

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Милош Д. Милојевић

Пројектовање лаке порталне дизалице
завршни рад

Крагујевац, 2018.

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: 127/2014

Милош Д. Милојевић

Пројектовање лаке порталне дизалице

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Родољуб Вујанац, доцент - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

- Прикаже кратак осврт на историјски развој дизалица.
- Истакне улогу и област примене порталних дизалица.
- Истакне главне карактеристике и наведе класификацију порталних дизалица.
- На изабраном типу порталне дизалице прикаже принцип прорачуна њених основних елемената и конструктивно извођење истих.

Препоручена литература:

[1] Острић Д., Тошић С., Дизалице, Машински факултет, Центар за механизацију, Београд, 2005.

[2] Д. Острић, Дизалице, Машински факултет, Београд, 1992.

[3] Мијајловић Р., Маринковић З., Јовановић М., Дизалице - основе, Градина, Ниш, 1994.

Садржај

1. Увод	1
2. Историјски развој дизалица	4
3. Порталне дизалице	9
3.1 Опште карактеристике порталних дизалица	9
3.2 Класификација порталних дизалица	10
3.3 Лаке порталне дизалице	15
4. Прорачун лаке порталне дизалице и избор елемената	17
4.1 Полазни подаци	17
4.2 Статички отпори ослонаца	18
4.3 Димензионисање греде	20
4.4 Димензионисање стуба	23
4.5 Димензионисање погона	24
4.6 Графичка документација	25
5. Закључак	39
6. Литература	40

Резиме:

У оквиру овог рада дат је преглед општих карактеристика и примене порталних дизалица. Детаљно је приказан историјски развој дизалица. Посебан осврт дат је на прорачун и конструкцију лаке порталне дизалице. За изабрану конкретну концепцију лаке порталне дизалице спроведен је одговарајући прорачун, избор елемената и генерисана техничка документација.

Кључне речи:

Дизалица, прорачун, конструкција, лака портална дизалица, документација.

Summary:

This paper presents an overview of the general characteristics and the use of portal cranes. The historical development of cranes is presented in detail. A special consideration is given to the calculation and construction of a lightweight portal crane. For the selected type of a lightweight portal crane, the appropriate calculation and selection of elements was carried out as well as technical documentation.

Key words:

Crane, calculation, construction, light portal crane, documentation.

1. Увод

Дизалично-транспортна средства су позната човеку још 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 [1].

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 XIX и почетком XX 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.

Транспортна техника имала је примену у многим гранама индустрије. Савремена производна постројења снабдевена су бројним дизалицама различитих намена које раде у машинским халама, ваљаоницама, складишним просторима.

Дизалице су намењене за преношење терета у хоризонталној и вертикалној равни. Механизми који остварују жељена кретања учвршћују се на рамовима, односно посебним челичним конструкцијама које могу бити покретне или стационарне. Велико поље рада и различити услови примене, довели су до развоја дизалица општег карактера али и специјалних дизалица. Потребу за транспортом све већих количина материјала и робе и све сложеније технолошке захтеве морале су да прате и испуњавају и дизаличне машине.

Данас нема области индустрије у којој се више или мање не примењују транспортне машине у [1]:

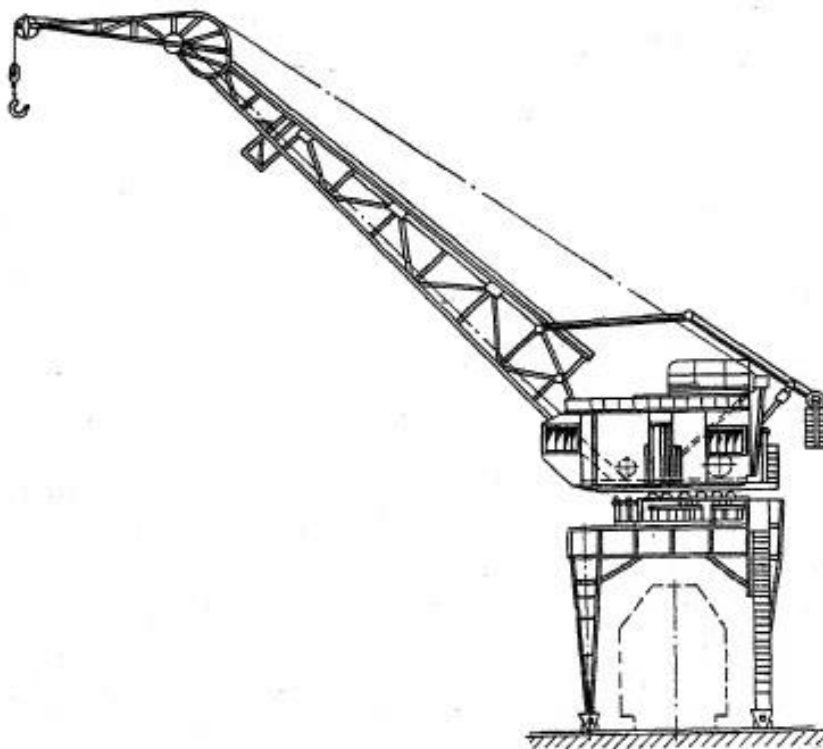
- индустријским халама за премештање материјала, делова и опреме,
- ливницама за преношење одливака и материјала,
- лукама за утовар и претовар робе,
- грађевинарству, итд.

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

- а) транспортне машине са прекидним односно периодичним радом и
- б) транспортне машине са непрекидним или континуалним радом.

Транспортне машине прекидног транспорта одликује велика разноврсност с обзиром на област примене и сложене технолошке захтеве које треба да испуњавају. У оквиру машина прекидног транспорта најбројнију групу чине индустријске дизалице. Најзначајније дизалице су: мосне, порталне, полупорталне, претоварни мостови, конзолне, рамне, стубне грађевинске, итд. Генерално, стационарне дизалице су постављене на одговарајући темељ или непокретну конструкцију, док се покретне дизалице крећу дуж шинских стаза. При транспорту материјала може се разликовати неколико фаза: утовар, транспорт, претовар и истовар.

На слици 1.1 приказана је шема порталне дизалице. Цео окретни део ове дизалице је уграђен на окретној платформи. Стрела дизалице је решеткасте конструкције и зглобно је везана за платформу. При промени дохвата стреле, терет се креће хоризонтално помоћу гипке затеге пребачене преко кљуна (клацкалице) одређеног профила. Промена дохвата се постиже једним кривајним механизмом или зупчастим сегментом.



Слика 1.1 Шема порталне дизалице [1]

У делу машина прекидног транспорта најбројнију групу чине дизалице. Дизаличне машине обухватају 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 (за ковање, стриповање), итд.

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. 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, прашини, 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 прилагодило 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. На слици 1.2 приказане су неке врсте дизалица [1].



а) мосна



б) портална



в) конзолна

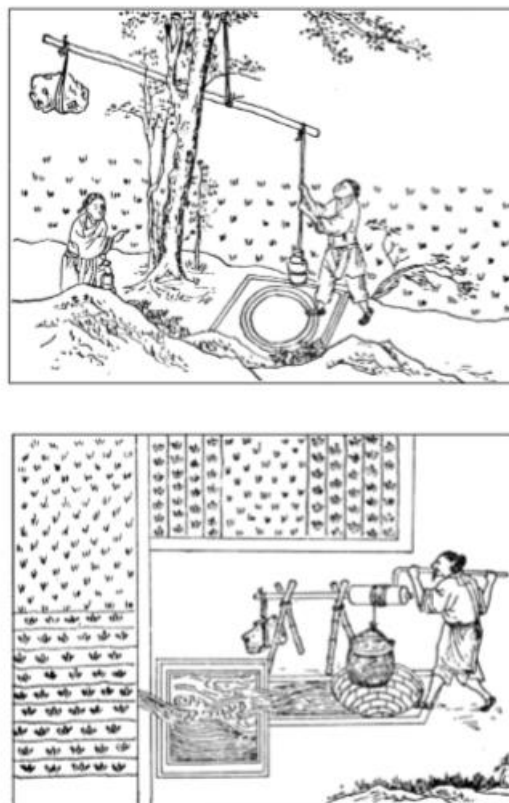
Слика 1.2 Врсте дизалица [1]

2. Историјски развој дизалица

Споменици материјалне културе који су откривени као резултат бројних археолошких истраживања непобитно сведоче да почетак примене дизаличних уређаја досеже све до древних цивилизација [2].

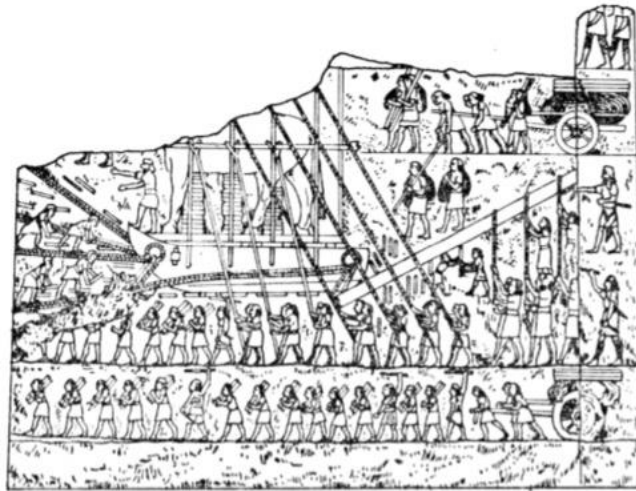
И при веома ниском степену развоја цивилизације, човек је имао проблем са подизањем и премештањем терета. Проблем је решаван примитивним направама и уређајима, које су се временом усавршавале због повећаних потреба развоја земљорадње, грађевинарства, рударства и војне технике.

Људи древних цивилизација подизали су огромне објекте од циновских стена, као и колосалне грађевине и архитектонске споменике у Асирији, Вавилону, Египту, Грчкој и Риму. Теретом се управљало уз помоћ једноставних направа и уређаја за подизање терета. Први документи који сведоче о подизним направама и уређајима датирају чак неколико хиљада година од данашњих дана. У једном кинеском рукопису који је исписан пре више од 2200. год. пре н.е. пронађен је цртеж бунарског ђерма за наводњавање који је приказан на слици 2.1 [2].



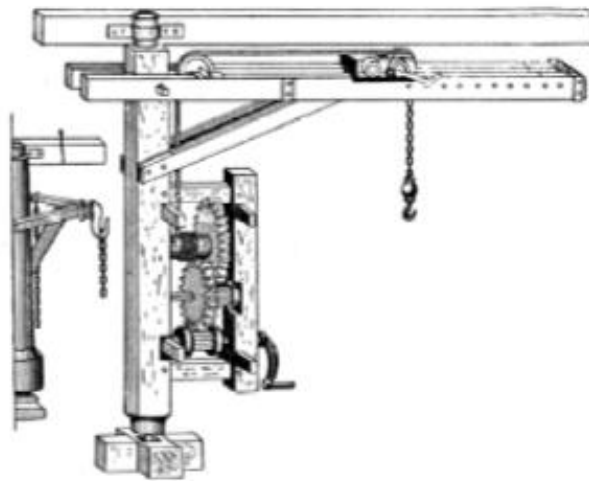
Слика 2.1 Бунарски ђерам (око 2220 год. пре н.е.) [2]

На слици 2.2 приказан је снимак асирског барелефа (VII век пре н.е) на коме се може видети примена клинова, полуга и ваљака (рељеф дворца Сенахериба, 705 год. пре н.е. у Ниниви – граду у Месопотамији).



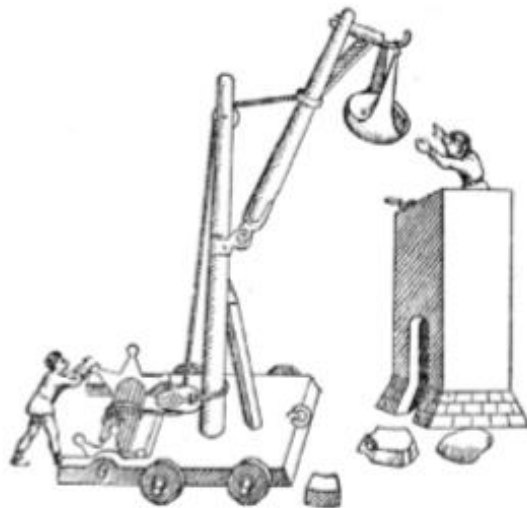
Слика 2.2 Асирски барелеф из VII век пре н.е. [2]

На слици 2.3 се налази пример стубне дизалице из средњег века која се спомиње у радовима Георга Агриколе (немачки лекар и алхемичар 1494-1555).



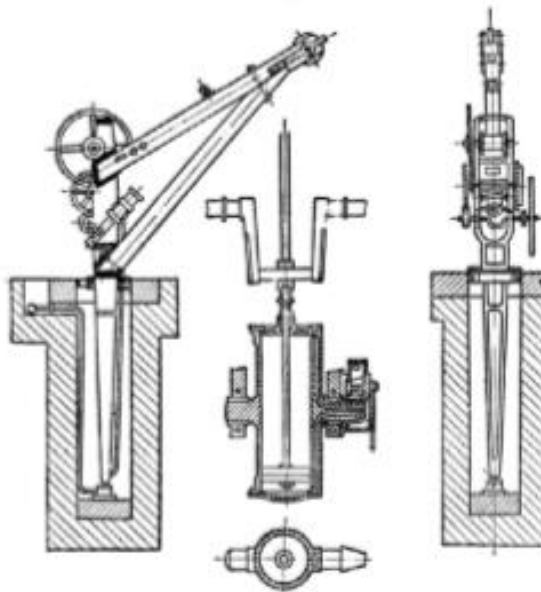
Слика 2.3 Средњевековна дизалица на ручни погон [2]

Буонајуро Лорини 1597. год. детаљно описује више дизаличних механизма. Он говори о ручној дизалици са зупчастом полугом и описује обртну дизалицу за истовар бродова, коментарише неку врсту багера – ведричара. Такође, даје и детаљан опис покретне грађевинске дизалице са променљивим дохватом чији је изглед приказан на слици 2.4.



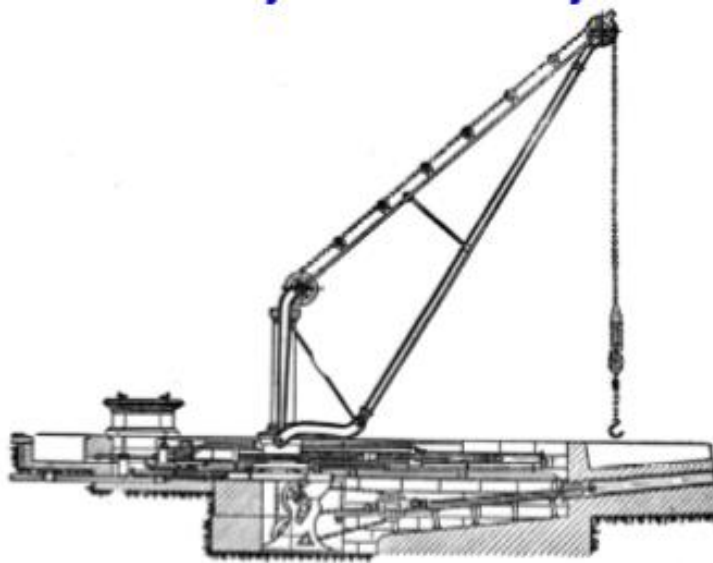
Слика 2.4 Покретна грађевинска дизалица из XV века [2]

Године 1827. је патентирана стационарна дизалица погоњена парном машином слика 2.5, а 1846. године изграђена је дизалична машина са хидрауличним погоном слика 2.6. Међутим, неусавршеност хидрауличних погона и дизаличних уређаја за покретање трансмисионих механизма, као и опасност од замрзавања радних флуида-течности, у многоне су сузили границе примене овог облика погона у то време.



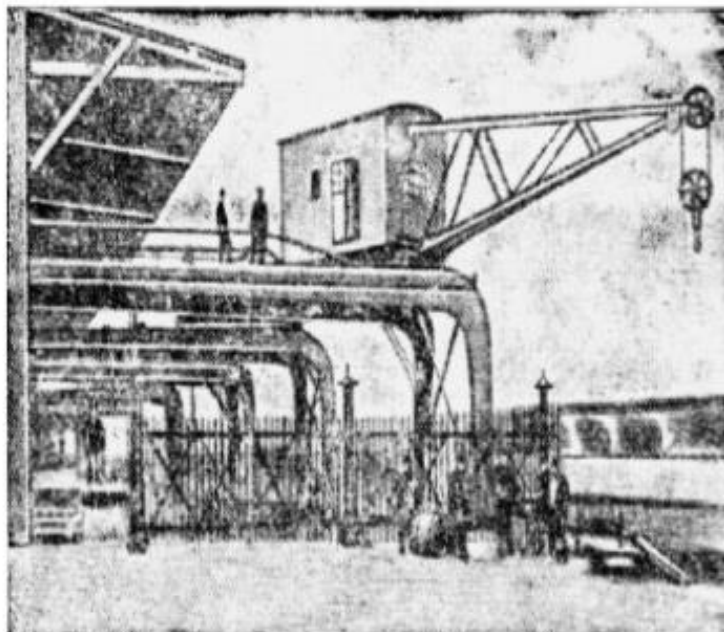
Слика 2.5 Стационарна дизалица на парни погон патентирана 1827. године [2]

Временом, убрзани развој технике, допринео је да се истовремено убрза и развој дизалично – транспортне менанизације.



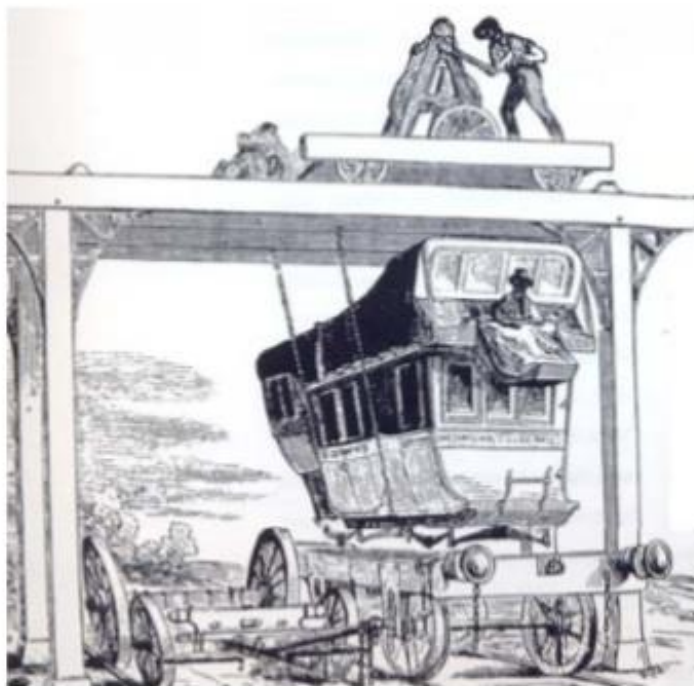
Слика 2.6 Хидраулична дизалица конструисана и изграђена 1846. године [2]

Проналазак електропогона допринео је прогресивној изградњи дизалица. Године 1885. конструисана је електрифицирана обртна дизалица, а 1887. године направљена је прва мосна дизалица на електропогон. Године 1890. електрифицирана је полуобртна дизалица за рад на пристаништу која је приказана на слици 2.7 [2].

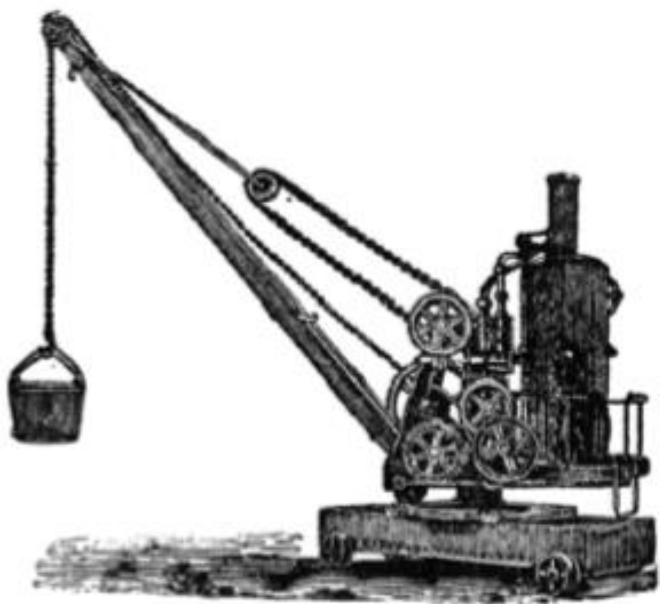


Слика 2.7 Полупортална дизалица из 1890. године [2]

На сликама 2.8 и 2.9 приказана је прва портална дизалица из 1843. године и дизалица на парни погон из 1911. године.



Слика 2.8 Прва портална дизалица, 1843. [2]



Слика 2.9 Дизалице на парни погон, 1911. [2]

3. Порталне дизалице

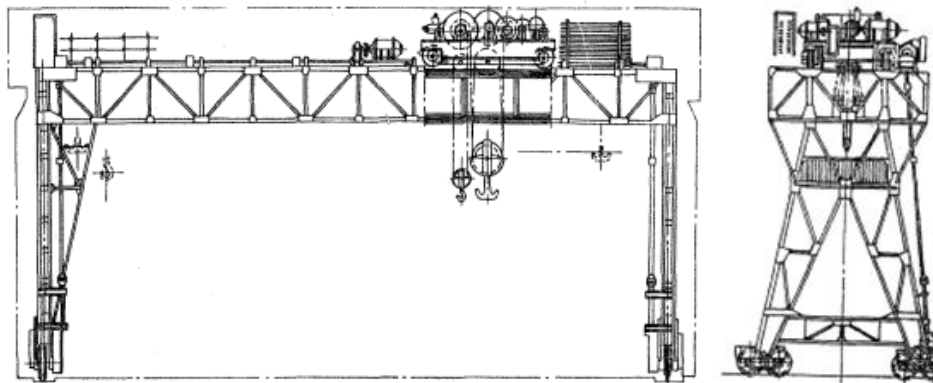
3.1 Опште карактеристике порталних дизалица

Порталне дизалице су добиле свој назив по носећој конструкцији која се изводи у облику портала. Порталне дизалице се најчешће користе на складиштима комадних или чешће растреситих материјала: у фабрикама, дрвној индустрији, ливницама, железарама итд. Служе за рад са куком, електромагнетом, грабилцом или специјалним кофичастим одлагачем. Распони дизалице најчешће се крећу од 15 до 40 m, а ако су већи и крећу се до 200 m, онда се називају претоварни мостови. Код претоварних мостова се среће велики број других уређаја уграђених на мосту као што су транспортери, додавачи, бункери и сл. Порталне дизалице могу бити изведене са препустима и без препуста, а могу да раде и на отвореном простору [3].

Порталне дизалице по свом конструктивном извођењу главног носача могу бити једногредне или двогредне. Могу бити за спољашњу или унутрашњу употребу. Носивости им се крећу од 1 t до 80 t.

Лаке порталне дизалице се изводе за носивости од 500 kg до 5000 kg. Према распону могу да се крећу од 2,5 m до 5 m. Висина подизања испод греде најчешће им се креће од 3 m до 5 m.

Порталне дизалице се састоје од хоризонталног моста и вертикалних ножица, у које су уграђена колица за кретање по шинама постављеним на поду. По хоризонталном мосту крећу се колица, слика 3.1, са механизмом за дизање терета исто као и код мосних дизалица. Погонски механизам за кретање портала смештен је на средини моста. Погон од електромотора преноси се најпре хоризонталним, па затим вертикалним вратилима до колица на ножицама. Посебне механизме за кретање могуће је уградити на свакој ножици. Напајање електромотора се врши преко клизача, уграђених на конструкцији, који клизају по разводним водовима (или шинама).



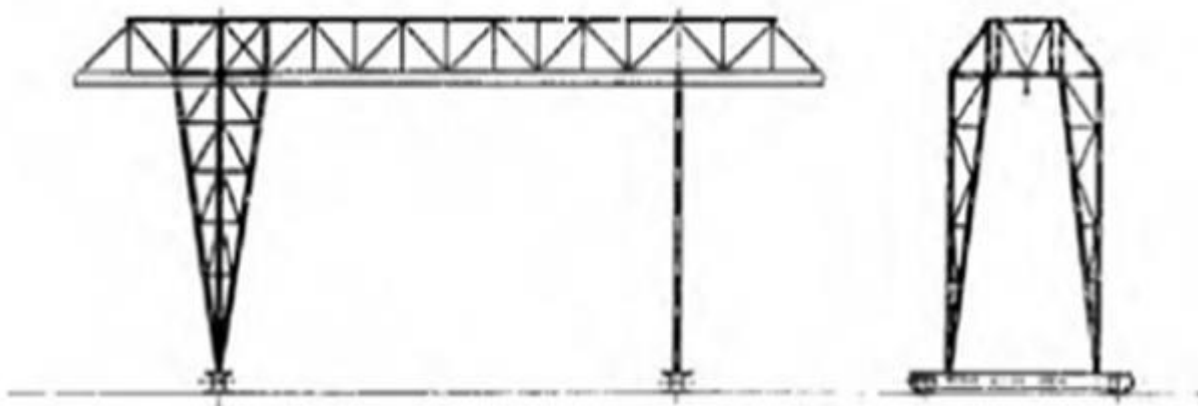
Слика 3.1 Портална дизалица [3]

3.2 Класификација порталних дизалица

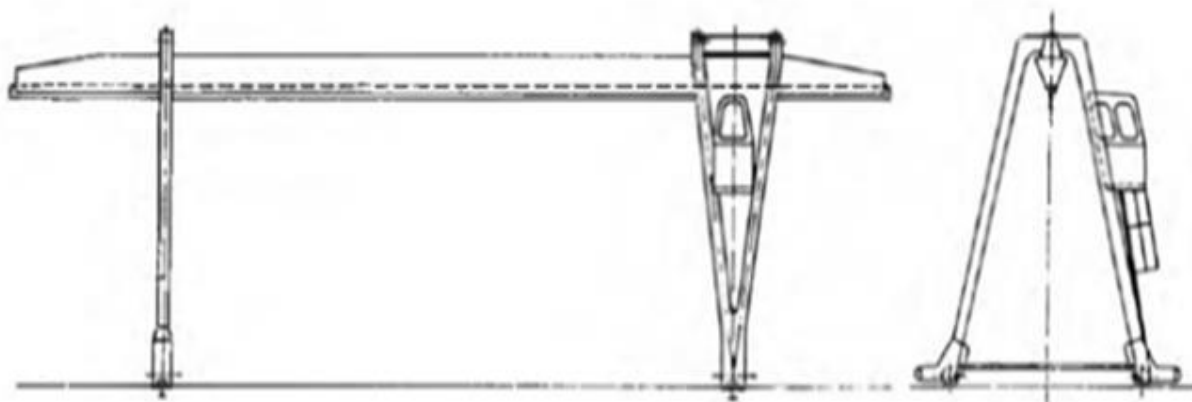
Порталне дизалице се према конструкцији деле на, слика 3.2:

- порталне дизалице решеткасте конструкције, слика 3.2 а),
- порталне дизалице сандучасте конструкције, слика 3.2 б).

Код порталних дизалица једна нога је крута а друга је зглобна, као што се види на слици 3.2 а).



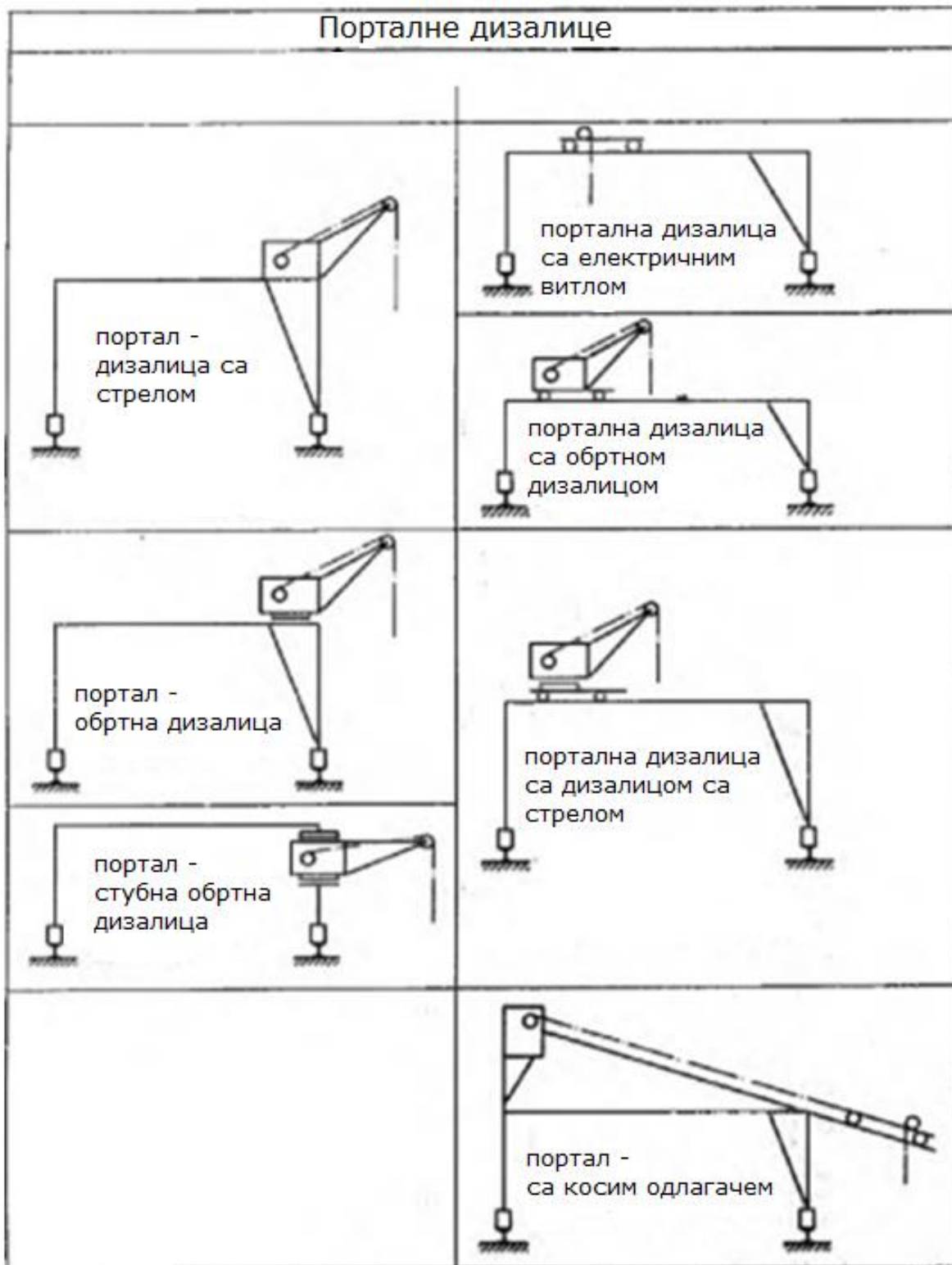
а) Портална дизалица решеткасте конструкције



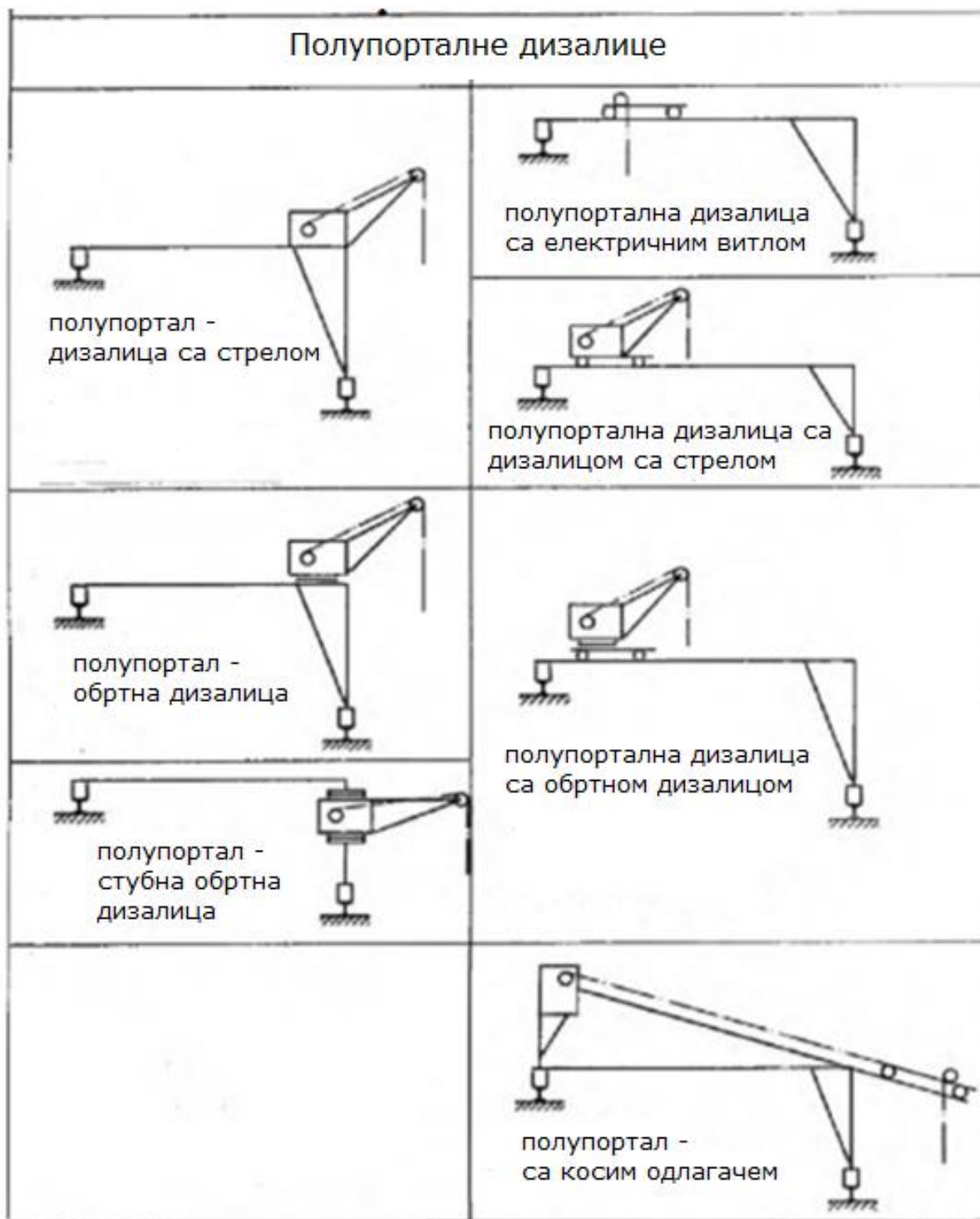
б) Портална дизалица сандучасте конструкције

Слика 3.2 Конструкција порталне дизалице [3]

На слици 3.3 представљене су различите конструкције порталних и полупорталних дизалица са различитим дизаличним и другим уређајима на носећој конструкцији: електрично витло, обртна дизалица, одлагач – транспортер и сл.



а) Порталне дизалице



б) Полупорталне дизалице

Слика 3.3 Порталне и полупорталне дизалице [3]

Према намени порталне дизалице могу да се поделе на:

- порталне дизалице за дрвну индустрију и
- порталне дизалице за контејнерски претовар.

Разлика између порталних дизалица за дрвну индустрију и порталних дизалица за контејнерски претовар је та што порталне дизалице за дрвну индустрију служе за манипулацију трупаца на отвореним складиштима. На склопу дизања има окретну хидрауличну хватаљку, чиме је омогућено захватање, дизање и преношење трупаца без помоћи са тла. Порталне дизалице за контејнерски претовар служе за претовар контејнера свих типова и величина, унутра или споља.

Код порталних дизалица за дрвну индустрију конструкцију дизалице чине следећи основни елементи, слика 3.4 [4]:

- главни носач - мост дизалице, изведен као решеткаста челична конструкција троугластог пресека;
- рам портала, такође изведен као челична решеткаста конструкција;
- носачи translације, израђени од челичних лимених профила.

Конструкцију дизалице код порталних дизалица за контејнерски претовар чине основни елементи као што су, слика 3.5 [4]:

- носиви портални рам, израђен од челичних лимова;
- уређај за дизање терета (клизно-колутни мотор, редуктор и добош);
- уређај за вожњу мачке;
- уређај за вожњу дизалице;
- хидраулични хватач за контејнере.

Заједничко порталним дизалицама за дрвну индустрију и за контејнерски претовар је:

- управљање дизалицом се обавља из кабине смештене на покретној мачки, што омогућава добру прегледност или помоћу радио команде (даљинска команда),
- сви основни склопови су растављиви чиме су олакшани транспорт и монтажа,
- приликом испоруке уз дизалицу се доставља атестна и техничка документација према важећим прописима и стандардима.



Слика 3.4 Портална дизалица за дрвну индустрију [4]



Слика 3.5 Портална дизалица за контејнерски претовар [4]

3.3 Лаке порталне дизалице

Лаке порталне дизалице су најјекономичније решење у производним погонима или у грађевинарству, где је потребно редовно вршити премештање и/или утовар – истовар терета на различитим местима. Дизајниране су као дизалице са ланцима или ужетом за утовар – истовар, чија је носивост до 5000 kg. Најчешће су мобилне, тј. опремљене са четири окретна точка са кочницом или два окретна са кочницом и два фиксна како би им било омогућено једноставно премештање. Њихова модуларна конструкција омогућава лаку демонтажу и монтажу, а самим тим и премештање. На слици 3.6 је приказано могуће извођење лаке порталне дизалице [5].



Слика 3.6 Лака портална дизалица [5]

Лака портална дизалица, приказана на сликама 3.7 и 3.8, је конструисана од алуминијума, за разлику од свих приказаних других дизалица. Њихова предност је та што су лагане. Поседују заштиту од влаге и корозије и отпорност на експлозију. Висина им се може подесити. Свака алуминијумска цев је одвојива, па омогућава једноставну демонтажу и монтажу.



Слика 3.7 Лака портална дизалица конструисана од алуминијума [6]

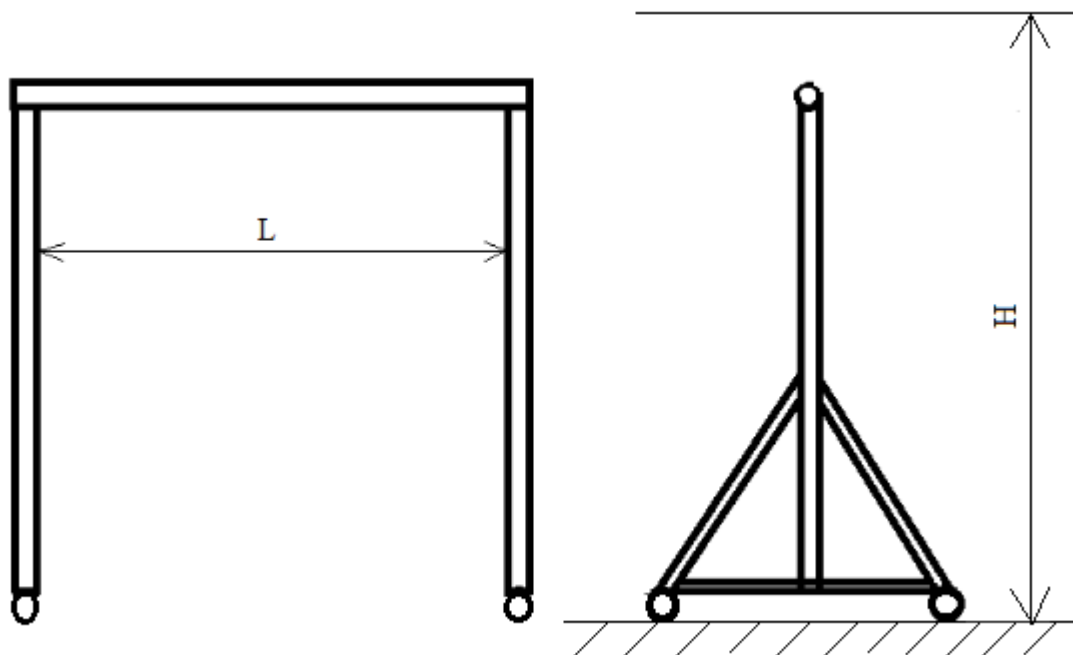


Слика 3.8 Склопљена лака портална дизалица конструисана од алуминијума [6]

4. Прорачун лаке порталне дизалице и избор елемената

4.1 Полазни подаци

За лаку порталну дизалицу шематски приказану на слици 4.1, потребно је димензионисати њене основне елементе ако су познати следећи подаци:

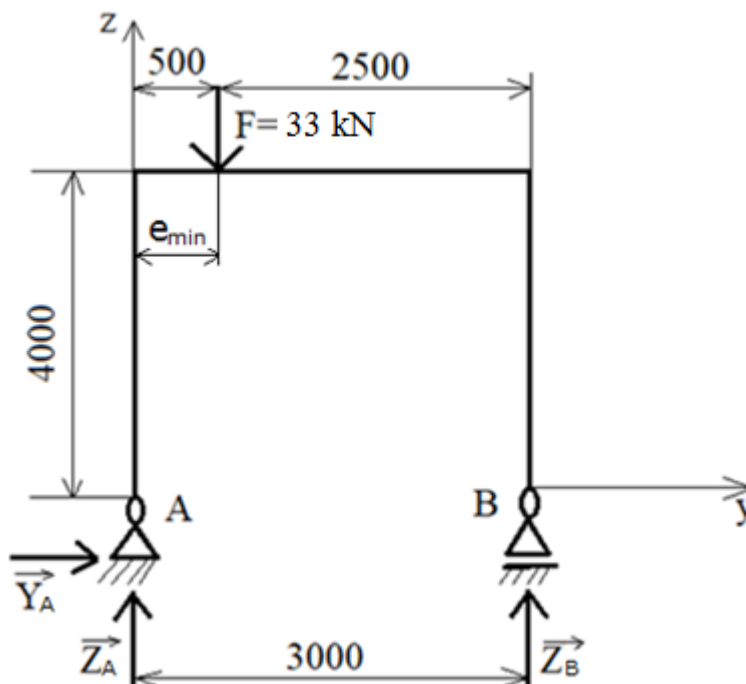


Слика 4.1 Шема лаке порталне дизалице

- а) расположива висина простора $H = 5000 \text{ mm}$
- б) потребан радни распон између носећих стубова $L = 3000 \text{ mm}$
- в) носивост $Q = 30 \text{ kN}$
- г) брзина дизања $V = 5 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

4.2 Статички отпори ослонаца

Отпоре ослонаца одређујемо за најнеповољнији распоред оптерећења приказан на слици 4.2 када се терет налази максимално уз један стуб дизалице.



Слика 4.2 Статичке силе лаке порталне дизалице

Једначина равнотеже свих сила у правцу у-осе је:

$$\sum Y_i = 0 \Rightarrow Y_A = 0 \quad (4.1)$$

Једначина равнотеже свих сила у правцу z-осе је:

$$\sum Z_i = 0 \Rightarrow Z_A - F + Z_B = 0 \quad (4.2)$$

Из моментне једначине свих сила за ослонац А, одређујемо реакцију ослонца Z_B :

$$\sum M_{Fi}^A = 0 \Rightarrow -F \cdot 500 + Z_B \cdot 3000 = 0 \quad (4.3)$$

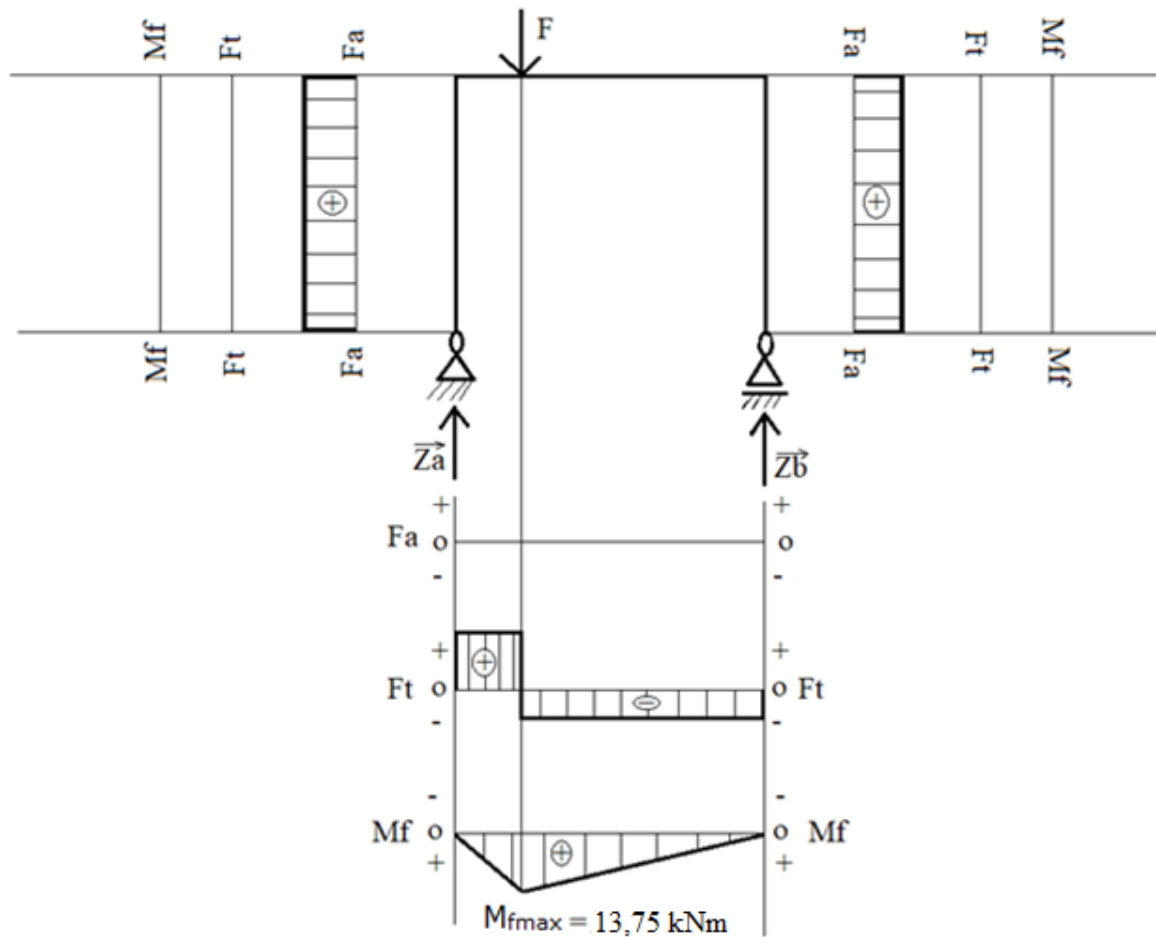
Из једначине (4.3) се добија:

$$Z_B = \frac{33 \cdot 500}{3000} = 5,5 \text{ kN} \quad (4.4)$$

Из једначине (4.2) се добија реакција ослонца Z_A :

$$Z_A = F - Z_B = 33 - 5,5 = 27,5 \text{ kN} \quad (4.5)$$

На слици 4.3 су приказани статички дијаграми аксијалне силе, трансверзалне силе и момента савијања.



Слика 4.3 Статички дијаграм аксијалне силе, трансверзалне силе и момента савијања

Одређивање максималне вредности момента савијања у најнеповољнијем пресеку:

$$M_{fmax} = Z_A \cdot 0,5 = 27,5 \cdot 0,5 = 13,75 \text{ kNm} \quad (4.6)$$

$$M_{fmax} = 13,75 \text{ kNm} \quad (4.7)$$

4.3 Димензионисање греде

Димензионисање главног носача, носеће греде, се врши према методи допуштеног напона, према изразу:

$$\sigma_{fmax} = \frac{M_{fmax}}{W_y} \leq \sigma_{dop} \quad (4.8)$$

где су:

σ_{fmax} — максимални напон

M_{fmax} — максимални момент савијања

W_y — отпорни момент попречног пресека

σ_{dop} — допуштени напон

Дељењем напона на граници развлачења одговарајућим степеном сигурности добија се допуштени напон према изразу:

$$\sigma_{dop} = \frac{R_{eh}}{S_t} = \frac{235}{1,5} = 156,667 \text{ MPa} \approx \quad (4.9)$$

$$\sigma_{dop} \approx 160 \text{ MPa} = 160 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \quad (4.10)$$

где су:

R_{eh} — напон на граници развлачења

S_t — степен сигурности за I случај оптерећења према [7]

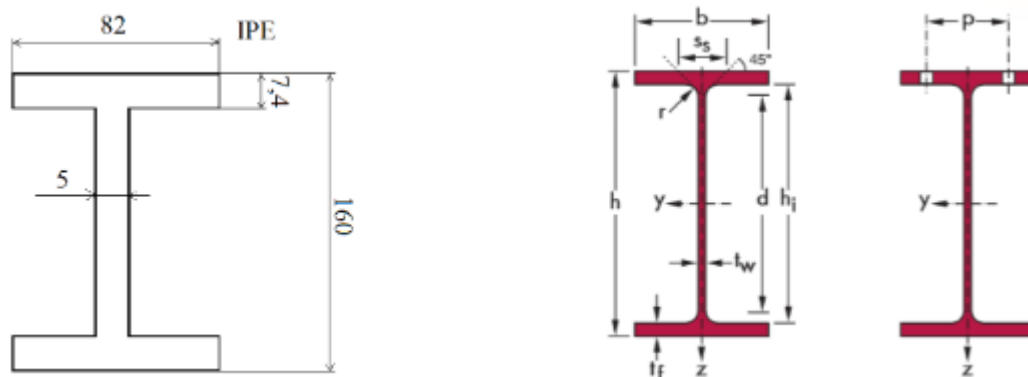
Потребан отпорни момент попречног пресека се израчунава према (4.8):

$$W_y \geq \frac{M_{fmax}}{\sigma_{dop}} = \frac{13,75 \text{ Nm} \cdot 10^3}{160 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}} = 0,0000859 \text{ m}^3 \cdot 10^6 = 85,9 \text{ cm}^3 \quad (4.11)$$

За прорачунату вредност потребног отпорног момента W_y усваја се из табеле 4.1 стандардни ваљани I профил IPE 160 следећих карактеристика:

$I_y = 869,3 \text{ mm}^4$	$W_{el.y} = 108,7 \text{ mm}^3$	$W_{pl.y} = 123,9 \text{ mm}^3$
$i_y = 6,58 \text{ mm}$	$A_{yz} = 9,66 \text{ mm}^2$	$I_z = 68,31 \text{ mm}^4$
$W_{el.z} = 16,66 \text{ mm}^3$	$W_{pl.z} = 26,10 \text{ mm}^3$	$i_z = 1,84 \text{ mm}$
$S_s = 30,34 \text{ mm}$	$I_I = 3,60 \text{ mm}^4$	$I_W = 3,96 \text{ mm}^6$

Табела 4.1 Европске таблице стандардних ваљаних профила [8]



Oznaka	Statičke karakteristike												Klasifikacija ENV 1993-1-1					EN 10025:1993	EN 10113-3:1993	EN 10225:2001			
	Težina	osa y-y					osa z-z							čisto savijanje y-y		čist pritisak							
		G kg/m	I _y mm ⁴	W _{el,y} mm ³	W _{pl,y} ↑ mm ³	i _y mm	A _{vz} mm ²	I _z mm ⁴	W _{el,z} mm ³	W _{pl,z} ↓ mm ³	i _z mm	s _s mm	I _t mm ⁴	I _w mm ⁶	S 235	S 355	S 460				S 235	S 355	S 460
		x 10 ⁴	x 10 ³	x 10 ³	x 10	x 10 ²	x 10 ⁴	x 10 ³	x 10 ³	x 10		x 10 ⁴	x 10 ⁹										
IPE 80 A	5,0	64,38	16,51	18,98	3,18	3,07	6,85	2,98	4,69	1,04		17,60	0,42	0,09	1	1	-	1	1	-	✓		
IPE 80	6,0	80,14	20,03	23,22	3,24	3,58	8,49	3,69	5,82	1,05		20,10	0,70	0,12	1	1	-	1	1	-	✓		
IPE A 100	6,9	141,2	28,81	32,98	4,01	4,44	13,12	4,77	7,54	1,22		21,20	0,77	0,28	1	1	-	1	1	-	✓		
IPE 100	8,1	171,0	34,20	39,41	4,07	5,08	15,92	5,79	9,15	1,24		23,70	1,20	0,35	1	1	-	1	1	-	✓		
IPE A 120	8,7	257,4	43,77	49,87	4,83	5,41	22,39	7,00	10,98	1,42		22,20	1,04	0,71	1	1	-	1	1	-	✓		
IPE 120	10,4	317,8	52,96	60,73	4,90	6,31	27,67	8,65	13,58	1,45		25,20	1,74	0,89	1	1	-	1	1	-	✓	✓	✓
IPE A 140	10,5	434,9	63,30	71,60	5,70	6,21	36,42	9,98	15,52	1,65		23,20	1,36	1,58	1	1	-	1	2	-	✓	✓	✓
IPE 140	12,9	541,2	77,32	88,34	5,74	7,64	44,92	12,31	19,25	1,65		26,70	2,45	1,98	1	1	-	1	1	-	✓	✓	✓
IPE A 160	12,7	689,3	87,81	99,09	6,53	7,80	54,43	13,27	20,70	1,83		26,34	1,96	3,09	1	1	-	1	3	-	✓	✓	✓
IPE 160	15,8	869,3	108,7	123,9	6,58	9,66	68,31	16,66	26,10	1,84		30,34	3,60	3,96	1	1	-	1	1	-	✓	✓	✓
IPE A 180	15,4	1063	120,1	135,3	7,37	9,20	81,89	18,00	27,96	2,05		27,84	2,70	5,93	1	1	-	2	3	-	✓	✓	✓
IPE 180	18,8	1317	146,3	166,4	7,42	11,25	100,9	22,16	34,60	2,05		31,84	4,79	7,43	1	1	-	1	2	-	✓	✓	✓
IPE O 180	21,3	1505	165,4	189,1	7,45	12,70	117,3	25,50	39,91	2,08		34,54	6,76	8,74	1	1	-	1	1	-	✓	✓	✓
IPE A 200	18,4	1591	161,6	181,7	8,23	11,47	117,2	23,43	36,54	2,23		32,56	4,11	10,53	1	1	-	2	4	-	✓	✓	✓
IPE 200	22,4	1943	194,3	220,6	8,26	14,00	142,4	28,47	44,61	2,24		36,66	6,98	12,99	1	1	-	1	2	-	✓	✓	✓
IPE O 200	25,1	2211	218,9	249,4	8,32	15,45	168,9	33,11	51,89	2,30		39,26	9,45	15,57	1	1	-	1	1	-	✓	✓	✓
IPE A 220	22,2	2317	213,5	240,2	9,05	13,55	171,4	31,17	48,49	2,46		34,46	5,69	18,71	1	1	-	2	4	-	✓	✓	✓
IPE 220	26,2	2772	252,0	285,4	9,11	15,88	204,9	37,25	58,11	2,48		38,36	9,07	22,67	1	1	-	1	2	-	✓	✓	✓
IPE O 220	29,4	3134	282,3	321,1	9,16	17,66	239,8	42,83	66,91	2,53		41,06	12,27	26,79	1	1	-	1	2	-	✓	✓	✓

Табела 4.2 Наставак Европских таблица стандардних ваљаних профила [8]

IPE

Oznaka	Dimenzije						Dimenzije detalja					Presek	
Težina													
G kg/m	h mm	b mm	t _w mm	t _f mm	r mm	A mm ²	h _i mm	d mm	Ø	P _{min} mm	P _{max} mm	A _L m ² /m	A _G m ² /t
						x 10 ²							
IPE 80 A	5,0	78	46	3,3	4,2	5	6,38	69,6	59,6	-	-	-	0,325 64,90
IPE 80	6,0	80	46	3,8	5,2	5	7,64	69,6	59,6	-	-	-	0,328 54,64
IPE A 100	6,9	98	55	3,6	4,7	7	8,78	88,6	74,6	-	-	-	0,397 57,57
IPE 100	8,1	100	55	4,1	5,7	7	10,3	88,6	74,6	-	-	-	0,400 49,33
IPE A 120	8,7	117,6	64	3,8	5,1	7	11,0	107,4	93,4	-	-	-	0,472 54,47
IPE 120	10,4	120	64	4,4	6,3	7	13,2	107,4	93,4	-	-	-	0,475 45,82
IPE A 140	10,5	137,4	73	3,8	5,6	7	13,4	126,2	112,2	-	-	-	0,547 52,05
IPE 140	12,9	140	73	4,7	6,9	7	16,4	126,2	112,2	-	-	-	0,551 42,70
IPE A 160	12,7	157	82	4	5,9	9	16,2	145,2	127,2	-	-	-	0,619 48,70
IPE 160	15,8	160	82	5	7,4	9	20,1	145,2	127,2	-	-	-	0,623 39,47
IPE A 180	15,4	177	91	4,3	6,5	9	19,6	164	146	M 10	48	48	0,694 45,15
IPE 180	18,8	180	91	5,3	8	9	23,9	164	146	M 10	48	48	0,698 37,13
IPE O 180	21,3	182	92	6	9	9	27,1	164	146	M 10	50	50	0,705 33,12
IPE A 200	18,4	197	100	4,5	7	12	23,5	183	159	M 10	54	58	0,764 41,49
IPE 200	22,4	200	100	5,6	8,5	12	28,5	183	159	M 10	54	58	0,768 34,36
IPE O 200	25,1	202	102	6,2	9,5	12	32,0	183	159	M 10	56	60	0,779 31,05
IPE A 220	22,2	217	110	5	7,7	12	28,3	201,6	177,6	M 12	60	62	0,843 38,02
IPE 220	26,2	220	110	5,9	9,2	12	33,4	201,6	177,6	M 12	60	62	0,848 32,36
IPE O 220	29,4	222	112	6,6	10,2	12	37,4	201,6	177,6	M 10	58	66	0,858 29,24

4.4 Димензионисање стуба

Димензионисање стуба се одређује такође методом допуштених напона одређивањем потребног попречног пресека, према изразу:

$$\sigma_{\max} = \frac{F}{A} = \frac{Z_A}{A} \leq \sigma_{\text{dop}} = 160 \text{ MPa} \quad (4.12)$$

где је потребна површина попречног пресека:

$$\Rightarrow A \geq \frac{Z_A}{\sigma_{\text{dop}}} \frac{29,2 \cdot 10^3 \text{ N}}{160 \cdot 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}} = 0,0001825 \text{ m}^2 = 1,83 \text{ cm}^2 \quad (4.13)$$

Према израчунатој површини усвојена је квадратна цев $140 \times 140 \times 4$ из табеле 4.3.

Табела 4.3 Димензије и карактеристике попречног пресека квадратне цеви [9]

H x B mm	T mm	M kg/m	A mm ² x 10 ³	A _x m ² /m	I _x = I _y mm ⁴ x 10 ⁴	W _x = W _y mm ³ x 10 ³	W _{pl,x} = W _{pl,y} mm ³ x 10 ³	I _x = I _y mm x 10	I _x mm ⁴ x 10 ⁴	W _x mm ³ x 10 ³
110 x 110	2.5	8.31	10.59	0.431	202.38	36.80	42.47	4.37	314.86	55.23
110 x 110	3.0	9.90	12.61	0.430	238.34	43.33	50.27	4.35	373.51	65.07
110 x 110	4.0	13.00	16.55	0.426	305.94	55.62	65.21	4.30	486.47	83.63
110 x 110	5.0	16.00	20.36	0.423	367.95	66.90	79.27	4.25	593.60	100.74
110 x 110	6.0	18.90	24.03	0.419	424.57	77.19	92.46	4.20	694.85	116.47
120 x 120	3.0	10.80	13.81	0.470	312.35	52.06	60.24	4.76	487.72	78.15
120 x 120	4.0	14.30	18.15	0.466	402.28	67.05	78.33	4.71	636.57	100.75
120 x 120	5.0	17.60	22.36	0.463	485.47	80.91	95.45	4.66	778.50	121.75
120 x 120	5.6	19.50	24.82	0.461	532.25	88.71	105.26	4.63	860.31	133.61
120 x 120	6.0	20.80	26.43	0.459	562.16	93.69	111.61	4.61	913.46	141.22
120 x 120	7.1	23.80	30.33	0.449	623.30	103.88	125.65	4.53	1056.01	160.08
120 x 120	8.0	26.40	33.64	0.446	676.88	112.81	137.81	4.49	1162.95	174.58
120 x 120	8.8	28.60	36.48	0.442	719.88	119.98	147.89	4.44	1252.41	186.45
120 x 120	10.0	31.80	40.57	0.437	776.81	129.47	161.82	4.38	1376.41	202.52
140 x 140	4.0	16.80	21.35	0.546	651.62	93.09	108.15	5.52	1023.32	139.80
140 x 140	5.0	20.70	26.36	0.543	790.56	112.94	132.30	5.48	1255.76	169.78
140 x 140	5.6	23.00	29.30	0.541	869.55	124.22	146.25	5.45	1390.71	186.87
140 x 140	6.0	24.50	31.23	0.539	920.43	131.49	155.33	5.43	1478.77	197.90
140 x 140	7.1	28.30	36.01	0.529	1031.40	147.34	176.27	5.35	1718.74	225.95
140 x 140	8.0	31.40	40.04	0.526	1126.77	160.97	194.18	5.30	1900.84	247.69
140 x 140	8.8	34.20	43.52	0.522	1205.03	172.15	209.23	5.26	2055.40	265.79
140 x 140	10.0	38.10	48.57	0.517	1311.67	187.38	230.38	5.20	2273.90	290.85
150 x 150	4.0	18.00	22.95	0.586	807.82	107.71	124.87	5.93	1264.76	161.73
150 x 150	5.0	22.30	28.36	0.583	982.12	130.95	152.98	5.89	1554.13	196.79
150 x 150	6.0	26.40	33.63	0.579	1145.91	152.79	179.88	5.84	1832.69	229.84
150 x 150	7.1	30.50	38.85	0.569	1289.35	171.91	204.78	5.76	2134.21	263.13
150 x 150	8.0	34.00	43.24	0.566	1411.83	188.24	225.96	5.71	2364.08	289.03
150 x 150	8.8	36.90	47.04	0.562	1513.12	201.75	243.86	5.67	2560.17	310.72
150 x 150	10.0	41.30	52.57	0.557	1652.53	220.34	269.17	5.61	2839.24	340.98
150 x 150	12.5	48.70	62.04	0.536	1817.44	242.33	305.58	5.41	3320.84	389.30
160 x 160	4.0	19.30	24.55	0.626	987.17	123.40	142.78	6.34	1541.45	185.25

4.5 Димензионисање погона

Потребна снага електромотора се рачуна према изразу:

$$P = \frac{Q \cdot V}{\eta} = \frac{33 \cdot 10^3 \text{ N} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{60 \cdot 0,97} = 2,84 \text{ kW} \quad (4.14)$$

где су:

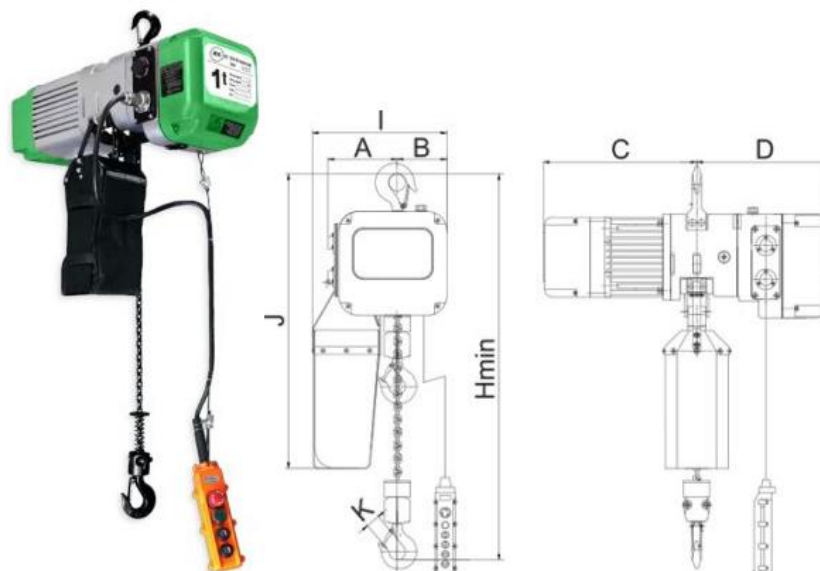
Q – носивост

V – брзина дизања

η – степен корисности механизма

Према израчунатој снази електромотора усвојена је електрична ланчана дизалица са колицима, тролом, која се креће по I профилу.

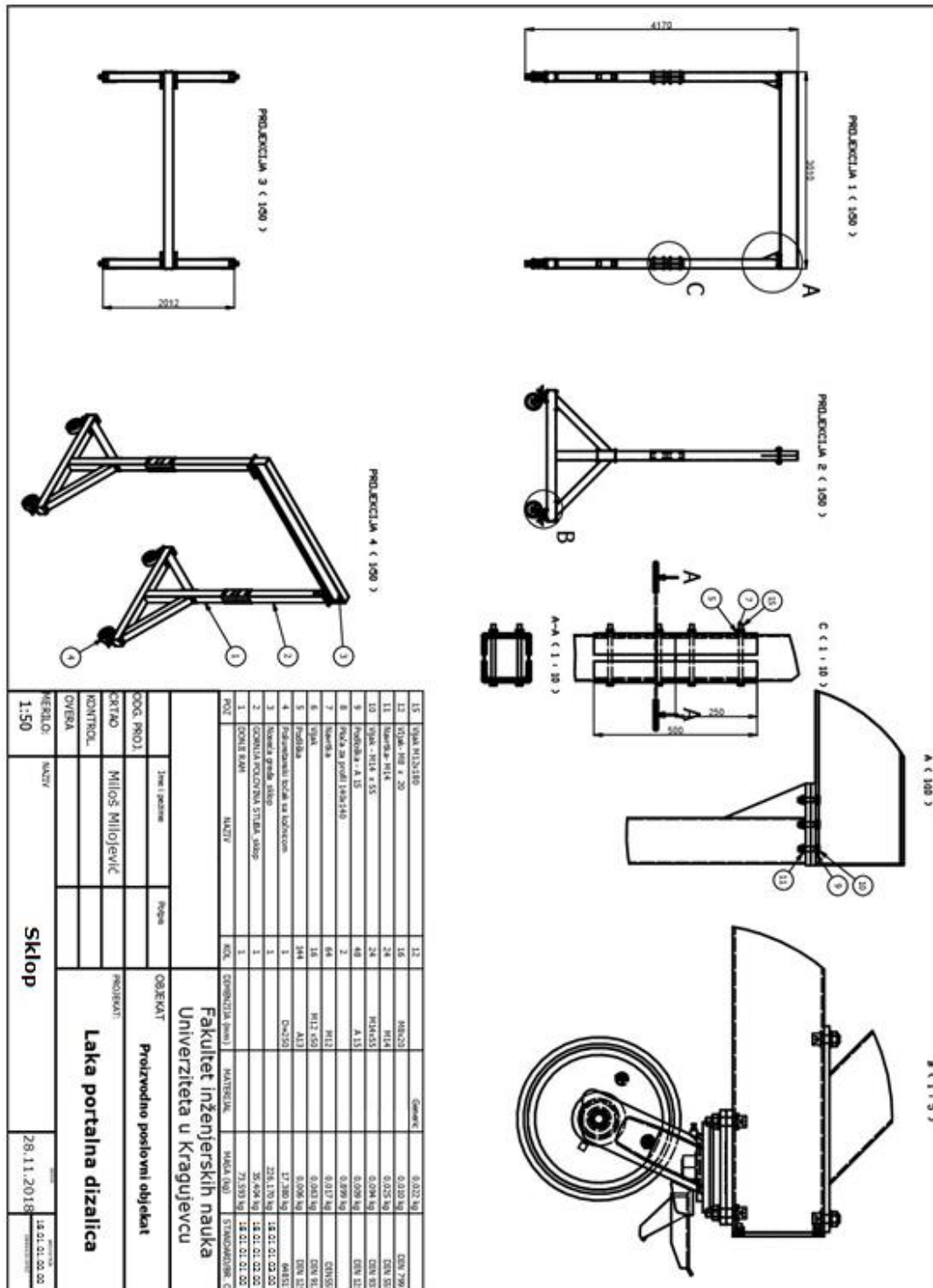
Табела 4.4 Ланчане дизалице [10]

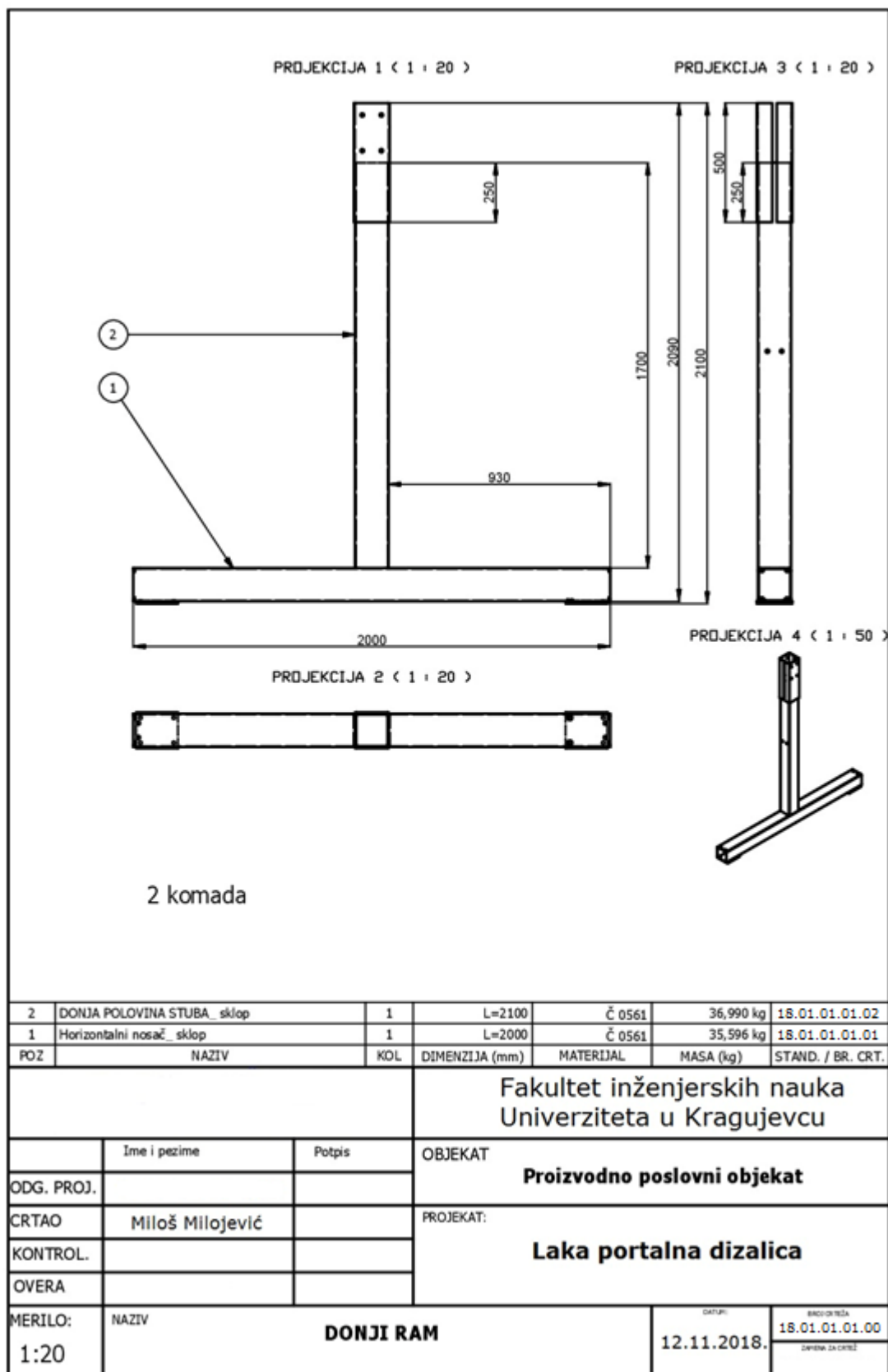


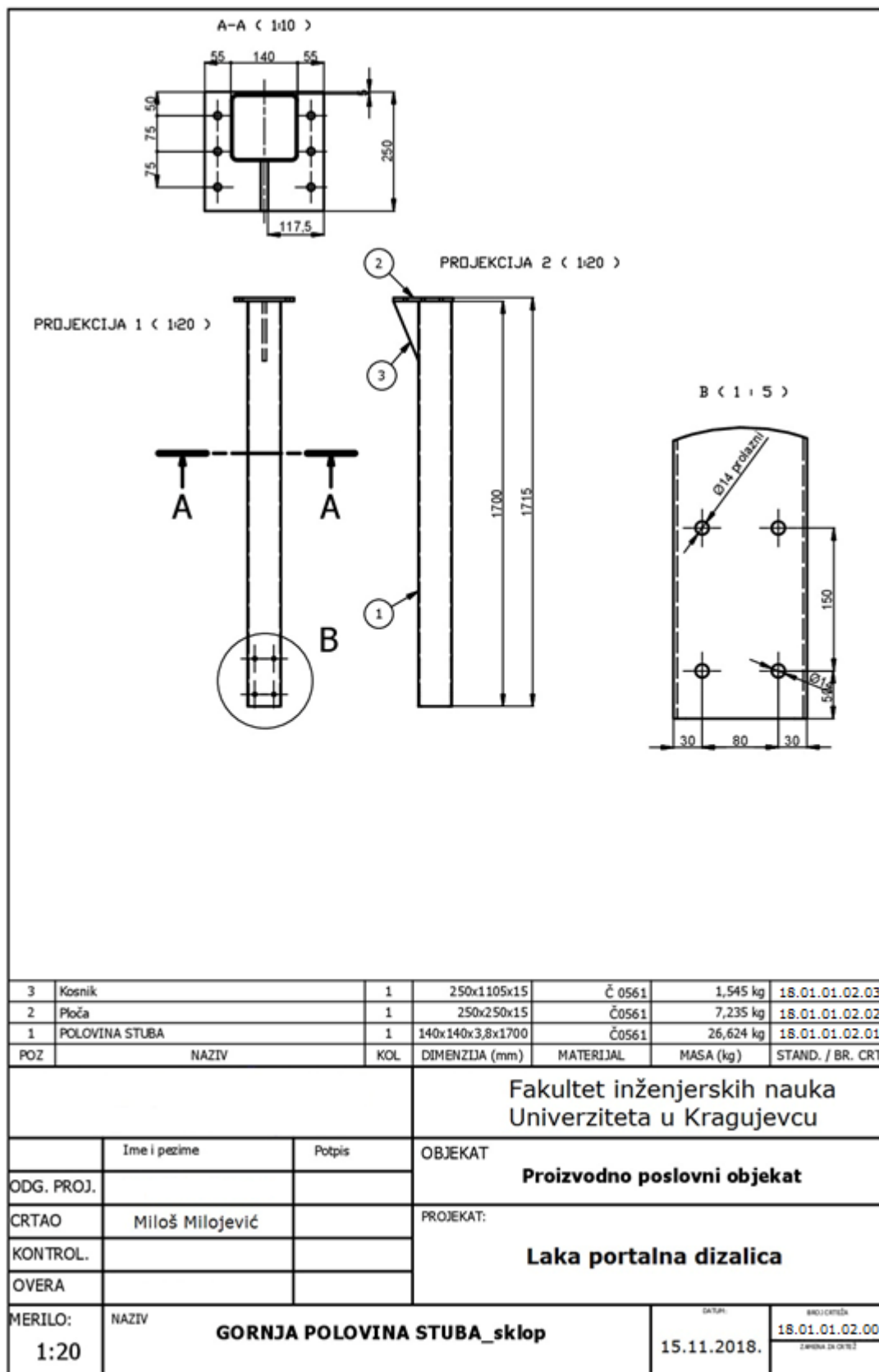
Капацитет (t)	Испитна сила (t)	Разред заштите	Радни циклус	Брзина дизања (m/min)	Мотор (kW)	Ланац и прој падова ланца	Снага, напон (V/Hz)	Контролни напон (v)
0.25	0.275	IP54	50%	7/2.3	0.85/0.21	Ф5х15-1	380/50	24
0.5	0.55	IP54	40%	7.6/2.5	0.9/0.3	Ф6.3х19-1	380/50	24
1.0	1.1	IP54	40%	5/1.7	1.1/0.37	Ф8х24-1	380/50	24
2.0	2.2	IP54	40%	2.5/0.85	1.1/0.37	Ф8х24-2	380/50	24
3.0	3.3	IP54	30%	6/2	3/1	Ф11.2х34-1	380/50	24
5.0	5.5	IP54	30%	3/1	3/1	Ф11.2х34-2	380/50	24

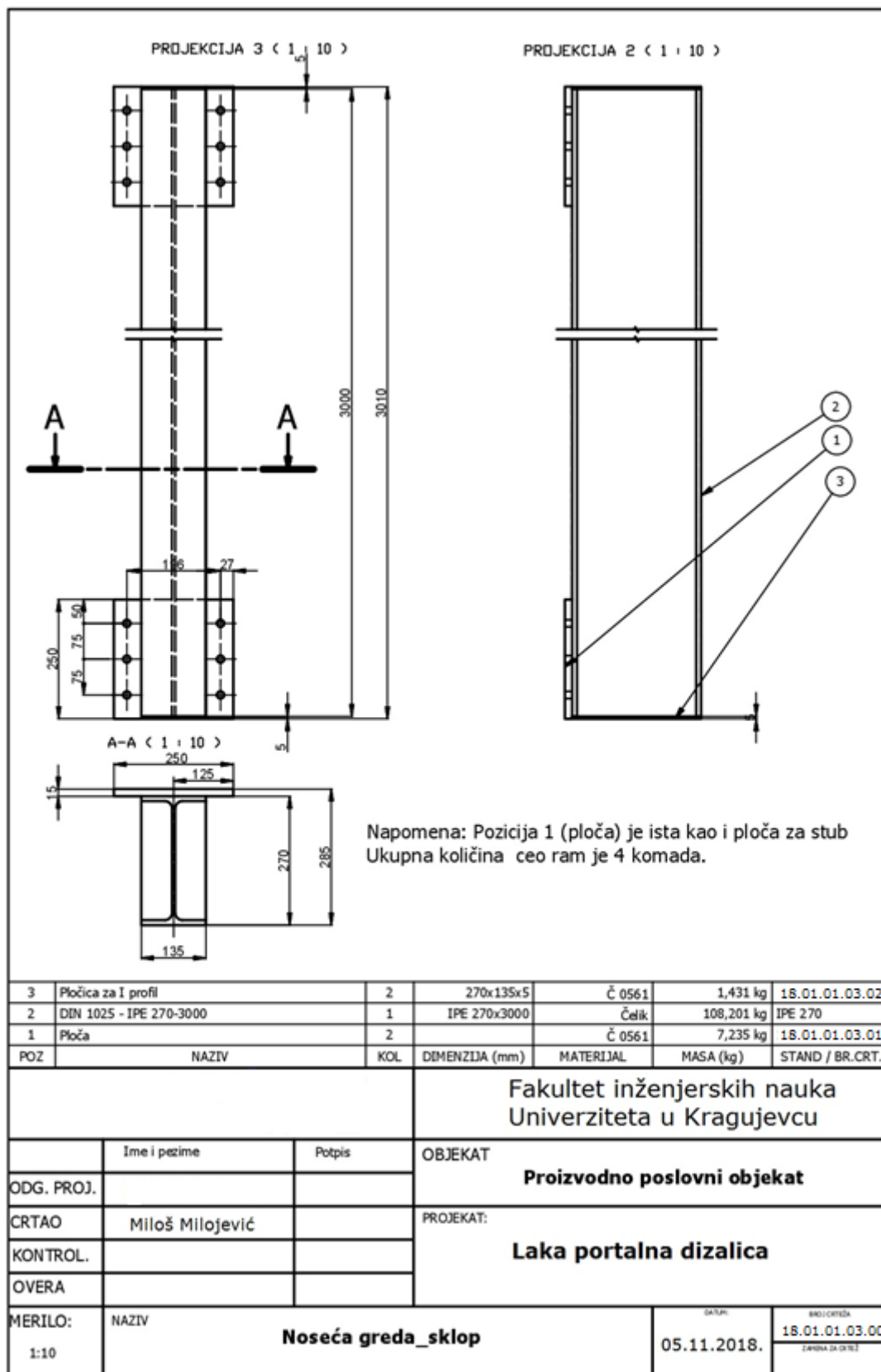
4.6 Графичка документација

На следећим цртежима приказана је графичка документација конструкције лаке порталне дизалице.







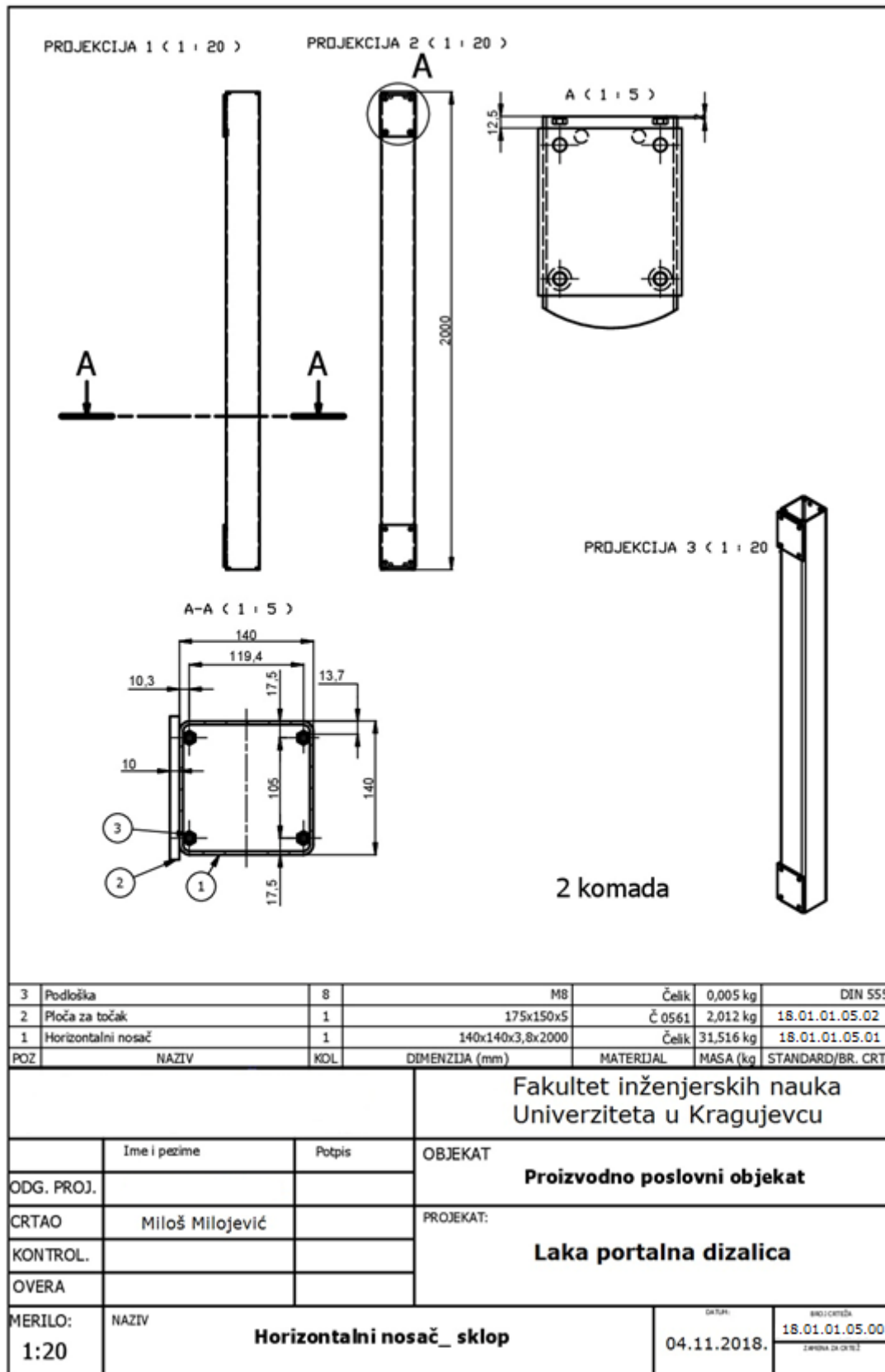


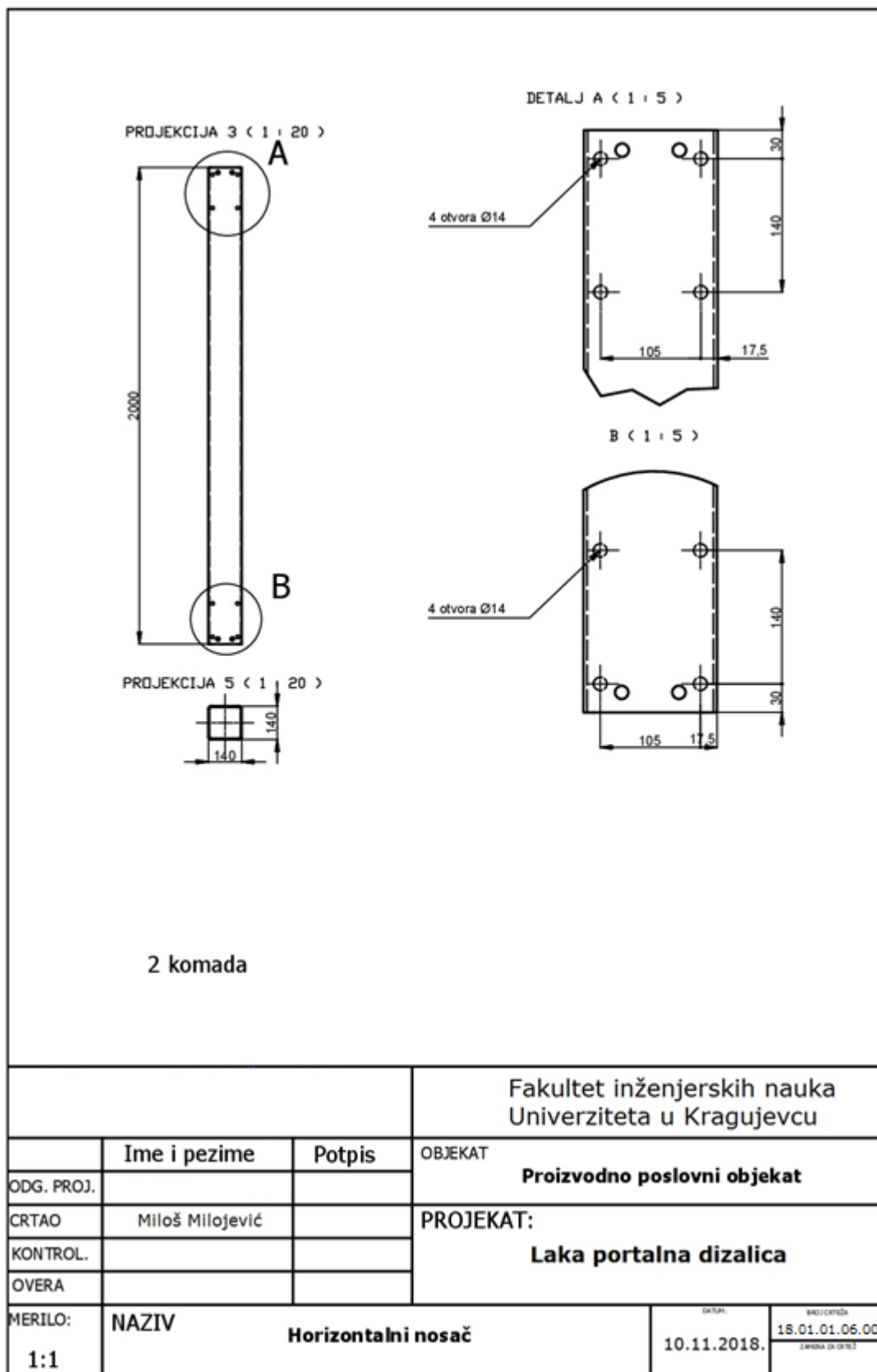
PROJEKCIJA 1 (1 : 2,5)

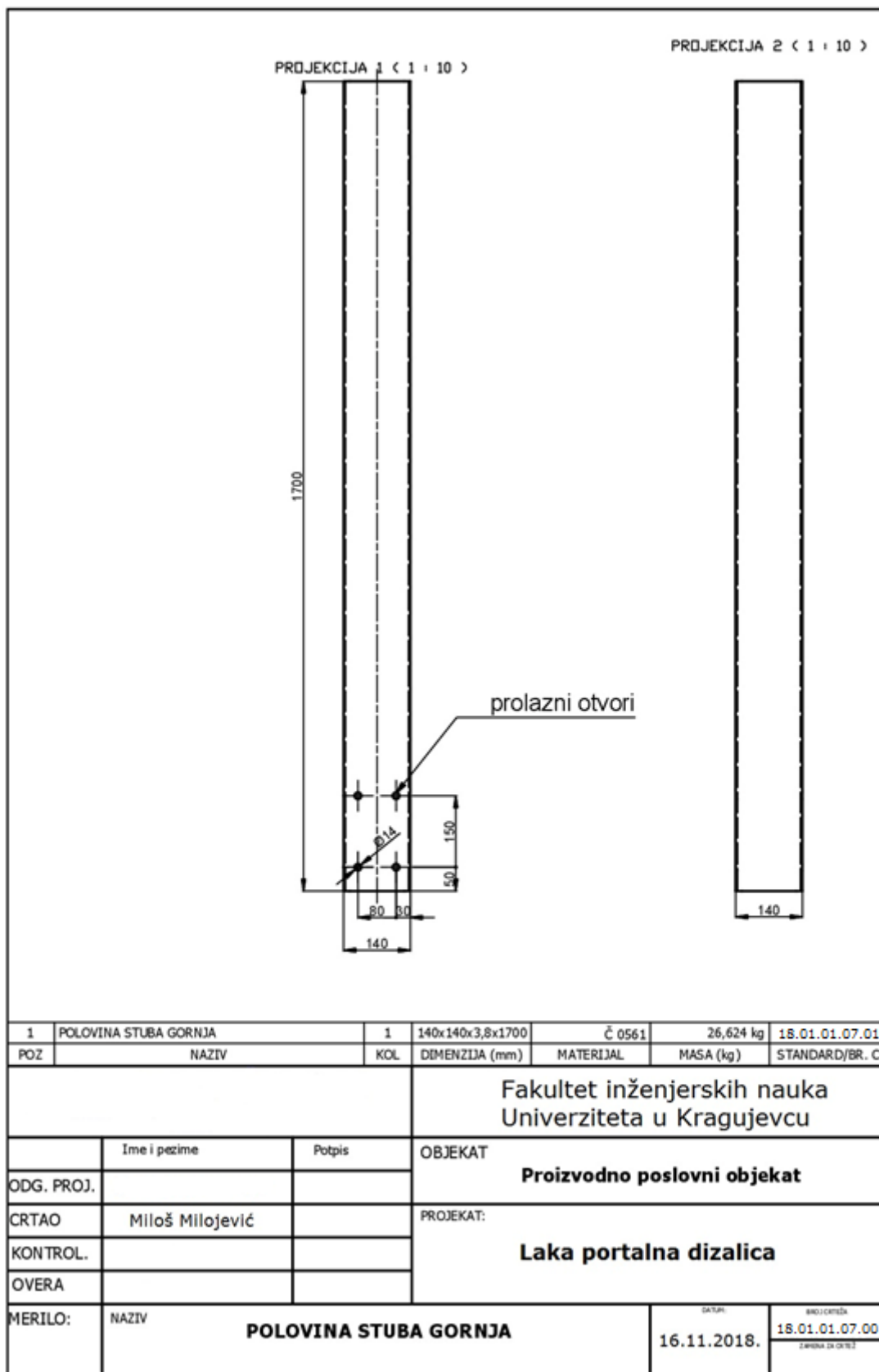
PROJEKCIJA 2 (1 : 2,5)

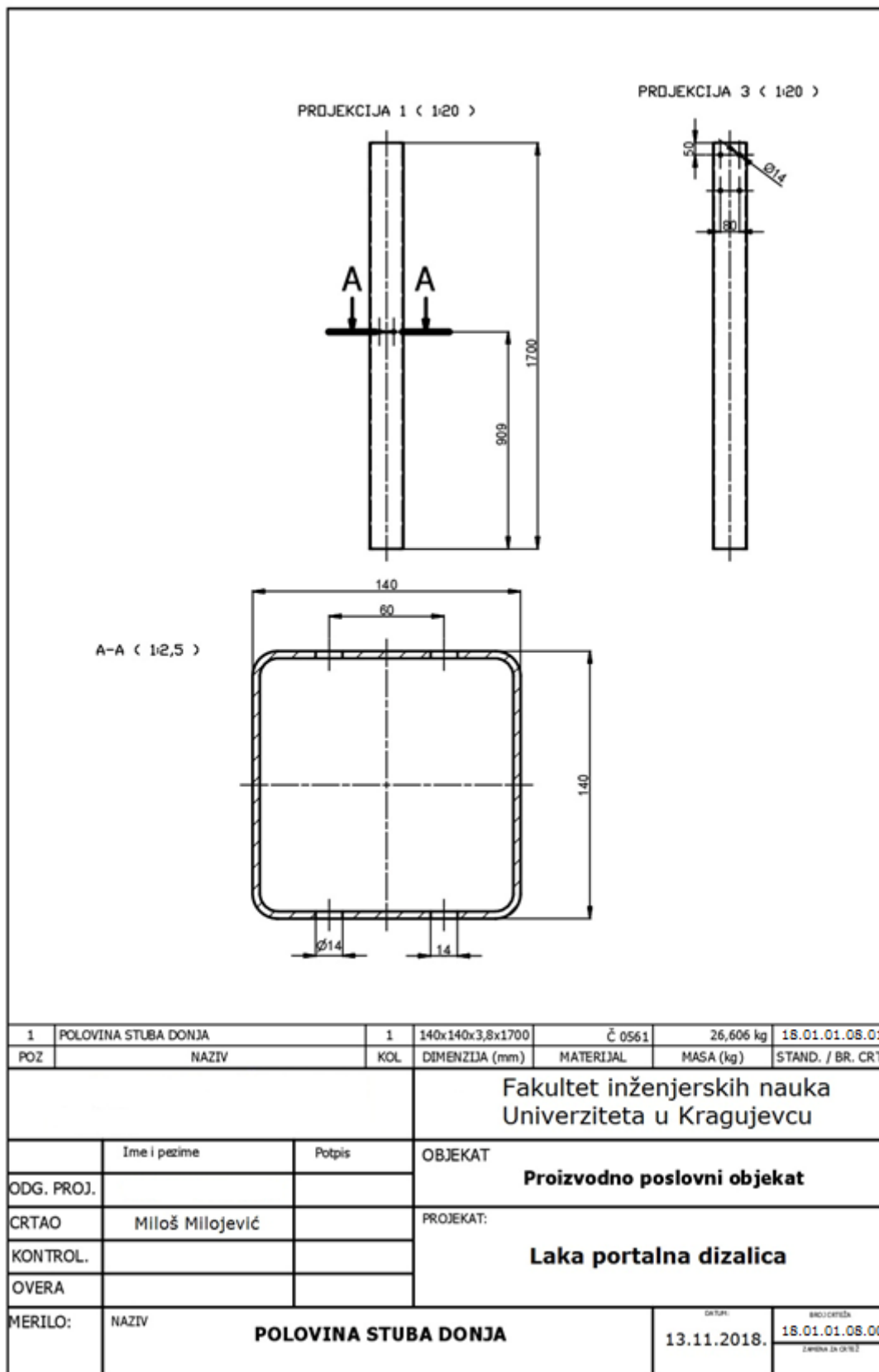
4 komada ukupno

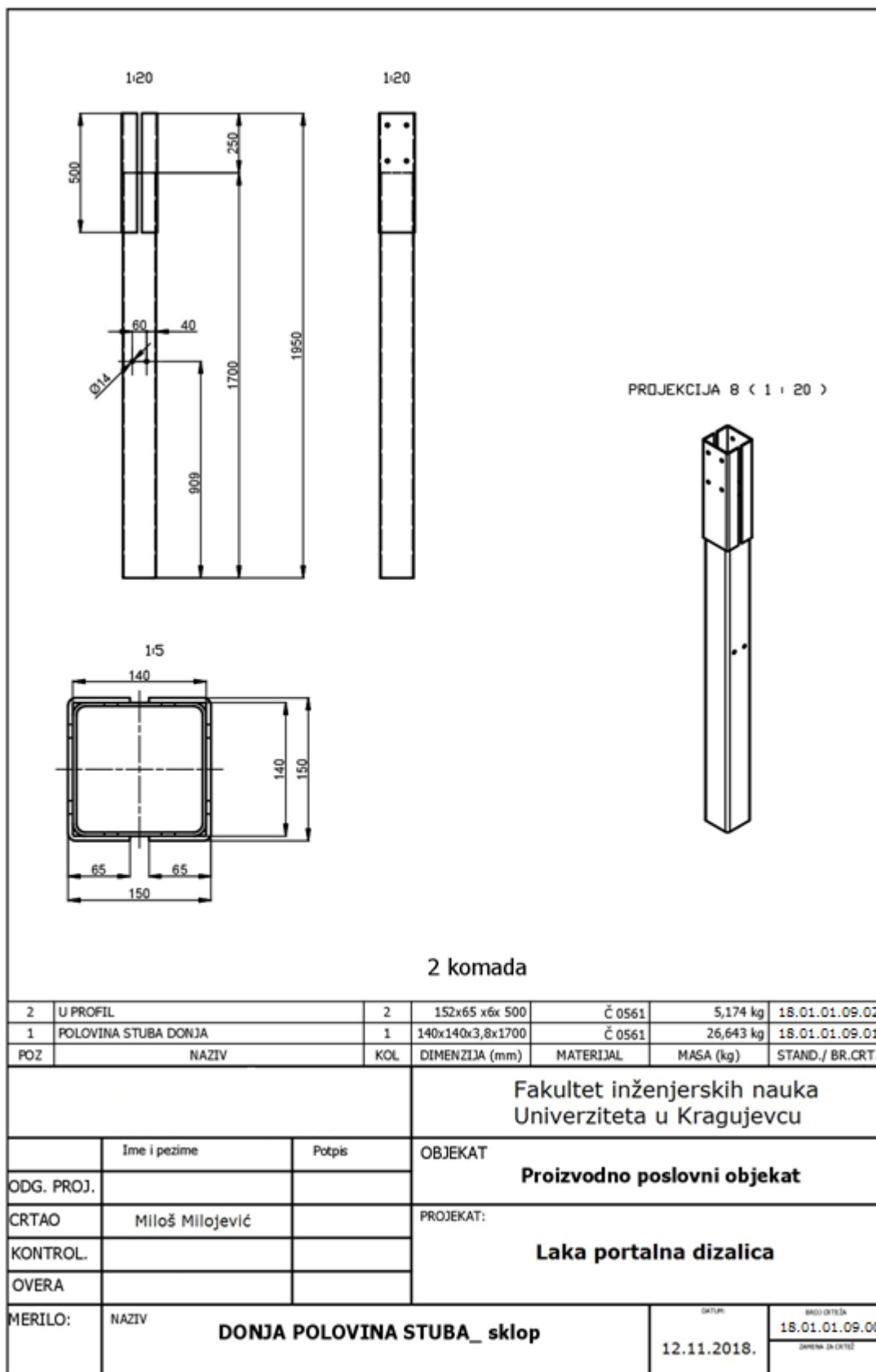
2	Ploča za točak	2	175x150x10	Č 0561	2,012 kg	18.01.01.04.01
POZ	NAZIV	KOL	DIMENZIJA (mm)	MATERIJAL	MASA (kg)	STAND. / BR. CRT.
			Fakultet inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu			
	Ime i prezime	Potpis	OBJEKAT Proizvodno poslovni objekat			
ODG. PROJ.						
CRTAO	Miloš Milojević		PROJEKAT: Laka portalna dizalica			
KONTROL.						
OVERA						
MERILO: 1:2,5	NAZIV Ploča za točak			DATA: 04.11.2018.	BROJ CRTEŽA 18.01.01.04.00 ZAPISNA ZA CRTEŽ	

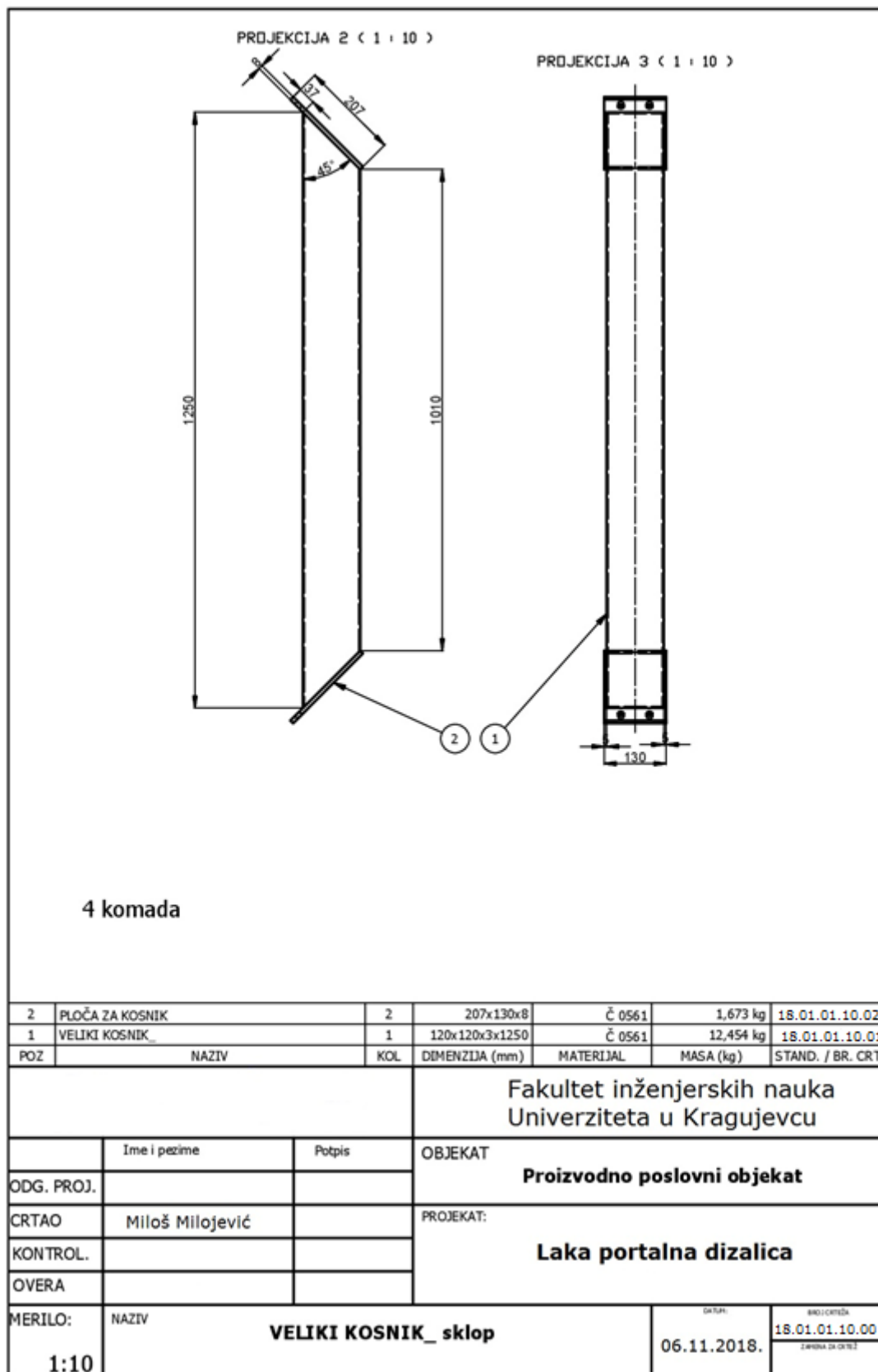












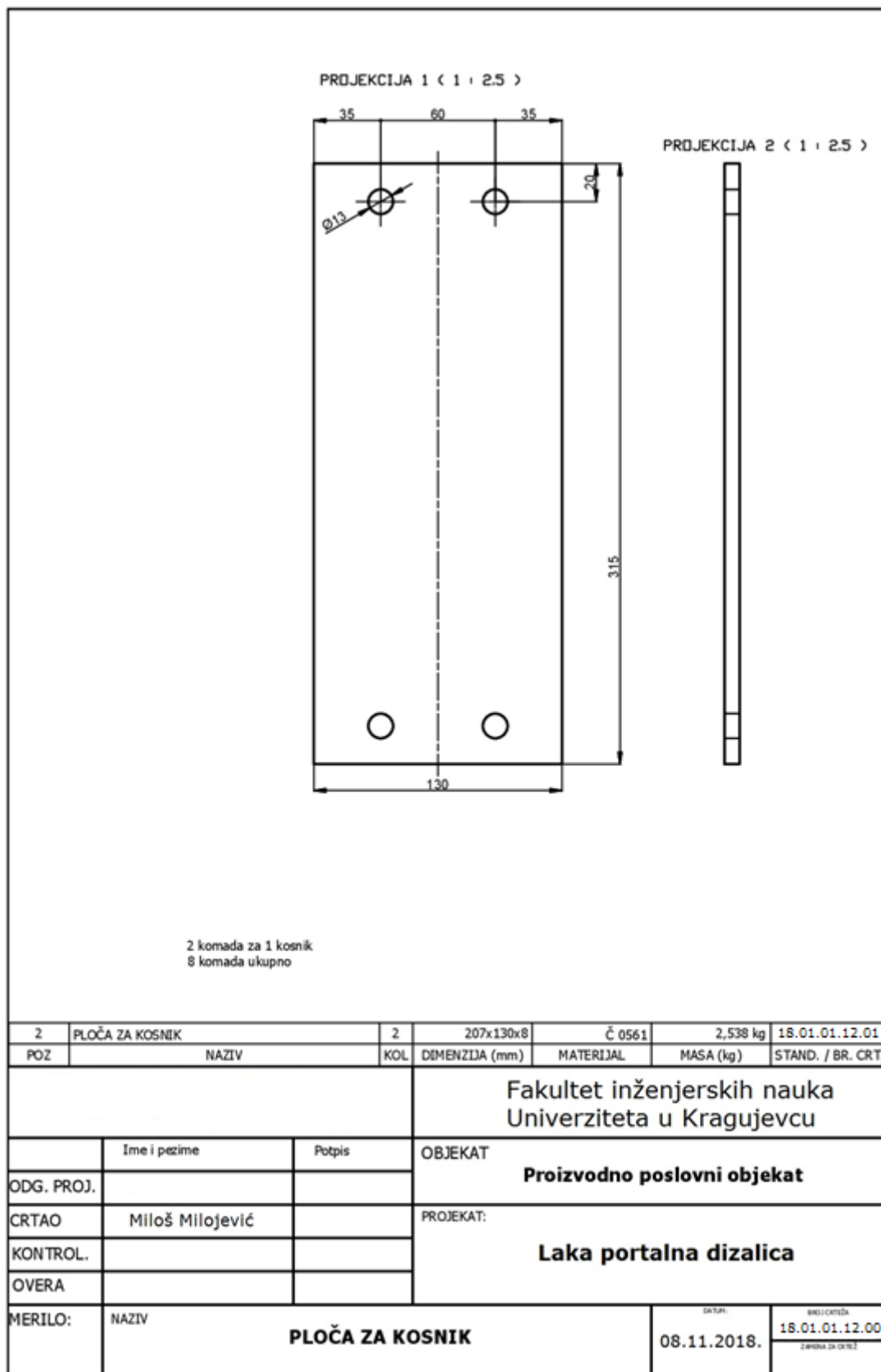
PROJEKCIJA 1 < 1 : 2,5 >

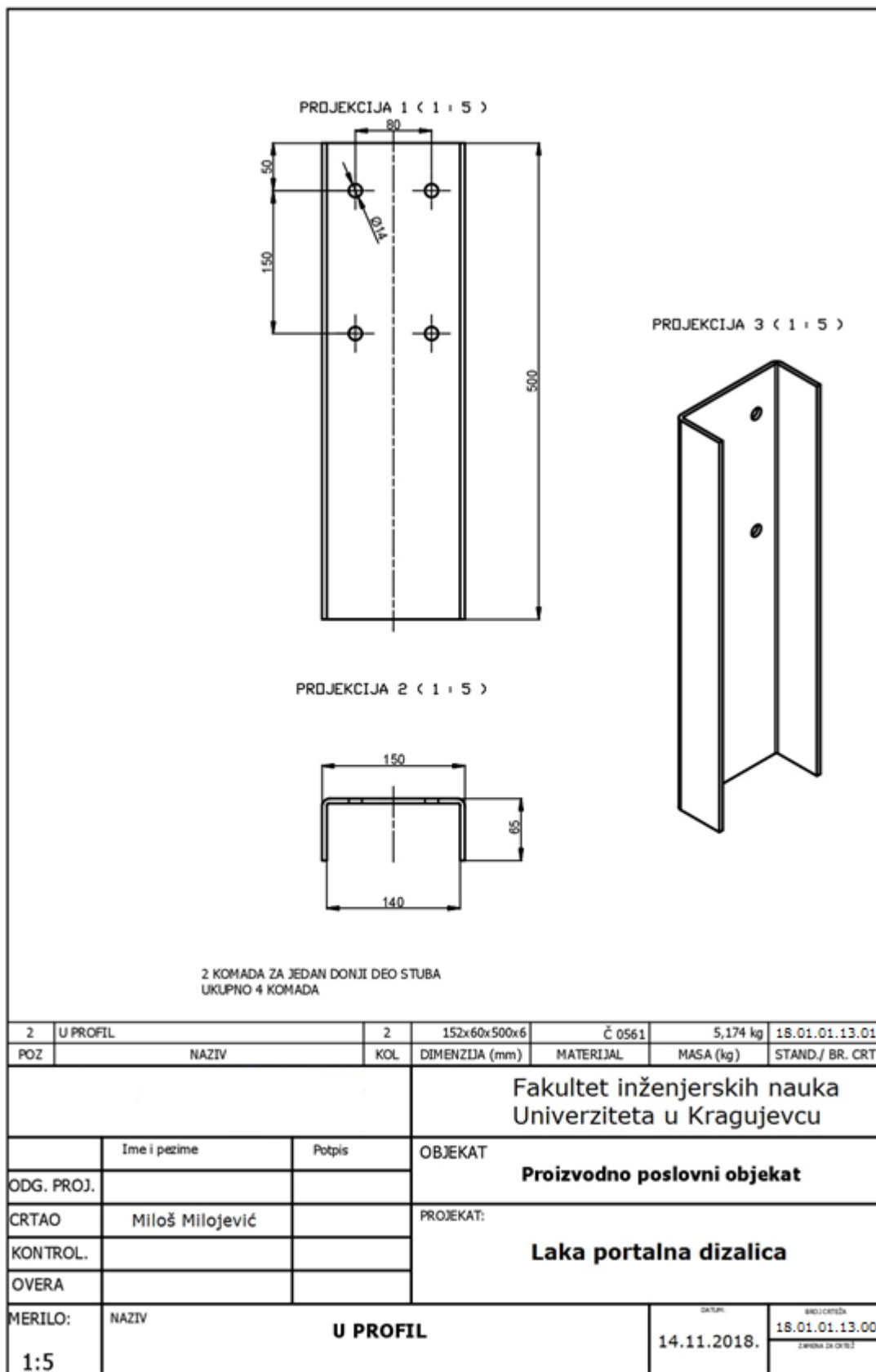
PROJEKCIJA 2 < 1 : 2,5 >

PROJEKCIJA 3 < 1 : 2,5 >

Ukupno 2 komada

3	Kosnik	1	250x105x15	Č 0561	1,545 kg	18.01.01.11.01
POZ	NAZIV	KOL	DIMENZIJA (mm)	MATERIJAL	MASA (kg)	STAND./ BR.CRT.
			Fakultet inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu			
	Ime i prezime	Potpis	OBJEKAT Proizvodno poslovni objekat PROJEKAT: Laka portalna dizalica			
ODG. PROJ.						
CRTAO	Miloš Milojević					
KONTROL.						
OVERA						
MERILO:	NAZIV				DATA:	BR./CRTA
1:2,5	Kosnik				03.11.2018.	18.01.01.11.00 (JAVNA ZA CRTE)





5. Закључак

У раду је прво истакнута улога и област примене дизалице, затим њихов развој кроз историју. Како се развијала техника тако су се развијале и дизаличне машине. Савремена производна постројења снабдевана су бројним дизалицама различитих намена које раде у машинским халама, ваљаницама и складиштим просторима. Дизалице су намењене за преношење терета у хоризонталној и вертикалној равни.

Лаке порталне дизалице су најекономичније решење у производним погонима или у грађевинарству, где је потребно редовно вршити премештање или утовар – истовар терета на различитим местима. Њихова предност је та што се лако монтирају и демонтирају и не заузимају много простора. Носећа конструкција им је састављена од носећих греда и ослоначких стубова, који имају задатак да прихвате адекватна оптерећења.

На основу свих наведених података који се односе на конкретну порталну дизалицу, али генерално и за друге врсте дизалица, може се закључити да постоји константна тежња ка даљим усавршавањима радних механизма где је то могуће извршити. Прва портална дизалица је настала 1843. године. Временом је побољшавана и тиме се постигло њено разноврсно коришћење, нарочито у градилиштима, железарама, лукама, дрвној индустрији и бројним другим индустријским постројењима. Без постојања порталне дизалице или других карактеристичних врста дизалица, живот људи би био отежан. То би довело до немогућности извршења већине послова што би изазвало озбиљне проблеме и потешкоће даљег развоја транспорта разних врста терета, посебно када је реч о транспорту терета у индустрији, бродоградилиштву и грађевинарству.

У другом делу рада описане су главне карактеристике и класификација лаке порталне дизалице. Детаљно је описан и објашњен принцип прорачуна њених основних елемената и конструктивно извођење истих. Израчунате су статичке силе, димензионисана је греда, стуб и погон. Дата је и графичка документација са неколико цртежа и целим склопом.

6. Литература

- [1] Острић Д., Тошић С., Дизалице, Машински факултет, Центар за механизацију, Београд, 2005.
- [2] Д. Острић, Дизалице, Машински факултет, Београд, 1992.
- [3] Мијајловић Р., Маринковић З., Јовановић М., Дизалице - основе, Градина, Ниш, 1994.
- [4] <http://www.fering.com.ba/portalne.html> приступљено 22.10.2018.
- [5] <https://www.eilbeckcranes.com/products/overhead-travelling-cranes/abus-lightweight-mobile-gantries> приступљено 02.11.2018.
- [6] <http://ba.umhoists.com/aluminum-crane/aluminum-gantry-crane/folding-aluminum-mobile-gantry-crane.html> приступљено 02.11.2018.
- [7] Јовичић С., Марјановић Н., Основи конструисања, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, САД Лабораторија, Крагујевац, 2011
- [8] http://moodle.mfkg.rs/pluginfile.php/14458/mod_resource/content/0/Tabliceprofil_a_EC.pdf приступљено 05.11.2018.
- [9] http://uplji.profil_i_pravougaonog_kvadratnog_i_krugoblikovih_oblika_1381131503534.f приступљено 06.11.2018.
- [10] <http://www.tehnos.co.rs/celicna-uzad/Proizvod/dizalica-elektricka-shh-a/> приступљено 07.11.2018.