

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: 26/2012

Милица Р. Гарић

Аутодизалице са телескопском стрелом

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 аутодизалица опште и универзалне намене.
- Прикаже кратак осврт на историјски развој аутодизалица.
- Наведe и опише врсте аутодизалица које се користе за дизање терета.
- Детаљније истакне уређаје који чине дизалични део аутодизалица са телескопском стрелом.
- На изабраном типу дизалице, кроз конкретан рачунски пример прикаже принцип провере стабилности аутодизалице.

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.

Крагујевац, 05. 03. 2015. год.

ментор:

Др Ненад Милорадовић, доцент

Summary:

In this work, there were collected, systematized and analyzed data related to the mobile cranes with telescopic arrow. It is described their development, characteristics and divisions, and specify the application of these cranes. There are described all the parts making the Mobile cranes, where special attention is focused on the telescopic arrow and its stability, because of the stability arrows depends on many parameters in the functioning of mobile cranes. Was carried out the check of stability arrows, determining critical load and static stability. Stability of mobile cranes is very significant from the aspect of safety in work, and from the aspect of performance the crane, because the conditions of the stability determines the capacity cranes for certain angles and reach for arrows.

Keywords: Mobile crane, telescopic arrow, stability and load capacity.

Резиме:

У оквиру рада извршени су прикупљање, систематизација и анализа података везаних за аутодизалице са телескопском стрелом. Описан је њихов развој, карактеристике и поделе, и наведена примена ових дизалица. Описани су сви делови који сачињавају аутодизалицу, посебна пажња је усмерена на телескопску стрелу и њену стабилност, пошто од стабилности стреле зависе многи параметри у функционисању аутодизалице. Извршена је провера стабилности стреле, одређивање граничне носивости као и статичке стабилности. Стабилност аутодизалице врло је 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.

Кључне речи: Аутодизалица, телескопска стрела, стабилност, носивост.

Садржај

1	Увод.....	4
2	Индустријски развој аутодизалица	6
3	Карактеристике и поделе аутодизалица	11
4	Аутодизалице опште и универзалне намене.	15
4.1	Улога и област примене аутодизалица опште и универзалне намене	15
4.2	Врсте аутодизалица које се користе за дизање терета	17
4.2.1	Аутодизалице са решеткастом стрелом.....	17
4.2.2	Аутодизалице са телескопском стрелом.....	18
5	Главни уређаји и делови аутодизалице са телескопском стрелом.....	20
5.1	Уређаји дизаличног дела аутодизалице.....	21
5.1.1	Телескопска стрела	21
5.1.2	Уређај за дизање.....	25
5.1.3	Уређај за кретање	27
5.1.4	Уређај за телескопирање	27
5.1.5	Уређај за промену нагиба стреле.....	28
5.1.6	Систем против преоптерећења	28
5.2	Носећа конструкција – возило са погонским (возним) уређајима, точковима и стабилизаторима	29
5.3	Захтеви за правилно управљање аутодизалицом.....	32
6	Провера стабилности аутодизалице са телескопском стрелом	34
6.1	Одређивање координате тежишта аутодизалице.....	37
6.2	Критичан положај стреле и одређивање статичке носивости аутодизалице	39
6.3	Гранична носивост код бочног дизања терета	40
6.4	Провера граничне стабилности аутодизалице	45
6.5	Гранична носивост аутодизалице услед напона у телескопској стрели.....	46
7	Закључак	50
	Литература.....	51

1 Увод

Аутодизалице (engl. truck cranes) су врста покретних дизалица монтираних на камионској платформи. Састоје се од камиона на којем се окреће постоље које носи стрелу или крак дизалице. Примарни задатак дизалица јесте вертикално подизање и спуштање материјала, као и хоризонтално преношење у оквиру ограничене зоне, која је одређена конструктивним карактеристикама дизалице. Са аспекта технолошког значаја, дизалице су најзначајнији представник групе претоварних машина с цикличним дејством. У складу са општим техничко-технолошким развојем, дошло је и до развоја дизалично-транспортних средстава, тако да се данас користи релативно велики број различитих конструктивних облика дизалица [1].

При разврставању дизалица постоје различити критеријуми:

- намена у процесу производње,
- врста погона,
- конструкција,
- величина,
- мобилност,
- према дохвату стреле (колицима или телескопом), и др.

Постоји унутрашњи и спољашњи транспорт (унутрашњи се одвија углавном унутар објекта, хала и сл., а спољашњи изван њих) [1].

Са аспекта конструкције дизалице се разврставају на:

- мосне,
- рамне (порталне),
- аутодизалице и
- специјалне.

Према врсти погона, дизалице се разврставају у неколико група, са:

- мануелним (ручним),
- електричним и
- комбинованим погоном [1].

Поједини конструктивни облици из претходно наведених група, често се разврставају према намени, односно месту локације:

- индустријске,
- ливачке,
- лучке порталне,
- пловне,
- на гусеницама,
- дизалице уграђене на друмска возила и др. [1].

Све су оне изведене из неке од претходно наведених група, јер се користе у специфичним условима, што је условило различите носеће конструкције.

Према мобилности могу бити:

- стабилне и
- мобилне.

Стабилне су фиксиране за једно место рада: стубне без горњег ослонца, стубне с променљивим дохватом (дерик кранови), зидне с корпом и сл.

Мобилне су све оне које нису везане за једно место рада и по потреби мењају своју локацију [1].

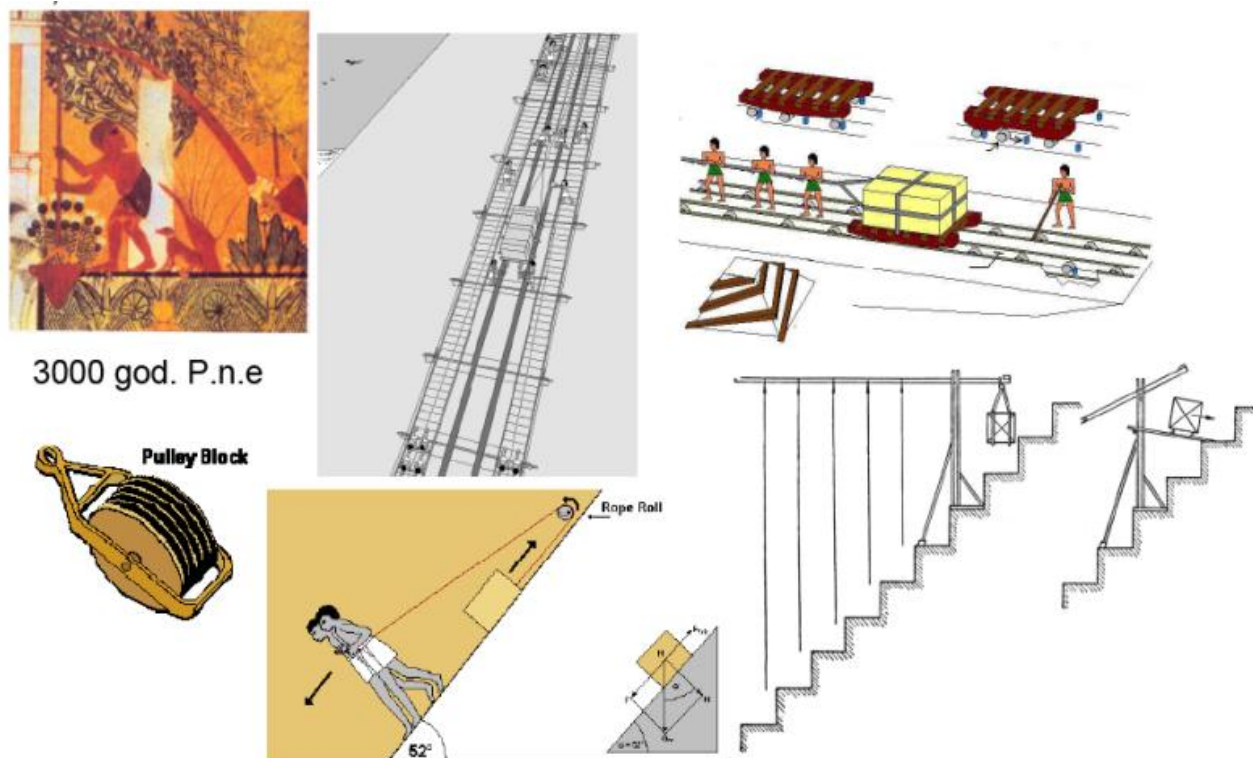
У наставку рада, биће више речи о аутодизалицама, о њиховом развоју као и о карактеристикама, поделама и намени.

2 Индустијски развој аутодизалица

Дизалице су група најшире примењених средстава у руковању материјалима и историјски су присутна веома дуго. Области примене су разне, од лука, транспортних центара, ...радионица, сервиса итд. У индустрији су нашле веома велику примену и срећу се у различитим конструктивним облицима, зависно пре свега од процеса који опслужују и карактеристика / обележја у тим процесима [2].

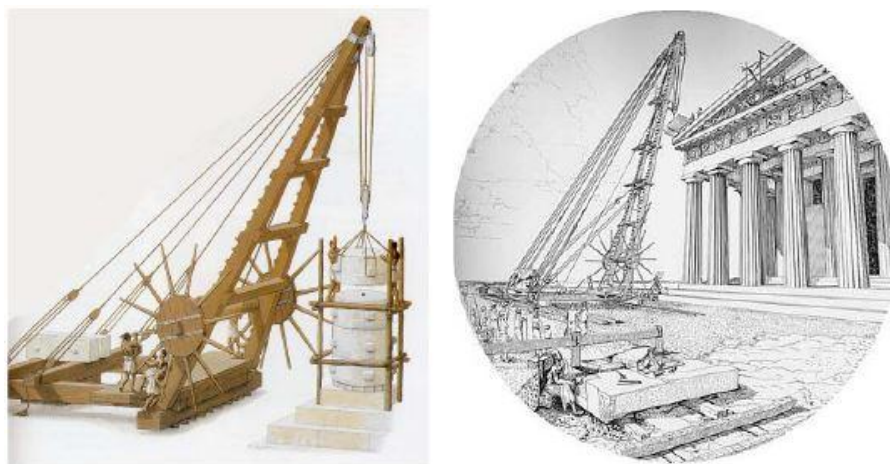
Дизалично-транспортна средства су позната човечанству из далеке прошлости. Споменици материјалне културе који су откривени као резултат бројних археолошких истраживања непобитно сведоче да почетак примене дизаличних уређаја досеже све до древних цивилизација. И при веома ниском степену развоја цивилизације, човек се неизбежно сукобљавао са проблемом подизања и премештања терета. Проблем је решаван примитивним направама и уређајима, које су се системски усавршавале због нарасталих потреба развоја земљорадње (системи за наводњавање), грађевинарства, претовара у лукама, рударства и војне технике. Транспортни уређаји се примењују већ 5000. година [2].

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.



Слика 2.1 Градња Кеопсове пирамиде у Египту [2]

Први изум „дизалице“ (односно витла за дизање терета) настао је у античкој Грчкој око 530 (515) година пре Христа (изградња Артемидиног храма у Ефесу, висина стубова 90 m), за потребе дизања терета при грађевинским радовима код зидања великих храмова. Овај транспортни уређај служио је да се смањи број људи потребан за дизање терета, а временом су се дизали све тежи и тежи терети [2].

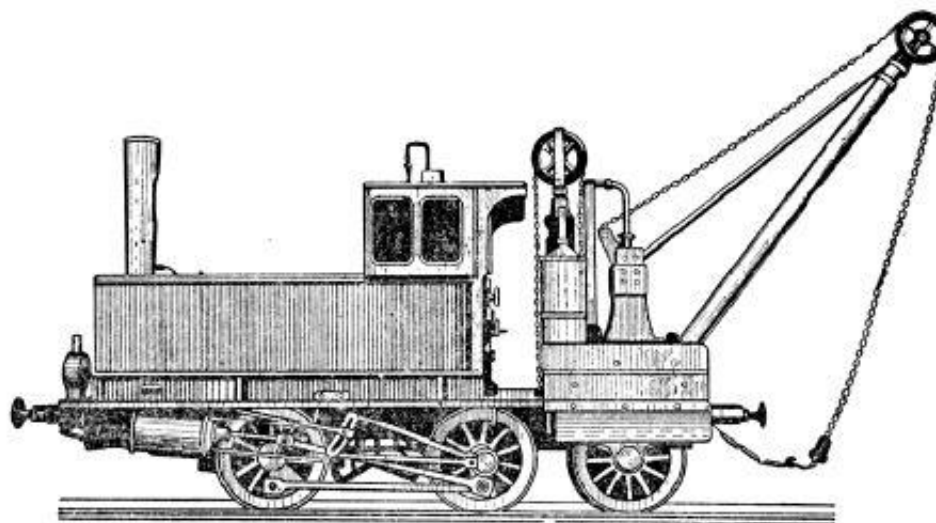


Слика 2.2 Дизалица из старе Грчке [2]

Са појавом индустријске револуције (крај 18-ог и први део 19-ог века), јављају се следећи изуми:

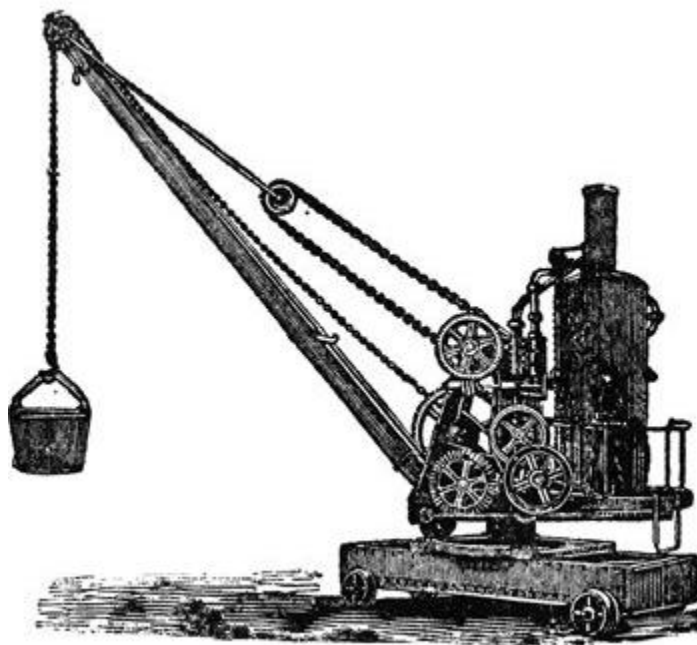
- Парна машина, Џејмс Ват (James Watt, 1736-1819), патент 1765, конструкција 1769.
- Прва дизалица направљена од ливеног гвожђа (први мост од ливеног гвожђа 1776.), 1834, Hick and Rothwell, Bolton, носивост 12 тона (дрво и ослонци од олова опстали са као материјал коришћен стотинама година пре тога до почетка 20 века, посебно у САД.)
- Настанак челичног ужета, Немачка, 1834-1854, рудници сребра, већина сада познатих решења су настала 1849-1889. У САД почела производња челичних ужади 1841., а примену налазе код лифтова 1862. године.
- Прва стационарна дизалица на парни погон, 1827.,
- Прва хидраулична дизалица, Вилијам Томсон, 1845 (Армстронг 1846), Њукастл, Енглеска

У Русији око 1880. године долази до појаве локомотиве са дизалицом, која по својој конструкцији подсећа на данашње аутодизалице.



Слика 2.3 Локомотива са дизалицом, Русија 1880. [2]

Нешто касније, јављају се дизалице на парни погон и то око 1911. године, док 1944. године долази до појаве дизалице на погон која подсећа на данашње дизалице монтиране на шинама са решеткастом стрелом.



Слика 2.4 Дизалица на парни погон из 1911.године [2]



Слика 2.5 Дизалица на парни погон из 1944. године [2]

Задњих година производња аутодизалица доживљава врло интензиван раст у свету. Индустрија из области транспортних средстава, у овом случају аутодизалица, прати развој грађевинарства, саобраћаја и других грана привреде, који захтевају знатно већи обим

монтажних и претоварних радова, већу брзину и ефикасност монтажну - претоварне механизације [3] .

С обзиром на своје техничко експлоатационе особине аутодизалице су на овим пословима потврдиле своју супериорност у односу на друга транспортно - претоварна средства.

Данас су највећи светски произвођачи аутодизалица САД, Јапан, Русија, Западна Немачка, Енглеска, Италија, Француска и др. Обзиром да захтеви транспорта у Србији, за аутодизалицама, задњих година расту, тако је и већи број произвођача почео да се бави производњом аутодизалица. Међутим, оваква производња захтева серијску производњу, производњу читаве фамилије дизалица, да би улагања била рентабилна и да би цена једне дизалице била конкурентна на тржишту [3] .

На слици 2.6 приказана је аутодизалица са телескопском стрелом, која ће бити детаљније анализирана у раду.



Слика 2.6 Аутодизалица са телескопском стрелом [4]

3 Карактеристике и поделе аутодизалица

На пословима где је потребно ангажовање дизалица у краћем временском периоду или ако је потребно тренутно ангажовање, развијене су посебне врсте дизалица које се налазе на шасијама специјалних возила - аутодизалице. Примену су нашле углавном код монтажа конструкција, кровних конструкција и код монтаже грађевинских стубних дизалица. Овакве машине могу да се саме крећу по саобраћајницама и врло брзо по пристизању на градилиште могу да буду у радном стању [4].

У процесу развоја аутодизалица као критеријум за класификацију коришћена су различита својства:

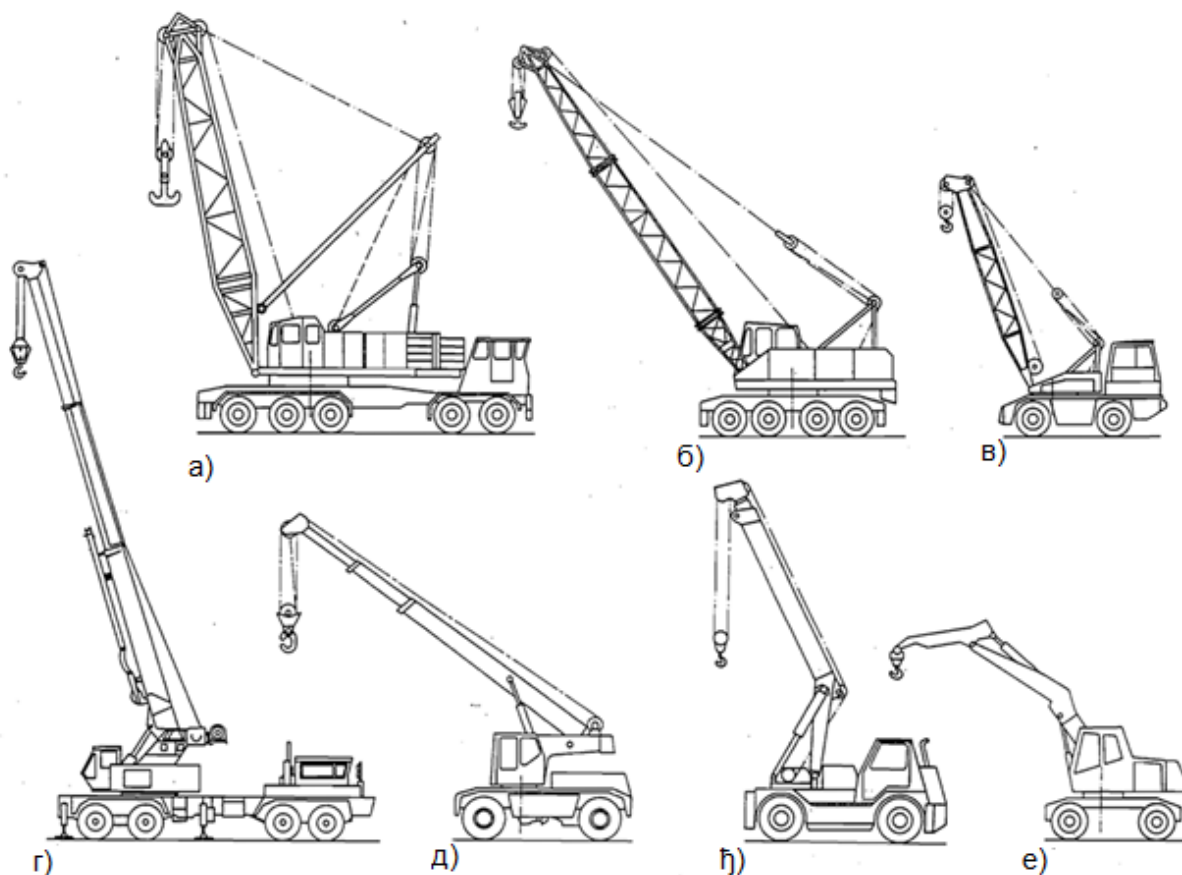
- 1. број кабина,**
- 2. број погонских мотора,**
- 3. путне карактеристике тј. конструкција и особине доњег, возног дела и**
- 4. конструкција стреле као основни критеријум [3].**

По основном критеријуму (конструкцији стреле) аутодизалице могу бити са:

- а) телескопском
- б) решеткастом и
- в) комбинованом стрелом.

Дизалице са телескопском стрелом данас су доминантан облик у производњи дизалица како за мање, средње, тако и велике носивости, слика 3.1 г,д,ђ [3].

Конструкције с решеткастом стрелом су напуштене у производњи, али их има јако велики број у експлоатацији, и користе се за носивости изнад 100 t , слика 3.1 а,б,в [3].



Слика 3.1 Облици аутодизалица

- а) Решеткаста стрела са две кабине, б) Решеткаста стрела са кабином на куполи,
 в) Решеткаста стрела на раму дизалице, г) Телескопска стрела са две кабине,
 д) Телескопска стрела са кабином на куполи, ж) Телескопска стрела са кабином на раму,
 е) Телескопска стрела са ломљеном стрелом [5]

Према путним (возним) карактеристикама аутодизалице могу бити:

а) 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.

б) 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 [3].

в) Аутодизалице са гусеницама- за лоше терене, са решеткастом стрелом, за веће носивости..



Слика 3.2 Мобилна аутодизалица [6]



Слика 3.3 Аутодизалица са гусеницама [6]

Према **броју погонских мотора** граде се:

а) Са једним мотором, где један СУС мотор обезбеђује све функције возила и дизаличног дела. Пренос снаге и команди се остварује преко хидрауличних 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 носивости "прикључак" је велики). Ово је најсавременије решење [3].

б) 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. (Слика 10) [3].

Према **броју кабина** разликују се аутодизалице:

а) Са једном кабином - обично када је дизалица са једним мотором при чему имају смањену прегледност.

б) Са две кабине - дизалица је са једним или два мотора.



Слика 3.4 Дизалица са једном кабином [7]



Слика 3.5 Дизалица са две кабине [7]

4 Аутодизалице опште и универзалне намене.

4.1 Улога и област примене аутодизалица опште и универзалне намене

Аутодизалице се могу разврстати 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, повлачком багерском кашиком, чеоном и дубинском кашиком (као ровокопач) итд [8].

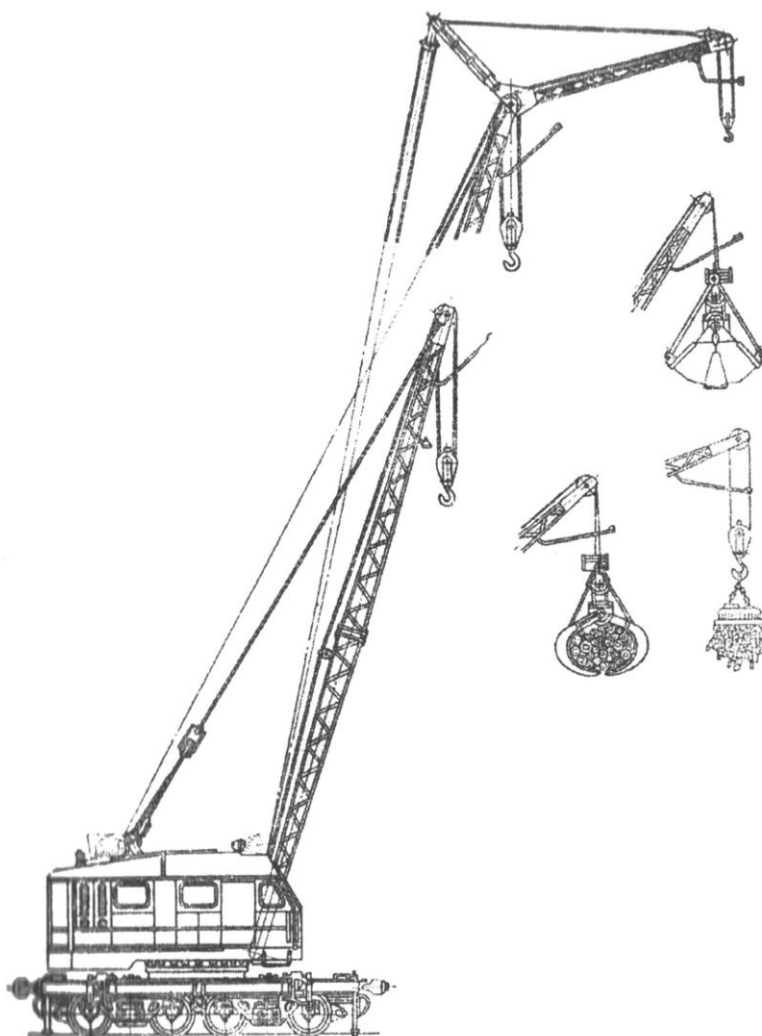
Дизалице могу бити монтиране и на шинским возилима и тада служе потребама железнице, на пример за обављање утоварно - истоварних радова на железници, носивости до 80 t, за санирање последица удеса, носивости до 25 t.

На слици 4.1 приказана је дизалица опште намене са куком, која се користи за пренос товара са једног места на друго.



Слика 4.1 Аутодизалице опште намене са куком [7]

На слици 4.2 приказана је једна универзална дизалица која се користи на железници са обртном стрелом и куком, грабилицом, електромагнетом на куки као могућим захватним уређајима.



Слика 4.2 Универзална дизалица за потребе железнице са обртном стрелом и променљивим захватним уређајем за подизање терета [5]

У железницама се веома често користе дизалице са дизел-електричним погоном (са моторним погоном). Елемент за кретање ових дизалица на железници се израђује коришћењем уређаја и опреме са железничких вагона и у зависности од носивости може имати различит број осовина. Дизалице имају могућност самосталног премештања сопственим погоном и то брзином која није већа од 10 km/h. Ако је потребно овакву дизалицу упутити на веће растојање односно дестинацију – укључује се у композицију вагона и тада нема ограничења путне брзине кретања дизалице (креће се брзином воза). [6]

4.2 Врсте аутодизалица које се користе за дизање терета

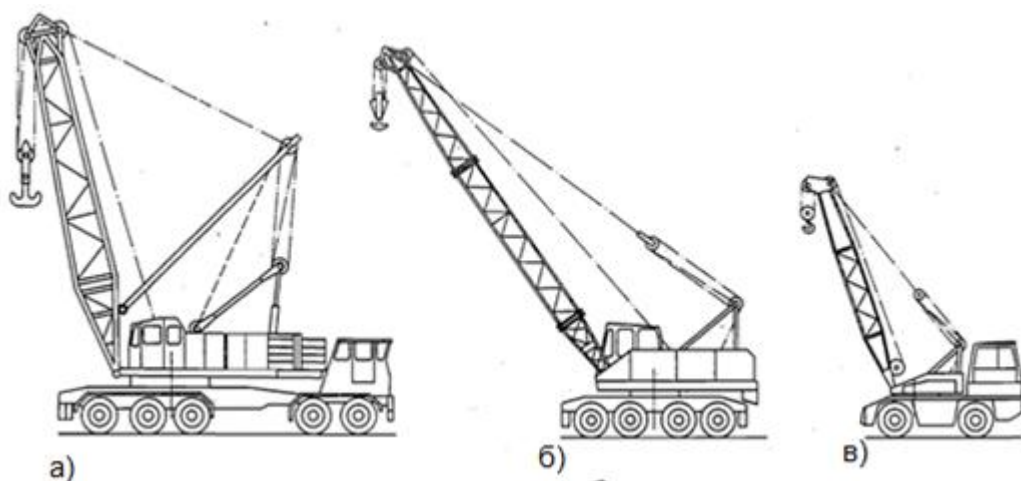
Аутодизалица се састоји из специјалног возила и дизалице, а њена предност је пре свега у брзом постављању и транспорту. Подела аутодизалица се врши на основу више критеријума, а најбитнији критеријум по коме се врши подела јесте конструкција стреле, и на основу тога постоје:

а) Аутодизалице с непромењивом решеткастом стрелом (*engl. truck-mounted rigid-jib crane*)

б) Аутодизалице с телескопском стрелом (*engl. truck - mounted telescopic crane*)

4.2.1 Аутодизалице са решеткастом стрелом

Аутодизалице са решеткастом стрелом су напуштене у производњи, али их има јако велики број у експлоатацији, и користе се за носивости изнад 100 t. На слици 4.3 приказане су конструкције аутодизалица са решеткастом стрелом, које садрже једну или две кабине, као и то да се решеткаста стрела налази на раму дизалице.

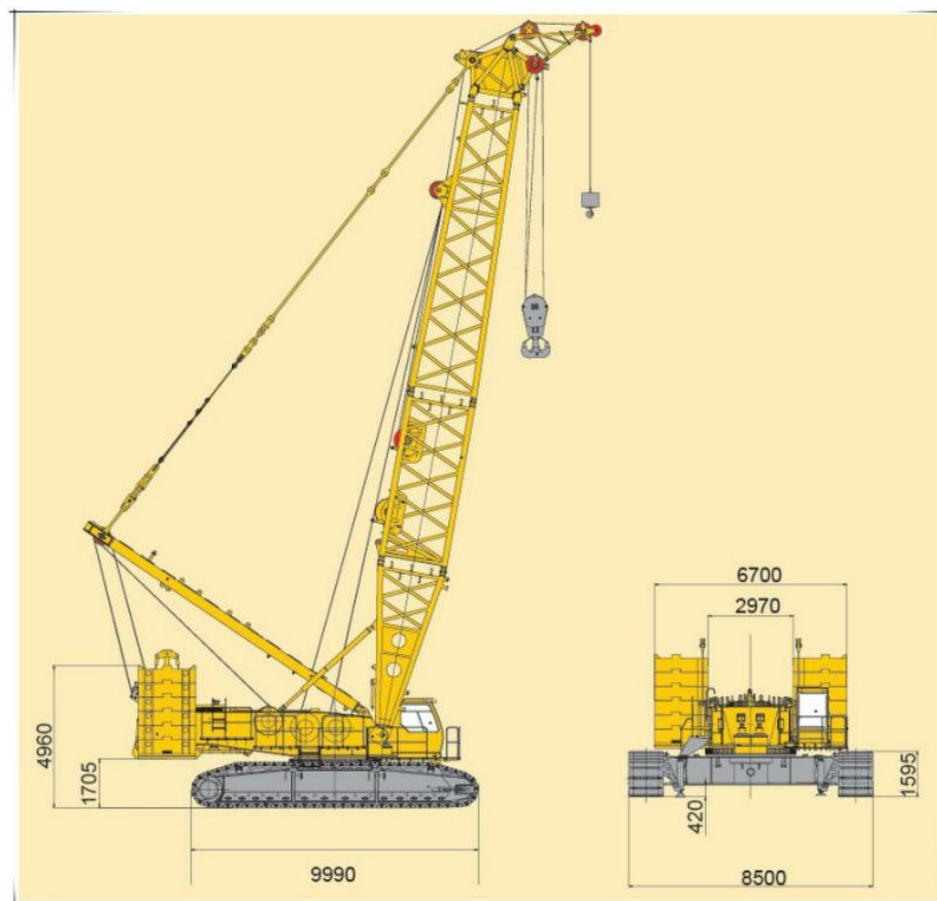


Слика 4.3 Аутодизалице са решеткастом стрелом

а) Решеткаста стрела са две кабине, б) Решеткаста стрела са кабином на куполи, в) Решеткаста стрела на раму дизалице, [5]

Примена решеткасте стреле среће се и код аутодизалица са гусеницама и користе се за лоше терене и за веће носивости. Развијене су као посебна варијанта универзалног багера. Касније, ово постаје посебна машина са независним карактеристикама од багера. Аутодизалице са гусеницама користе се код савладавања већих висина и терета, као и на

терену који није погодан за кретања ауто дизалица. При раду мора се водити рачуна о спољашњим условима (ветру...) као и о додатном анкеровању дизалице при раду и након рада. За мања оптерећења, аутодизалице са гусеницама могу да врше пренос и подизање терета и када су у покрету. На слици 4.4 приказана је конструкција дизалице са гусеницама и решеткастом стрелом. [2]



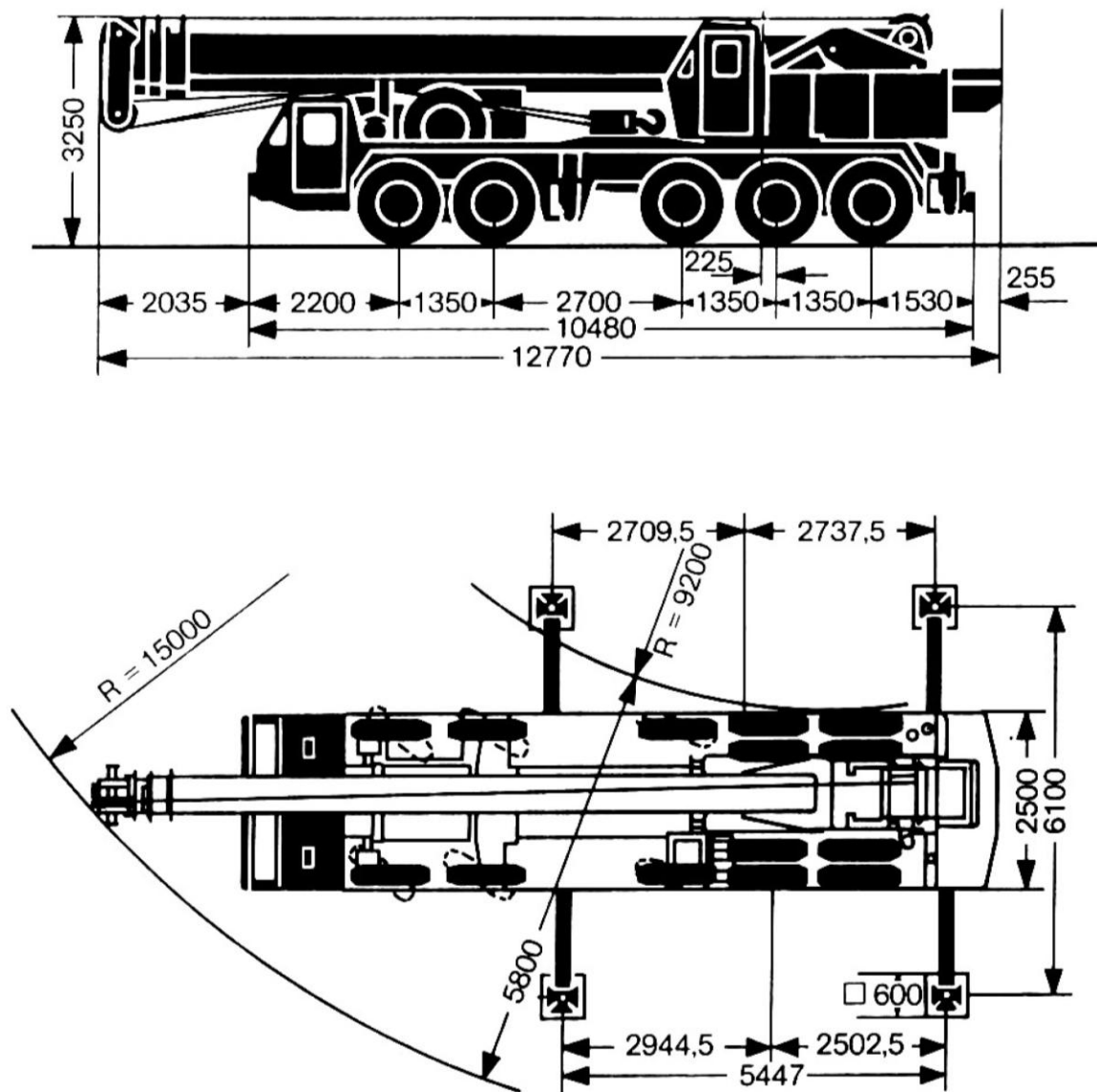
Слика 4.4 Аутодизалица са гусеницом и решеткастом стрелом [9]

4.2.2 Аутодизалице са телескопском стрелом

Аутодизалице са телескопском стрелом данас су доминантне у производњи дизалица како за мање, средње, тако и велике носивости.

Постоји много различитих врста и типова телескопских аутодизалица у погледу величине, носивости конструкције итд.. Носивост аутодизалица креће се у веома широком опсегу, од неколико kN па до 1000 kN, брзине кретања између 50 km/h и 70 km/h, број осовина преко којих се носећа конструкција ослања на подлогу у зависности од носивости креће се у широком опсегу од 2 до 10 осовина. Дизалице велике носивости превасходно се

користе за специјалне материјале, а дизалице мале и средње носивости имају знатно ширу примену у реализацији претоварних задатака.



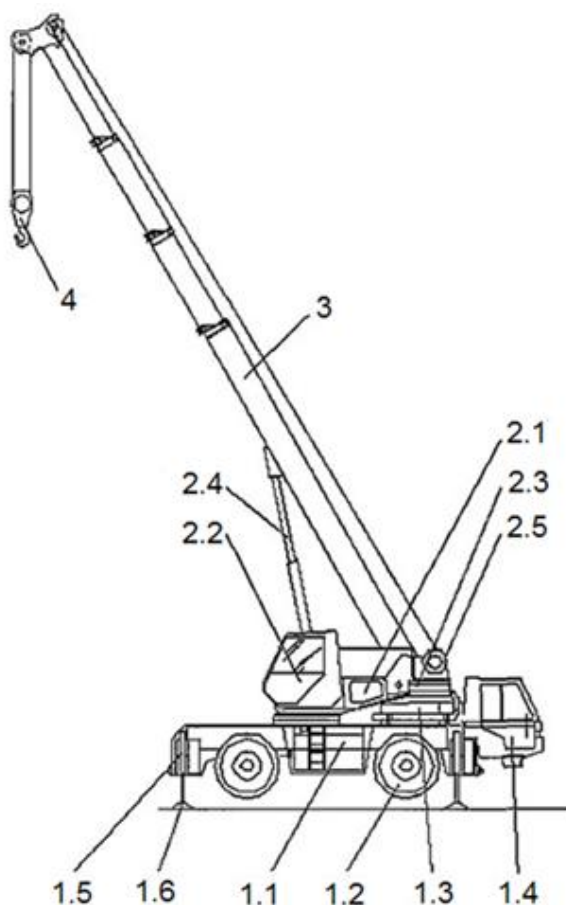
Слика 4.5 Аутодизалица са телескопском стрелом и максималном носивошћу 196 t [3]

Телескопска стрела изводи се као вишеделна, с тенденцијом напуштања правоугаоног пресека носећих елемената и преласка на елиптичан пресек с погоном преко једног телескопског цилиндра, уз велику примену електронских компоненти које омогућавају једноставност при руковању и висок степен безбедности [3].

5 Главни уређаји и делови аутодизалице са телескопском стрелом

Аутодизалица се састоји из два дела:

1. дизаличног дела аутодизалице;
2. носеће конструкције - возило са погонским (возним) уређајима, точковима и стабилизаторима [3].



1 Носећа конструкција

- 1.1 2 осовине
- 1.2 Точак
- 1.3 Дизел мотор
- 1.4 Путничка кабина
- 1.5 Светло
- 1.6 Стабилизатор

2 Дизалични део

- 2.1 Систем за управљање
- 2.2 Управљачка кабина
- 2.3 Противтежа
- 2.4 Цилиндар
- 2.5 Механизам за дизање

3 Телескопска стрела

4 Кука

Слика 5.1 Делови аутодизалице [10]

5.1 Уређаји дизаличног дела аутодизалице

Дизалични део састоји се од више компоненти, тј. уређаја, и неопходно је да сви ти уређаји буду исправни како би дизалични део правилно функционисао у току експлоатације.

У дизалични део спада:

- 1) Телескопска (или решеткаста) стрела
- 2) Уређај за дизање
- 3) Уређај за кретање
- 4) Уређај за телескопирање
- 5) Уређај за промену нагиба стреле
- 6) Систем против преоптерећења [3].

5.1.1 Телескопска стрела

Стрела спада у најодговорније елементе аутодизалице. Поред шасије возила стрела је једини елеменат који се комплетно пројектује, израђује и испитује код произвођача дизалица. Већину других уређаја произвођач само бира и уграђује у аутодизалицу.

Она је саставни део посебног обртног постоља постављеног на шасији аутодизалице, с могућношћу ротације, при чему се погон најчешће изводи преко хидрауличног мотора. Базни сегмент стреле зглобно је везан за обртно постоље, уз могућност промене нагиба преко хидрауличних цилиндара. Број сегмената стреле одређује радијус дохвата и висине дизања [3].



Слика 5.2 Телескопска стрела [11]

При пројектовању и изradi стреле треба решити следеће главне проблеме:

- избор материјала;
- избор попречног пресека стреле;
- прорачун стреле;
- начин телескопирања стреле;
- технологија заваривања стреле;
- испитивање напона стреле на критичним местима [3].

❖ Избор материјала

Да би стрела била што лакша за материјал се усвајају висококвалитетни 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. Код аутодизалица се најчешће употребљава НИОНИКРАЛ са границом развлачења $\sigma_v = 60 \frac{kN}{cm^2}$.

Допуштени напон σ_d добија се када се граница развлачења σ_v подели са степеном сигурности К:

$$\sigma_d = \frac{\sigma_v}{K}$$

при чему је:

$K = 1.5$ за I случај оптерећења (дизалица у погону у нормалним условима) ;

$K = 1.3$ за II случај оптерећења (дизалица са преоптерећењем);

$K = 1.1$ за III случај оптерећења (дизалица нагло растерећена, пад терета) [3].

Горњи образац важи за челике код којих је:

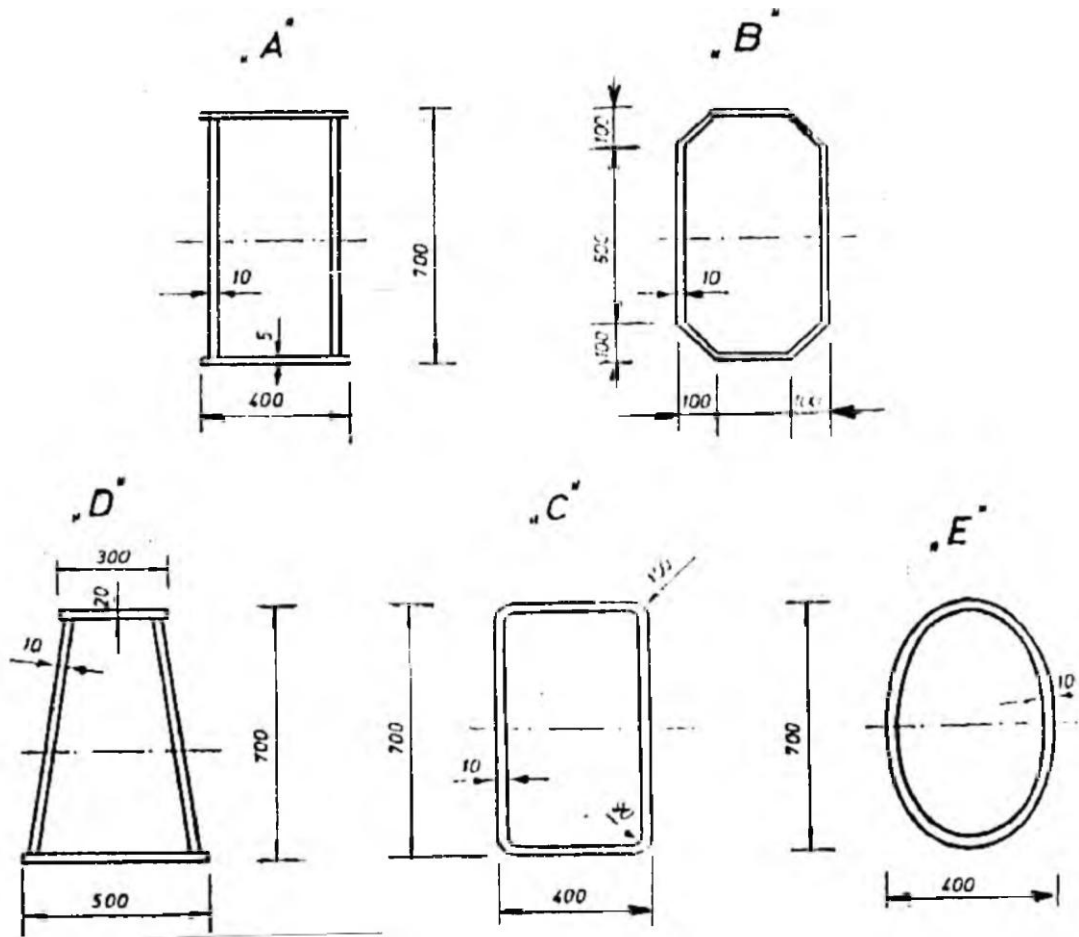
$$\frac{\sigma_v}{\sigma_M} = \frac{\text{граница развлачења}}{\text{јачина на кидање}} = 0.7$$

Код ситнозрних челика повишене чврстоће јављају се проблеми технолошке природе: заварљивост, избор поступка, избор додатног материјала, припрема за заваривање, температура предгревања, и сл [3].

❖ Избор попречног пресека стреле

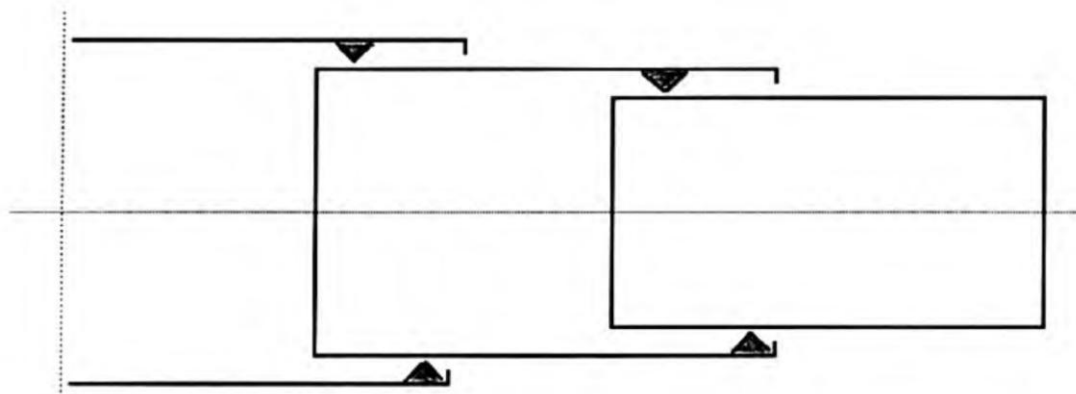
Избор попречног пресека зависи од многобројних фактора, а пре свега од технолошких могућности произвођача. Технолошко решење под "А" је најједноставније, "С" је патентирано, а "В" и "D" користе најчешће амерички произвођачи. Пресеци "А" и "D" су највише подложни деформацији (избочавању) бочних страница, док је пресек "Е" најотпорнији [3].

Код произвођача аутодизалица срећу се следећи попречни пресеци, приказани на слици 5.3.



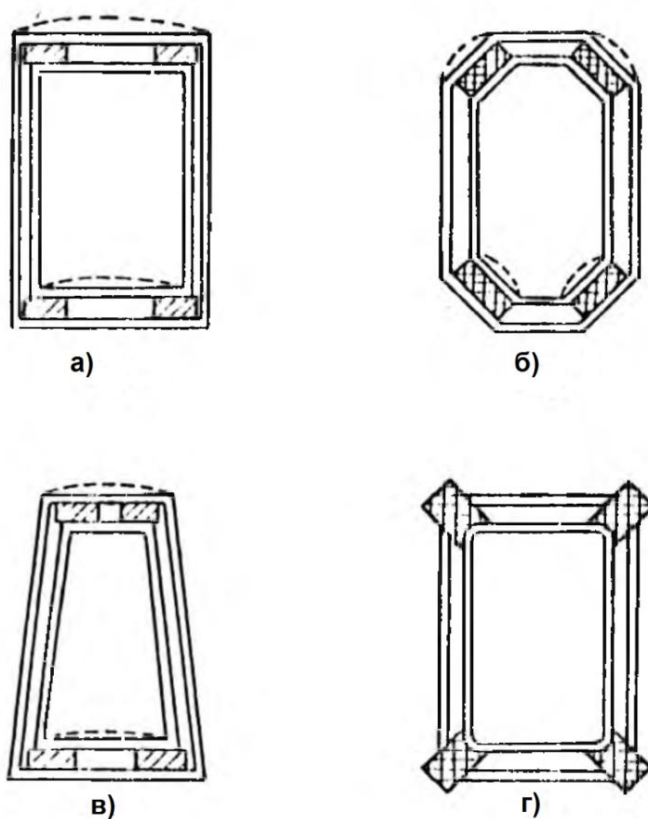
Слика 5.3 Облици попречних пресека [3]

Телескопске стреле аутодизалица оптерећене су на савијање и притисак. Поред ових напона јављају се и локални напони на местима ослањања сегмената стреле (слика 5.4)



Слика 5.4 Шематски приказа ослањања сегмената стреле [3]

Услед оптерећења на савијање и притисак јављају се избочавања код појединих пресека. На слици 5.5 дати су начини вођења, ослањања појединих елемената [3].



Слика 5.5 Начини ослањања сегмената стреле [3]

5.1.2 Уређај за дизање

Уређај за дизање терата састоји се од хидропумпе, командно регулационог уређаја, хидромотора са кочницом, витла, ужета и куке [3].

Хидромотори се користе за обављање обртног кретања платформе на којој је смештена стрела, а хидраулични цилиндри (слика 5.6) служе за транслаторно кретање. Командно регулациони центар саставни је део управљачке кабине, у којој се руковалац аутодизалице смешта и одакле управља самом аутодизалицом.

Кабина је пространа и направљена тако да се у њој сам руковалац аутодизалице осећа конфорно и пријатно, и без допирања буке настале у спољашњој околини. Изузетно велики предњи прозор даје велику прегледност, док остали прозори пружају одличну вентилацију. Спољашњи изглед кабине показан је на слици 5.6. Сви инструменти, прекидачи, индикатори, и контроле су смештени напред у видеокругу управљача, и поседују позадинско осветљење за бољу прегледност које се укључује прекидачем ON када дизалица ради [12].



Слика 5.6 Кабина аутодизалице [11]



Слика 5.7 Унутрашњи изглед кабине [11]



Слика 5.8 Уже и куке код аутодизалице [11]

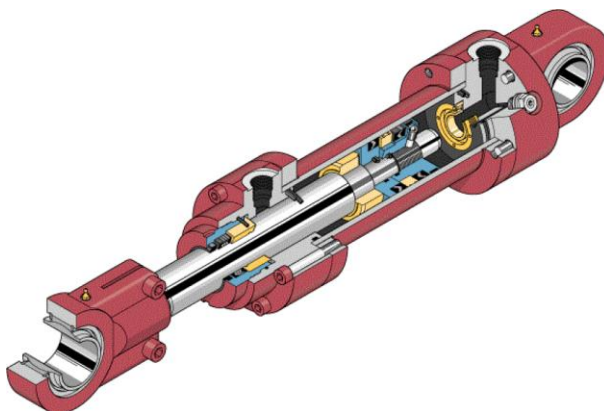
5.1.3 Уређај за кретање

Што се тиче уређаја за кретање, он садржи хидропумпу, хидромотор са аутоматском сигурносном кочницом и обртни аксијално-радијални лежај са озубљеним венцем [3].

Дизалицу покреће мотор возила на коме се дизалица налази. Мотор покреће хидрауличну пумпу (хидропумпа) помоћу које се обављају све операције при дизању, тачније хидраулични мотор хидрауличну енергију преводи у механичку енергију. Пумпе су основне компоненте хидрауличног система, које механичку енергију погонског мотора (електромотора или мотора са унутрашњим сагоревањем) претварају у хидрауличну енергију радне течности (енергију притиска).

5.1.4 Уређај за телескопирање

Хидропумпа и двоструки хидраулични цилиндар саставни су део уређаја за телескопирање. Њима се постиже синхронизовано једновремено телескопирање другог и трећег сегмента стреле. Хидраулични цилиндри имају задатак да изводе транслаторно (праволинијско) кретање и да при томе преносе силе (слика 5.9)



Слика 5.9 Хидраулични клипни цилиндар[11]

5.1.5 Уређај за промену нагиба стреле

Састоји се, поред осталих хидроуређаја, од једног или два хидраулична цилиндра (слика 5.9), који добијају потисак од хидропумпе. Нагиб стреле се креће од $(5 - 80)^\circ$. Цилиндри су обезбеђени вентилима за блокаду, за случај прскања вода, чиме се обезбеђује задржавање стреле у датом положају [3].

5.1.6 Систем против преоптерећења

То је електронски уређај (минирачунар), 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 [3].



Слика 5.10 Минирачунар са уређајем против преоптерећења [11]

5.2 Носећа конструкција – возило са погонским (возним) уређајима, точковима и стабилизаторима

Аутомобилске дизалице су, у ствари, окретне дизалице постављене на аутомобилској шасији. Оне се лакше и брже крећу од железничких и гусеничних дизалица. Ове дизалице могу бити постављене на стандардним аутомобилским или на специјалним шасијама.

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 поравнатом терену. Обично су ширине 2500 mm, за класе носивости испод 1000 kN, а 3000 mm за класе 1000 kN i više, тако да се могу кретати по јавним путевима без посебног обезбеђења. При подизању терета дизалица је обично ослоњена на земљу посебним стабилизаторима (хидрауличким). Стабилизатори служе да се током рада терет равномерно распореди на тло и монтирају се када аутодизалица заузме дефинитиван радни положај. Уколико се они не поставе, дозвољено оптерећење је знатно мање [8].
- 2) "РТ" дизалице за тешке терене. Точкови оваквих дизалица имају изузетно широке и велике гуме, па се управљање врши 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 обично 3.00* 3,50 м, што им онемогућава кретање на јавним путевима без посебних ознака и пратње. Снаге мотора су мање него код "Ауто" дизалица, па због тога данас ове дизалице потискује употреба "АТ" дизалица [8].
- 3) "АТ" дизалице за све терене. Точкови су нешто мањи него код "РТ" дизалица а већи него код "Ауто" дизалица. Имају више осовина, зависно од класе, већина осовина је погонска. Граде се до класе 2000 kN. У истој класи носивости лакше су од "Ауто" дизалица 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 "Ауто" дизалица), што им омогућава несметано кретање по путевима. Ове дизалице се данас налазе у развојној експанзији [8].
- 4) "Р" дизалице на гусеницама, примењују се за тешке терене где не могу да раде ни "РТ" дизалице (меки терени) или су погодне за претезно локализирану 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 [8].

Аутодизалице се не користе за кинематичку монтажу (рад у покрету) зато што оне могу да раде само док машина стоји у месту. Уколико је потребно да се рад врши у покрету, морају се користити дизалице на гусеницама.

Учинак аутодизалица рачуна се као и за остале машине са цикличним дејством. Коефицијент коришћења времена је прилично мали и износи 0,3 до 0,5. Обрачун учинка врши се расчлањивањем процеса на операције захватања терета, кретања у три димензије, истовара и манипулације при утовару и истовару (укључијући и сачекивање код утовара).

Монтажа аутодизалица (довођење у радни положај) траје око 1h.

Према носивости аутодизалице можемо поделити у следеће групе:

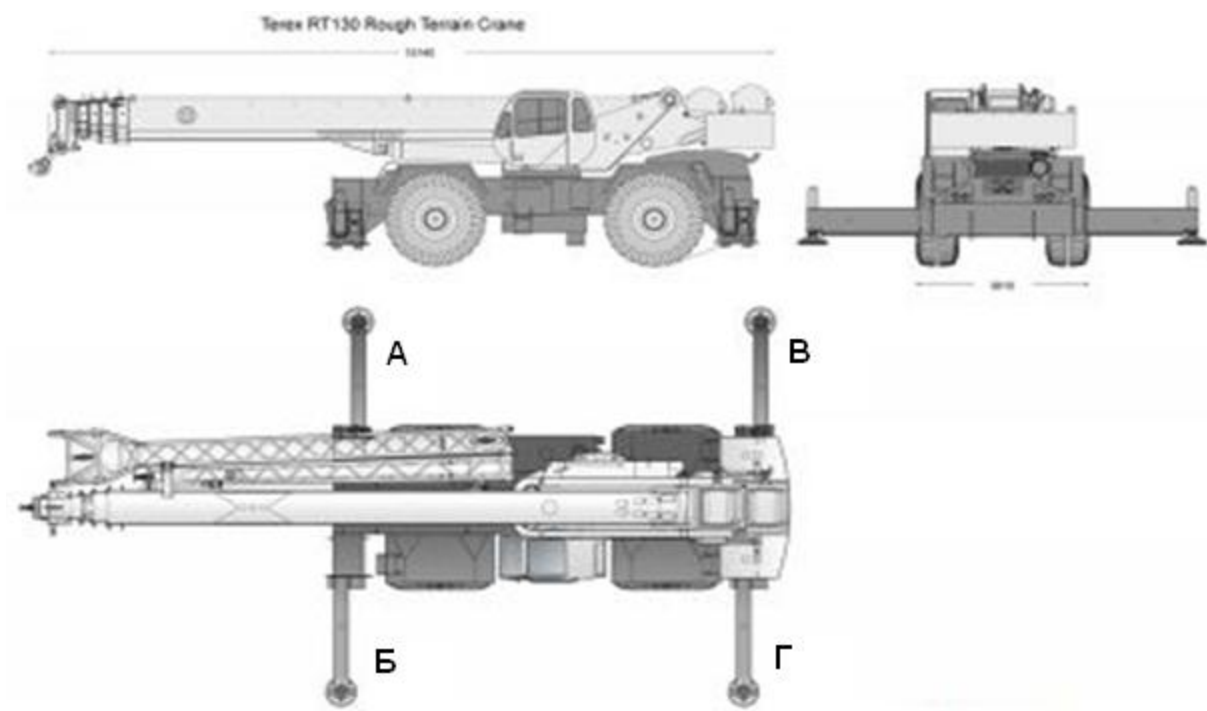
1. Група "N" - уобичајене (нормалне) дизалице до 1000 kN носивости;
2. Група "G" - тешке, велике дизалице класе 1000 - 3000 kN;
3. Група "W" - ванредне, посебне дизалице класе веће од 3000 kN [7].

Изглед дизалица према врсти постоља, типу стреле и веза са групама носивости дат је у Табели 5.1.

Табела 5.1 Врсте аутодизалица [8]

ТИП ПОСТОЉА	ИЗГЛЕД	ГРУПЕ НОСИВОСТИ
"АUТO"		"N" "G"
"RТ"		"N"
"АТ"		"N" "G" "W"
"R"		"G" "W"

Стабилизатори код аутодизалица омогућавају повећање стабилности дизалице, растерећење точкова од дејства момента од тежине терета при раду дизалице, тако што се оптерећење премешта на све четири стране, изван габарита дизалице у транспортном положају [2] . Постављање стабилизатора код аутодизалице приказано је на слици 5.11.



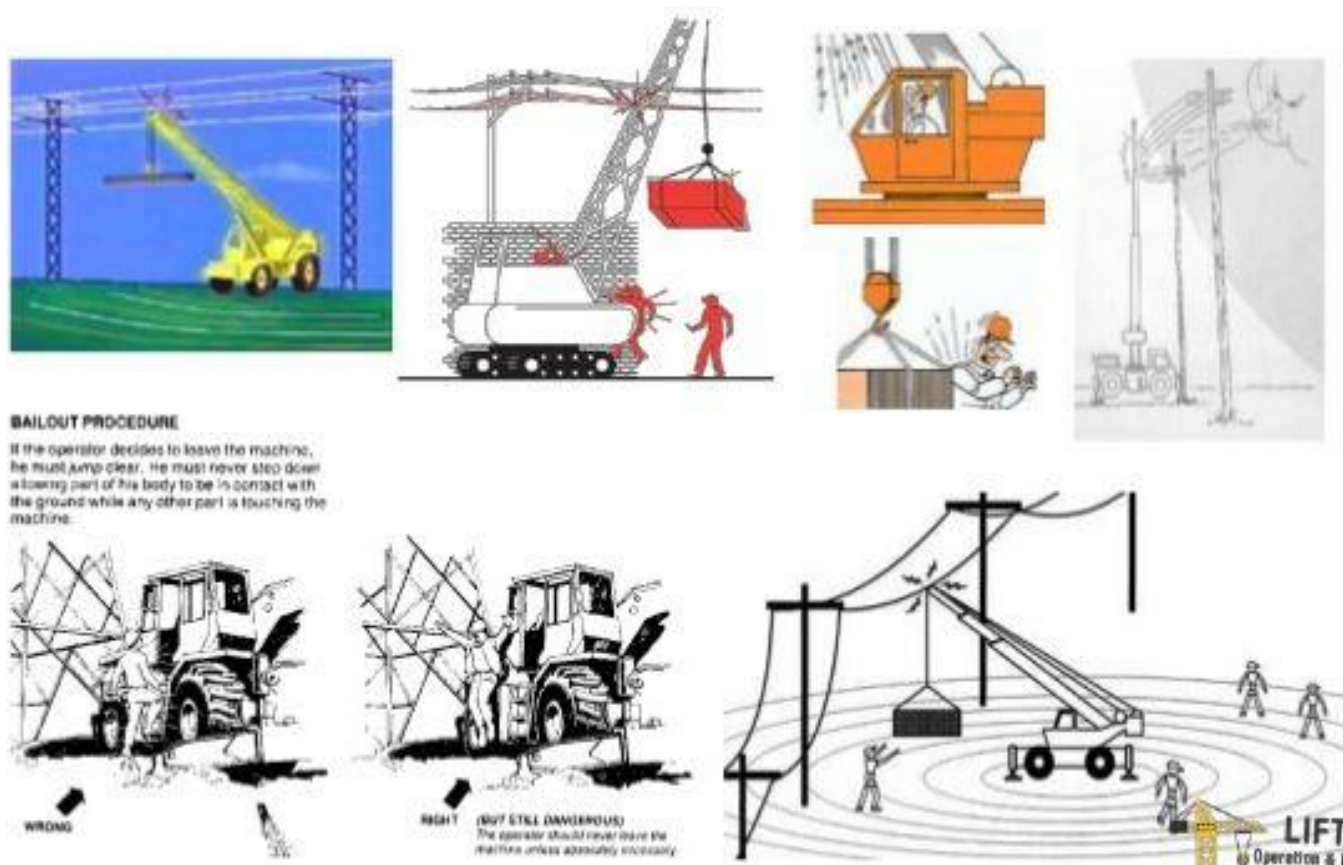
Слика 5.11 Постављање стабилизатора код аутодизалице
А, Б, В, Г-стабилизатори [12]

5.3 Захтеви за правилно управљање аутодизалицом

Како би аутодизалица функционисала правилно, потребно је придржавати се одређених захтева:

- 1) аутодизалицом сме управљати само радник који испуњава посебне услове за рад са том машином и који је оспособљен за рад на сигуран начин;
- 2) сви делови аутодизалице, као што су уређаји за управљање, стабилизатори за подупирање возила, механизам за окретање стреле и дизање и спуштање терета морају бити сигурни и исправни;
- 3) за време рада, возило са дизалицом мора бити постављено на стабилно и равно тло, мора бити осигурано од померања, а стабилизатори извучени због подупирања возила;
- 4) терет се мора преносити лаганим покретима стреле без трзаја;
- 5) терет мора бити исправно и сигурно везан;
- 6) подизање или преношење људи на прибору за дизање терета није допуштено;

- 7) за време подизања и преношења терета сви околни радници морају бити удаљени из маневарског прстора дизалице;
- 8) због велике опасности од удара електричн струје, при радовима са дизалицом у близини водова са напоном, дизаличар мора пазити да стрела дизалице или терет не дође у додир с водовима или на удаљеност мању од допуштене;
- 9) за време рада радник мора користити одређену заштитну опрему;
- 10) у случају било каквог квара на дизалици, односно на њеним деловима, дизаличар мора прекинути рад и квар пријавити одговорном вођи послова;
- 11) након завршетка рада потребно је извадити кључ за покретање мотора возила, заочити возило и закључати кабину (тако је возило с дизалицом осигурано од случајног покретања и неовлашћеног коришћења других радника);



Слика 5.12 Пример неправилног коришћење аутодизалице [11]

6 Провера стабилности аутодизалице са телескопском стрелом

Припрема као и функционисање аутодизалице састоји се из неколико фаза:

- припрема за рад - предрадње и старт: општи преглед; припрема подлоге, извлачење и ослањање стабилизатора, укључивање мотора; провера функције хидрауличног система; припрема допунских уређаја и опреме за захватање терета
- рад : циклус
- завршне радње и искључивање: склапање стабилизатора, чишћење, подмазивање лежајева и ужади [13].

Стабилност аутодизалица 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 провера стабилности;
- провера стабилности путем пробног оптерећења [13].

Рачунска провера стабилности се изводи за следеће случајеве оптерећења:

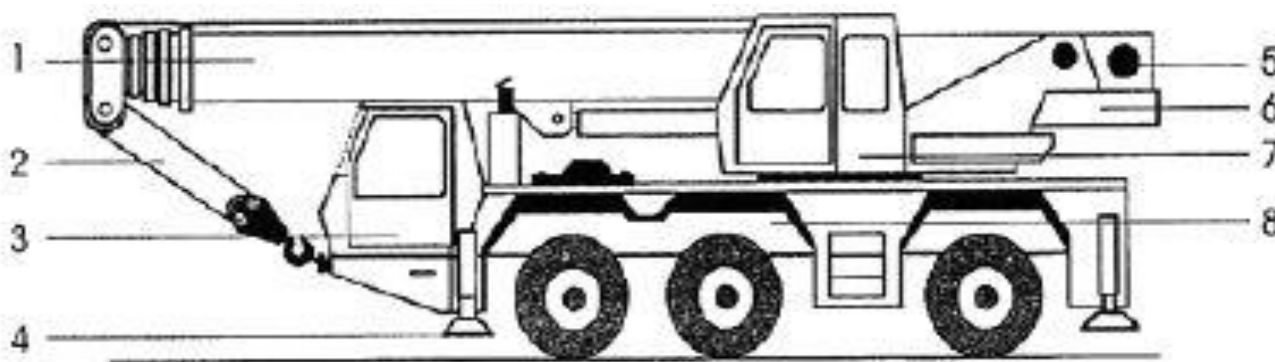
- I - дизалица у погону у нормалним , радним условима;
- II - дизалица са преоптерећењем, статичка стабилност;
- III - дизалица нагло растерећена, пад терета;
- IV - дизалица ван погона, изложена максималном ветру [13].

За сигурно дизање терета код аутодизалица значајна је њихова статичка стабилност. Гранична носивост наступа када је аутодизалица на граници превртања.

Ова носивост зависи од:

- димензија,
- сопствене тежине,
- дужине и положаја телескопске стреле,
- положаја и дужине потпорних (стабилизацијских) ногу аутодизалица, односно стабилизатора.

За граничну носивост аутодизалице значајна је и највећа (гранична) издржљивост најслабијег носећег елемента, а потребно је уважавати и носивост тла. За конкретну аутодизалицу, у наставку излагања, биће наведена рачунска и експериментална анализа граничне носивости, при различитим радним условима. Резултати анализе су за неке најкарактеристичније случајеве приказани графиконима, где су приказане израчунате носивости и носивости, које прописује произвођач аутодизалице. Тиме је руковаоцу аутодизалице омогућен брз одговор о крајњим (граничним) могућностима дизања терета. На слици 6.1 су приказани главни делови аутодизалице [6].



Слика 6.1 Делови аутодизалице

1 – телескопска стрела, 2 – носиво уже, 3 – кабина возача, 4 – стабилизацијске ноге (стабилизатори), 5 – витло, 6 – противтег, 7 – кабина дизалице, 8 – део са мотором [14]

Руковалац аутодизалице мора понекад на терену рескирати мања преоптерећења у односу на препоруке произвођача дизалице, како би задовољио захтеве послодавца који је унајмио машину. Због тога је потребно утврдити граничну вредност момента превртања аутодизалице [14].

Правилно разумевање граница могућности машине доприноси да руковалац правилно реагује у потенцијалним критичним ситуацијама.

Граничне статичке носивости аутодизалице за различите дужине и положаје телескопске стреле, који ће руковаоцу помоћи и предвидети још увек сигурно дизање и пренос терета су графички прикази. Разматрана је аутодизалица LIEBHERR LTM 1060/2 са називном носивошћу 60 t и сопственом тежином од 480 kN (слика 6.2). Аутодизалица има четири осовине, од тога три погонске, и снагу мотора од 270 kW. У транспорту је дужина аутодизалице 12,5 m, ширина 2,55 m, а висина 3,8 m. Највећа дужина руке је 59 m, од тога је 42 m дужина телескопске стреле, а 17 m решеткасти продужетак [14].



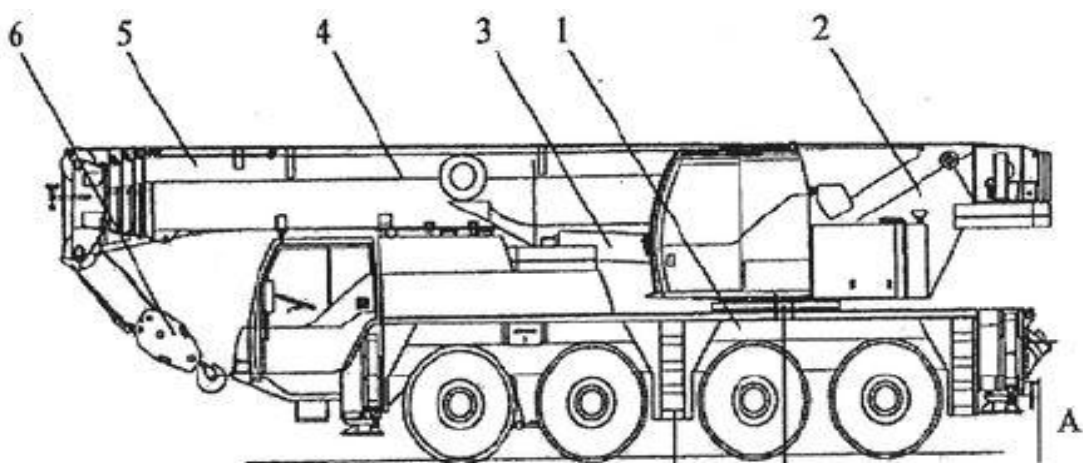
Слика 6.2 Димензије аутодизалице LIEBHERR LTM 1060/2 [15]

6.1 Одређивање координате тежишта аутодизалице

За одређивање координате тежишта аутодизалице потребно је познавати масе m_i , односно тежине F_{gi} , као и положаје тежишта x_i појединих њених саставних делова, односно склопова. На основу једначине 6.1 усваја се вредност координате тежишта аутодизалице:

$$x_T = \frac{\sum m_i \cdot x_i}{\sum m_i} = \frac{(\sum F_{gi} \cdot x_i)}{\sum F_{gi}} \quad (6.1)$$

У табели 6.1 су за случај транспорта аутодизалице (слика 6.3) дате поједине тежине и координате тежишта, које су мерене лево од тачке А.



Слика 6.3 Аутодизалица приликом транспорта [14]

Табела 6.1: Тежине и координате тежишта саставних делова аутодизалице (код транспорта) [14]

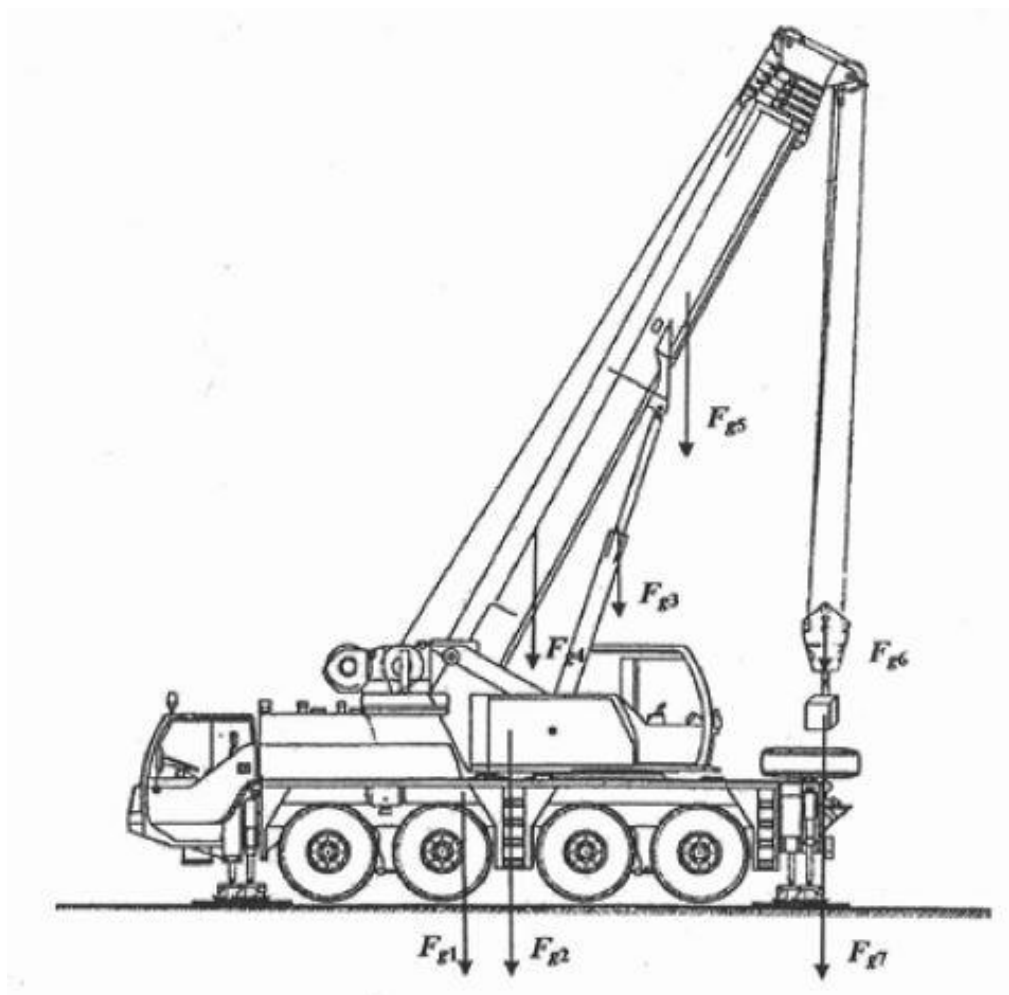
Позиција	Саставни део	Тежина F_{gi} (kN)	Координата x_i (m)	Производ $F_{gi} \cdot m$ (kN m)
1	Шасија	267,63	5,07	1356,88
2	Обртни део	95,18	1,11	105,65
3	Цилиндар Р	17,26	5,95	102,69
4	Цилиндар Т	16,37	6,40	104,77
5	Стрела	55,89	7,01	391,79
6	Кука	4,70	10,82	50,85
	Збир	457,03		2112,63

Координата тежишта аутодизалице код транспорта је:

$$x_T = \frac{2112,63}{457,03} = 4,623 \text{ m} \quad (6.2)$$

Током погона аутодизалице координата тежишта x_T зависи од дужине стреле L и угла нагиба α .

На слици 6.4 је приказано деловање појединих сила тежине F_{gi} , док су њихове бројне вредности дате у табели 6.1.



Слика 6.4 Аутодизалица у погону [14]

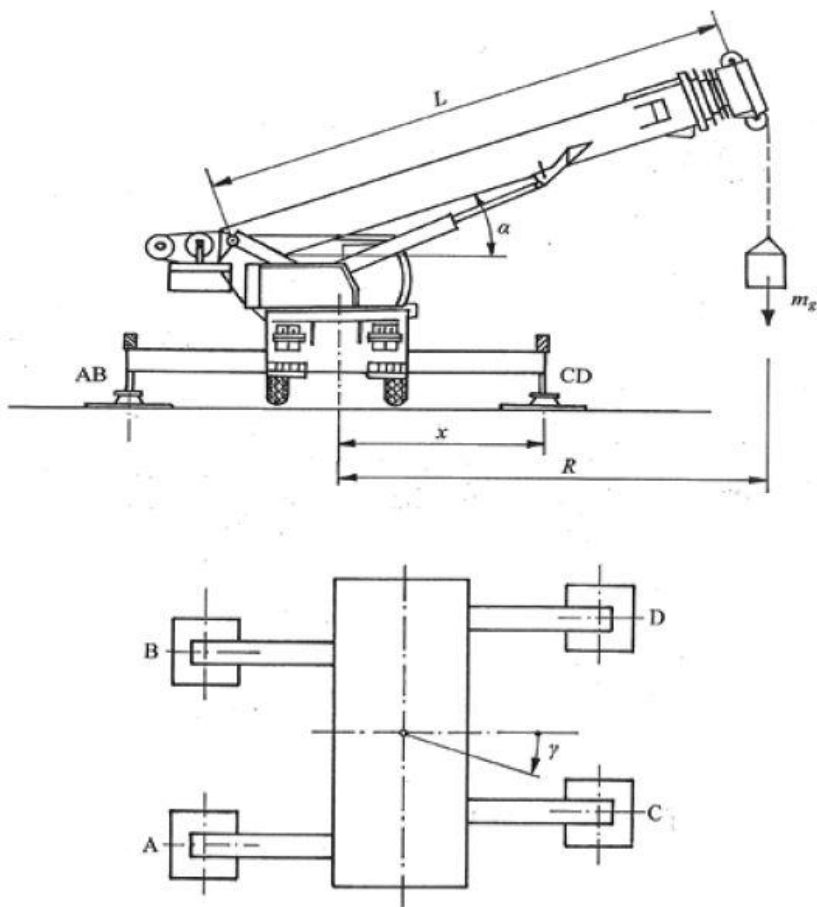
6.2 Критичан положај стреле и одређивање статичке носивости аутодизалице

Носивост аутодизалице зависи од:

- дужине стреле L ,
- угла нагиба α ,
- ротацијског угла γ телескопске стреле, и од
- удаљености x од централне осе до потпорне ноге - стабилизатора (слика 6.5).

Гранична носивост се израчунава по једначини (6.2) и добија се из услова, да је збир момената сила превртања једнак збиру момената сила непревртања заосу превртања C-D [6]. У једначини (6.3) је ознака $x_b = R - x$.

$$m_g = \frac{\sum m_i \cdot x_i}{x_b} \quad (6.3)$$



Слика 6.5 Критичан положај аутодизалице при дизању терета [14]

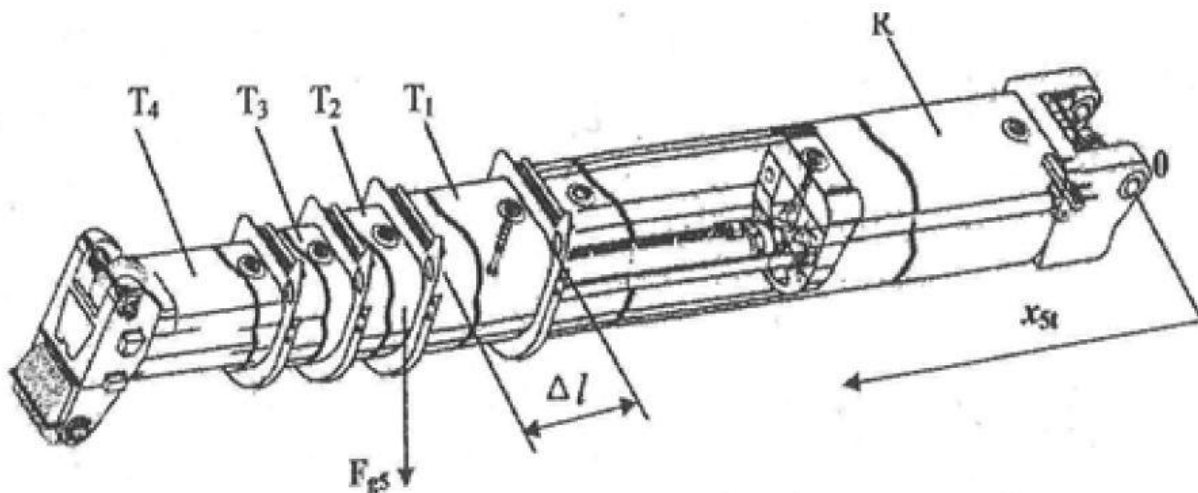
У табели 6.2 приказане су израчунате граничне носивости аутодизалице у зависности од угла γ код дужине руке $L = 18$ m, угла $\alpha = 30^\circ$ и полупречника $R = 13,8$ m. Уочено је да се најмања носивост остварује при углу $\gamma = 0^\circ$ (бочно дизање терета), па се зато у наставку анализира тај положај телескопске стреле.

Табела 6.2: Носивост аутодизалице у зависности од ротацијског угла γ [14]

Ротацијски угао $\gamma, ^\circ$	Удаљеност x, m	Носивост m_g, t
0	3,15	11,91
35	4,06	19,22
90	2,8	12,53
270	5,2	22,93

6.3 Гранична носивост код бочног дизања терета

Обављени су прорачуни граничне носивости код бочног дизања терета ($\gamma = 0^\circ$) за различите углове нагиба α , за случајеве када је $x = 3,15$ m и 2,25 m (слика 6.5). Код ових прорачуна дате су различите вредности извучености телескопских делова стреле T1, T2, T3 и T4 (слика 6.6). Граничне носивости аутодизалице дате су дијаграмима на сликама 6.7...6.11.



Слика 6.6 Телескопски делови стреле аутодизалице [14]

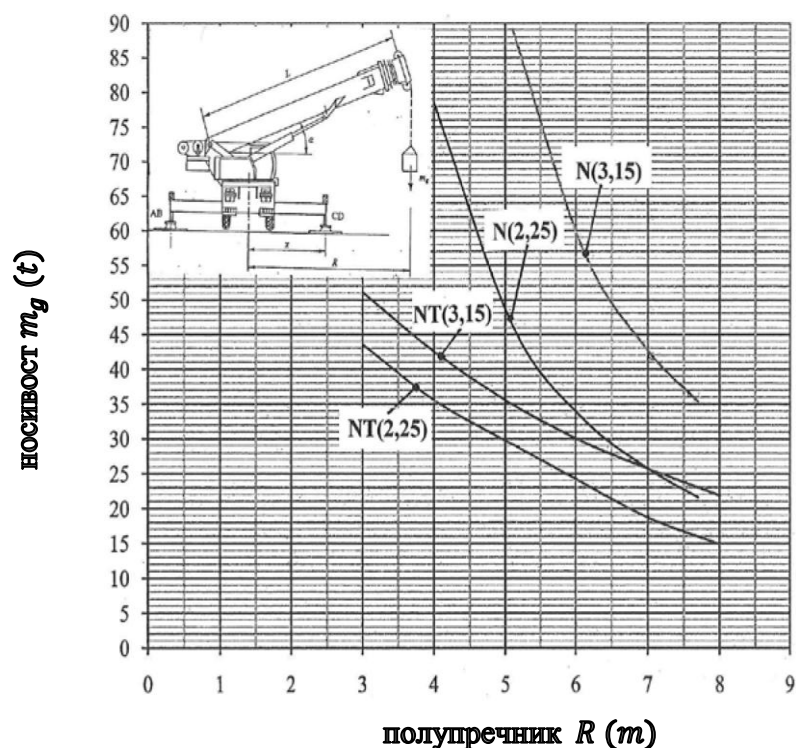
R – основни дио стреле, T1, T2, T3 и T4 – телескопски делови стреле, Δl – промена извучене дужине телескопске стреле, x_{5t} – координата тежишта телескопске стреле

У табели 6.3 су за поједине криве на дијаграмима приказани подаци о удаљености ногу (стабилизатора) x , дужини стреле L и процентима извучености појединих телескопских делова стреле, где је најмања извученост 0%, а највећа 92% [14].

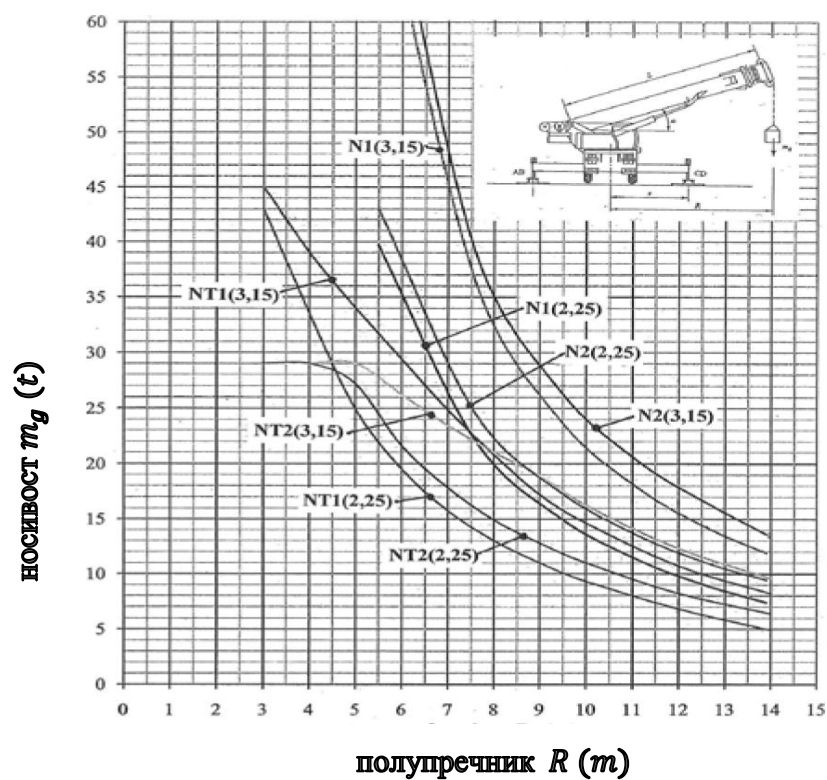
Табела 6.3: Подаци за дијаграме граничних носивости аутодизалице [14]

Крива	Удаљеност ногу x	Дужина стреле L	T1	T2	T3	T4	Приказ дијаграма
	m	m	%	%	%	%	
N (3,15), NT (3,15)	3,15	10,9	0	0	0	0	Слика 6.7
N (2,25), NT (2,25)	2,25	10,9	0	0	0	0	
N1 (3,15), NT1 (3,15)	3,15	18	92	0	0	0	Слика 6.8
N1 (2,25), NT1 (2,25)	2,25	18	92	0	0	0	
N2 (3,15), NT2 (3,15)	3,15	18	0	0	46	46	
N2 (2,25), NT2 (2,25)	2,25	18	0	0	46	46	
N3 (3,15), NT3 (3,15)	3,15	25,2	92	46	46	0	Слика 6.9
N3 (2,25), NT3 (2,25)	2,25	25,2	92	46	46	0	
N4 (3,15), NT4 (3,15)	3,15	25,2	0	92	46	46	
N4 (2,25), NT4 (2,25)	2,25	25,2	0	92	46	46	
N5 (3,15), NT 5(3,15)	3,15	32,4	92	92	46	46	Слика 6.10
N5 (2,25), NT5 (2,25)	2,25	32,4	92	92	46	46	
N6 (3,15), NT6 (3,15)	3,15	32,4	0	92	92	92	
N6 (2,25), NT6 (2,25)	2,25	32,4	0	92	92	92	

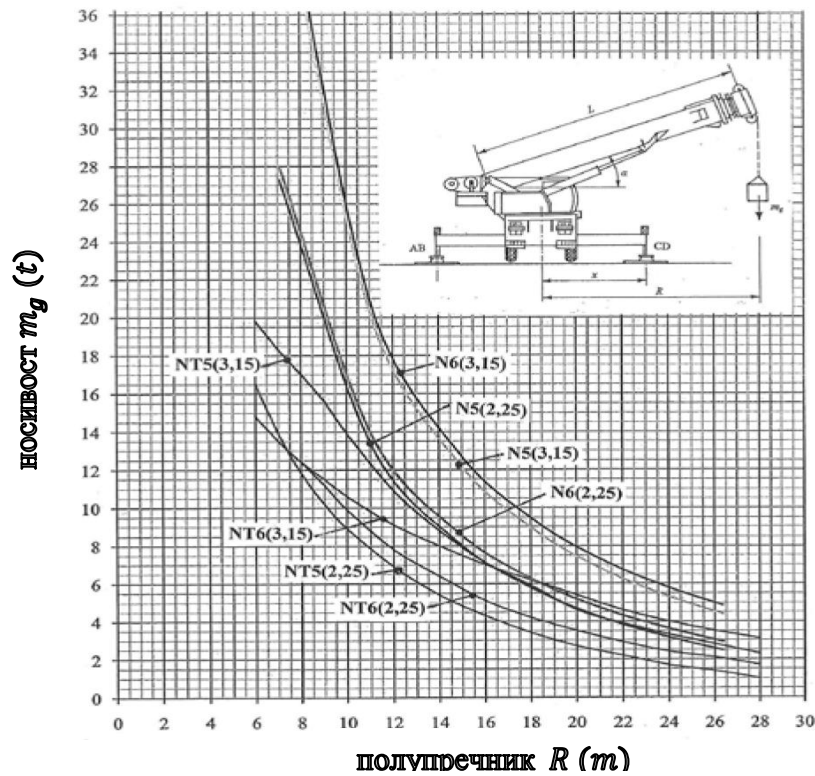
N - рачунска и NT - фабричка гранична носивост, T1, T2, T3, T4 - % извучености појединих телескопских делова стреле аутодизалице



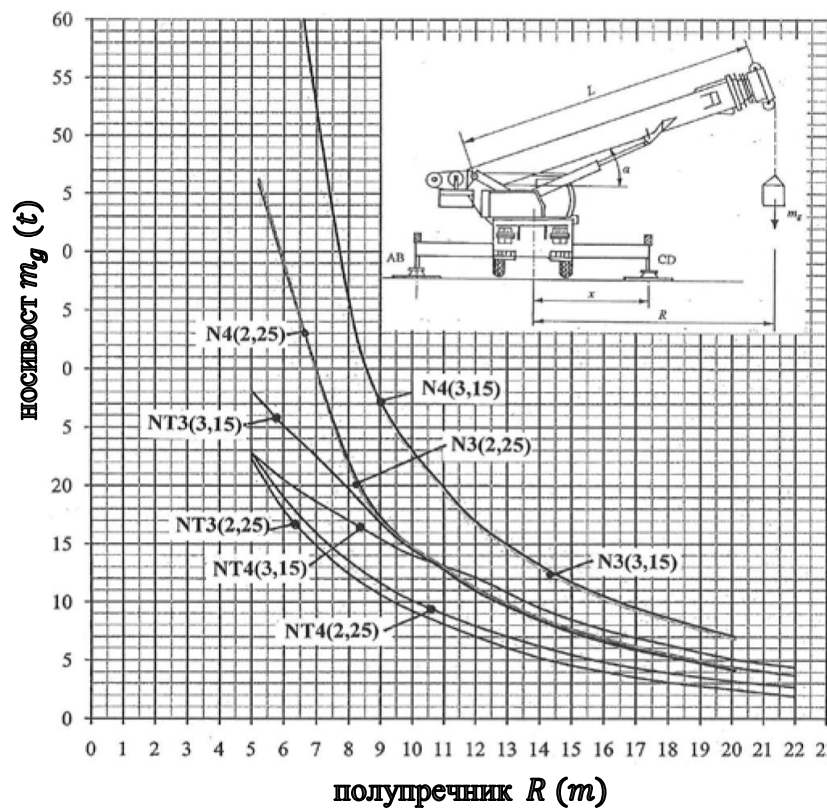
Слика 6.7 Гранична носивост аутодизалице код дужине стреле $L=10,9$ m [14]



Слика 6.8 Гранична носивост аутодизалице код дужине стреле $L=18$ m [14]



Слика 6.9 Гранична носивост аутодизалице код дужине стреле $L=32,4$ m [14]



Слика 6.10 Гранична носивост аутодизалице код дужине стреле $L=25,2$ m [14]

Из дијаграма граничних носивости аутодизалице приказано је, да је рачунска гранична носивост (ознака N) већа од носивости, коју даје произвођач аутодизалице (ознака NT). Однос између рачунске m_{gr} и фабричке дозвољене носивости m_{gt} је додатни фактор сигурности S, дакле:

$$S = \frac{m_{gr}}{m_{gt}} \quad (6.4)$$

Фактор сигурности S зависи од:

- дужине стреле L,
- полупречника R,
- вредности координате x и од
- величине извучености појединог дела телескопске стреле.

Овај фактор сигурности се креће у границама од 1,14 до 3,33 (табела 6.4).

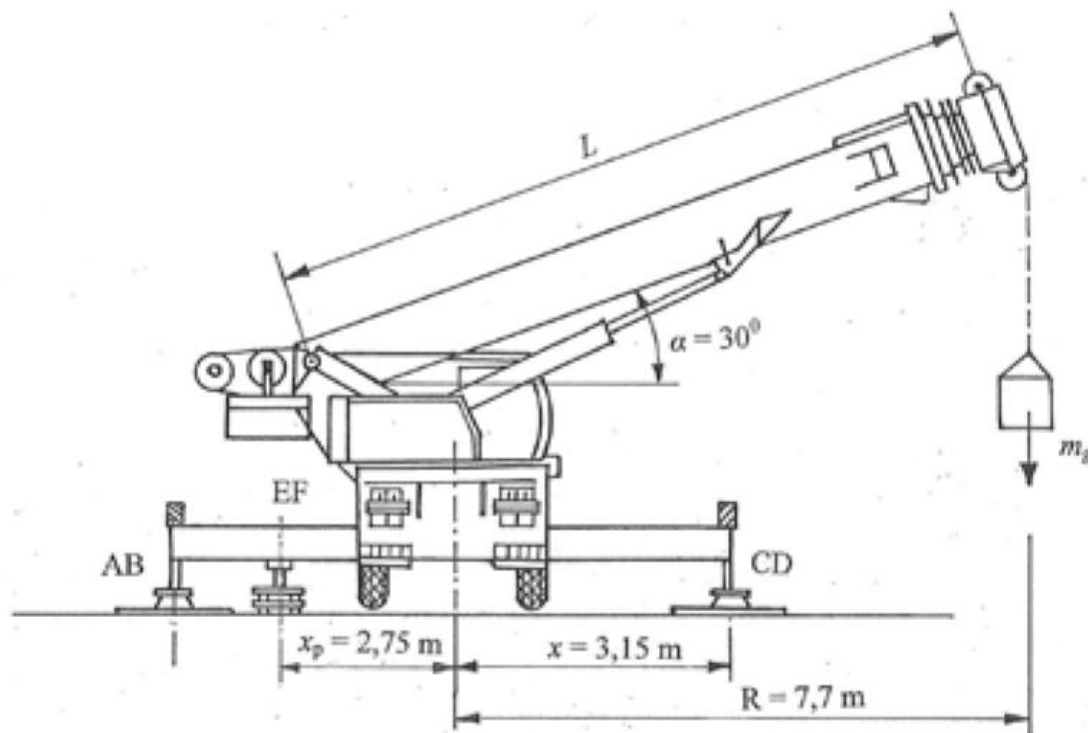
Табела 6.4: Фактор сигурности S у зависности од L, R и x [14]

$x = 3,15 \text{ m}$				$x = 2,25 \text{ m}$			
Случај	L (m)	R (m)	S	Случај	L (m)	R (m)	S
N	10,9	5,0	2,50	N	10,9	4	2,23
		7,7	1,52			7,7	1,31
N1	18	5,5	2,28	N1	18	5,5	1,82
		14	1,50			14	1,4
N2	18	5,5	2,75	N2	18	5,5	1,72
		14	1,44			14	1,38
N3	25,2	5,0	3,14	N3	25,2	5,2	2,0
		20	1,17			20	1,14
N4	25,2	7,0	2,31	N4	25,2	5,2	2,04
		20	1,75			20	1,33
N5	32,4	8,5	3,27	N5	32,4	7,0	1,96
		26	1,29			26	1,67
N6	32,4	7,0	3,33	N6	32,4	7,0	2,07
		26	1,43			26	1,67

6.4 Провера граничне стабилности аутодизалице

Рачунски добијену граничну носивост аутодизалице могуће је и експериментално проверити. Суштина поступка је да се се одреде силе у двама стабилизацијским ногама. У свакој ноzi помоћу хидрауличке пумпе је измерен притисак, док је сила израчуната, с обзиром да је био познат пречник клипа у пумпи. Пумпе су уграђене у потпорним ногама А и Б на местима Е (задња нога) и F (предња нога) на удаљености $x_p = 2,75$ m (слика 6.11) [14].

Притисци су измерени за бочни положај руке ($\gamma = 0^\circ$), код угла нагиба ($\gamma = 0^\circ$), дужине стреле $L = 18$ m (телескопски делови нису били извучени), полупречника $R = 7,7$ m и удаљености стабилизацијских ногу С и D $x = 3,15$ m. Код мерења притисака стабилизацијске ноге нису додиривале тло (слика 13) [14].



Слика 6.11 Положај притисних пумпи Е и F у стабилизацијским ногама А и Б [14]

За наведене параметре дати су притисци $p_E = 470$ bar и $p_F = 325$ bar, што код пречника клипа пумпе $d = 65$ mm (одн. површине $A = 3318$ mm²) представља силе $F_E = 155,95$ kN и $F_F = 107,84$ kN.



Слика 6.12 Мерење притиска у стабилизацијској нози А на месту Е [14]

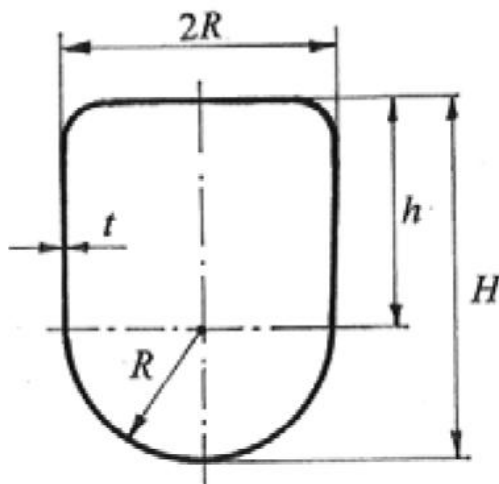
За осу превртања C-D (слика 6.12) гранична носивост дата је једначином (6.5).

$$m_g = \frac{(F_E + F_F) \cdot (x_p + x)}{g \cdot R - x} \quad (6.5)$$

По једначини (6.5) за наведене измерене податке израчуната је гранична носивост 34,87 t, док теоријски израчуната гранична носивост, која је приказана у дијаграму на слици 6.8, износи 35,4 t. Резултати се разликују за 1,5%, што показује да су граничне носивости аутодизалице правилно израчунате [14].

6.5 Гранична носивост аутодизалице услед напона у телескопској стрели

Гранична носивост аутодизалице је осим од опасности превртања зависи и од највећих нормалних притисака у појединим пресецима телескопске стреле. Ове притиске проузрокују сила и момент савијања терета и сопствена тежина стреле. На слици 6.13 је приказан попречни пресек телескопске стреле, док су њене димензије дате у табели 6.5 [14].



Слика 6.13 Облик пресека телескопске стреле [14]

Табела 6.5: Димензије појединих пресека телескопске стреле [14]

Делови стреле	R (mm)	H (mm)	h (mm)	t (mm)	A (cm ²)	W (cm ³)
Основна стрела R	377,5	875	497,5	5	142,6	3113
Телескоп T1	347,5	805	457,5	5	131,3	2636
Телескоп T2	317,5	735,5	417,5	4,5	108,1	1982
Телескоп T3	288	666	378	4	87,1	1447
Телескоп T4	258	596	338	4	75,1	1160

Укупни нормални притисак у поједином пресеку стреле дат је једначином (6.6).

$$\sigma = \sigma_N + \sigma_f = \frac{F_N}{A} + \frac{M}{W} \quad (6.6)$$

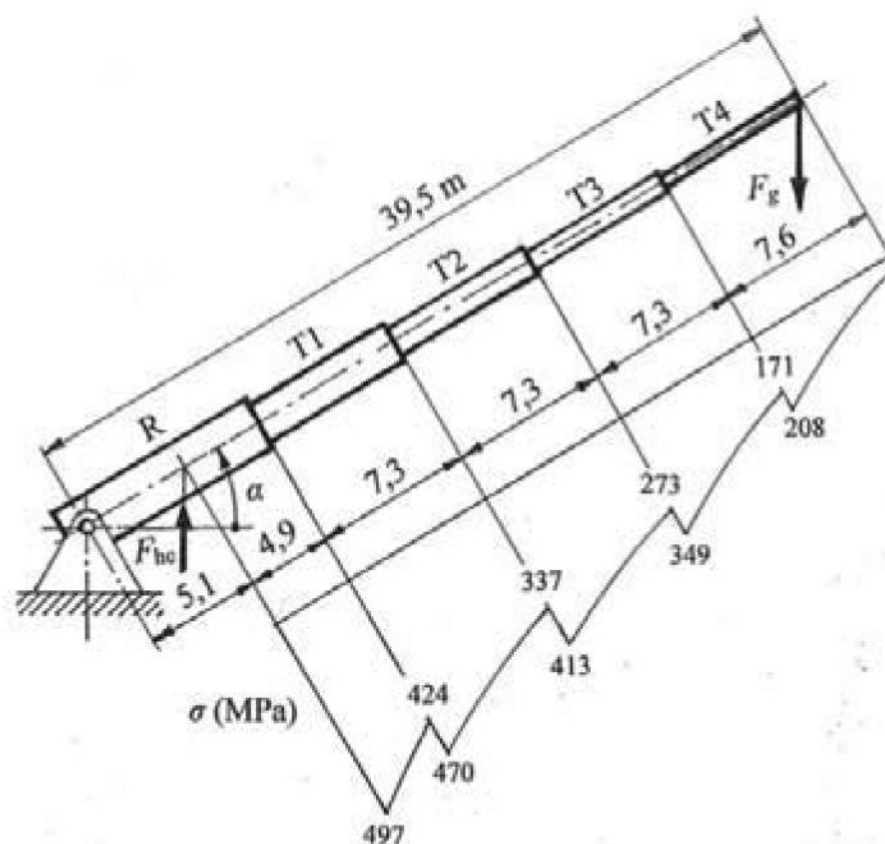
У једначини (6.6) F_N је осна сила, M момент савијања, A површина и W отпорни момент пресека телескопске стреле.

За различите случајеве, који су разматрани за прорачун граничних носивости код превртања аутодизалице, дати су и укупни нормални напони по једначини (6.6). У табели 6.6 приказане су вредности напона σ за различите углове нагиба α за највише испружену стрелу $L = 32,4$ m, удаљеност стабилизацијских ногу за $x = 3,15$ m и угао $\gamma = 0^\circ$ [14].

Табела 6.6: Укупне нормални напони за највише испружену руку [14]

Случај	Угао нагиба	Гранична носивост	Укупни нормални напони у пресеку (MP_a)				
			R	T1	T2	T3	T4
1	30°	30,61	497	470	413	349	208
2	45°	50,7	522	553	506	445	279
3	60°	94,53	658	649	624	566	374
4	75°	290,68	955	967	973	826	660

За случај 1 (из табеле 6.6) је на слици 6.14 приказан ток напона σ уздуж стреле аутодизалице.



Слика 6.14 Ток укупних рачунских нормалних напона у стрели аутодизалице [14]

Телескопска стрела аутодизалице израђена је од побољшаног челика са затезном чврстоћом $R_m = 1100 MP_a$ и минималном границом развлачења $R_{emin} = 1000 MP_a$. Приликом одређивања рачунске граничне носивости за случај превртања аутодизалице потребно је дефинисати још и коефицијенте сигурности S_1 и S_2 .

Коефицијент S_1 изражен је једначином (6.7) и представља однос између затезне чврстоће и највећег рачунског напона. Коефицијент сигурности S_2 , који је изражен једначином (6.8), представља однос између границе развлачења и рачунског напона.

$$S_1 = \frac{R_m}{\sigma} \quad (6.7)$$

$$S_2 = \frac{R_{emin}}{\sigma} \quad (6.8)$$

За разматрани случај коефицијенти сигурности S_1 и S_2 у појединим пресецима телескопске стреле приказани су у табели 6.7.

Табела 6.7: Коефицијенти сигурности S_1 и S_2 у пресецима телескопске стреле [14]

Случај	Угао нагиба	Гранична носивост	Коефицијенти сигурности S_1 и S_2 у пресецима				
			R	$T1$	$T2$	$T3$	$T4$
1	30°	30,61	2,21/2,01	2,34/2,13	2,66/2,42	3,15/2,87	5,29/4,81
2	45°	50,7	2,10/1,92	1,99/1,80	2,17/1,98	2,48/2,25	3,94/3,58
3	60°	94,53	1,67/1,52	1,69/1,54	1,76/1,60	1,94/1,77	2,94/2,67
4	75°	290, 68	1,15/1,05	1,14/1,03	1,13/1,03	1,33/1,21	1,67/1,52

У табели 6.7 приказани су коефицијени сигурности за карактеристичне случајеве оперећења аутодизалице. Ти коефицијенти су већи од 1, зато је за граничну носивост аутодизалице од пресудног значаја вредност, узета из прорачуна од опасности превртања дизалице.

7 Закључак

Аутодизалице представљају посебну врсту дизалица које се налазе на шасијама специјалних возила, и користе се на пословима где је потребно ангажовање дизалица у краћем временском периоду или за тренутно ангажовање. Могу да се саме крећу по саобраћајницама и врло брзо по пристизању на градилиште могу да буду у радном стању. Најчешће се користе у грађевини код монтажа конструкција, кровних конструкција итд.

Дизалично-транспортна средства су позната човечанству из далеке прошлости, а бројна археолошких истраживања сведоче да почетак примене дизаличних уређаја досеже све до древних цивилизација, па се може рећи да се транспортни уређаји примењују већ 5000. година. Градитељи старог Египта и Рима су простим средствима обављали послове подизања и премештања великих терета на велика растојања и висине, а пример томе је Кеопсова пирамида висине 147 m, изграђена у XXII веку пре нове ере од камених блокова масе 90-100 t, као и стубови храма Сунца висине 28 m, пречника од 2 m итд..

Данас постоји доста врста аутодизалица подељених према одређеним карактеристикама, тако да имамо аутодизалице са једном или две кабине, затим аутодизалице са једним или два погонска мотора. Аутодизалице се користе за нормалне путне услове (са гуменим точковима), а могу се срести и мобилне за све терене и са гусеницама - за лоше терене. По основном критеријуму (конструкцији стреле) аутодизалице могу бити са телескопском и решеткастом стрелом. У овом раду највећа пажња је усмерена управо аутодизалицама са телескопском стрелом, пошто су данас доминантне у производњи дизалица како за мање, средње, тако и велике носивости.

Конструкција аутодизалица се састоји из дизаличног дела (телескопска стрела, уређај за дизање, кретање, телескопирање, промену нагиба стреле и систем против преоптерећења) и носеће конструкције - возило са погонским (возним) уређајима, точковима и стабилизаторима. Посебна пажња усмерена је на конструкцију и стабилности стреле, у погледу избора материјала и начина телескопирања као и попречног пресека стреле. Стабилност аутодизалица 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.

При руковању аутодизалицом мора се водити рачуна о подлози, о ослањању стабилизатора, укључењу у рад и придржавати се општих упустава о функционисању. Аутодизалице са телескопском стрелом данас су доста присутне у индустрији, па се самим тим врши њихово усавршавање.

Литература

- [1] Бранко Давидовић, Интралогистика – Унутрашњи транспорт, Крагујевац, 2012
- [2] Ненад Зрнић, Историјат транспортних уређаја и машина - Од античког времена до данас, предавања, Машински факултет у Београду, 2009.
- [3] Р. Мијајловић, З. Маринковић, М. Јовановић, Дизалице, основе, Градина, Ниш, 1994.
- [4] <http://www.regramkop.rs/Srpski%20jezik/autodizalice.html>, приступљено дана 11.08.2015.
- [5] Драган Шчап, Транспортни уређаји-Преносила и дизала, Свеучилиште у Загребу, Факултет стројарства и бродоградње, предавања, Загреб, 2004.
- [6] <http://www.terra-srbija.co.rs/RS/Mobilne%20dizalice/Ure%C4%91enje++i+odr%C5%BEavanje+zelenih+povr%C5%A1ina.aspx>, приступљено дана 14.08.2015.
- [7] <http://metalnauzadnovkabel.rs/sr/category/opsta-namena-u-industriji/50>, приступљено дана 11.08.2015.
- [8] Р. Мијајловић, З. Маринковић, М. Јовановић, Транспортне машине - Практикум, Ниш, 1988.
- [9] http://www.liebherr.com/AT/en-GB/default_at.wfw/measure-nonMetric, приступљено дана 11.08.2015.
- [10] <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/003/bs.en-13000.2004.html>, приступљено дана 11.08.2015.
- [11] <http://www.craneblogger.com/crane-photo-contest/2010-crane-photo-contest/coolest-mobile-crane-photos/>, приступљено дана 17.08.2015.
- [12] Д. Острић, С. Тошић, Дизалице, Машински факултет, Центар за механизацију, Београд, 2005.
- [13] Д. Острић, Дизалице, Машински факултет, Београд, 1992.
- [14] Јоже Стропник, Комуникацијски гранични приступ стабилности аутодизалице, Стројарски факултет, Свеучилиште у Љубљани, Љубљана, Словенија, 2011.