизалица

За целокупно време настанка цивилизације човек је себи олакшао рад и функционисање у свакој области живота. Посвећивањем пажње на област које је везана за манипулацију и померање терета тај напредак не изостаје. Код првих цивилизација које се везују за просторе данашње Кине, Египта, Месопотамије, Грчке, Асирије и Вавилонa могу се пронаћи уређаји и машине које се могу сматрати претечама данашњих дизалица.

Разлози због којих је генерално јавила људска потреба за производњом и коришћењем дизалица јесте немогућност транспорта терета великих маса и транспорт терета на одређеним висинама. На самом почетку је човек у многоме зависио од природе и његове способности да искористи природу и њене ресурсе. Развој индустрије и технике довео је човека у позицију у којој је његово функционисање немогуће без примене савремених машина и уређаја.

Темељним радом историчара и археолога дошло се до сазнања о појединим машинама и уређајима које су људи некада користили. Пренос терета великих маса је основни разлог развоја дизалица. Примену налазе и у другим областима друштва као што су грађевина, земљорадња, медицина, рударство и тд.

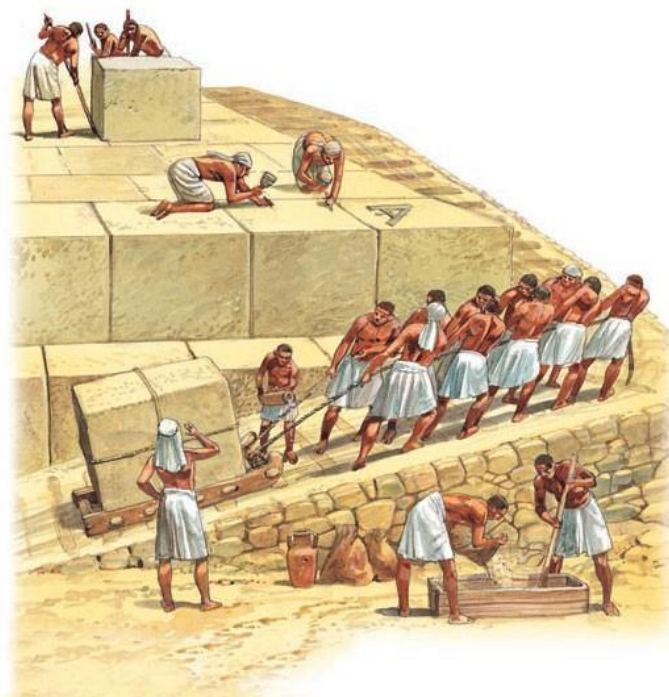
Локације на којима су у употреби биле данашње претече дизалица очуване су и могуће их је посетити и уверити се у постојање истих. Једна од таквих локација је Нинива, град у Месопотамији у коме су употребу нашли разни машински елементи као што су клинови, полуге и сл (слика 3.1). Њихова улога је била да олакшају померање земљишта дворцу Сенахериба, 705...681.год. пре н.е. [1].



**Слика3.1** Асирски барелјеф из VII век пре н.е [4]

Утицајем временских непогода и сагледавањем временске разлике сасвим је логично да је велики број уређаја и машина које су се користиле за транспорт данас немогуће пронаћи. Међутим, остали су писани документи и скице тих машина који сведоче о њиховом постојању. Документ који је пронађен у Кини између 2000-3000 хиљаде година пре нове ере на коме је могуће видети како се користи бунарски ђерам који има два повезана стуба који стоје међусобно у равнотежи као помагало за наводњавање обрадивог земљишта.

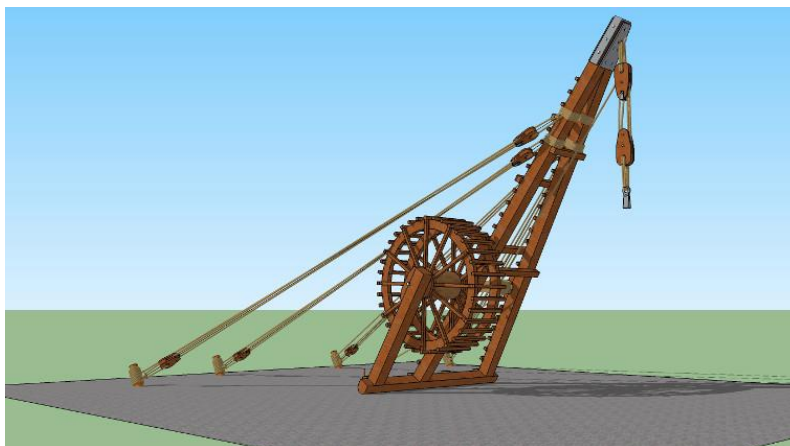
Начин изградње пирамида у Старом Египту није до данашњих дана објашњен у целости. Претпоставке су да је постојало више начина на које су Египћани подизали камене блокове на висине и до 160 метара (слика 3.2).



**Слика 3.2** Начин транспорта камених блокова за изградњу Кеопсове пирамиде [5]

На изградњи Кеопсове пирамиде у Египту радило је преко 4000 зидара који су камене блокове тежине преко 5 тона вукли преко стрмих равни до жељених висина. Изградња једне пирамиде трајале по неколико десетина година. Разлог великог трајања радова јесте велики број покушаја, који су доводили до грешака, у намери да се дође до најефикаснијег начина изградње. Људска и животињска снага, без које је било незамисливо градити, обављала је најтеже физичке послове као што су транспорт и обликовање материјала.

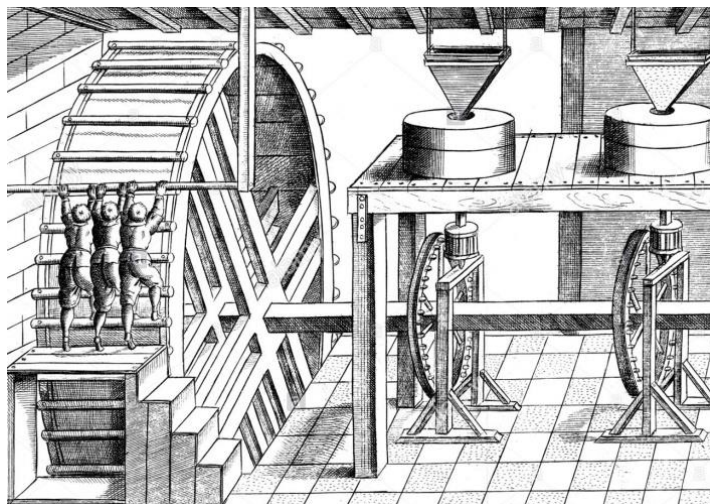
Први изум дизалице, односно витла настао је у античкој Грчкој око 530 година пре нове ере као помоћно средство за дизање терета који се користио за изградњу Архимедовог храма у Ефесу. Овај уређај је служио да се смањи број људи потребних за изградњу и да се олакша дизање. Све већом употребом ових уређаја, подизали су се све тежи и тежи терети. Интересантно је да висина појединих носећих стубова у том храму износи 90 метара (слика 3.3) [6].



**Слика 3.3** Дизалица која се користила за зидање Архимедовог храма [6]

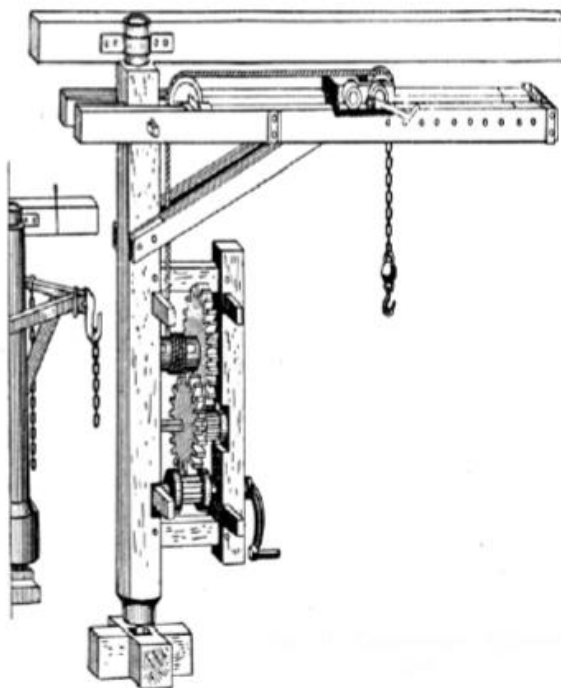
Цртежи Херона из Александрије, математичар и инжењер (10 – 75 година пре нове ере) које је он објавио у својој књизи „Механика“ сведоче о коришћењу и постојању транспортних уређаја и машина [7].

У средњем веку долази до појаве корачајућег точка у Француској 1203. године који је био погођен углавном животињском снагом, понекад и људском (слика 3.4). Коришћен је за транспорт терета и у олакшавању других људских послова [7].



**Слика 3.4** *Котрљајући точак примењен у млиновима [7]*

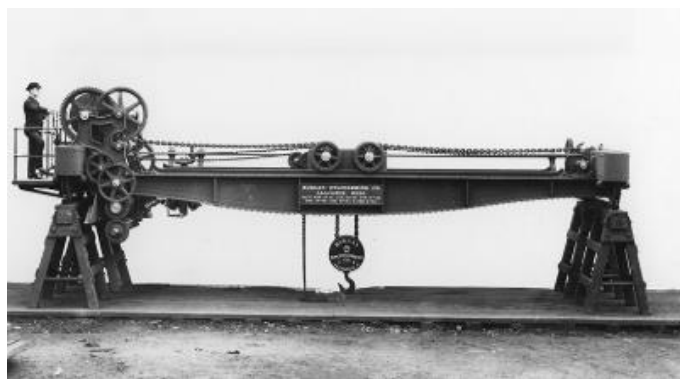
Георг Агрикола (1494-1555) је проналазач немачког порекла који је у својим радовима дао једну од првих скица стубне конзолне дизалице. Иако је по занимању био лекар, његова документа и записи показују интензивно повећање примене дизалица у транспорту материјала (слика 3.5) [7].



**Слика 3.5** *Један од првих приказа конзолне дизалице [7]*

Важан период за развој дизалица свако је била индустријска револуција. Нагли развој парних машина и технике довео је до веће потребе за применом дизалица, а већа потреба довела је до већег развоја. Применом парних машина развијају се дизалице на парни погон, развојем хидраулике развијају се дизалице које користе хидраулични погон и на самом крају настају дизалице које користе електрични погон. Оне се користе и данас, док се дизалице које користе неки други вид погона много мање користе. Убрзани развој у кратком временском периоду донео је прву стационарну дизалицу на парни погон. Вилијан Томсон, енглески физичар, патентирао је 1845. године прву хидрауличну дизалицу [7].

Прву мосну дизалицу која користи електрични погон у свету направила је америчка компанија „Morgan Engineering“ 1861. године. (слика 3.7). Дизалица коју је ова фирма направила 1874. године на железничкој прузи Чејена се и данас налази тамо [8].



**Слика 3.7** *Прва мосна дизалица која користи електрични погон [8]*

Настанком првих конзолних и мосних дизалица, повећаном потребом за транспортом терета на разне начине и разне висине настају и остале дизалице као што су лучке, порталне, зидне, специјалне, грађевинске, порталне, аутодизалице итд. Праћењем развоја технологије и иновација и константном применом на дизалицама дошло се до данашњег изгледа и начина функционисања савремених дизалица (слика 3.8).



**Слика 3.8** *Савремене порталне дизалице [9]*

## 4. Општа класификација конзолних дизалица

Конзолне дизалице карактерише релативно једноставна носећа конструкција умерених габарита. Доста се користе у многим производним процесима с обзором да се на лако монтирају, прихватљивих су цена а имају могућност да се брзо модификују и прилагоде новим радним условима . Разноликост при самом монтирању и везивању за жељени ослонац или подлогу су велика предност ових дизалица [7].

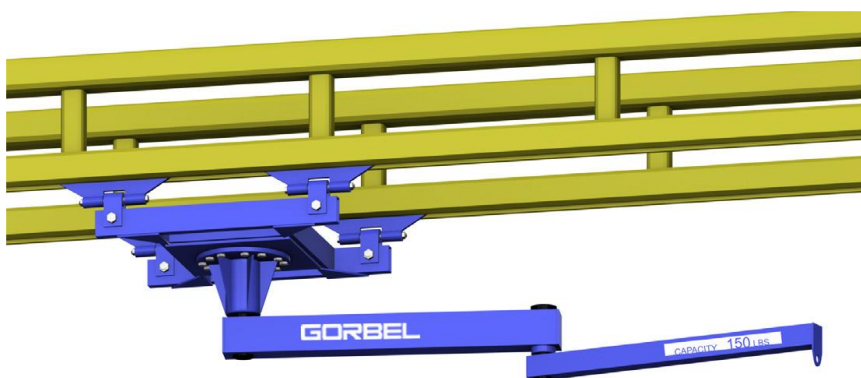
Једна од карактеристичних подела ових дизалица је на:

1. Стубна конзолна дизалица (слика 4.1);



Слика 4.1 Стубна конзолна дизалица[10]

2. Зидна конзолна дизалица (слика 4.2).



Слика 4.2 Зидна конзолна дизалица [10]

Руковање објектима направљеним у одређеним халама, припрема алата за производњу, складиштење у магацину или једноставно захтевана манипулација и транспорт терета је неопходно. Онемогућавање извршења ових послова би директно утицало на производњу и довело би до застоја. Зато је улога конзолних дизалица јако важна.

Без обзира да ли се постављају на зид или на стуб, ове дизалице су рационално решење за транспорт терета чија монтажа не захтева никакве измене у згради. Могу да раде заједно са мосним дизалицама које покривају радионицу у целини чиме се повећава укупна ефикасност сваке радне станице.

Главни недостатак конзолних типова дизалица је што се у току рада јављају хоризонталне силе које оптерећују стуб или зид на који су ослоњене. Да би се спречила било каква хаварија, потребно је уз консултације са пројектантом хале, предвидети позицију где би се налазила дизалица обратити посебну пажњу на тај део.

Носивост стубних дизалица зависи од саме конструкције и намене, али се углавном користе за носивост која се креће у границама од 1 до 6 тона. Дохват стреле је као и носивост у уској зависности од захтева и начина извођења. Стреле се могу произвести са дохватом мањих димензија све до дохвата од 6 метара.

Коришћење ових дизалица је јако једноставно и не захтева никакве специјалне обуке. Примена заштитне опреме приликом руковања је неопходна током коришћења дизалице. Радник преко контролне табле притиском на одговарајући тастер помера дизалицу према потреби. Овај вид управљања се примењује код дизалица које имају електромоторни погон. Радни простор мора да поседује слободан простор у ком ће дизалица имати довољно места за кретање без изазивања било какве хаварије и судара. У већини случајева се примењују за рад у затвореном простору, али уз специјална извођења могу се примењивати и на отвореном (слика 4.3). Могу бити изведене и у пару са неким другим типом дизалица. [4]



**Слика 4.3** Конзолна дизалица на отвореном [12]

Зависно од носеће конструкције која може бити ослоњена на подлогу на више начина могу бити различите носивости. Терет се подиже преко котура на који је намотано уже и на његовом крају се налази кука на коју се качи терет. Да би се олакшало подизање терета користе се системи котурова или одговарајуће котураче.

Омогућавањем ротације стубних дизалица око стуба ефикасност дизалице и употребљивост се значајно повећава. У већој примени су дизалице које имају могућност ротације око стуба за  $360^\circ$ , него дизалице које имају или мањи лук окретања или га немају уопште.

#### 4.1 Зидне конзолне дизалице

Изглед и конструкција зидне конзолне дизалице зависи од њене намене, начина ослањања, носивости и радних услова. На основу тога у примени су различита варијантна решења у складу са захтевима купаца.



Слика 4.4 Конзолна дизалица (поглед са стране)[13]

У пракси за подизање терета се поред челичних ужади користе и ланци. Погонски механизам је посебно прилагођен за рад са ланцем који је повезан са носећом траверзом куке. Управљање дизалицом може бити ручно, (помоћном куком) или је аутоматизовано преко командног уређаја којим управља оператер у хали.

#### 4.2 Конструкције зидних конзолних дизалица

Одређене конструкције имају могућност ротације око вертикалне осе што олакшава опслуживање, као што је проказано на слици 4.5.



Слика 4.5 Зидна конзолна дизалица серије „300“ [2]

Дизалица серије „300“ (слика 4.5) има могућност ротације за  $180^\circ$ , носивости до 5 тона. Носач и стрела направљени су од стандардних I профила који су међусобно спојени заваривањем. Монтажа је једноставна, одржавање је лако као и управљање. Помоћу посебно конструисаних елемената за везу ослоњена је и причвршћена за зид. Колица или електрично витло се померају дуж хоризонталног носача и на тај начин се остварује премештање терета.

Дизалице серије „301“ важе за најекономичније (слика 4.6). Немају никакву додатну конструкцију испод главног носача чиме се добија велики слободан простор за рад. Састоји се од стандардног I профила и садржи круту везу (шипку) као додатни ослонац. Шипка имај улогу да додатно осигура главни носач и спречи савијање и извијање носача. Везе којима се остварује обртно кретање стреле укључују чауре са мазалицама које олакшавају рад. Ротација стреле је  $200^\circ$ , носивост до 5 тона, а распон иде и до 9 метара. Висина на којој је дизалица причвршћена и ослоњена на зид је произвољна.



Слика 4.5 Зидна конзолна дизалица серије „301“ [2]

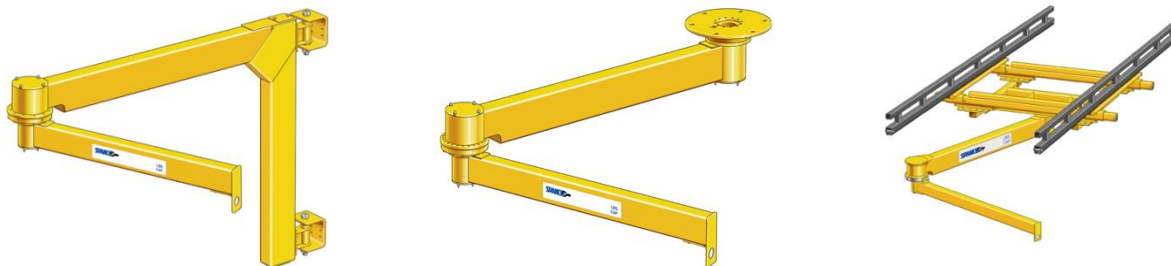


Слика 4.6 Елементи за ослањање дизалице [14]

На слици 4.6 су приказани елементи за ослањање носеће конструкције дизалице. Омогућавају везу за зид и заокретање дизалице за жељени угао. Они се добијају у склопу дизалице, не захтевају комплексну монтажу, али приликом њиховог монтирања мора да се поведе рачуна да је зид у одговарајућем стању тј. да је раван, очишћен и да његова структура може да издржи отпоре који би се јавили у носачима, као и силе које би се преносиле на сам зид.

Ограничен радни простор је представљао велики проблем за монтажу и примену зидних дизалица. У таквим радним просторима често долази до судара, опслуживање је отежано па је било потребно извршити нека побољшања. Идеално решење за такве ситуације представљају зглобне зидне конзолне дизалице (слика 4.7).

Могу подићи терете око стубова под одређеним угловима, у или испод машина и контејнера и сервисирати практично било коју тачку у радном простору [14].



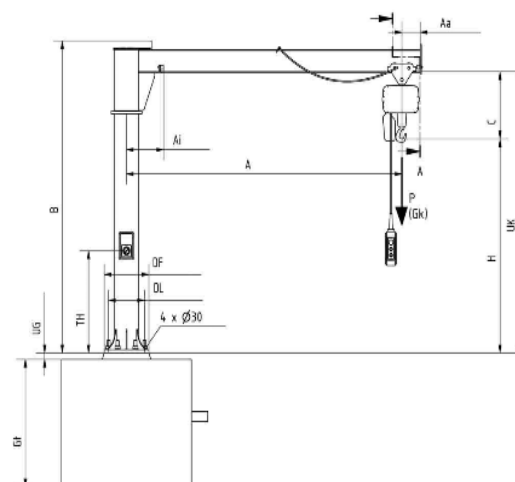
Слика 4.7 Различита извођења зглобних зидних конзолних дизалица [14]

На слици 4.7 су приказани неки начини ослањања ових типова дизалица. Најчешћи су преко елемената за везу и греде стандардног профила за носећи зид, преко одговарајуће прирубнице за плафон или применом посебне конструкције која је за висице плафонске греде везана за дизалицу.

Ротација зглоба се креће од  $270^\circ$  -  $360^\circ$ . Носивост ових дизалица се креће у великом распону од 50 до 10000 килограма, распон је од 2 до 8 метара. Пожељно је да висина на којој је дизалица монтирана не буде мања од 3 метара. Израда дизалица овог типа је комплексна, захтева пројектовање према радном простору и монтажа је сложена што са собом повлачи и велику цену [14].

### 4.3 Стубне конзолне дизалице

Стубна конзолна дизалица „PRIMUS“ (слика 4.8) има угао ротације крака од  $360^\circ$  и прикладна је за терете од 30 до 1000 kg. Може се користити при опслуживању машина, производних линија, измени алата и делова машина, при раду конвејера и покретних трака или као помоћ при раду када је потребно брзо премештање терета, а тежине више нису примерене за мануални рад. Захваљујући виткој конструкцији може се врло прецизно поставити у скучене просторе, непосредно уз машине и уређаје. Висок квалитет кугличних лежајева осигурава лагано и прецизно окретање. Стандардна изведба укључује механичке граничнике којима се може ограничити окретање дизалице и тачно одредити степен покретљивости [15].

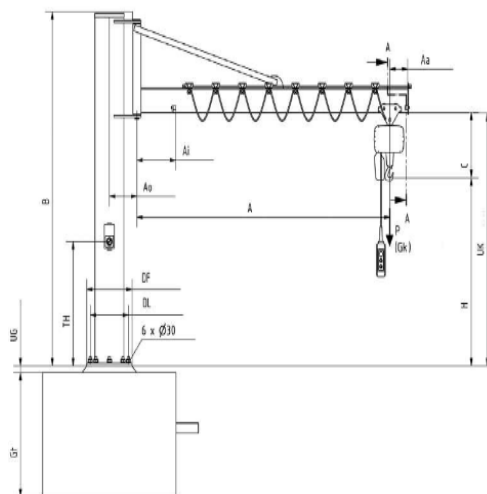


Слика 4.8 Стубна конзолна дизалица „PRIMUS“ [15]

**Табела 4.1** Димензије стубне конзолне дизалице „PRIMUS“ [15]

| Nosivost | C       | A    | B    | UK   | Ai  | Aa  | G    | Gt   | ØDF | N   |
|----------|---------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| kg       | mm      | mm   | mm   | mm   | mm  | mm  | mm   | mm   | mm  | kom |
| 125      | 395     | 2000 | 3000 | 2830 | 180 | 200 | 850  | 1000 | 340 | 4   |
| 125      | 395     | 3000 | 3000 | 2790 | 280 | 200 | 950  | 1000 | 410 | 6   |
| 125      | 395     | 4000 | 3000 | 2790 | 280 | 200 | 1050 | 1000 | 410 | 6   |
| 125      | 395     | 5000 | 3000 | 2750 | 280 | 200 | 1150 | 1000 | 410 | 6   |
| 250      | 395-415 | 2000 | 3000 | 2790 | 280 | 200 | 950  | 1000 | 410 | 6   |
| 250      | 395-415 | 3000 | 3000 | 2770 | 280 | 200 | 1100 | 1000 | 410 | 6   |
| 250      | 395-415 | 4000 | 3000 | 2770 | 370 | 200 | 1250 | 1000 | 510 | 8   |
| 250      | 395-415 | 5000 | 3000 | 2710 | 370 | 200 | 1400 | 1000 | 510 | 8   |
| 500      | 415     | 2000 | 3000 | 2770 | 280 | 250 | 1200 | 1000 | 410 | 6   |
| 500      | 415     | 3000 | 3000 | 2750 | 370 | 250 | 1400 | 1000 | 510 | 8   |
| 500      | 415     | 4000 | 3000 | 2710 | 370 | 250 | 1550 | 1000 | 510 | 8   |
| 1000     | 470     | 2000 | 3000 | 2710 | 370 | 250 | 1450 | 1000 | 510 | 8   |
| 1000     | 470     | 3000 | 3000 | 2650 | 370 | 250 | 1700 | 1000 | 510 | 8   |

Стубна конзолна дизалица „PRAKTIKUS“ (слика 4.9) има угао ротације крака од  $270^\circ$  и користи се за терете од 80 до 2000 kg. Идеална је за једноставна дизања у разним производним процесима. Крак дизалице израђен је профила лагане конструкције, а димензије стуба се могу одабрати у складу с потребама купаца. Уз ову конструкцију се могу користити и ручне и електричне дизалице с ланцем или челичним ужетом [15].

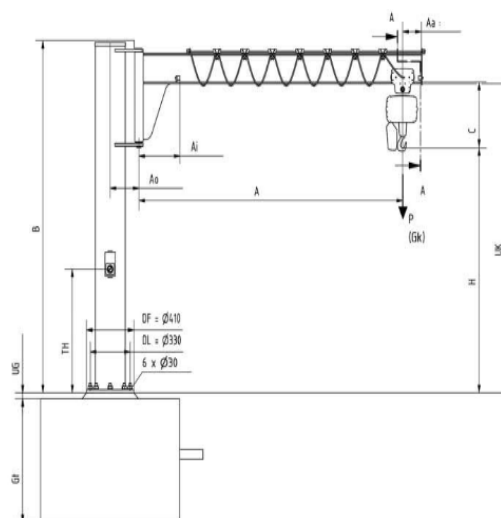


**Слика 4.9** Стубна конзолна дизалица „PRAKTIKUS“ [15]

**Табела 5.2** Димензије стубне конзолне дизалице „PRAKTIKUS“ [15]

| Nosivost | C       | A    | B    | UK   | Ai  | Aa  | G    | Gt   | ØDF | N   |
|----------|---------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| kg       | mm      | mm   | mm   | mm   | mm  | mm  | mm   | mm   | mm  | kom |
| 125      | 375-415 | 2000 | 3000 | 2210 | 370 | 160 | 800  | 1000 | 410 | 6   |
| 125      | 375-415 | 3000 | 3000 | 2210 | 370 | 160 | 900  | 1000 | 410 | 6   |
| 125      | 375-415 | 4000 | 3000 | 2210 | 370 | 160 | 1000 | 1000 | 410 | 6   |
| 125      | 375-415 | 5000 | 3000 | 2210 | 370 | 160 | 1100 | 1000 | 410 | 6   |
| 250      | 375-435 | 2000 | 3000 | 2210 | 370 | 160 | 900  | 1000 | 410 | 6   |
| 250      | 375-435 | 3000 | 3000 | 2210 | 370 | 160 | 1050 | 1000 | 410 | 6   |
| 250      | 375-435 | 4000 | 3000 | 2210 | 370 | 160 | 1200 | 1000 | 410 | 6   |
| 250      | 375-435 | 5000 | 3000 | 2210 | 430 | 160 | 1300 | 1000 | 410 | 6   |
| 500      | 395-435 | 2000 | 3000 | 2210 | 370 | 160 | 1100 | 1000 | 410 | 6   |
| 500      | 395-435 | 3000 | 3000 | 2210 | 430 | 160 | 1300 | 1000 | 410 | 6   |
| 500      | 395-435 | 4000 | 3000 | 2210 | 430 | 160 | 1450 | 1000 | 510 | 8   |
| 500      | 395-435 | 5000 | 3000 | 2210 | 430 | 200 | 1600 | 1000 | 510 | 8   |
| 1000     | 435-470 | 2000 | 3000 | 2210 | 430 | 160 | 1350 | 1000 | 410 | 6   |
| 1000     | 435-470 | 3000 | 3000 | 2210 | 430 | 200 | 1600 | 1000 | 510 | 8   |
| 1000     | 435-470 | 4000 | 3000 | 2210 | 430 | 200 | 1750 | 1000 | 510 | 8   |
| 2000     | 570-650 | 2000 | 3000 | 1740 | 530 | 250 | 1750 | 1000 | 610 | 8   |

Стубна конзолна дизалица „ASSISTENT“ (слика 4.10) има угао ротације крака од 270° и прикладна је за терете од 80 до 2000 kg. Овај тип је прикладан за употребу у скученим, ниским затвореним просторима али се може користити и на отвореном. Стуб дизалице се бира у складу с потребама и могућностима простора у којој се користи. У зависности од носивости, дужина крака може бити до 10 метара, што омогућава велику покривеност радног простора.[15]



**Слика 4.10** Стубна конзолна дизалица „ASSISTENT“ [16]

**Табела 5.3** Димензије стубне конзолне дизалице „ASSISTENT“ [16]

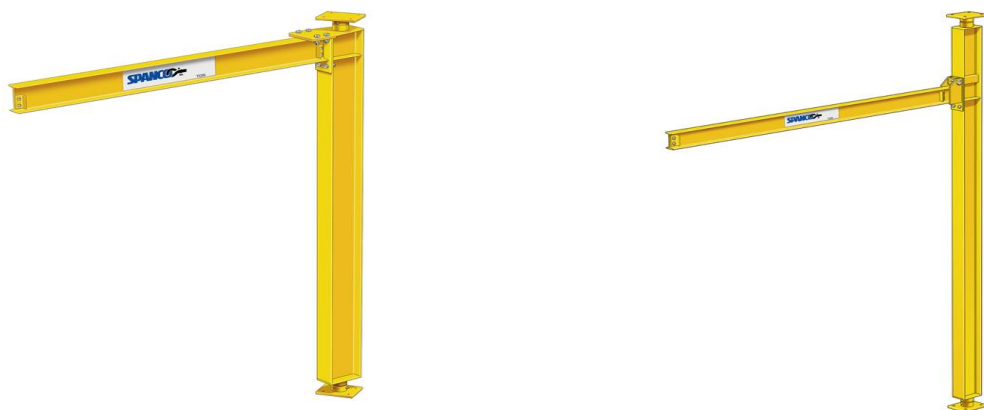
| Nosivost | C       | A    | B    | UK   | Ai  | Aa  | G    | Gt   | ØDF | N   |
|----------|---------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|-----|
| kg       | mm      | mm   | mm   | mm   | mm  | mm  | mm   | mm   | mm  | kom |
| 125      | 370-390 | 2000 | 3000 | 2710 | 370 | 200 | 850  | 1000 | 410 | 6   |
| 125      | 370-390 | 3000 | 3000 | 2710 | 370 | 200 | 950  | 1000 | 410 | 6   |
| 125      | 370-390 | 4000 | 3000 | 2710 | 370 | 200 | 1100 | 1000 | 410 | 6   |
| 125      | 370-390 | 5000 | 3000 | 2710 | 370 | 200 | 1100 | 1000 | 410 | 6   |
| 250      | 370-390 | 2000 | 3000 | 2710 | 370 | 200 | 950  | 1000 | 410 | 6   |
| 250      | 370-390 | 3000 | 3000 | 2710 | 370 | 200 | 1050 | 1000 | 410 | 6   |
| 250      | 370-390 | 4000 | 3000 | 2655 | 430 | 200 | 1250 | 1000 | 510 | 8   |
| 250      | 370-390 | 5000 | 3000 | 2655 | 430 | 200 | 1350 | 1000 | 510 | 8   |
| 500      | 370-410 | 2000 | 3000 | 2710 | 370 | 200 | 1100 | 1000 | 410 | 6   |
| 500      | 370-410 | 3000 | 3000 | 2655 | 430 | 200 | 1300 | 1000 | 510 | 8   |
| 500      | 370-410 | 4000 | 3000 | 2655 | 430 | 200 | 1450 | 1000 | 510 | 8   |
| 500      | 370-410 | 5000 | 3000 | 2555 | 550 | 250 | 1600 | 1000 | 610 | 8   |
| 1000     | 420-460 | 2000 | 3000 | 2655 | 430 | 200 | 1400 | 1000 | 510 | 8   |
| 1000     | 420-460 | 3000 | 3000 | 2655 | 430 | 200 | 1600 | 1000 | 510 | 8   |
| 1000     | 420-460 | 4000 | 3000 | 2555 | 550 | 250 | 1800 | 1000 | 610 | 8   |
| 2000     | 570-585 | 2000 | 3000 | 2630 | 740 | 250 | 1650 | 1000 | 510 | 8   |
| 2000     | 570-585 | 3000 | 3000 | 2630 | 820 | 250 | 1950 | 1000 | 610 | 8   |
| 2000     | 570-585 | 4000 | 3000 | 2570 | 915 | 250 | 2200 | 1000 | 710 | 12  |

#### 4.4 Конструкције стубних конзолних дизалица

Стандардни I профил је основни елемент који се користи за израду стуба и стреле ових дизалица. Носивости су до 5 тона, а специјалне варијанте и до 10 тона. Ротација око вертикалне осе могућа је за пун круг. Померање стреле дуж осе ротације је додатна предност ових дизалица која захтева специјалну монтажу. На слици 4.11 су приказане дизалице серије „200“ и „201“ пружају потпуну ротацију од 360° док елиминишу трошкове специјалног темеља, који може коштати више од дизалице.

Као нижа трошкова алтернатива нуди се да се дизалице изведу причвршћене за под који не захтева никакву специјалну припрему, већ је стандардни армирани бетон.

Постоји више начина везивања дизалице за под (слика 4.12). Дизалица може бити у темељу што представља најједноставнији начин или преко одговарајуће плоче, која је ојачана ребрима, на одговарајући начин причвршћена за под.



**Слика 4.11** Стубне дизалице серије „200“ и „201“ [17]



**Слика 4.12** Начини везивања стуба дизалице за под [17]

Овај вид конструкција може се монтирати на отвореном или у затвореним радним просторима. Могуће је покренути дизалицу са ручним окретањем или моторним погоном. Уколико је ручно окретање дизалице отежано или немогуће (због тежине терета или неприступачности), могуће је уградити електромоторни погон за покретање носеће конзоле дизалице.

Монтажа на већ постојећу бетонску подлогу је врло честа у пракси. Ако је на месту монтаже квалитетно изведена бетонска подлога коју је тешко мењати, могуће је у зависности од носивости и дужине крака постављање дизалице помоћу вијака и одговарајућих везних елемената.

Мобилна верзија дизалице представља велику предност при унутрашњем транспорту терета. Уколико постоји потреба да се једна дизалица користи на више места, могуће је применити мобилну конструкцију дизалице са противтегом. Оваква конструкција се можете померати од једног до другог радног места, у складу са потребама[15].

Екстремно велика носивост је један од захтева који захтевају специјалну припрему. У пракси се користе стубне конзолне дизалице за дизање екстремно тешких терета. Уколико је стубна конзолна дизалица идеално решење, могуће је применити конструкције до 8000 kg носивости уз дужину крака од 20 m или 20.000 kg са краком од 12 m (слика 4.12).



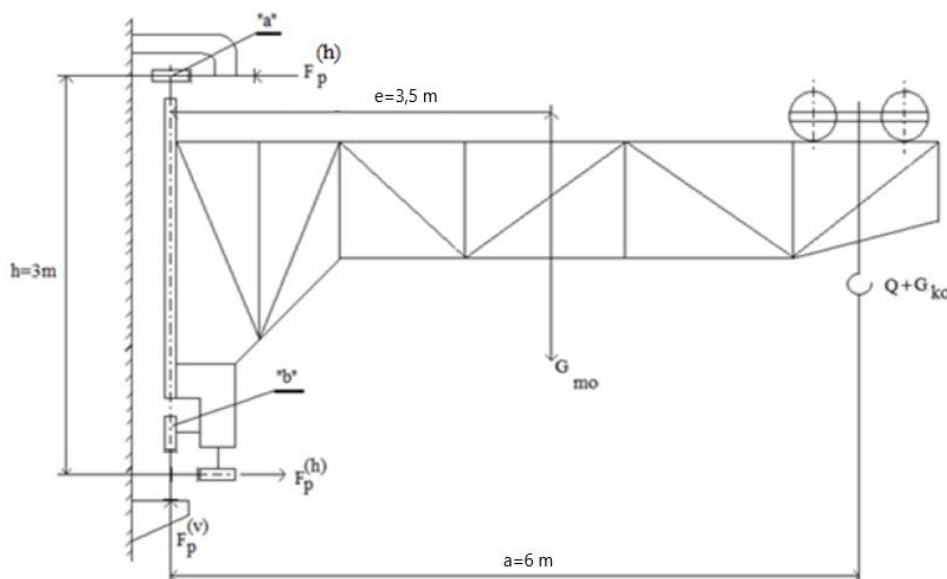
**Слика 4.13** Конзолне дизалице великих носивости[15]

## Примена конзолних дизалица при унутрашњем транспорту терета

Зглобна изведба крака омогућује померање терета у више праваца, али захтева посебну конструкцију и начин извођења. Зглобни крак је посебно погодан при измени делова и алата на машинама или за опслуживање машина за обраду. Овим решењем је могуће поставити терет чак и у унутрашњост машине. Оваква конструкција дизалице је практична и за уске радне просторе, где друге машине, предмети или облик просторије онемогућавају употребу стандардних кракова стубне конзолне дизалице.

## 5. Принцип прорачуна зидних конзолних дизалица

Шема стандардне зидне конзолне дизалице приказана је на слици 5.1. Дизалица има четири хоризонтална точка „a“ и два вертикална „b“ који јој омогућавају транслаторно кретање дуж дизаличне стазе. У овом случају погонски се остварује преко вертикалних точкова. Дуж конзоле се крећу колица која носе терет, док се дизање и спуштање врши механизмом за дизање који је смештен на колицима [7].



Слика 5.1 Шема конзолне дизалице [7]

За конкретну дизалицу могуће је одредити вредности реакција ослонаца:

$$F_p^{(v)} = \frac{1}{2} (G_{ko} + G_{mo} + Q) \quad (5.1)$$

$$F_p^{(h)} = \frac{1}{2 \cdot h} [(Q + G_{ko}) \cdot a + G_{mo} \cdot e] \quad (5.2)$$

Ознаке на слици 5.1 су:

- $F_p^{(v)}$  - вертикални притисак на један вертикални тачак,
- $F_p^{(h)}$  - хоризонтални притисак на један хоризонтални тачак,
- $G_{ko}$  - тежина колица;
- $Q$  - корисни терет (носивост);
- $G_{mo}$  - тежина моста дизалице.

Отпори при стационарном кретању дизалице су:

$$F_w = F_w^{(v)} + F_w^{(h)} \quad (5.3)$$

$F_w^{(v)}$  - отпори вертикалних точкова,

$F_w^{(h)}$  - отпори хоризонталних точкова,

$$F_w^{(v)} = 2 \cdot F_p^{(v)} \left( \mu \cdot \frac{d_v}{D_v} + \frac{2 \cdot f}{D_v} \right) \quad (5.4)$$

$$F_w^{(h)} = 4 \cdot F_p^{(h)} \left( \mu \cdot \frac{d_h}{D_h} + \frac{2 \cdot f}{D_h} \right) \quad (5.5)$$

Коначно се добија:

$$F_w = \frac{2}{h} [(Q + G_{ko}) \cdot a + G_{mo} e] \cdot \left( \mu \cdot \frac{d_h}{D_h} + \frac{2 \cdot f}{D_h} \right) + (G_{ko} + G_{mo} + Q) \cdot \left( \mu \cdot \frac{d_v}{D_v} + \frac{2 \cdot f}{D_v} \right) \quad (5.6)$$

Снага погонског електромотора одређује се према:

$$P = \frac{F_w \cdot v}{\eta}, W - \text{снага електромотора} \quad (5.7)$$

$$i = \frac{n_m}{n_t}, \text{ преносни однос механизма;}$$

$$v = \frac{D \cdot n_t \cdot \pi}{60}, \frac{m}{s} - \text{брзина транслаторног кретања.}$$

где су:

$D_v, cm$  - пречник вертикалног точка;

$D_h, cm$  - пречник хоризонталног точка;

$d_v, cm$  - пречник осовинице вертикалног точка;

$d_h, cm$  - пречник осовинице хоризонталног точка;

$F_w, N$  - статички отпор кретања;

$f = 0,05$  - коефицијент трења котрљања точка по шини;

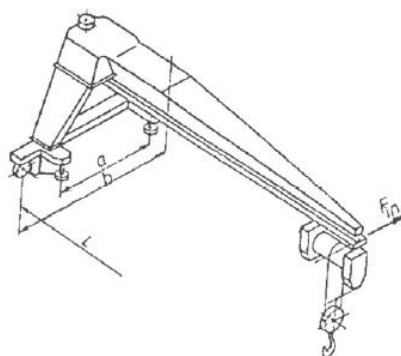
$n_m, min^{-1}$  - број обртаја електромотора;

$n_t, min^{-1}$  - број обртаја вертикалног точка;

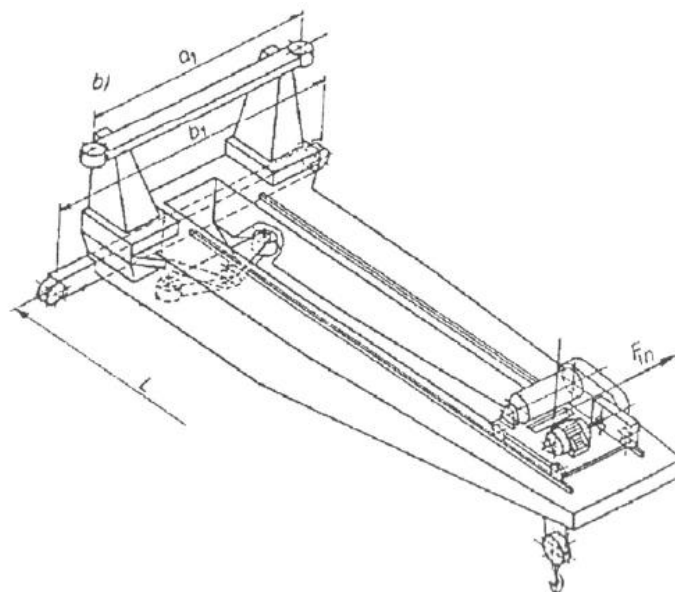
$v, \frac{m}{s}$  - брзина транслаторног кретања;

$\eta$  - степен корисности механизма.

На слици 5.2 су приказане могуће конструкција конзолне дизалице.



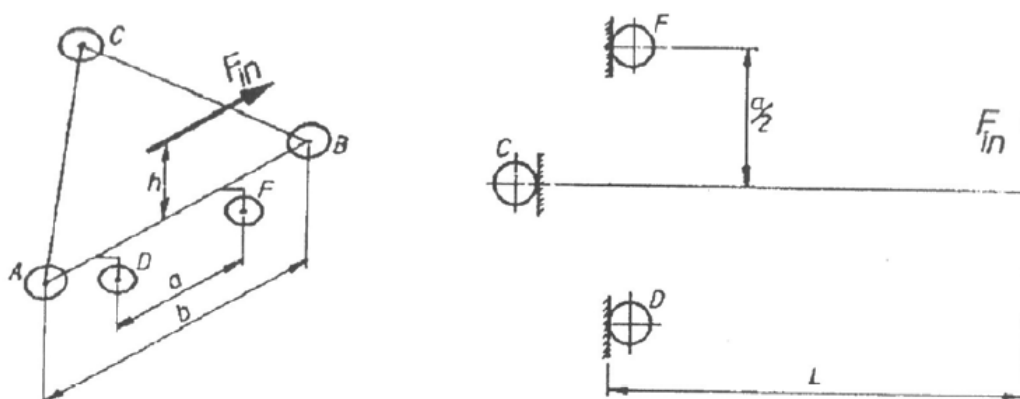
а)



б)

**Слика 5.2** Конструкција конзолне дизалице [18]

Посматра се утицај инерцијалне силе  $F$  од дејства терета и тежине витла на вертикалне и хоризонталне тачке и то за случај конструкције на слици 5.2. На слици 5.3 инерцијална сила " $F_{in}$ " је редукована у равни тачкова (односи се на слику 5.2 а)).



**Слика 5.3** Деловање инерцијалне силе у равни тачкова [18]

Утицај силе  $F_{in}$  на вертикалне тачке А и В дефинисан је једначином:

$$F_{in} \cdot h = F_A \cdot b \quad (5.8)$$

$$F_A = F_b = \frac{F_{in} \cdot h}{b}$$

Утицај силе  $F_{in}$  на хоризонталне тачке је одређен једначином:

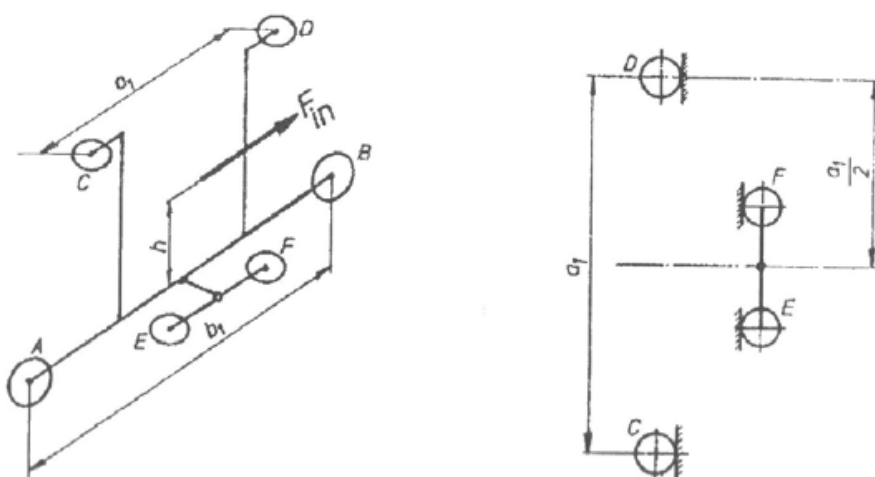
$$F_{in} \cdot L = F_C \cdot \frac{a}{2} \quad (5.9)$$

$$F_C = \frac{2 \cdot F_{in} \cdot L}{a}$$

Односно:

$$F_C = F_F = \frac{2 \cdot F_{in} \cdot L}{a}$$

Дејство инерцијалне силе, за конструкцију проказану на слици 5.2 б) приказано је сликом 5.4.



**Слика 5.4** Деловање инерцијалне силе у равни тачкова [18]

Утицај силе  $F_{in}$  на вертикалне тачкове:

$$F_A = F_B = \frac{F_{in} \cdot h}{b_1} \quad (5.10)$$

Утицај момента силе  $F_{in}$  на хоризонталне тачкове:

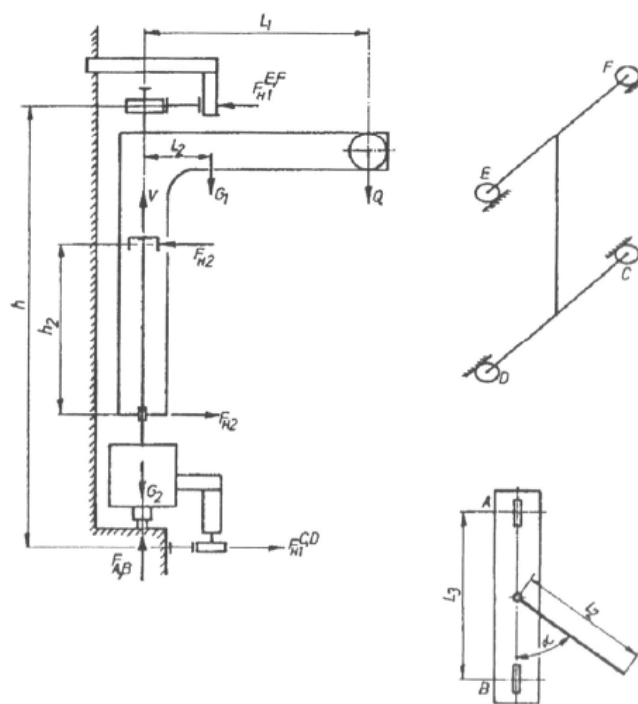
$$F_{in} \cdot L = F_C \cdot \frac{a_1}{2} \quad (5.11)$$

$$F_C = \frac{2 \cdot F_{in} \cdot L}{a_1}$$

$$F_F = F_E = \frac{1}{2} F_C = \frac{1}{2} \frac{2 \cdot F_{in} \cdot L}{a_1}$$

$$F_F = F_E = \frac{F_{in} \cdot L}{a_1} \quad (5.12)$$

Конзолна покретно-окретна дизалица (слика 5.5) има могућност транслаторног кретања помоћу вертикалних тачкова А и В који носе вертикалне отпоре. Хоризонтални тачкови С, D, Е и F обезбеђују дизалицу од претурања. Као резултат обртног кретања дизалице појављују се отпори „V“ и „ $F_{H2}$ “.



Слика 5.5 Конзолна покретно-окретна дизалица [18]

Усвојено је да је:

$G_1$ - тежина обртног дела дизалице;

$G_2$ - тежина чеоног носача и стуба.

Према приложеној конструкцији дизалице следи:

$$V = G_1 + Q \quad (5.13)$$

$$F_{H2} = Q \frac{L_1}{h_2} + G_1 \frac{L_2}{h_2} \quad (5.14)$$

$$F_{H1}^F = F_{H2}^F = \frac{1}{2} \left( Q \cdot \frac{L_1}{h} + G_1 \cdot \frac{L_2}{h} \right) \sin \alpha \quad (5.15)$$

$$F_A = \frac{1}{2} (Q + G_1 + G_2) - \left( Q \cdot \frac{L_1}{L_3} + G_1 \cdot \frac{L_2}{L_3} \right) \cos \alpha \quad (5.16)$$

$$F_B = \frac{1}{2} (Q + G_1 + G_2) + \left( Q \cdot \frac{L_1}{L_3} + G_1 \cdot \frac{L_2}{L_3} \right) \cos \alpha \quad (5.17)$$

За:  $\alpha=0$ ;

$$F_A = F_{min}$$

$$F_B = F_{max}$$

па је:

$$F_{Amin} = \frac{1}{2}(Q + G_1 + G_2) - \left(Q \cdot \frac{L_1}{L_3} + G_1 \cdot \frac{L_2}{L_3}\right) \quad (5.18)$$

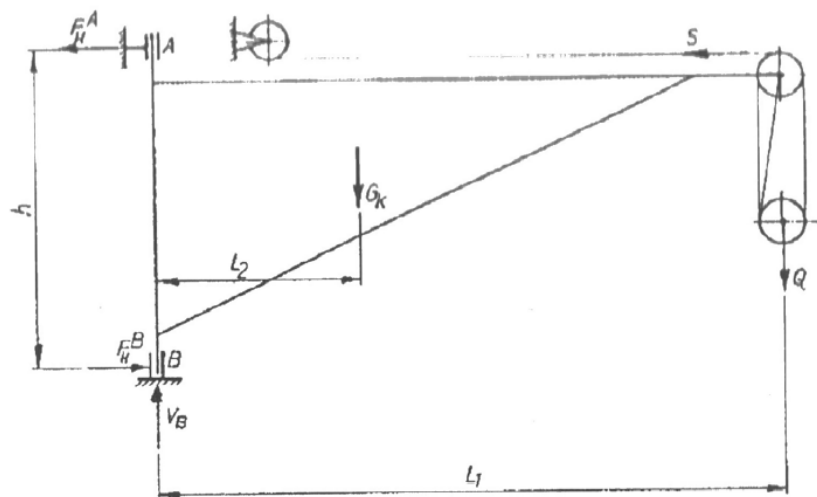
$$F_{Bmax} = \frac{1}{2}(Q + G_1 + G_2) + \left(Q \cdot \frac{L_1}{L_3} + G_1 \cdot \frac{L_2}{L_3}\right) \quad (5.19)$$

За  $\alpha=90^\circ$

$$F_A = F_B = \frac{1}{2}(Q + G_1 + G_2) \quad (5.20)$$

$$F_{H1}^F = F_{H1max} = Q \cdot \frac{L_1}{h} + G_1 \cdot \frac{L_2}{h} \quad (5.21)$$

Стационарна конзолна дизалица на обртном стубу приказана је на слици 5.6



Слика 5.6 Стационарна конзолна дизалица на обртном стубу [18]

Ова врста конзолних дизалица има могућност обртања на обртном стубу. Погон за дизање налази се изнад конструкције дизалице.

$G_k$  — тежина дизалице

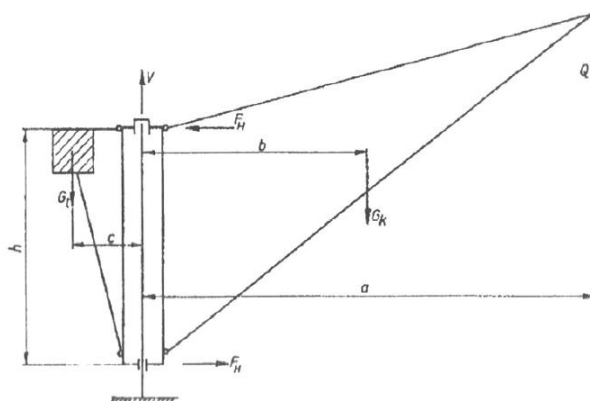
Из слике следи:

$$V_B = Q + G_k \quad (5.22)$$

$$F_H^A = Q \cdot \frac{L_1}{h} + G_k \cdot \frac{L_2}{h} - S \quad (5.23)$$

$$F_H^B = Q \cdot \frac{L_1}{h} + G_k \cdot \frac{L_2}{h} \quad (5.24)$$

Стационарна конзолна дизалица на непокретном стубу приказана је на слици 5.7.



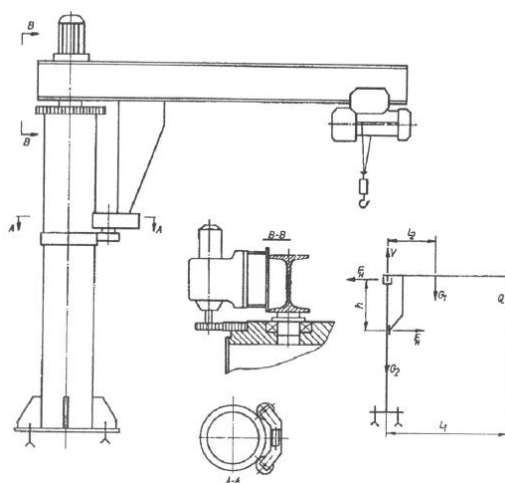
**Слика 5.7** Стационарна конзолна дизалица на непокретном стубу [18]

Стационарна конзолна дизалица се обрће на непокретном стубу.

$$V = Q + G_k + G_t \quad (5.25)$$

$$F_H = \frac{Q \cdot a}{h} + G_k \cdot \frac{b}{h} - G_t \cdot \frac{c}{h} \quad (5.26)$$

На слици 5.8 је приказан још један тип конзолне дизалице са непокретним стубом.



**Слика 5.9** Конзолна дизалица са непокретним стубом [18]

Радиаксијални лежај прима вертикалне отпоре и хоризонталну силу, а група хоризонталних точкова прима такође хоризонталну силу која сагоре поменутом хоризонталном силом ствара реактивни спрег.

Отпори ослонаца су:

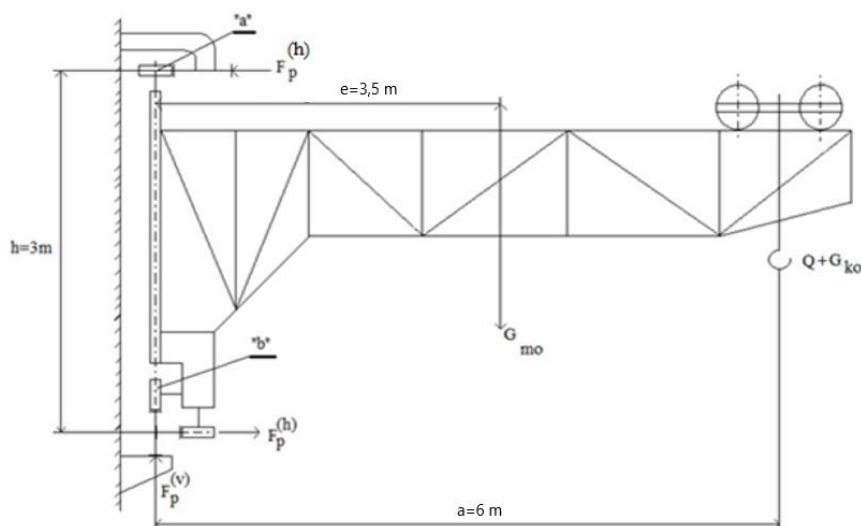
$$V = G_1 + Q \quad (5.27)$$

$$F_H = Q \cdot \frac{L_1}{h} + G_1 \cdot \frac{L_2}{h} \quad (5.28)$$

## 6. Пример прорачуна конзолне дизалице

За конзолну дизалицу приказану на слици 6.1 израчунати:

- силе које оптерећују хоризонталне и вертикалне тачкове,
- статички отпор при кретању дизалице,
- потребну снагу погонског електромотора за кретање дизалице.



Слика 6.1 Шема конзолне дизалице [18]

Познати су следећи подаци:

- носивост  $Q = 30 \text{ kN}$
- тежина носеће конструкције  $G_m = 60 \text{ kN}$
- тежина колица  $G_k = 8 \text{ kN}$
- брзина транслаторног кретања  $v = 1,5 \text{ m/s}$
- пречник осовинице тачка  $d_h = d_v = 50 \text{ mm}$
- крак отпора котрљања  $f = 0,05 \text{ cm}$
- коэффицијент трења клизања у лежишту тачка  $\mu = 0,012$
- степен корисности погонског механизма  $\eta = 0,85$

Решење:

а)

- Силе у вертикалној равни износе:

$$F_v = Q + G_m + G_k = 30 + 60 + 8 = 98 \text{ kN} \quad (6.1)$$

Сила која делује на један вертикални тачак се рачуна на следећи начин:

$$F_p^{(v)} = \frac{1}{2} (G_{ko} + G_{mo} + Q) \quad (6.2)$$

$$F_p^{(v)} = 49 \text{ kN} \quad (6.3)$$

- Силе у хоризонталној равни износе

Поступак добијањасиле која делује на један хоризонтални точак:

$$F_p^{(H)} = \frac{1}{2h} [(Q + G_{ko}) \cdot a + G_{mo} \cdot e_1] \quad (6.4)$$

$$F_p^{(H)} = \frac{1}{6} [(30 + 8) \cdot 6 + 60 \cdot 3,5] \quad (6.5)$$

$$F_p^{(H)} = 73 \text{ kN} \quad (6.6)$$

Усвојен је исти пречник и за вертикалне и за хоризонталне точкове дизалице.

Меродавна сила за избор точка је  $F_p^{(H)} = 73 \text{ kN}$

Изабран је стандардни точак следећих карактеристика:

- пречник точка  $D=500 \text{ mm}$ ,
- ширина главе шине,  $b=75 \text{ mm}$
- полупречник заобљења шине,  $r=8 \text{ mm}$
- условна носивост дизаличног точка,  $F_u=219 \text{ kN}$

Провера усвојеног точка:

Према стандарду SRPS M.D1.060 носивост изабраног точка је

$$F_n = F_u \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \quad (6.7)$$

где су:

- $k_1$  коефицијент утицаја материјала точка,
- $k_2$  коефицијент који изражава утицај брзине обртаја точка,
- $k_3$  коефицијент који изражава утицај погонске класе.

Вредности наведених коефицијената су, према [16]:

На основу изабраног материјала точка (Č0645), усвојено је да је  $k_1 = 0,75$ .

- Број обртаја точка

$$n_t = \frac{v}{D \cdot \pi} \quad (6.8)$$

$$n_t = \frac{1,5 \cdot 60}{0,5 \cdot \pi} = 57,3 \text{ min}^{-1} \quad (6.9)$$

На основу израчунате вредности за број обртаја точка, усвојена је вредност коефицијента  $k_2$  која износи  $k_2 = 0,91$

С обзиром на погонску класу 3, усвојен је коефицијент  $k_3 = 0,9$ .

Коначно се добија:

$$F_n = F_u \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \quad (6.10)$$

$$F_n = 219 \cdot 0,75 \cdot 0,91 \cdot 0,9 \quad (6.11)$$

$$F_n = 134,52 \text{ kN} \quad (6.12)$$

С обзиром да је  $F_n > F_p^{(h)}$ , усвојени точак дизалице је правилно изабран.

Усвојен је стандардан пречник точка  $D_h = D_v = 500 \text{ mm}$

б)

Отпори при стационарном кретању су:

$$F_W = F_W^{(v)} + F_W^{(h)} \quad (6.13)$$

$F_W^{(v)}$  - отпори вертикалних точкова,

$F_W^{(h)}$  - отпори хоризонталних точкова

$$F_W^{(v)} = 2 \cdot F_p^{(v)} \left( \mu \cdot \frac{d_v}{D_v} + \frac{2 \cdot f}{D_v} \right) \quad (6.14)$$

$$F_W^{(v)} = 2 \cdot 49 \left( 0,012 \cdot \frac{5}{50} + \frac{2 \cdot 0,05}{50} \right) \quad (6.15)$$

$$F_W^{(v)} = 0,3136 \text{ kN} \quad (6.16)$$

$$F_W^{(h)} = 4 \cdot F_p^{(h)} \left( \mu \cdot \frac{d_h}{D_h} + \frac{2 \cdot f}{D_h} \right) \quad (6.17)$$

$$F_W^{(h)} = 4 \cdot 73 \left( 0,012 \cdot \frac{5}{50} + \frac{2 \cdot 0,05}{50} \right) \quad (6.18)$$

$$F_W^{(h)} = 0,9344 \text{ kN} \quad (6.19)$$

Коначно је:

$$F_W = F_W^{(v)} + F_W^{(h)} \quad (6.20)$$

$$F_W = 0,3136 + 0,9344 \quad (6.21)$$

$$F_W = 1,248 \text{ kN} \quad (6.22)$$

в)

Снага погонског електромотора одређује се према:

$$P = \frac{F_W \cdot v}{\eta}, W \quad (6.23)$$

$$P = \frac{1,248 \cdot 1,5}{0,85} \quad (6.24)$$

$$P = 2,202 \text{ kW} \quad (6.25)$$

## 7. Закључак

У првом делу рада истакнута је улога и област примене конзолних дизалица које се користе у унутрашњем транспорту за транспорт материјала и алата у индустрији, који обухвата: утовар, транспорт, претовар и истовар. Објашњена је улога, подела и начин функционисања унутрашњег транспорта. Дат је кратак осврт на историјски развој конзолних дизалица, наведене основне врсте и описане њихове главне карактеристике. Област примене конзолних дизалица, како зидних тако и стубних, је неограничена и готово је немогуће функционисање неког постројења без њих.

Конзолне дизалице представљају једноставно решење за производне просторе у којима је потребно опслуживати одређене машине. Постоје различити типови конструкција поменутих дизалица које се могу прилагођавати одређеним захтевима корисника. Начини монтаже и начини извођења конзолних дизалица су разноврсни, што само потврђује да је могуће готово све терете мање масе транспортовати у складу са захтевима корисника. Једноставне су за коришћење и сходно послу који обављају не заузимају велики простор.

У другом делу рада описан је поступак избора конкретних конзолних дизалица и објашњен принцип прорачуна. За усвојену конзолну дизалицу на основу полазних података урађен је рачунски пример избора дизалице и одговарајућих елемената који су у саставу дизалице. Већи део елемената који улазе у склоп дизалице је стандардан и лако доступан, што конструисање чини једноставнијим.

## 8. Литература

- [1] Р. Мијајловић, З. Маринковић, М. Јовановић, Дизалице, основе, Градина, Ниш, 1994.
- [2] Spanco Inc, <http://www.spanco.com/products/wall-mounted-jib-cranes>, приступљено 22.09.2018.
- [3] Н. Милеуснић, Унутрашњи транспорт и складишта, Научна књига, Београд, 1990.
- [4] Д. Острић, С. Тошић, Дизалице, Машински факултет, Центар за механизацију, Београд, 2005.
- [5] <http://akropola.org/zanimivosti/kdo-je-gradil-piramide/>, приступљено 29.09.2018.
- [6] <http://stephenjressler.com/portfolio/roman-construction-crane/>, приступљено 29.09.2018.
- [7] Д. Острић, Дизалице, Машински факултет, Београд, 1992
- [8] Morgan Engineering, <https://www.morganengineering.com/about-us/history/>, приступљено 29.09.2018.
- [9] Clarke Technology Co., <http://www.ba.clarkecranes.com/industrial-crane/gantry-crane/collapsible-gantry-crane.html>, приступљено 30.09.2018.
- [10] Gorbел Cranes, <https://www.gorbел.com/products/cranes>, приступљено 30.09.2018.
- [11] Н. Милорадовић, Предавања из предмета Основи транспортних машина, школска 2017/2018 година, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, <http://moodle.mfkg.rs/login/index.php>.
- [12] Produkt dizalice, Stahl Crane Systems, [http://www.produkt-dizalice.hr/konzolne\\_dizalice.html](http://www.produkt-dizalice.hr/konzolne_dizalice.html), приступљено дана 29.09.2018.
- [13] Orteh d.o.o., <http://orteh.hr/zidne-konzolne/>, приступљено 29.09.2018.
- [14] Spanco Cranes, <https://www.spanco.com/products/jib-cranes/>, приступљено 02.10.2018.
- [15] Gutman Lifting, <http://dizalica.hr/stupne-dizalice.html>, приступљено 22.09.2018.
- [16] SRPS M.D1.060:1988 Дизалице - Точкови - Називни пречници и типови, Институт за стандардизацију Србије.