

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Виолета В. Грујић
Мобилне дизајне
завршни рад

Крагујевац, 2016.

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: 31/2013

Виолета В. Грујић
Мобилне дизалице
завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Ненад Милорадовић, доцент - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

- Истакне улогу и област примене мобилних дизалица.
- Прикаже варијантна решења мобилних дизалица, наведе и опише њихове саставне елементе и прикаже основе прорачуна.
- Опише опасности и ризике при раду са мобилним дизалицама и наведе захтеве у погледу безбедног рада и потребне заштитне мере.
- На изабраном типу дизалице прикаже принцип прорачуна њених основних елемената и за дефинисану носивост и максимални дохват 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, Дизалице, основе, Градина, Ниш, 1994.
- [4] Р. Мијајловић, З. Маринковић, М. Јовановић, Транспортне машине - Практикум, Ниш, 1988.
- [5] Стандард SRPS EN 13000:2015, Дизалице – мобилне дизалице
- [6] FEM стандарди - мобилне дизалице.

Крагујевац, септембар 2016.

Ментор:
Др Ненад Милорадовић, доцент

Садржај:

1. Увод	1
2. Улога и област примене мобилних дизалица	3
2.1 Историјски развој мобилних дизалица	3
2.3 Типови мобилних дизалица.....	10
2.3.1 Ауто-дизалице	17
3. Опасност и ризици при раду са мобилним дизалицама	24
3.1 Безбедност и мере заштите.....	26
4. Прорачун стабилности против превртања	31
5. Закључак.....	34
6. Литература	35

Abstract

The role and the field of application of the mobile cranes are presented in the paper. Various solutions have been mentioned, with their characteristics and main parts, as well as special cases of mobile cranes. Hazards and dangers while working, as well as the requirements for safe operating have been described so as to have better insight while operating the mobile cranes. At the end of the paper is an example of checking the stability of mobile cranes.

Key words: mobile crane, auto crane, boom, load.

Резиме

У раду је истакнута улога и област примене мобилних дизалица. Наведена су варијантна решења, са својим карактеристикама и главним деловима, као и специјални случајеви мобилних дизалица. Због сигурнијег руковања мобилним дизалицама описане су опасности и ризици при раду, као и захтеви за безбедан рад. На крају рада дат је пример провере стабилности мобилне дизалице.

Кључне речи: мобилна дизалица, аутодизалица, стрела, терет.

1. Увод

Дизалично-транспортна средства су позната човечанству из далеке прошлости. Градитељи старог Египта и Рима су простим средствима обављали послове подизања и премештања великих терета на велика растојања и висине. Тако је Кеопсова пирамида висине 147 m, била изграђена у XXII веку пре нове ере од камених блокова масе 90-100 t; стубови храма Сунца висине 28 m, пречника од 2 m исечени су из једног комада камена, итд.

Током наредних векова у складу са општим развојем технике развијала су се и дизалично-транспортна средства, тако да данас транспортна техника чини саставни део производног ланца скоро сваког технолошког процеса, или су транспортне машине главне машине на неком претоварном месту. Брзи развој индустрије у другој половини 19. и почетком 20. века наметнуо је и брзи развој дизалица и других машина за дизање и преношење делова, робе и осталог материјала. Потребу за транспортом све већих количина материјала и робе и све сложеније технолошке захтеве морале су да прате и испуњавају и транспортне машине, како машине тзв. прекидног транспорта, тако и машине непрекидног транспорта, у које спадају транспортери, елеватори, конвејери и сл. Данас нема области индустрије у којој се не примењују транспортне машине:

- у индустријским халама за премештање делова, материјала, ремонт машина,
- у ливницама за транспорт одливака и материјала,
- у морским и речним лукама за претовар робе,
- у железарама, у саставу технолошког процеса и за складиштење руде,
- у грађевинарству, рударству, складиштима у индустрији, робним складиштима, хидро и термо електранама итд.

У делу машина прекидног транспорта најбројнију групу чине дизалице. Дизаличне машине обихватају све типове дизалица које служе за вертикално дизање терета најчешће помоћу ужета или ланца. У ову групу спадају мосне дизалице, грађевинске дизалице, порталне дизалице, претоварни мостови, стубне дизалице, специјалне мосне дизалице за железаре (кљештне, за ковање, стриповање), итд.



Слика 1.1: Врсте дизалица [1]

Давно је уочено да дизалице раде под врло различитим радним условима. То такође важи и за погонске механизме на једној истој дизалици. Тако, дизалице које служе само за монтажу опреме, као на пример у хидро и термоелектранама раде врло ретко, недељно или месечно, а такође још ређе дижу терет за који су пројектоване, већ најчешће дижу далеко мање терете. Код великих термоелектрана и хидроелектрана ове дизалице (мосне) су велике носивости, 250-500 t, и дешава се да прође и по неколико година док не дође до потребе за генералним ремонтом, а да не подигну највећи терет - за који су пројектоване. На другој страни постоје дизалице, попут оних у железарама, које раде у три смене, 24 сата, јер су саставни део технолошког процеса. Осим тога раде под врло тешким радним условима: високим температурама, прабини, са великим брзинама, а тиме и великим инерцијалним силама, великим бројем радних циклуса по сату, врло често, или стално, носе називни (максимални) терет. Да би се што боље прилагодили радним условима, дизалица и њени делови су подељени у погонске класе. Ова подела важи за све врсте дизалица које служе за вертикално дизање терета, код којих као носећи орган служи уже или ланац. Подела не важи за лифтове, жичаре и пловне дизалице. [2]

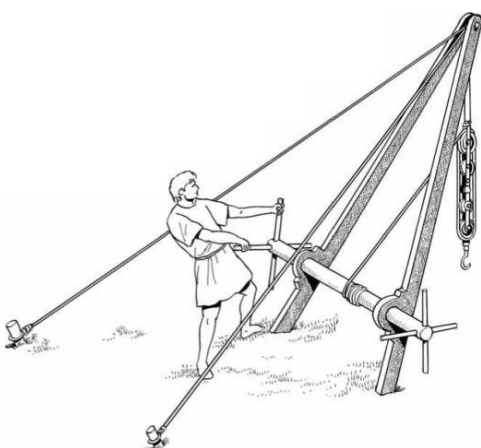
2. Улога и област примене мобилних дизалица

Мобилне дизалице представљају средство које се најчешће користи за вертикални и хоризонтални транспорт материјала и опреме при изградњи монтажних објеката (подизање монтажних елемената). Посебно се користе код објеката који садрже разуђене основе где је примена торањских дизалица, по питању дохвата, а нарочито носивости немогућа. Мобилна дизалица је дизалица која се креће на гусеницама или на точковима. Користе хидраулични погон са телескопском стрелом која је постављена на носећу платформу. Направљене су тако да могу лако да се транспортују на одредиште и да се користе за различите врсте терета. Једноставно и брзо се монтирају и припремају за рад. Мобилне дизалице обично раде са стрелом на чијем крају се налази кука, причвршћена челичним ужадима и котурима.

2.1 Историјски развој мобилних дизалица

У античкој Грчкој, дизалица је била нашироко коришћена. Ово потврђује чињеница да многи грчки храмови имају камење са рупама што даје утисак да су они постављени уз помоћ справе за подизање. Развитак крана је заменио систем платформи који је коришћен пре свега да се саграде велике конструкције као што су пирамиде у Египту. Употреба система котура и чекрка довела је до даљег развоја погонских механизма, при чему су нове дизалице постале још покретљивије.

Римљани су били ти који су уложили време и енергију за развијање крана. Они су развили велики број различитих кранова, почевши од триспатоса (дизалица са три котура, приказана на слици 2.1), па затим дизалица са воденичким точком, која је покретнија и дуготрајнија структура која диже изузетно тешке терете (слика 2.2). [3]



Слика 2.1: *Trispastos* дизалица [3]

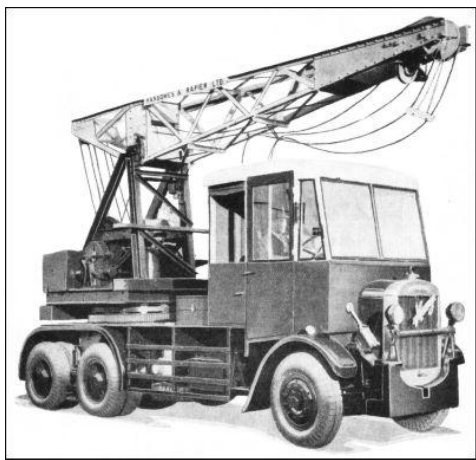


Слика 2.2: Дизалица са погонским витлом [3]

У средњем веку дизалица са воденичким точком је наставила да буде главна потпора грађевинској индустрији иако су се ручне справе као што су колица, мердевине и кофе и даље користиле у изградњи. Чекрк, као и чекрк са воденичким точком нашли су своју примени у изградњи великих грађевина. Тек у модерном добу кранови су коришћени не

само да подижу терет вертикално већ и да га померају хоризонтално. Напредак трговине, посебно у лукама, довео је до бржег развоја кранова.

Пре 1870. године, дизалице су биле фиксиране, изузев оних које су биле постављене на платформе од воза, које су им пружале ограничено кретање. *Appleby Brothers* су приказали дизалицу на парни погон у Паризу 1867. и у Бечу 1873. године. 1922. године Хенри Колз, менаџер *Appleby Corp.*, почео је производњу дизалица постављених на камион, под именом *Petrol Electric Lorry Crane* (слика 2.3). 1939. године *Steel and Co.* су откупили Колзову фабрику. *Hiab* је изумео прву у свету хидрауличну дизалицу постављену на камион 1947. године. Име *Hiab* потиче од скраћенице *Hydrauliska Industri AB*, компанија основана у Худисквалу у Шведској 1944. године од стране Ерика Сундина, произвођача скија који је увидео начин да искористи енергију камиона да покреће утоварну дизалицу помоћу хидраулике (слика 2.4).



Слика 2.3 *Petrol Electric Lorry Crane* [4]



Слика 2.4 *Hiab (Hydrauliska Industri AB)* [4]

Велики догађај у развоју дизалица представља примена мотора са унутрашњим сагоревањем 1922. године и проналазак телескопске стреле. Пре 1960. године, дизалице су носиле додатне наставке стрела како би повећале висину, али је то повећавало и трошкове. 1959. године експерт за дизалице Р.Х.Нил, специјалиста за хидраулику Ф.Тејлор и дизајнер Боб Лестер су спојили своје вештине и тако модернизовали дизалице.

У јужној Немачкој, Ханс Либер је управљао малом фирмом својих родитеља. Препознајући потребу за машинама, заједно са групом инжењера, развио је прву мобилну дизалицу 1949. године (слика 2.5). Ова дизалица је могла лако да се транспортује и једноставно подеси на градилишту, а представљала је и први производ *Liebherr* компаније. Када је 1953. године унајмио кабл багер, Ханс је уочио лош однос снаге и тежине. Осам месеци касније, представио је први хидраулични багер у Европи (слика 2.6). Истраживањем локација за нов производни погон багера, *Liebherr* се опредељује за *Colmar* у Француској, која почиње производњу багера на гусеницама (слика 2.7). [4]



Слика 2.5: Први тип дизалице компаније Liebherr [4]



Слика 2.6: Први хидраулични багер [4]



Слика 2.7: Први багер на гусеницама [4]

The Coles Hydra Speedcrane се појавио 1962. године који је касније модификован са хидрауличном, телескопском стрелом која диже 10 t, а затим се појављује 1968. године "*Husky*", војна верзија са погоном на сва четири точка. 1972. године *Steels* је био приморан да се споји са *Acrow Group* и тако је изгубио већину својих запослених укључујући Дона Хејзела и Џонија Џонсона, који су основали нову фабрику уз подршку *British Crane Hire Corporation*. 1976. године *Cosmos team* је направио дизалицу која подиже 25 t, која је комбиновала различите иновација.

У модерном добу, све већу примени имају дизалице са телескопском стрелом, које имају могућност подизања огромних терета у грађевини. На тржишту су распрострањене бројне компаније које се баве производњом и продајом различитих врста мобилних дизалица.

ALE је једна од водећих светских међународних компанија, основана 1983. године (слика 2.8). Поседује глобалну мрежу пословних центара и располаже великим возним парком тешких дизалица, специјалног транспорта и уградње. *ALE* је једна од најбољих компанија за управљање пројектима, подизање терета и транспорт. *ALE* обухвата возни парк тешких дизалица на гусеницама, од 100 t до 1600 t, као и специјалних капацитета до 5000 t.

Lampson International је светски лидер у теретној и транспортној индустрији преко више од 65 година (слика 2.9). Првобитно је почео као мала компанија, која је брзо прерасла у једну од најиновативнијих и најугледнијих провајдера опреме у Сједињеним Америчким Државама и иностранству. *Lampson International* стоји на располагању својим клијентима, када и где је то потребно, и уз сталну подршку током периода закупа.



Слика 2.8: Мобилна дизалица компаније ALE [5]



Слика 2.9: LTL 3000-Lampson [5]

Maxime Crane Works је специјализован за изнајмљивање и продају дизаличне опреме, укључујући хидрауличне камионске дизалице, дизалице за грубе терене, дизалице на гусеницама, конвенционалне камионске дизалице. У овој компанији свака грана има способност да обезбеди управљање, инжењеринг, транспорт. Са преко 30 локација, *Maxime Crane Works* обезбеђује клијентима изнајмљивање кранова и услуге изнајмљивања било где у централном делу Сједињених Америчких Држава. Обезбеђује сигурност и без премца су у индустрији, а програми одржавања и сервиса су са минималним кашњењем.

Tat Hong Holdings компанија основана је у Сингапуру 1970. године као добављач дизалица и тешке опреме. Са више од 1500 гусеничара, мобилних и торањских дизалица величине од 50 t до 1600 t, рангирана је као највећа компанија дизалица у азијско-пацифичком региону и седма у свету. Сталним унапређењем радне снаге и машина, наставља са безбедним радом, ефикасним решењима и поузданим подизањем за клијенте широм света. [5]



Слика 2.10: Дизалица на гусеницама- Maxime Crane Works [5]



Слика 2.11: Кран компаније Tat Hong Holdings [5]

2.2 Основне поделе и врсте мобилних дизалица

Мобилне дизалице се користе у многим секторима индустрије. Оне се врло често користе у изградњи објеката и монтажи велике опреме. Користе се на градилиштима, складиштима, фабрикама, рудницама, нафтним платформама, рафинеријама, бродовима и лукама. Оператори мобилних дизалица могу бити ангажовани од стране предузећа, грађевинских фирми, произвођача, јавних комуналних предузећа, предузећа сектора транспорта, бродова градитеља, аеродрома, железница и рудника.

Постоје различите врсте мобилних дизалица као што су гусеничари, дизалице монтиране на шасију камиона, дизалице за неприступачне терене... Стрела дизалице може бити решеткаста или телескопска. Неке дизалице су опремљене са опремом помоћу које могу да обављају специјализоване функције.

Оператори мобилних дизалица специјализовани су за различите функције дизалица. У неким случајевима, оператор може радити годинама на једном градилишту, на једном типу и величини дизалице.

Кључни атрибути за људе који улазе у посао су јаке комуникацијске вештине, механичка способност, математичка способност, одлична визуелизација и висок степен координације руку, стопала и очију. Операције које обављају оператори су физички веома захтевне. [6]

Подела мобилних дизалица може се извршити у зависности од услова примене.

Према врсти постоља, дизалице се деле на:

1. Ауто-дизалице са постољем које чини шасија камиона, за кретање по јавним путевима или градилиштима, по тврдом и равном терену

Обично су ширине 2500 mm, за класе носивости испод 1000 kN, а 3000 mm за класе 1000 kN и више, тако да се могу кретати по јавним путевима без посебног обезбеђења. При подизању терета дизалица је обично ослоњена на земљу посебним стабилизаторима (хидрауличним), који су за класе носивости до 1500 kN, управни на осу кретања шасије (камиона), а за веће класе су углавном зракасти (звездасти) са пресеком на месту обртне осовине дизалице. На слици 2.12 приказана је ауто-дизалица са постољем на шасији камиона.



Слика 2.12: Ауто-дизалица са постољем на шасији камиона [7]

2. „РТ“ дизалице за тешке терене

Точкови ових дизалица имају изузетно широке и велике гуме, и управљање и предњим и задњим точковима. Обично имају само две осовине и погон на свим точковима. Имају велику снагу ношења терета у покрету. Раде се обично до класе 600 kN. Ширина им је 3-3,5 m, што им онемогућава кретање на јавним путевима без посебних ознака и пратње. Снаге мотора су мање него код аутодизалица. Ове дизалице данас потискује употреба „АТ“ дизалица. На слици 2.13 дата је „РТ“ дизалица за тешке терене.



Слика 2.13: „РТ“ дизалица за тешке терене [7]

3. „АТ“ дизалице за све терене

Точкови су нешто мањи него код „РТ“ дизалица, а већи него код аутодизалица. Имају више осовина, зависно од класе, већина осовина је погонска. Граде се до класе 2000 kN. У истој класи носивости лакше су од аутодизалица и имају мањи број осовина. Ширине за класе мање од 1000 kN су 2500 mm, а за веће класе су ширине 3000 mm (као код аутодизалица), што им омогућава несметано кретање по путевима. Ове дизалице се данас налазе у развојној експанзији. На слици 2.14 приказана је „АТ“ дизалица за све терене.



Слика 2.14: „АТ“ дизалица за све терене [7]

4. „P“ дизалице на гусеницама

Примењују се за тешке терене где не могу да раде ни „РТ“ дизалице (меки терени) или су погодне за претежно локалну употребу у кругу већих индустријских комплекса. Данас се граде углавном за класе изнад 600 kN (ниже класе носивости обично попуњавају „РТ“ дизалице), ширине пара гусеница 3000-3500 mm (и више, али са могућношћу проширења ширине гусеница при раду-због стабилности). Ово су јефтине, поуздане, али дизалице мање мобилне за брзу промену градилишта. На слици 2.15 дат је изглед „P“ дизалице.



Слика 2.15: „P“ дизалица на гусеницама [7]

Према носивости мобилне дизалице могу се поделити у следеће групе:

- група „N“ -уобичајене (нормалне) дизалице до 1000 kN носивости
- група „G“ -тешке, велике дизалице класе 1000-3000 kN
- група „W“ -ванредне, посебне дизалице класе веће од 3000 kN.

Све дизалице према врсти стреле се могу сврстати у две групе:

- дизалице са решеткастом стрелом,
- дизалице са кутијастом, телескопском стрелом.

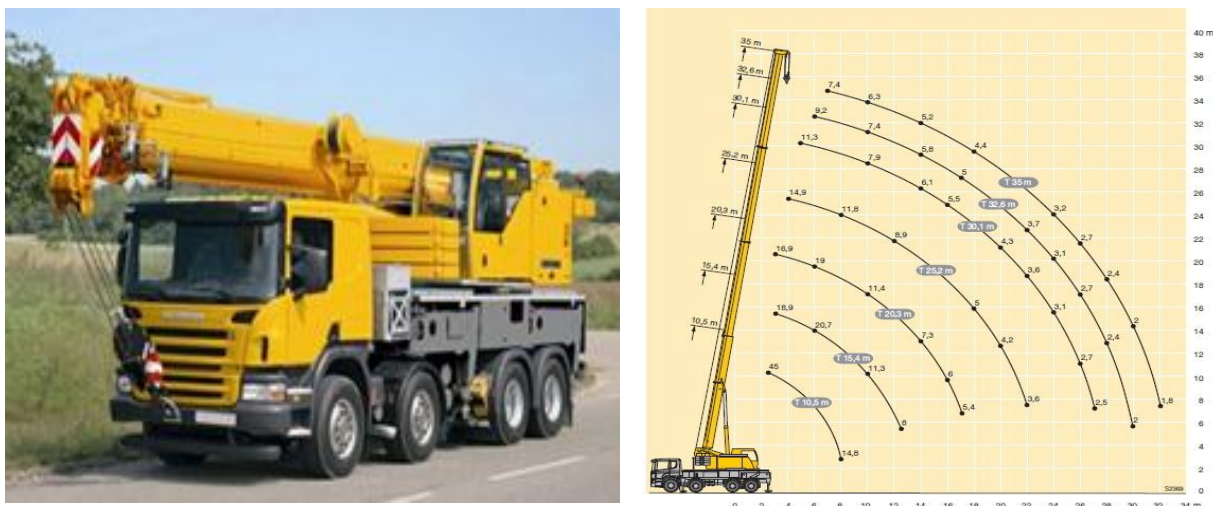
На обе врсте стрела мобилних дизалица могуће је монтирати додатак-наставак стреле („гуску“) за веће дохвате при подизању лакших елемената. „Гуска“ је већином решеткаста и монтира се на врх стреле под углом у односу на осу стреле (од 0° до 20°). Носивост „гуске“ је константна без обзира на нагиб стреле дизалице. [7]

2.3 Типови мобилних дизалица

Мобилне дизалице постављене на шасију камиона

Ова дизалица има два дела, носач који се другачије назива доњи део и део за дизање који укључује стрелу или горњи део. Они су спојени ротационим прстеном који омогућава горњем делу да се помера са једне стране на другу. Модерне, хидрауличне дизалице углавном имају један мотор. Тај један мотор покреће и носач и дизалицу. Горњи део се углавном креће помоћу хидраулике. Ове дизалице могу да се крећу на ауто-путевима и није потребна специјална опрема за транспорт дизалице сем уколико тежина није у складу са законом. Могу да подижу од 14,5 t до 1300 t. Већина може да се ротира само за 180°, а оне скупље могу да се ротирају и за 360°.

На слици 2.16 приказана је дизалица LTF 1045-4.1, којој четвороосовинска камионска шасија омогућава да до места градилишта дође брзо, истовремено пружајући возачу удобност. Њена дугачка телескопска стрела чини је идеалном за постављање монтажних делова. Свакодневни терет диже прецизно, брзо и сигурно. [4]

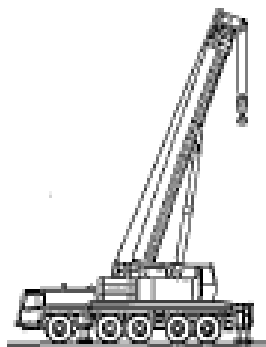


Слика 2.16: Мобилна дизалица Liebherr LTF 1045-4.1 [4]

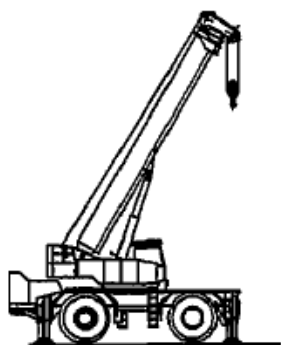
На слици 2.17 приказана су варијанта решења телескопске стреле. Телескопска стрела омогућава већи хоризонтални домет од било које друге ваздушне платформе — савршена је за подручја са ограниченим приступом у изградњи и индустријској примени. Посебне погодности су минимално љуљање за маневрисање у уским просторима, као и коришћење дуалног горива за унутрашњу и спољашњу употребу. Стрела има могућност извлачења чиме се мења дохват. Такође, на стрелу је могуће монтирати наставак за веће дохвате, а за подизање лакших елемената. [8]



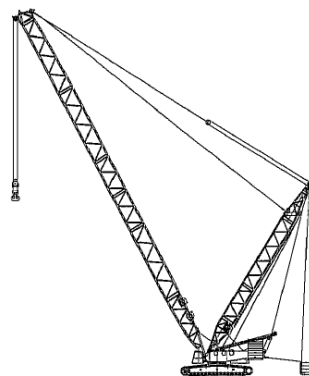
Дизалица са телескопском,
ротационом стрелом



Мобилна дизалица са
телескопском стрелом

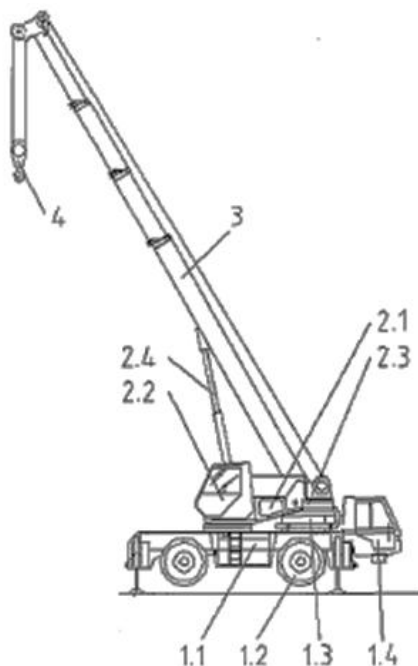


Индустријска, мобилна дизалица



Мобилна дизалица са додатним
контратегом

Слика 2.17: Варијантна решења телескопске стреле [8]



Главни делови:

1. Шасија/носач

- 1.1 Двоосовинска шасија
- 1.2 Точак
- 1.3 Дизел мотор
- 1.4 Кабина

2. Каросерија

- 2.1 Контролни систем
- 2.2 Кабина за управљање
- 2.3 Контратег
- 2.4 Ротациони цилиндар

3. Стрела

4. Кука

Слика 2.18: Главни делови дизалице са телескопском стрелом [8]

Мобилна дизалица на гусеницама

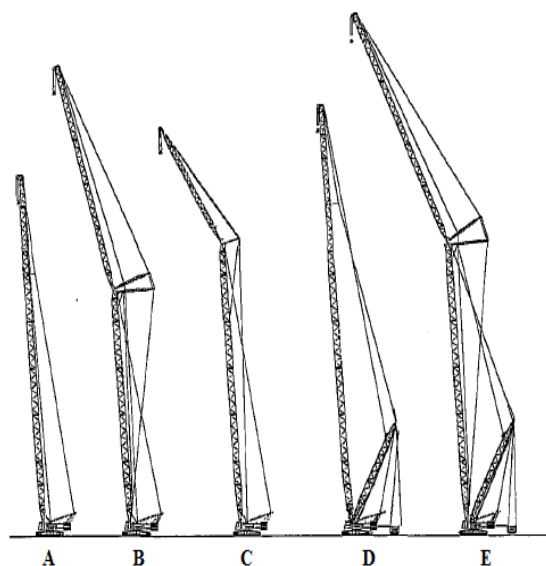
Ова дизалица је постављена на шасију са гусеницама која пружа стабилност и покретљивост. Терет који гусеничари могу да носе може бити од 40-350 t. Гусеничари имају и предности и мане у зависности од употребе. Њихова главна предност је то што могу да се крећу по градилишту и да изводе подизање са минималном припремом, пошто је дизалица стабилна на својим гусеницама без додатних подупирача. Гусенице се много боље крећу по меком земљишту, али не утањају пошто распоређују тежину по већој површини. Гусеничар може да се креће по неприпремљеном градилишту уз доста мање ризика од заглављивања. Главна мана је то што су много тешки и не могу лако да се преместе са једног градилишта на друго без великих издатака. Углавном, велики гусеничар мора да се растури и да се превезе камионима, возом или бродом до нове локације.

На слици 2.19 приказана је дизалица LTR 1060 која комбинује предности телескопске дизалице са предностима гусеничара. Погон на гусеницама омогућава управљање на неприступачним местима. Дизалица може да помера терет са великом прецизношћу. Предност телескопске дизалице је то што се брзо поставља, једноставније транспортује и што укључује разноврсност система стрела. [4]



Слика 2.19: Мобилна дизалица Liebherr LTR 1060 [4]

На слици 2.20 приказана су варијанта решења решеткасте стреле дизалице. Стрела је основни носећи део дизалице, на чијем крају се налази радни елемент. Челична конструкција од које је израђена стрела спаја се заваривањем. И решеткаста стрела има могућност извлачења и може бити ротациона, фиксирана или са додатним контратегом. Може бити и различитих попречних пресека, што пре свега зависи од технолошких могућности произвођача. [8]



А-Решеткаста стрела

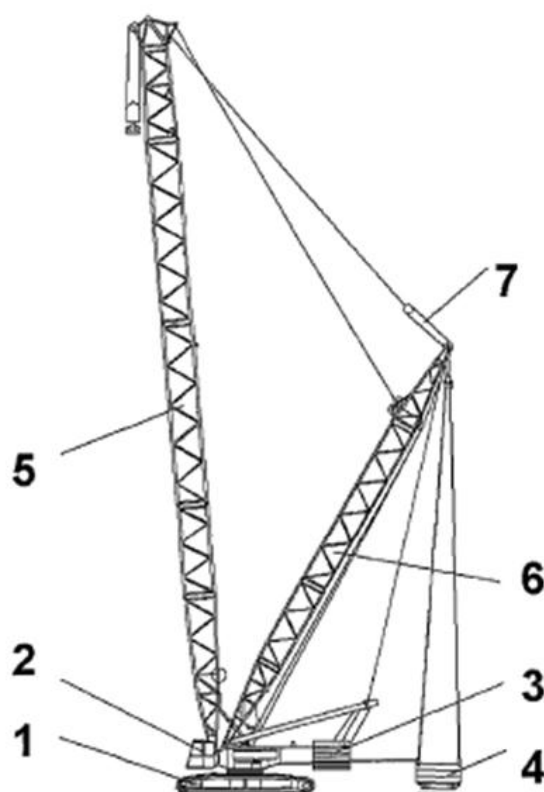
В-Решеткаста, ротациона стрела

С-Решеткаста, фиксирана стрела

Д-Решеткаста стрела са додатним контратегом

Е-Решеткаста, ротациона стрела са додатним контратегом

Слика 2.20: Варијантна решења решеткасте стреле [8]



Главни делови:

1. Гусеница

2. Каросерија

3. Контратег

4. Додатни контратег

5. Стрела

6. Стрела за подизање

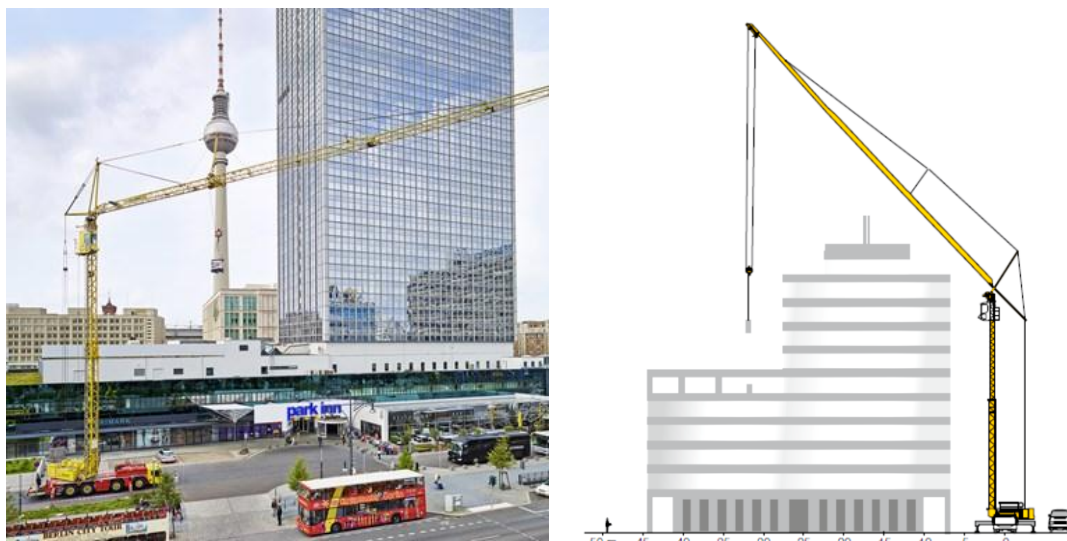
7. Котур

Слика 2.21: Главни делови дизалице са решеткастом стрелом [8]

Грађевинска дизалица на мобилној шасији

Изузетно покретне дизалице комбинују разноврсну функционалност са изузетном покретљивошћу. Са различитим начинима управљања и погоном на задњој осовини, грађевинске дизалице могу да се користе и у узаним просторима. Неретко једна особа обавља неколико послова дневно. Само једна особа је потребна да транспортује, подигне и управља дизалицом. Самим тим не морају да плаћају додатно особље за транспорт и подизање. Вертикални торањ омогућава да се ради директно на згради. Читава дужина стреле може да се користи у сваком тренутку, чак и са великим теретима на куки.

На слици 2.22 приказана је дизалица МК 88 која има компактан и покретан дизајн и самим тим је савршена за послове у густо насељеним градовима. Мобилна грађевинска дизалица је лако прилагодљива и савршена је за краткотрајно дизање (радове). [4]



Слика 2.22: Грађевинска дизалица на мобилној шасији МК 88 [4]

Специјални случајеви мобилних дизалица

Пловне мобилне дизалице се углавном користе у изградњи мостова и лука, али се понекад користе за утовар и истовар терета са бродова. Неке пловне дизалице су постављене на понтоне или су специјалне баржне дизалице (скеле), које могу да подигну преко 10000 t и које се користе за транспорт читавих делова моста. Пловне дизалице се такође користе за спасавање потонулих бродова, као и на градилиштима у близини обале. На слици 2.23 приказана је пловна дизалица.



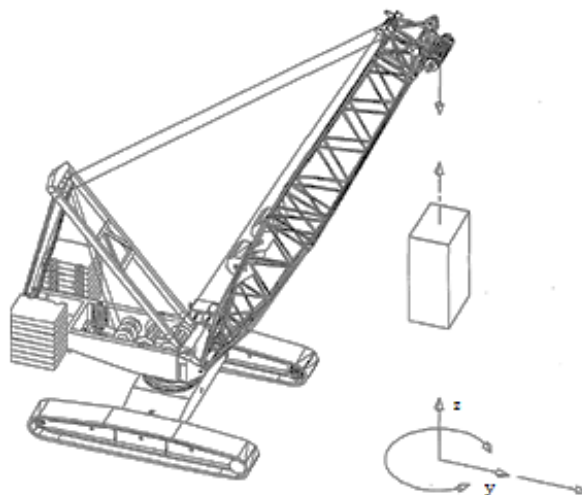
Слика 2.23: Пловна дизалица [9]

Име дизалица на шинама говори да се крећу по шинама. Иако се дизајн разликује у зависности од врсте посла, основна конфигурација је иста у свим случајевима, а то је да је ротациони део дизалице постављен на чврсту шасију са точковима за кретање по прузи. Употребљавају се за дизање товара на станицама и за постављање сигнализације док се други типови користе за постављање шина. На слици 2.24 приказана је дизалица на шинама. [9]



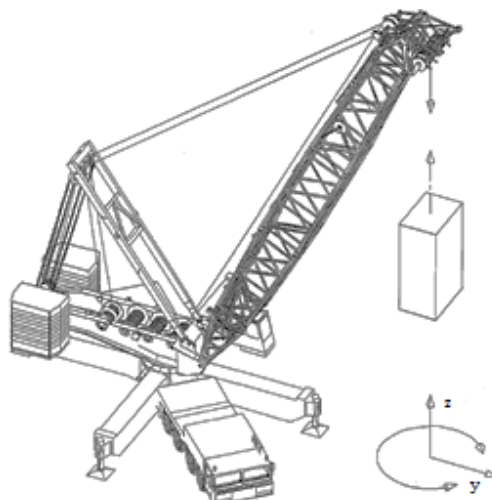
Слика 2.24: Дизалица на шинама [9]

На слици 2.25 приказана је мобилна дизалица на гусеницама. Кретања која изводи ова дизалица су транслација у правцу y и z осе и ротација око z осе.



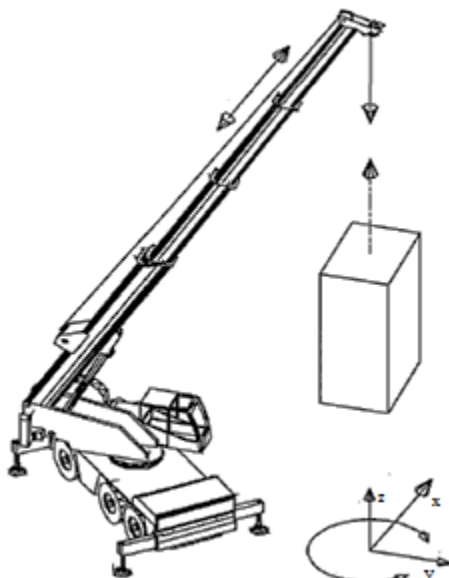
Слика 2.25: Мобилна дизалица на гусеницама [8]

На слици 2.26 приказана је мобилна дизалица са активираним стабилизатором. Кретања која изводи ова дизалица су транслација у правцу y и z осе и ротација око z осе, али их ограничавају стабилизатори.



Слика 2.26: Мобилна дизалица са активираним стабилизатором [8]

На слици 2.27 приказана је дизалица на камиону. Кретања која изводи ова дизалица су транслација у правцу све три осе и ротацију око z осе. Телескопска стрела дизалице омогућава промену дохвата јер има особину извлачења чиме јој се дужина мења.



Слика 2.27: Мобилна дизалица на камиону [8]

2.3.1 Ауто-дизалице

Задњих година производња ауто-дизалица доживљава интензиван раст у свету. Индустрија из области транспортних средстава помаже у развоју грађевинарства, саобраћаја и других грана привреде. На слици 2.28 приказана је ауто-дизалица.



Слика 2.28: Ауто-дизалица [2]

Подела ауто-дизалица може бити извршена према:

- путним карактеристика, тј. конструкцији и особинама доњег, возног споја,
- конструкцији стреле,
- броју погонских мотора и
- броју кабина.

Према путним (возним) карактеристикама ауто-дизалице могу бити:

- За нормалне путне услове, урађене са гуменим точковима, са возилом (доња носећа конструкција) које задовољава прописе о безбедности саобраћаја на путу, као:
 - прописани габарит 2,5 x 12 x 4 m,
 - дозвољено осовинско оптерећење 120 kN,
 - брзина кретања изнад 40 km/h
- Мобилне за све терене, тако да се могу кретати по свим теренима и градилиштима. Брзине кретања су мање, специфични притисак по точку је мањи, а носивост је до 40 t.
- Ауто-дизалице са гусеницама, за лоше терене, са решеткастом стрелом, за веће носивости.

Према конструкцији стреле могу бити:

- са телескопском стрелом-данас најмасовнија конструкција-за мање, средње и веће носивости;
- са решеткастом стрелом, за носивости изнад 100 t;
- комбинација решеткасте и телескопске стреле.

Према броју погонских мотора граде се:

- са једним мотором. Један СУС мотор обезбеђује све функције возила и дизаличног дела. Пренос снаге и команди се остварује преко хидрауличких и пнеуматских система. Обзиром да се дизалични део обрће за 360°, то сви хидраулични, електро и пнеуматски водови морају да прођу кроз специјални обртни прикључак. Граде се до 50 t (за веће носивост “прикључак” је велики). Ово је најсавременије решење.
- са два погонска мотора-пројектује се за веће носивости, при чему је један мотор за кретање, за возило, а други мотор је за дизалични део.

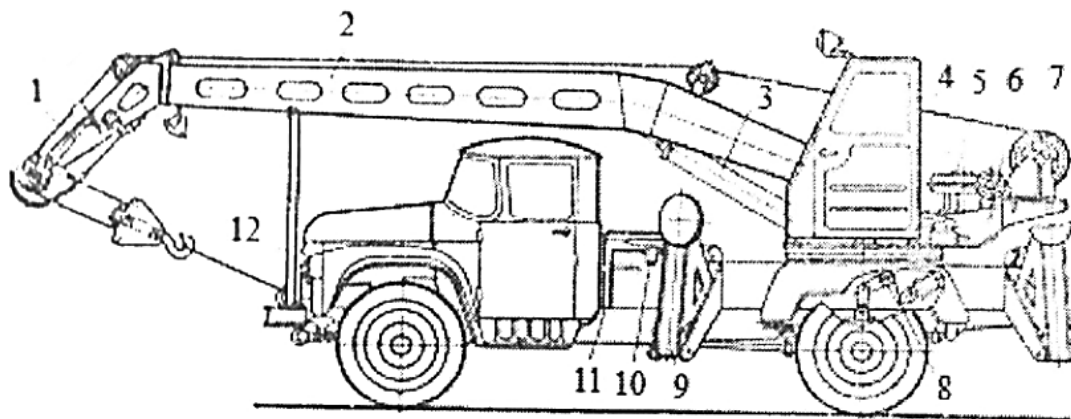
Према броју кабина разликују се ауто-дизалице:

- са једном кабином-обично када је дизалица са једним мотором. Имају смањену прегледност.
- са две кабине-дизалица је са једним или два мотора.

Ауто-дизалице се могу разврстати и на подврсте :

- дизалице опште намене које се ангажују у експлоатацији само са теретном куком,
- полууниверзалне дизалице, које раде са куком или грабилицом,
- универзалне дизалице, које раде са било којим заменљивим уређајем, са куком, грабилицом, багерском кашиком, чеоном и дубинском кашиком (као ровокопач)... [2]

На слици 2.29 приказан је општи изглед једне хидрауличне аутодизалице, максималне носивости 6,3 t, на дохвату 3 m. Дизалица је уграђена на шасији стандардног возила и може да ради са нормалним, као и са продуженим наставком челичне конструкције стреле, а намењена је за извођење утоварно-истоварних радова, као и радова при монтажи опреме и уређаја.



Слика 2.29: Ауто-дизалица са хидрауличним погоном [10]

За обезбеђење стабилности при раду дизалице и за растерећење пнеуматских точкова примењују се стабилизатори (9) са хидрауличним погоном и индивидуалним постављањем сваког стабилизатора, што обезбеђује независно постављање стабилизатора у складу са неравнинама терена. Број стабилизатора може бити два или четири, а постављање се може обавити и преко завојних вретена. Контрола хоризонталног постављања ауто-дизалице обавља се преко либела постављених бочно, са сваке стране возила. Дизалица је такође опремљена и опружно-хидрауличним уређајем (8) којим се повећава њено равномерно оптерећење опружних амортизера при обртном кретању оптерећене дизалице. На обртној платформи су уграђени: витло за дизање терета (7), механизам за обртање (5), кабина дизаличара (4) и стрела (2). Стрела је заварена, челичне конструкције, кутијастог попречног пресека, а покреће се хидрауличним цилиндром (3), а при транспорту се ослања на подметач (12). На глави стреле је постављен граничник носивости и висине подизања терета (1). [10]

Ауто-дизалице са хидрауличним погоном остварују и неке предности у односу на друге врсте погона. Хидраулични погон омогућава остваривање већих вредности вучних сила без примене сложених и гломазних преносника, а такође и обезбеђује и равномерну регулацију брзина кретања механизма. Управљање дизалицом са хидрауличним погоном је знатно једноставније у односу на дизалице са механичким погоном. Наведене предности обезбеђују све ширу примену аутодизалица са хидрауличним погоном.

Главни уређаји и делови ауто-дизалица

Ауто-дизалице можемо поделити на два дела:

- дизалични део ауто-дизалице и
- носећа конструкција-возило са погонским (возним) уређајима, точковима и стабилизаторима.

Уређаји дизаличног дела ауто-дизалице

- Телескопска (или решеткаста) стрела спада у најодговорније елементе дизалице. На тежину стреле отпада око 20% укупне тежине дизалице.
- Уређај за дизалице састоји се од хидро пумпе, коадно регулационог уређаја,

хидро мотора са кочницом, витла, ужета и куке.

- Уређај за кретање састоји се такође од хидро пумпе, хидро мотора са аутоматском сигурносном кочницом и обртног аксијално-радијалног лежаја са озубљеним венцем.
- Уређај за телескопирање састоји се од хидро пумпе и двоструких хидрауличних цилиндара, чиме се постиже синхронизовано, једновременно телескопирање другог и трећег сегмента стреле.
- Уређај за промену нагиба стреле састоји се, поред осталих хидро уређаја, од једног или два хидраулична цилиндра, који добијају потисак од хидро пумпе. Нагиб стреле се креће од 5° до 80° . Цилиндри су обезбеђени вентилима за блокаду, за случај прскања вода, чиме се обезбеђује задржавање стреле у датом положају.
- Систем против преоптерећења је електронски уређај (мини рачунар), са уређајем против преоптерећења. За сваки угао и дохват дато је, табеларно, максимално дозвољено оптерећење. У случају рада са теретом већим од дозвољеног (за дати угао и дохват) уређај аутоматски искључује погон. За гранична оптерећења активира се звучни сигнал.

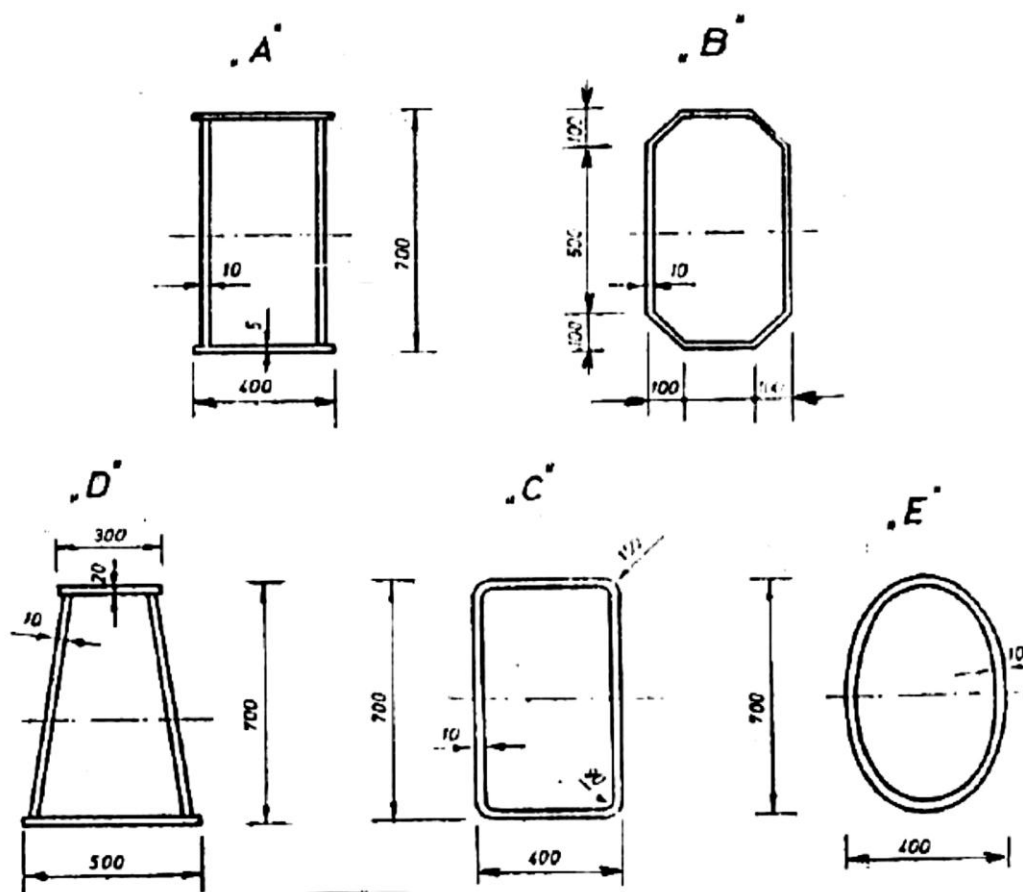
Стрела ауто-дизалице

Стрела спада у најодговорније елементе ауто-дизалице. Поред шасије возила, стрела је једини елемент који се комплетно пројектује, израђује и испитује код произвођача дизалица. Већину других уређаја произвођач само бира и уграђује у ауто-дизалицу. При пројектовању и изради стреле треба решити следеће проблеме:

- избор материјала,
- избор попречног пресека стреле,
- прорачун стреле,
- начин телескопирања стреле,
- технологију заваривања стреле и
- испитивање напона стреле на критичним местима.

Избор попречног пресека стреле

Избор попречног пресека зависи од многобројних фактора, а пре свега од технолошких могућности произвођача. Технолошко решење „А“ је најједноставније, „С“ је патентирано, а „В“ и „D“ користе најчешће амерички произвођачи. Телескопске стреле ауто-дизалица оптерећене су на савијање и притисак. Поред ових напона јављају се и локални напони на местима ослањања сегмената стреле. Пресеци „А“ и „D“ су најподложнији деформацији (избочавању) бочних страница, док је пресек „Е“ најотпорнији.



Слика 2.30: Попречни пресеци стрела [2]

Стабилност дизалице

Стабилност ауто-дизалица је врло значајна како са аспекта сигурности у раду, тако и са аспекта учинка дизалице, јер се и из услова стабилности одређује носивост дизалице за одређене углове и дохвате стреле.

Провера стабилности се врши на два начина:

- рачунска проверка стабилност и
- проверка стабилности путем пробног оптерећења.

Рачунска проверка стабилности се изводи за следеће случајеве оптерећења:

I-дизалица у погону у нормалним, радним условима;

II-дизалица са преоптерећењем, статичка стабилност;

III-дизалица нагло растерећена, пад терета;

IV-дизалица ван погона, изложена максималном ветру.

У табели 2.1 дате су силе и њихове величине за четири случаја оптерећења.

Табела 2.1: Провера стабилности [2]

Случај оптерећења	Силе и њихове величине за прорачун стабилности		
	вертикалне силе	хоризонталне силе	силе ветра
I	$1,1 \cdot Q$	$0,25 \cdot Q$ или F_H	$25 \cdot C \cdot A$
II	$1,45 \cdot Q$	0	0
III	0	0	$1,1 \cdot C \cdot q \cdot A$
IV	$0,3 \cdot Q$	0	$25 \cdot C \cdot A$

Ознаке:

Q - називно оптерећење дизалице,

F_H - хоризонталне силе услед окретања и нагиба стреле,

C - коефицијент облика при прорачуну силе ветра,

q - притисак ветра-одређује се прописима,

A - површина дизалице изложена ветру.

Провера стабилности пробним оптерећењем се врши као:

- динамичка провера-провера стабилности у покрету. Узима се терет $1,2 \times Q$ и изводе се сукцесивно сва кретања.
- статичка провера-провера дизалице при мировању када се дизалица оптерети са $1,33 \times Q$.

Избор материјала

Да би стрела била што лакша, за материјал се усвајају високо квалитетни материјали са високим механичким особинама. То су ситнозрни челици повишене чврстоће, који треба да испуне високе захтеве у погледу осетљивости на концентрацију напона, динамичке јачине и заварљивости. Допуштени напон σ_d се добија када се граница развлачења σ_v подели са степеном сигурности K :

$$\sigma_d = \frac{\sigma_v}{K} \quad (2.1)$$

при чему је:

$K=1,5$ за I случај оптерећења,

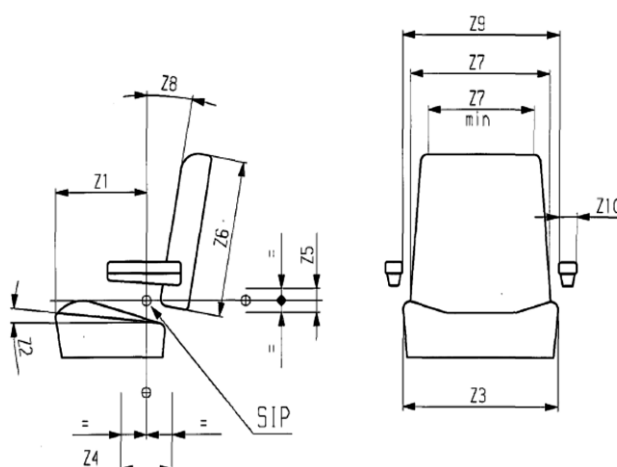
$K=1,3$ за II случај оптерећења,

$K=1,1$ за III случај оптерећења. [2]

Седиште оператора

Стандардом су одређење димензије и подешавања седишта (табела 2.2) оператора мобилне дизалице. Номиналне вредности димензија седишта, њихов међусобни положај и подешавање, утврђује се на основу ергономских захтева, узимајући у обзир и

тежину возача. Димензије и подешавања, осим оних у стандарду, могу се користити само ако обезбеде бољи смештај возача крана. На слици 2.31 дате су димензије седишта. [8]



Слика 2.31: Димензије седишта [8]

Табела 2.2: Димензије седишта [8]

Димензије	Опис		Минимално	Номинално	Максимално
Z1	Дужина јастука седишта	1	215mm	265mm	315mm
Z2	Угао јастука седишта	1,2	5°	10°	15°
	Подешавање	1,3	+/- 3°	+/- 5°	-
Z3	Ширина јастука седишта	1	430mm	-	500mm
Z4	Подешавање напред/назад	1,4	100mm	150mm	-
Z5	Вертикално подешавање	1,4	60mm	-	-
Z6	Висина наслона	1,5	150mm	400mm	-
Z7	Ширина наслона	1,6	300mm	500mm	-
Z8	Угао наслона	1,7	5°	10°	15°
	(ако је променљиво)	1,3	+/- 3°	+/- 5°	-
Z9	Размак између наслона за руке	1,8	450mm	500mm	550mm
Z10	Ширина наслона за руке	1,8	50mm	75mm	-

3. Опасност и ризици при раду са мобилним дизалицама

Породица дизалица обухвата више типова мобилних средстава са цикличним дејством (мосне, порталне, ауто-дизалице, стубне, пловне и др.). Различита конструктивна решења и начин руковања дају различити број степени слободе кретања који, у суштини, представљају потенцијалне изворе опасности и захтевају процену ризика појединачно према врсти технолошког решења. Типична технолошка решења мобилних дизалица јесу са: решеткастом или хидрауличном телескопском стрелом, са једном фиксном кабином или са две кабине (од којих је једна обртна из које се рукује), са четири или пет степени слободе, са даљинском контролом рада или из кабине, са посебним стубним дизалицама на предњем или задњем делу шасије возила и др., што све захтева детаљно познавање способности дизалице. Ако дизалице нису изграђене са интерним сигурносним уређајима (гравитационим централизером, електронским контролним системима ради мониторинга, кочионим и другим виталним системима у оперативном статусу дизалице, ASS/AntiSnag-Systems, буферима и др.), тада је знатно повећана могућност ризика. Процес препознавања постојања опасности и дефинисање њених својстава представљају основ процене ризика. У раду са дизалицама се идентификује више врста опасности: на претоварном месту (механичке, од електричног удара, пожара и експлозија, зрачења.....), спољних утицаја (температура, влажност, јачина ветра, бука, вибрације, видљивост) и сопственог напора током претовара услед ергономских опасности (психофизички напори, деловање штетних чиниоца на људски организам, проклизавање, превртање и сл.).

У раду мобилних дизалица могу се идентификовати осам потенцијалних места настанка опасности:

- контакт металних делова дизалице и струјног вода високог напона
- прекорачење носивости
- неправилно постављање стабилизатора дизалице
- непостојање система двоструке заштите
- смањење прегледности у радној зони
- пренос терета код хидрауличних кранова
- прекид рада стреле и
- остала мање критична места.

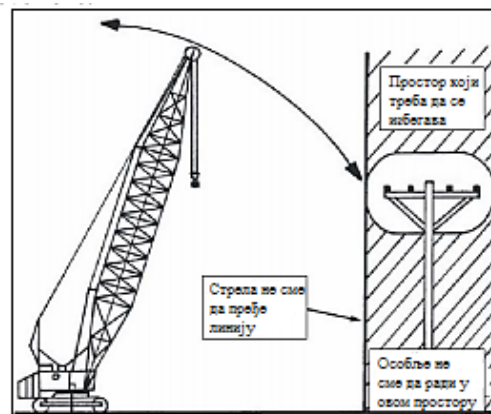
На примеру контакта металних делова и струјног вода високог напона приказан је начин прорачуна нивоа ризика. Контакти металних делова дизалице са струјним водовима високог напона углавном настају када се врши премештање терета испод или

близу електровода.

До опасности обично долази јер је дизаличару тешко да:

- процени приближно растојање између стреле дизалице и заштитне зоне контактних вода
- истовремено види више од једног места опасности (уколико нема сигналиста)
- предвиди објекте који заклањају контактни вод (грађевински објекти, дрвеће, возила и сл.).

Начин избегавања контакта са струјним водом јесте у планирању сигурности пре обављања посла. Руковалац дизалице, сигналиста и остале особе (возачи терета) који су укључени у одређене операције везане за рад дизалице, морају да имају визуелно надгледање терета са земље и возила тако да не прилазе опасним зонама и да сав посао могу да обаве ван зоне дејства крана и заштитног простора вода. У зависности од карактеристика струјног вода опасан простор мора бити означен одговарајућим оградама, барикадама и сличним направама. Свакако, један од начина смањења незгода, насталих контактом са струјним водовима јесте и одговарајућа обука руковођа дизалице, као и коришћење заштитне опреме (шлем, чизме, рукавице и сл.) од стране свих радника ангажованих на претоварном задатку. [11]



Слика 3.1: Положај дизалице у односу на струјни вод [11]

Мобилне дизалице могу да представљају опасност по раднике уколико дође до:

- структуралног квара,
- превртања дизалице,
- контакта или судара са другим објектима,
- падања предмета.

Структурални квар може да буде квар било којег дела дизалице, као нпр. стреле, хидрауличних клипова, или жичане ужади. До структуралног квара мобилне дизалице може да дође ако је дизалица претоварена.

Мобилна дизалица може да се преврне уколико је претоварена. То може бити проузроковано многим факторима као што су:

- лоши услови земљишта (нестабилно земљиште),
- уколико се не користе или нису добро постављене потпоре и стабилизатори,
- ако се дизалице не поравна ,
- брзо окретање дизалице и
- јак ветар.

Контакт или сударање са другим објектима може да се деси уколико се не одржава довољно одстојање између мобилне дизалице и другог објекта или структуре, као што су друге дизалице, зграде, или далеководи.

Падање предмета може да буде узроковано током постављања или демонтаже дизалице, или може бити узроковано начином на који је терет осигуран током дизања. Падање објекта може узроковати повреде радника или пролазника. [12]

3.1 Безбедност и мере заштите

Мобилне дизалице могу да буду врло опасне за раднике и могу да оштете имовину, ако се њима не управља прикладно и безбедно. Произвођач, оператори дизалица и запослени имају одговорност да обезбеде да се дизалицама управља безбедно.

Произвођач мора да обезбеди следеће:

- да је мобилна дизалица дизајнирана, инсталирана, подигнута, проверена да се њом управља,
- да је мобилна дизалица довољно јака и стабилна за намеравамо дизање и да је опремљена прикладним ужадима, ланцима, кукама...
- компетентан радник треба да спроводи безбедно кретање и рад дизалице,
- мобилна дизалица има кабину, опремљена је одговарајућим кочницама за теретну границу, има двоструку заштиту од оштећења и звучну сигнализацију,
- тамо где се користи мобилна дизалица, у области где кука не сме да се креће више од 600 mm, постављају се барикаде да би спречиле људе да прилазе тој области,
- табела са тежином терета од стране произвођача се држи у дизалици,
- мобилна дизалица се користи само за оно за шта је намењена, њом управља компетентна особа и терет је обезбеђен,
- мобилна дизалица је опремљена кочницама, сиреном, ретровизором, помоћним алармом (ако се креће на точковима), детектором покрета (ако је гусеничар),

предњим и задњим светлом, блатобранима, командама којима не може да се управља ван кабине и три начина да се уђе у кабину,

- дизалицу на сваких 12 месеци прегледа инжењер или компетентна особа коју надгледа инжењер,
- копија сертификата је доступна оператору у кабини и контроли,
- нико не врши поправке или иде испод подигнуте дизалице уколико није блокирана,
- нико не обавља такве промене на дизалици да оне нису у складу са безбедношћу,
- коришћење дизалице није дозвољено ако су постојале неке промене осим ако те промене нису писмено одobreне од стране произвођача или инжењера,
- дизалице које се крећу на точковима имају стабилизаторе где је то предвиђено од стране произвођача и оператор је прошао кроз адекватну обуку,
- када се дизалица помера са једне локације на другу на сопствени погон, мере предострожности су предузете како би се спречило љуљање стреле и тамо где оператор има ограничен преглед потребан је неко ко му даје сигнал,
- предострожност да дизалица не дође у контакт са далеководима. Ако дизалица не може да прође испод далековода, онда се контактира електродистрибутер.[13]

Кочиони систем

Успоравање кретања дизалице може се постигнути кочницама (нпр.хидраулична кочница, електрична). Треба обезбедити следеће:

- површине које се хабају на свим добошима и дисковима морају бити глатке и хомогене,
- површина која се хаба на диску кочнице може да има бразде,
- бразде морају бити адекватне и безбедне до краја радног века,
- суви типови блокова кочница и бразди морају бити заштићени од уља, масти и било каквих услова средине који могу да утичу на рад кочница,
- влажни типови кочница морају бити увек причвршћени,
- када дизајн кочница захтева проверу бразди ради одржавања, мора бити могуће да се провери стање бразди без демонтаже,
- механизми кочница који се ослањају на ваздух или течност под притиском или електрични или електромеханички механизам морају бити такви да кочница мора да се употреби аутоматски у случају губитка енергије оперативног система,
- статичне кочнице које обезбеђују дизање су такве да се кочнице употребљавају

аутоматски у случају губитка енергије оперативног система. Кочнице ће бити повезане директно са погонским механизмом. [8]

Оператор мора да:

- обезбеди да терет не прелази дозвољену тежину због безбедности,
- прати сигнале које му неко даје када му је поглед ограничен,
- подиже терет вертикално осим ако није потребно да то учини косо,
- не сме да диже терет изнад неке особе или да остави подигнут терет тамо где могу да се нађу људи испод њега,
- користи једно или више ужета да контролише терет ако ефекат клатна може да произведе опасност,
- никоме не дозвољава да се вози у дизалици осим ако дизалица није дизајнирана да прима путнике,
- не покреће дизалицу док ваздушне и хидрауличне кочнице нису у погону,
- прати безбедну процедуру допуњавања горива,
- не држи балоне са горивом или са неким другим запаљивим супстанцама у кабини,
- држи дизалицу у брзини када иде низбрдо,
- када заврши са радом мора да:
 - обезбеди против кретање,
 - повуче ручну,
 - не оставља терет да виси,
 - закочи померање стреле,
 - избаци из брзине,
 - угаси мотор,
 - извади кључ.
- визуелно преконтролише дизалицу сваког дана пре него што је користи. Ако има више оператора који раде са дизалицом током једног дана, сваки од њих мора визуелно да преконтролише,
- визуелно преконтролише све делове који утичу на безбедно коришћење дизалице.
- забележи резултате прегледа у радном налогу. Радни налог мора да се држи у дизалици.
- коришћење дизалице није дозвољено ако су постојале неке промене, осим ако те

промене нису писмено одобрене од стране произвођача или инжењера. [13]

Провера

Дизајн дизалице се прегледа концептуалном методом (доказ компетенције). Ова провера се обавља у складу са табелом 3.1. Спроводи се да би се показала адекватна безбедност од сваке опасности. Концептуална провера се врши на првој дизалици из серије дизалица истог типа. Да би се обезбедила погодност намене, свака дизалица мора да се провери посебно. Када постоји систем за проверу квалитета, провера узорка серије је дозвољена. Конфигурације и предмети оптерећења за тест оптерећења биће изабрани у складу са прорачунима, резултатима концептуалне провере и резултатима појединачних провера у серијској производњи. [8]

Табела 3.1: Концептуална провера [8]

Безбедносни захтеви	Концептуална провера				Индивидуална провера
	Прорачун	Експеримент		Визуелна провера	
		Кран	Компонента		
Ефекти терета на структуру	●	●	-	-	L
Ефекти терета на делове механизма, ужад, ланце...	●	●	o	-	L
Стабилност, генерално	●	●	-	-	L
Стабилност при подизању и демонтажи	●	●	-	-	L/F
Стабилности, ефекти услед еластичности	●	●	-	-	-
Стабилност, ефекти услед убрзања	●	-	-	-	-
Лимит стања структуре	●	-	-	-	-
Лимит стања делова који носе терет	●	-	o	-	-
Лимит стања механизма	●	-	o	●	-
Лимит стања сајли са кукама	●	-	●	-	V
Систем сајли, пречници снопова и котурова	●	-	-	●	-
Лимит стања ланаца	●	-	●	-	V
Лимит стања куке, снопа и носача куке	●	-	o	●	V
Лимит стања зупчастог прстена, хидрауличног цилиндра...	●	o	o	●	-
Контрола позиције кабла, цеви	-	o	o	●	V
Контрола позиције, кабина	-	-	●	●	V
Оштре ивице и оштри углови	-	-	-	●	-
Изаз у случају опасности	-	-	o	●	-
Пространа позиција	-	-	o	●	-
Грејање и вентилација	o	●	o	-	F
Врата и прозори	-	-	●	●	F

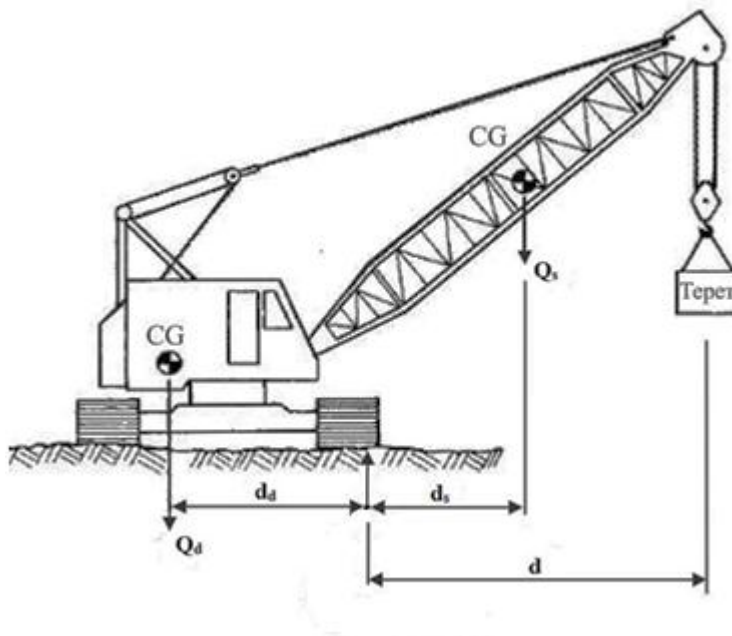
Безбедносни захтеви	Концептуална провера				Индивидуална провера
	Прорачун	Експеримент		Визуелна провера	
		Кран	Компонента		
Осветљење кабине	-	-	●	●	F
Заштита против падајућих предмета	-	-	●	o	-
Ефекти терета на структуру	●	●	-	-	L
Додатни обавезни граничници и индикатори	-	●	o	●	F
Системи за управљање	●	●	●	-	F
Системи кочница	●	●	-	-	F
Системи кочења за транспорт	●	●	o	-	F
Заштитни уређаји, покретни делови	-	-	-	●	V
Заштите и ограничења	-	-	●	●	V
Прилаз	-	-	-	●	V
Издувни систем	-	o	-	●	-
Топле површине	-	o	-	●	-
Хидраулични и пнеуматски системи	●	-	●	-	F
Боце под притиском	●	-	o	●	-
Резервоари	-	-	o	●	V
Видно поље оператора	-	-	-	●	-
Осветљење	-	-	-	●	F
Бука и редукација буке	-	●	-	-	-
● = обавезно, o = по потреби, – = тест оптерећења, F = функционална провера, V = визуелна провера					

4. Прорачун стабилности против превртања

Стабилност против превртања је најважнији фактор контроле процене оптерећења за мобилне дизалице. Дизалице на шинама и грађевинске дизалице, на пример, често су на сличан начин ограничене. За остале врсте дизаличних конструкција, процена оптерећења је заснована на претпоставци да ће основа бити конструисана тако да ће сигурност против превртања бити обезбеђена.

За дизалице које су мобилне, стабилност је примаран фактор контроле оптерећења и способност машина да обављају користан рад. Елементи који се додају и одузимају су важни не само за дизајн, већ и за правилно функционисање дизалице. Провера стабилности даје нам могућност да правилно бирамо опрему за поједине задатке на самом градилишту.

Мобилне дизалице су осетљиве на стабилност, а већина процена оптерећења је регулисана против превртања. За дизалицу постављену на шасију камиона, фактор стабилности-однос подигнутог терета и процењеног оптерећења-може бити нижи од 1,18, што је мање од фактора структурних компоненти крана. Неслагање ових фактора указује да је преоптерећење мобилне дизалице могло бити спречено јер је капацитет дизања одређен отпорношћу материјала. На слици 4.1, приказан кран може да се преврне уколико терет прелази дозвољену границу.

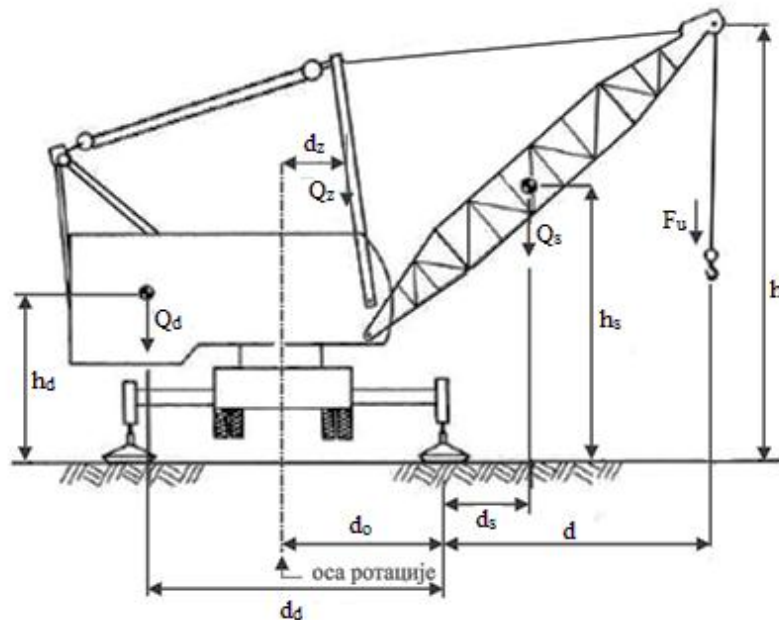


Слика 4.1: Кран оптерећен теретом од 75 t [14]

Стабилност мобилних дизалица зависи од правилног распореда статичких и динамичких сила. Стабилност се утврђује за случајеве нормалног (уобичајеног рада) и за изузетне случајеве. Провера стабилности дизалица се решава рачунским путем и

пробним оптерећењима, а подразумева проверу стабилности дизалице у целини, али и у појединим деловима.

На слици 4.2 приказана је шема мобилне дизалице са додатном затегом.



Слика 4.2: Мобилна дизалица са контратегом [14]

На основу слике 4.1, стабилност дизалице се може дефинисати:

$$Q_d \cdot d_d = Q_s \cdot d_s + Q \cdot d \quad (4.1)$$

где је:

Q_d - тежина дизалице,

Q_s - тежина стреле.

Тежина терета који дизалица може да подигне, а да се притом не преврне, означена је са Q и може се израчунати као:

$$Q = \frac{Q_d \cdot d_d - Q_s \cdot d_s}{d} \quad (4.2)$$

Користећи шему са слике 4.2, отпорни момент дизалице се може изразити следећом једначином:

$$M_o = Q_d \cdot d_d + Q_z \cdot (d_o - d_z) - Q_s \cdot d_s - F_u \cdot d \quad (4.3)$$

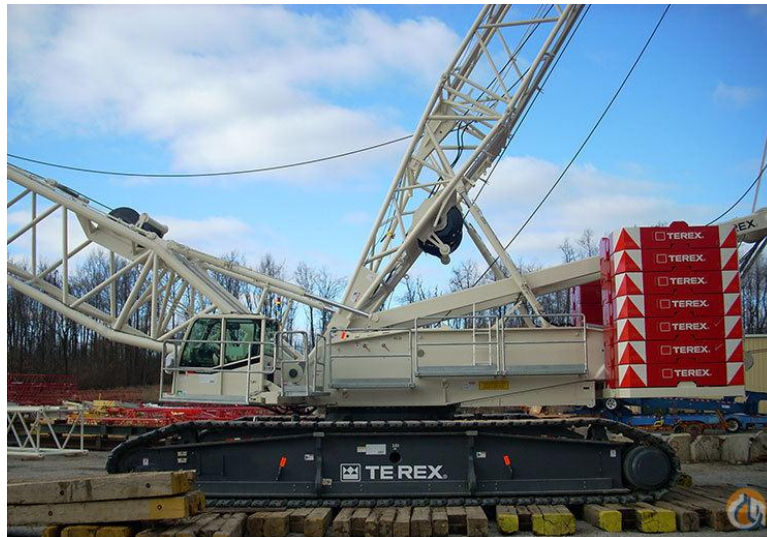
где је F_u сила у ужету. Статички момент превртања је:

$$M_0 = Q \cdot d \quad (4.4)$$

Граница стабилности је $M_o = M_o$, тако да подигнути терет на граници превртања износи:

$$Q = \frac{Q_d \cdot d_d + Q_z \cdot (d_o - d_z) - Q_s \cdot d_s}{d} \quad (4.5)$$

Као пример за прорачун узета је мобилна дизалица на гусеницама СС 2400-1, коју производи компанија DEMAG (слика 4.3). Дизалица има решеткасту телескопску стрелу дужине 84 m.



Слика 4.3: Мобилна дизалица на гусеницама СС 2400-1 [15]

Маса дизалице износи 235 t, а маса стреле 40 t, тако да се тежина може израчунати као:

$$Q_d = m_d \cdot g = 235 \cdot 10 = 2350 \text{ kN}$$

$$Q_s = m_s \cdot g = 40 \cdot 10 = 400 \text{ kN}$$

Тежина терета Q , на основу прве концепције износи:

$$Q = \frac{Q_d \cdot d_d - Q_s \cdot d_s}{d} = \frac{2350 \cdot 7,25 - 400 \cdot 8}{13} = 1065 \text{ kN}$$

Будући да је тежина помоћне затеге 50 t, применом једначине 4.3, отпорни момент за варијанту са друге слике је:

$$\begin{aligned} M_o &= Q_d \cdot d_d + Q_z \cdot (d_o - d_z) - Q_s \cdot d_s - F_u \cdot d = \\ &= 2350 \cdot 7,25 + 500 \cdot (3,625 - 1,8) - 400 \cdot 8 - 5 \cdot 13 = 14685 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Подигнути терет на граници превртања износи:

$$Q = \frac{Q_d \cdot d_d + Q_z \cdot (d_o - d_z) - Q_s \cdot d_s}{d} = \frac{2350 \cdot 7,25 + 500 \cdot (3,625 - 1,8) - 400 \cdot 8}{13} = 14750 \text{ kN}$$

5. Закључак

Дизалица је машина опремљена системом ужади, сајли или ланаца, која се користи за подизање и спуштање терета. Најчешће се користи за подизање тешких материјала и објеката ради њиховог утовара и транспорта. Данас постоји велики број врста дизалица различитог капацитета, система рада и управљања и сл.

Мобилна дизалица се састоји од телескопске стреле монтиране на покретно постоље разних возила као што су камион, плутајућа платформа, железничко возило и слично. У случају монтаже на камион, користе се још и помоћни стабилизатори који повећавају радну површину. Њена предност је у мобилности где може врло брзо и једноставно да се креће по локацијама за подизање и премештање терета. Специјално прилагођене дизалице су оспособљене и за кретање по неприступачним теренима, утовар на сопствени утоварни простор и слично. Снага дизалица се заснива на употреби хидрауличних цилиндара.

Природа рада и ризик при подизању терета у великом степену зависе од дизалице која се користи. Најчешћи узрок несрећа при раду са дизалицама је неодговарајућа комуникација између радника и околине у којој ради. Због тога је потребно што више адаптирати радну средину, физичке и психолошке активности при раду потребама човека. Такође, потребно је придржавати се захтева у погледу безбедног рада, који су дати у раду.

Циљ завршног рада је упознавање са општим карактеристикама и применом мобилних дизалица, као и са њиховим историјским развојем и напретком. Кроз рад су поменути неки од највећих светских произвођача мобилних дизалица са својим савременим решењима. Такође, дати су типови мобилних дизалица са својим погодностима и недостацима, као и са главним деловима. У оквиру теме, посебна пажња је усмерена на опасност и ризике при руковању и раду, као и на потребне мере безбедности и заштите. Такође, дат је пример прорачуна стабилности против превртања карактеристичних конструкција мобилних дизалица.

6. Литература

- [1] <http://www.gutmanlifting.rs/>, приступљено 15.09.2016.
- [2] Р. Мијајловић, З. Маринковић, М. Јовановић: Дизалице, основе, Градина, Ниш, 1994.
- [3] https://www.researchgate.net/publication/261027018_Technical_Utilization_of_Lifting_Devices_for_Construction_Purposes_in_Ancient_Gerasa_Jordan, приступљено 15.09.2016.
- [4] <https://www.liebherr.com/en/deu/start/start-page.html>, приступљено 28.08.2016.
- [5] <http://constructionreviewonline.com/2015/06/top-20-worlds-largest-crane-companies/>, приступљено 30.08.2016.
- [6] Д. Острић, С. Тошић, Дизалице, Машински факултет: Центар за механизацију, Београд, 2005.
- [7] Р. Мијајловић, З. Маринковић, М. Јовановић: Транспортне машине - Практикум, Ниш, 1988.
- [8] Стандард SRPS EN 13000:2015, Дизалице – мобилне дизалице
- [9] <http://www.slideshare.net/amits2280/amit-crane-ppt>, приступљено 30.08.2016.
- [10] Д. Острић, Дизалице, Машински факултет, Београд, 1992.
- [11] <http://www.cqm.rs/2010/pdf/37/15.pdf>, приступљено 20.08.2016.
- [12] https://www.worksafe.qld.gov.au/__data/assets/pdf_file/0008/58175/mobile-crane-cop-2006.pdf, приступљено 20.08.2016.
- [13] http://ohsguide.worksafenb.ca/topic/mobilecranes.html?utm_source=Viber&utm_medium=Chat&utm_campaign=Private#summary, приступљено 21.08.2016.
- [14] Lawrence K. Shapiro, Jay P. Shapiro: Cranes and Derricks, fourth edition, The McGraw- Hill Companies, 2011
- [15] <http://www.terex.com/cranes/en/products-demag/lattice-boom-crawler-cranes/CC2400-1/index.htm>