

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Методе конструисања

Број индекса: 386/2011

Александар В. Станисављевић

Конструисање машине за припрему огревног дрвета у CAD софтверу

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Ненад Марјановић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да:

Прикаже процес конструисања машине за припрему огревног дрвета од идеје до пројекта. Потребно је да изврши неопходне прорачуне како би на основу њих приступио разради конструкције. Конструисање делова и склопова треба да обави у одговарајућем CAD софтверу. На крају треба да изврши генерисање техничке документације.

.

Препоручена литература:

[1] Марјановић Н. : *Методe конструисања*, Машински Факултет, Крагујевац, 1998.

[2] Николић В. : *Машински Елементи*, Машински Факултет, Крагујевац, 2004.

Крагујевац, 2013

ментор:

Др Ненад Марјановић, ред. проф.

Конструисање машине за припрему огревног дрвета

Designing of machines for preparing firewood

Александар В. Станисављевић

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу

Резиме: У овом раду је извршено конструисање машине за припрему огревног дрвета кроз неколико фаза почев од конципирања конструкције до разраде конструкције. Циљ овог рада је био доћи до конкретног решења које ће бити приказано моделом и израдом техничке документације у *CAD* софтверу. Такође у раду су извршени неопходни прорачуни и на крају је приложен технички цртеж машине.

Кључне речи: машина за припрему дрвета, конструисање, *CAD*

Abstract: In this master thesis are performed the design of machines for preparing firewood through several stages from conception to detailed outline of the design. The purpose of this study was to get a concrete solution that will be shown by model and producing of technical documentation in *CAD* software. This paper also carried out the necessary calculations, and finally attached technical drawing of machines.

Key words: firewood machinery, construction, *CAD*

Садржај

Увод.....	2
1. Задатак	3
2. Огревно дрво	4
3. Анализа постојећих решења.....	7
4. Процес конструисања.....	12
5. Технички задатак	15
5.1. Функција	20
5.2. Подаци битни за извршење функција	20
5.3. Радна својства.....	20
5.4. Ергономска својства.....	21
5.5. Технолошка својства.....	21
5.6. Економски услови	21
6. Конципирање конструкције.....	22
6.1. Структура функције машинског система	22
6.2. Општа функција	22
6.3. Парцијална функција	23
6.4. Елементарна функција.....	24
6.5. Извршиоци елементарних функција	26
6.6. Формирање варијанти концепције	28
7. Улазни подаци потребни за погон машине.....	30
7.1. Вучно-погонка машина	30
7.2. Задње прикључно вратило	31
7.3. Прорачун снаге и броја обртаја	32

7.4.	Задње прикључно вратило	32
8.	Разрада конструкције	33
8.1.	Шасија.....	33
8.2.	Трансмисија машине	36
8.3.	Редуктор	30
8.4.	Прорачун основних параметара редуктора.....	37
8.4.1.	Избор степена искоришћења за зупчасте парове	37
8.4.2.	Прорачун снаге на елементима редуктора	38
8.5.	Прорачун коничних зупчаника са правим зупцима	38
8.6.	Прорачун вратила	42
8.7.	Избор лежајева.....	45
8.8	Кућиште редуктора.....	47
8.9.	Остали елементи редуктора.....	47
8.10.	Каишни преносници	47
8.10.1.	Прорачун каишног преносника I.....	48
8.10.2.	Прорачун каишног преносника II.....	53
8.11.	Карданска вратила.....	54
8.12.	Кућиште лежајева.....	54
8.13.	Рам циркулара	55
8.14.	Носач дрвета.....	56
8.15.	Кружна тестера	56
8.16.	Цепач.....	58
8.17.	Хидрауличне компоненте цепача	59
8.17.1.	Клипна пумпа	59
8.17.2.	Разводник.....	60

8.17.3.	Хидраулични цилиндри.....	61
8.17.4.	Хидраулична црева	62
8.18.	Резервоар за уље	63
8.19.	Тракасти транспортер.....	65
8.19.1.	Трака транспортера.....	65
8.19.2.	Носећа структура	66
8.19.3.	Ваљак или добош	66
8.19.4.	Остали елементи транспортера.....	67
8.20.	Точкови машине	68
8.20.	Систем за транспорт	69
8.21.	Механизам за подизање руде	71
9.	Техничка документација.....	72
9.1.	Технички цртеж.....	72
9.2.	Техничко упуство.....	73
9.3.	Фотореалистички приказ.....	75
	Закључак	76
	Литература	77

Листа слика

Слика 1. Начини слагања огревног дрвета	4
Слика 2. Фазе технолошког процеса припреме дрвета (поступак 1)	5
Слика 3. Фазе технолошког процеса припреме дрвета (поступак 2))	5
Слика 4. Различити облици паковања цепаног дрвета	6
Слика 5. Машина Tajfun RCA 320-2	8
Слика 6. Машина Tajfun RCA 400 Joy	10
Слика 7. Машина Tajfun RCA 600 Joy	11
Слика 8. Конструисање као делатност	12
Слика 9. Процес конструисања	13
Слика 10. Етапе у развоју и експлоатацији производа	13
Слика 11. Општа функција ташине за припрему огревног дрвета	23
Слика 12. Структура парцијалних функција ташине за припрему огревног дрвета	24
Слика 13. Структура елементарних функција ташине за припрему огревног дрвета	25
Слика 14 . Оптимална концепција ташине за припрему огревног дрвета- варијанта број 3	29
Слика 15. Трактор ИМТ 540	30
Слика 16. Задње прикључно вратило	31
Слика 17. Врсте шасија	34
Слика 18. Попречни пресек уздузних профила	18
Слика 19. Основне димензије шасије	35
Слика 20. Шасија машине за припрему огревног дрвета	35
Слика 21. Шема трансмисије машине за припрему огревног дрвета	36
Слика 22. Шема концепције једностепеног редуктора	37

Слика 23. а) основне мере зупчаника; б) основне мере зупца	40
Слика 24. Конични пар 1-2	42
Слика 25. Шема оптерећења вратила I	43
Слика 26. Основне димензије вратила I	43
Слика 27. Коначан изглед вратила I	43
Слика 28. Ограничење и оптерећење вратила II	44
Слика 29. Основне димензије вратила II	44
Слика 30. Коначан изглед вратила II	44
Слика 31. Основне димензије вратила III	45
Слика 32. Коначан изглед вратила III	45
Слика 33. Избор лежаја на месту ослонца	46
Слика 34. Основне мере лежаја 7006 C	46
Слика 35. Кућиште редуктора	47
Слика 36. Коначан изглед једностепеног редуктора	48
Слика 37. Профил погонског каишника	50
Слика 38. Профил гоњеног каишника	50
Слика 39. Коначан изглед каишног преносника I	51
Слика 40. Мере погонског каишника	52
Слика 41. Мере гоњеног каишника	53
Слика 42. Коначан изглед каишног преносника II	53
Слика 43. Модел карданског вратила	54
Слика 44. Кућиште лежајева	54
Слика 45. Коначан изглед трансмисије	55
Слика 46. Конструкција рама	55

Слика 47. <i>Склоп носача</i>	56
Слика 48. <i>Модел тестере</i>	57
Слика 49. <i>Поклопац тестере</i>	57
Слика 49. <i>I- профил</i>	58
Слика 50. <i>Стуб цепача</i>	58
Слика 51. <i>Аксијална клипна пумпа произвођача Continental Hidraulics</i>	59
Слика 52. <i>Разводник HC-D10</i>	60
Слика 53. <i>Хидраулични цилиндар</i>	61
Слика 54. <i>Хидраулични цилиндар за окретање цепача</i>	62
Слика 55. <i>Пресек хидрауличног црева ознаке 1SN DN 19</i>	62
Слика 56. <i>Резервоар</i>	63
Слика 57. <i>Носач резервоар</i>	63
Слика 58. <i>Хидраулична инсталација</i>	64
Слика 59. <i>Равна трака</i>	65
Слика 60. <i>Носећа структура транспортера</i>	66
Слика 61. <i>Шема добоша</i>	66
Слика 62. <i>Склоп профила и ручица</i>	67
Слика 63. <i>Механизам за затезање траке</i>	67
Слика 64. <i>Пројектовани транспортер</i>	68
Слика 65. <i>Точкови машине</i>	68
Слика 66. <i>Склоп точкова и гибњева са шасијом</i>	69
Слика 67. <i>Скоп руде</i>	70
Слика 68. <i>Положаји руде: а) радни б) транспорти</i>	70
Слика 69. <i>Механизам за подизање</i>	71

Слика 70. <i>Конечан изглед машине за припрему огревног дрвета</i>	71
Слика 71. <i>Габарити машине за припрему огревног дрвета</i>	72
Слика 72. <i>Машина за припрему огревног дрвета у стоваришту</i>	75
Слика 73. <i>Поглед спреда при транспорту машине</i>	76
Слика 74. <i>Поглед са стране при транспорту машине</i>	77

Листа табела

Табела 1. <i>Техничка спецификација RCA 320-2</i>	9
Табела 2. <i>Листа захтева машине за припрему огревног дрвета лист 1</i>	17
Табела 3. <i>Листа захтева машине за припрему огревног дрвета лист 2</i>	18
Табела 4. <i>Листа захтева машине за припрему огревног дрвета лист 3</i>	19
Табела 5. <i>Извршиоци елементарних функција ташине за припрету огревног дрвета</i>	27
Табела 6. <i>Улазни подаци</i>	39
Табела 7. <i>Геометрија зупчаника</i>	40
Табела 8. <i>Оптерећење зупчаника</i>	41
Табела 9. <i>Фактори контакта</i>	41
Табела 10. <i>Степени сигурности</i>	42
Табела 11. <i>Геометријске мере и карактеристике каиша ознаке V-Belt DIN 2215</i>	49
Табела 12. <i>Резултати анализе каишног преносника I</i>	51
Табела 13. <i>Геометријске мере и карактеристике каиша</i>	52
Табела 14 . <i>Техничке карактеристике</i>	73

Увод

Човек од давнина тежи томе да олакша свакодневни живот. Током историје смишљао је различите алате којима се служио приликом обављања свог посла. Сакупљањем знања човек је био у стању произвести све сложеније и ефикасније алате. Након што је произвео сложеније алате јавила се потреба за додатним олакшањем посла па је почео да прозводи машине. Оне су омогућиле човеку да обави радове који су захтевали већу снагу од његове. Без њих био је незамислив напредак, а човек би још увек био на примитивном степену развоја.

Машина је скуп делова повезаних у једну логичну целину с циљем извођења одређене операције. Операција је најнижи сегмент обраде, док је обрада један сегмент у технологији.

Машине с једне стране захтевају један вид улазне енергије, да би на излазу дали неки други вид енергије, најчешће у облику механичког рада. Људи су употребљавали разне машине још пре него што су знали писати. Оне су им помагале у свакодневном животу смањујући количину силе потребне да обави неки рад.

Даљи развој машина био је условљен потребом за још већом снагом или потребом да се одређена снага примењује дуже времена. У почетку су то биле једноставне машине да би њихов каснији развој довео до појаве комплексних машина. Једноставне машине су у ствари разни алати или направе које су повећавале однос уложене и добијене силе. Комплексна машина се може дефинисати као спој две или више једноставне машине. Док је једноставна машина омогућила да се обави више разних радњи, комплексне машине су направљена са задатком да обављају тачно одређене послове.

Један од првих машинских механизма је систем два зупчаника различитих величина који се налазе у захвату. Окретање једног узрокује окретање другог зупчаника, али различитом брзином и различитом снагом. Уметањем ланца између два зупчаника добије се још мало сложенији механизам. Принцип рада два зупчаника и ланчаног преноса је исти, само што се ланчаним преносом повећава растојање осовина на којима се преноси сила. Како су зупчаници или ланчаници различите величине и различитог броја зубаца, тако су различите и њихове брзине окретања. Мањи зупчаник или ланчаник ће се окренути цели круг, а већи само део. Сила на осовини мањег зупчаника (ланчаника) ће бити мања од силе на већем, и то сразмерно односу промене брзине обртања. Додавањем зупчасте летве зупчаницима, претвара се кружно кретање осовине у праволинијско [1].

1. Задатак

Како се технологија обраде дрвета значајно променила у последњих 50 година тежи се ка рационализацији и аутоматизацији процеса, што доводи до развоја нових машина за припрему дрвета. Захтеви који се стављају пред данашње произвођаче подразумевају машине дужег радног века уз што мању ангажованост људи. Уз то, очекује се могућност коришћења машина на више различитих места као и могућност припреме дрвета свих врста.

Идеја овог мастера рада је да се конструише функционална машина која ће бити доступна широком тржишту купаца. Тежи се поједностављењу конструкције машине у циљу уштеде на трошковима производње, услед смањења утrophка материјала. Такође једна од идеја је да се масивне машине, које се могу наћи на тржишту, замене одговарајућом машином мањих габарита а која ће бити усмерена на задовољењу потреба купаца.

Машина за припрему дрвета је практичан производ поред кога могу уживати: физичка лица код куће, предузећа за сечу и обраду дрвета а такође се може користити и у шумарству, veleпродаји и малопродаји грађе. Значи, ради се о томе да је овакав, машински начин припреме дрвета много лакши, практичнији и бржи од класичног, ручног цепања дрвета уз висок степен заштите при раду.

2. Огревно дрво

Огревно дрво представља традиционално гориво које се користи за различите људске потребе вековима. Најчешће димензије у којима се данас производи и дистрибуира су: 1,0 m; 0,5 m; 33 cm и 25 cm. Огревно дрво у димензијама од 1 m и 0,5 m најчешће се користе за камине и пицерије, а од 33 cm и 25 cm за грејање и кување у домаћинствима. За ефикасно сагоревање пожељно је да садржај влаге у огревном дрвету буде испод 25%, што се постиже најчешће његовим складиштењем на различите начине (слика 1) [2].

Потребе једног домаћинства за огревним дрветом зависе од више фактора, а пре свих од тога да ли се оно користи само за грејање или за грејање и спремање хране. Поред наведених битне факторе представљају врста дрвета, влажност, димензије огревног дрвета и термичка изолација стамбених и других објеката који се греју.



Слика 1. Начини слагања огревног дрвета

Уобичајена потреба за огревним дрветом у току једне грејне сезоне за мале стамбене јединице (куће са 2-3 просторије) износи око $5 m^3$, за објекте са 4-5 одвојених просторија око $10 m^3$, а за типична сеоска домаћинства око $13 m^3$ (укључивши његову потрошњу за потребе грејања, припрему хране, печење ракије и сушење меса). Количине и потрошња зависе од бројних фактора од којих су најзначајнији: климатске карактеристике, површина која се греје, интензитет грејања, број чланова домаћинства, карактеристике уређаја за сагоревање, изолација објеката који се загревају, врста и влажност дрвета.

На сликама 2 и 3, приказане су фазе технолошког процеса припреме дрвета у два поступка.



Слика 2. Фазе технолошког процеса припреме дрвета (поступак 1)



Слика 3. Фазе технолошког процеса припреме дрвета (поступак 2)

Приликом избора врсте дрвног горива важне су следеће карактеристике: врста дрвета, димензије и садржај влаге. Одређене врсте дрвних горива се продају по запремини, а друге по тежини. Огревно дрво се продаје најчешће по запремини док се брикети и пелете продају по тежини. Садржај влаге је од изузетне важности приликом куповине дрвета за огрев, из разлога што у дрвету у свеже посеченом стању учешће воде у укупној тежини може да износи од 35-60%. При том, сагоревање дрвета које има велики садржај влаге је отежано, а загађивање ваздуха густим димом повећано.

Огревно дрво дужине 25 *cm* и 33 *cm* се пакује у палете димензија 1,0 × 1,0 × 1,8-2,0 *m* (дужина, ширина и висина), а њихова дистрибуција од стоваришта до места употребе се врши посебним камионима. Цепано дрво у дужинама од 25 *cm* се пакује у палетама у четири реда, а у дужинама од 33 *cm* у три реда.

Поред наведеног, огревно дрво је у понуди и у многим супермаркетима као и на бензинским пумпама на којима су сортименти паковани у врећице запремине 0,04 *m*³ (40 литара) (слика 4).



Слика 4. Различити облици паковања цепаног дрвета

3. Анализа постојећих решења

Потражња за машинама оваквог типа је врло велика и из те потражње настао је широк спектар машина. Обично се машине за припрему дрвета састоје из неколико главних компоненти:

- цепача
- циркулара или тестере
- транспортера

Конкретно, у Србији се могу наћи више типова машина за припрему дрвета али као једна од најраспрострањенијих може се издвојити машина за сечење и цепање марке *Tajfun*, чија је централа команије у Словенији. У нашој земљи производни погон фирме се налази у Баточини.

Постоје неколико типова ове машине које се углавном разликују по снази, врсти погона и систему за руковање. За сада, у производном погону фирме *Tajfun* се могу следећи типови машине:

- *RCA 320-2*
- *RCA 380*
- *RCA 400 Joy*
- *RCA 600 Joy*

RCA 320-2 (слика 5) омогућава сечење трупца пречника до 32 *cm* и дужине од 25 до 50 *cm*. Уз помоћ опционог подизног утоваривача трупци се подижу на бесконачну траку где се прослеђују до лимитера дужине на резање. Исечена дрва падају испред једног од два цепајућа цилиндра, који гурањем на нож цепају дрво на 2, 4 или 6 делова.

Треба напоменути да се код овог типа а такође и код свих осталих, уместо класичног циркулара користи тестера са мачем и ланцем, вертикални цепач као и подизни сто пошто се ради о трупцима већих димензија. Користи се тракасти транспортер са двостепеним телескопом са аутоматском хидрауличним систем за затезање траке, а такође је и брзина траке подесива.



Слика 5. Машина Tajfun RCA 320-2

Техничка спецификација машине приказана је у табели 1.

Дужина резања трупаца	5-50 cm
Пречник трупаца	10-32 cm
Мач тестере	Oregon 161
Ланац тестере	3/8" Oregon MULTICUT
Сила цепања	2x100 kN
Ширина, висина и дужина	238 X 160 X 128 cm
Тежина са транспортером	900 kg+130 kg
Потребна снага трактора	30 kW (60 kW-при транспорту)
Транспортна трака	
Дужина	4 m
Ширина	43 cm
Брзина	Подешавање брзине кретања траке
Тежина	130 kg
Хидраулични подизни сто DM 1501	
Подизна моћ	4500 N
Ширина, висина и дужина	129 x 95 x 153 cm
//Тежина	125 kg
RCA 320-2 E (са електропогоном)	

Снага електромотора	11kW
Волтажа	400 V/50 Hz
Број обртаја мотора	2.910 min ⁻¹

Табела 1. Техничка спецификација RCA 320-2

Главна разлика између RCA 320-2 и RCA 380 је у дужина трупца који се обрађује.

RCA 400 Joy (слика 6) омогућава сечење трупца пречника до 40 cm на дужину од 25 до 50 cm и цепање на 4, 6 или 8 делова.

Главне карактеристике ове машине:

- Све основне функције машине (лево и десно, цепање, сечење, подешавање ножа горе доле) се налазе на једном контролном управљачу.
- Управљање машине је електро-хидраулично, са дојстиком на предњој страни машине.
- Ланац тестере престаје са радом када се сечење заврши (уз помоћ квачила)
- Хладњак уља је стандардан – осигурава поуздан рад машине на високим температурама
- Хидраулично подизање цепајућег ножа
- Подизни сто: управљање са ручицом поред оператера, опционо управљање даљинском контролом
- Контрола брзине покретне траке са ручицом поред оператера



Слика 6. Машина Tajfun RCA 400 Joy

RCA 600 Joy (слика 7) може да прерађује трупце већих пречника. Одликује се следећим карактеристикама:

- Резање и цепање до пречника дебла 600 mm и дужине цепанице до 500 mm
- Сила цепања 360 KN (36 t),
- RCA 600 је у основи мобилна машина, која има точкове и може се превозити као приколица, и у себи може имати погонски дизел мотор или електромотор.
- Компактан дизајн произилази из потребе мобилности машине,
- Управљање машине је преко доистика,
- Основна подешавања су могућа преко touchscreen-а LCD монитора,
- Машина има могућност аутоматског подешавања висине ножа у зависности од пречника дебла,
- Додавач дрвета је ланчани на основној машини, спољни додавач су ваљци, као што је то решено на рампи,
- Транспортер је шири и дужи,

- Контрола машине је изведена са програматором и то без релеја,
- Неке додатне могућности, које произилазе из конструкције:
 - Мерење и приказ исцепане количине дрвета
 - Ефикасан дисплеј машине
 - Проверавање стање машине на *LCD* монитору (притисак, температура, радне сате)



Слика 7. Машина *Tajfun RCA 600 Joy*

Све наведене машине су врло скупе и масивне и као такве могу да буду приступачне само већим фирмама. Имају велики утршак енергије и практично се сав поступак припреме дрвета обавља аутоматски док је контрола машине компјутеризована.

Суштина техничког решења овог рада је да се пројектује ефикасна машина која ће на неки начин заменити скупе аутоматизоване машине и бити доступна и мањим фирмама и стовариштима. То се може постићи применом што већег броја стандардних делова уз минималан утршак материјала.

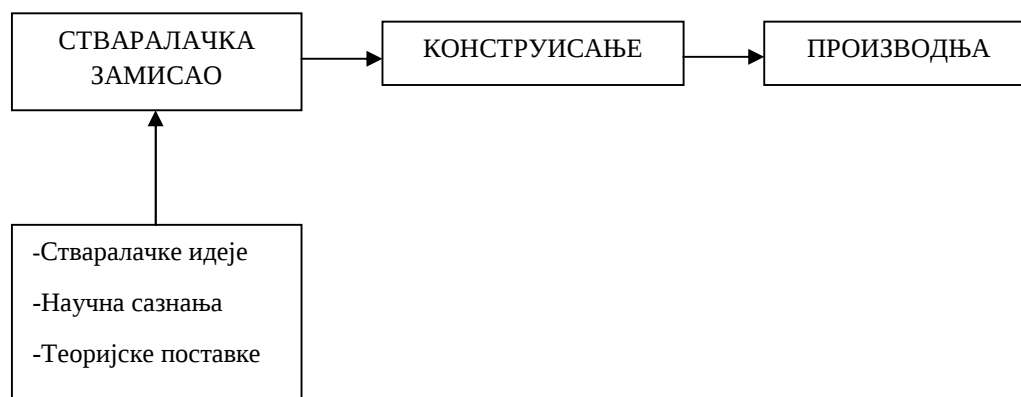
Једна од главних предности оваквог техничког решења је припрема дрвета још већих пречника од горе поменутих. Главна разлика је у томе што се процес припреме врши обрнуто, то јест прво се врши цепање дрвета па тек онда сечење. Користиће се класичан циркулар и хоризонтални цепач где нема потребе за подизањем дрвета на неку висину.

Машина за припрему огревног дрвета опремљена је хидрауличким погонским системом за погон цепача, који покреће сопствена хидраулична пумпа, док трактор служи само као погонска јединица саме машине.

4. Процес конструисања

Конструисање представља стваралачки првенствено интелектуални рад чији је крајњи производ техничка документација - пројекат који чине склопни и радионички цртежи, анализе стања радне способности појединих делова и прорачуни, упутства за израду и експлоатацију [3].

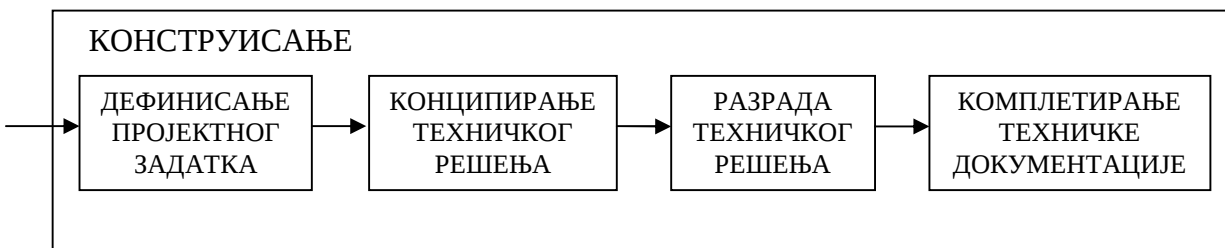
Процес конструисања започиње идејом (стваралачком замишљу) о машини одређених карактеристика за обављање одређене функције. На крају процеса конструисања добија се конструкциона и експлоатациона документација. Конструисање је дакле делатност која лежи између стваралачке замисли и производње (слика 8).



Слика 8. Конструисање као делатност

Процес конструисања се одвија кроз следеће фазе које следе једна другу :

1. Дефинисање пројектног задатка
2. Конципирање техничког решења
3. Разрада техничког решења – израда склопног цртежа, анализа радних и критичних стања делова, провера радне способности делова и склопова
4. Комплетирање техничке документације – израда детаљних цртежа (слика 9).



Слика 9. Процес конструисања

Етапе у развоју и експлоатацији производа од идеје до рецикулације (уништења) дате су на следећој слици (слика 10).



Слика 10. Етапе у развоју и експлоатацији производа

Као што се са слике види на процес конструисања осим стваралачке идеје и научних сазнања утичу и информације добијене из производње и експлоатације датог производа. Проучавањем ових процеса бави се научна дисциплина : Теорија конструисања или наука о конструисању.

Према садржају процеса конструисања разликују се :

- нове конструкције
- варијантне конструкције
- прилагођене конструкције (реконструкције)
- поновљене конструкције

Нове конструкције – заснивају се на новом принципу рада које се разликује од постојећих или представља техничко решење различито од постојећих .Овде се спровode све фазе процеса конструисања.

Варијантне конструкције – имају исти принцип, а варира се величина и размештај појединих компоненти унутар система .

Прилагођење конструкције – реконструкције – добијају се прилагођавањем познатих конструкционих решења новом задатку (функцији) који треба извршити. Подразумева нова конструкциона решења за поједине делове .

Поновљене конструкције – се израђују у новој серији без икаквих измена. Искључују се све фазе процеса конструисања осим мањих измена у техничкој документацији .

Основни проблеми који се решавају при конструисању дају у резултату три основна карактеристична податка и то: облик, мере (димензије) и материјал, поред читавог низа других, непосредно везаних за ове основне. Ово се односи на машину као целину као и њене поједине делове. Сви ови подаци садржани су на цртежима на основу којих се машина може произвести, конструисати и пустити у погон. Као пратећа документација уз сваку машину иде и упутство за експлоатацију, одржавање и ремонт.

Конструкција која је описана у овом раду представља прилагођену конструкцију.

5. Технички задатак

Технички задатак се формира на основу захтева, услова, ограничења и жеља које се постављају пред будућу конструкцију. Често је технички задатак дефинисан од стране купца, али је неопходно да конструктор разради задатак и да га усагласи са наручиоцем и извођачима [4].

Резултат разраде техничког задатка треба да буде спецификација, односно детаљан опис захтева, који се обично изводи у облику *листе захтева*.

Захтеви се деле на:

- *Чврсте захтеве* који морају бити у потпуности испуњени, па се њихово испуњење не квантификује при вредновању појединих решења.
- *Жеље* престављају захтеве које треба испунити у што је могуће већој мери. Оне се могу користити, у каснијем вредновању конкретних решења, као упоредне оцене појединих варијанти. При томе је погодно да се жеље класификују по важности.

Без обзира на врсту захтева они се могу изразити:

- *квантитативно*- где су сви подаци исказани нумерички (бројевима), као на пример: димензије, број потребних елемената, максимална маса, пренета снага, итд.
- *квалитативно*- где су подаци о захтевима изражени описно, као на пример: погодност руковања, отпорност на воду или корозију, естетски изглед, итд.

Захтеви могу бити врло разноврсни у зависности од конкретног проблема који се решава [5]. Они се, пре свега, односе на остварење техничке функције уз одређене техничке и економске услове и ограничења и могу се поделити на:

- *Функцију* која се у листи захтева дефинише описно уз неопходне скице, димензије, материјал који треба предвидети, енергију коју треба користити итд. Нумерички и описни подаци важни за одвијање функције треба да буду јасно и прецизно унети у листу захтева.
- *Радна својства* се односе на квалитет извршења функције, погодност одржавања, поузданост и сигурност у раду, радни век итд.
- *Ергономска својства* проистичу из односа човек (руковалац)- машина и у првом реду се односе на безбедно и лако руковање или на аутоматизацију управљања.

- *Технолошка своства* треба да олакшају производњу и да је прилагоде производној опреми којом располаже произвођач.
- *Условe испоруке* који обухватају рокове за израду и/или пројектовање и друге сродне услове.
- *Економске услове* који обухватају захтеве у погледу трошкова, цена и других захтева економске природе.

Поред ових, у неким случајевима се могу дефинисати и друге групе захтева, као што су: спољни изглед, склапање и расклапање, транспорт, и монтажа, итд.

Листа захтева као и поставка техничког задатка представљају део конструкционе документације, па је погодно да њен облик (формат) буду усклађени са стандардима који се користе у дотичном предузећу. У листи захтева треба да буду јасно и прецизно унети и класификовани сви захтеви. У табелама 2, 3, 4 приказана је листа захтева машине за припрему огревног дрвета.

Потребно је осмислити и конструисати машину за припрему огревног дрвета која ће садржати три главне функције: цепање, сечење и транспорт огревног дрвета.

Листа захтева (табела 1) приложена у наставку, садржи захтеве и жеље потребне како би се ова конструкција спровела кроз процес конструисања од идеје до реализације у оквиру овог рада.

Корисник:		ЛИСТА ЗАХТЕВА Машина за припрему огревног дрвета				Идентификација	
						Лист:	
						Листова:	
Редни број	ЗАХТЕВ					Чврст захтев	Жеља
1	ФУНКЦИЈА Припрема огревног дрвета					+	
2	ПОДАЦИ БИТНИ ЗА ИЗВРШЕЊЕ ФУНКЦИЈЕ Радни предмет – огревно дрво Дрво пречника до 0,7 m Све врсте огревног дрвета Дужина радног комада: 1 m Машина мора да буде мобилна Опслуживање машине врше максимално три радника Цепање дрвета је независно од сечења и утовара Машина може да обавља цепање, сечење, утовар истовремено Транспортна трака се креће само када се дрво сече Управљање цепача се врши ручицом Висина на којој се врши се сечење 0,8 m Максимална висина цепања 1,15 m Подесива дужина сечења дрвета од 0,25 до 0,33 m Подесива висина транспортера					+ + + + + + + + + + + + +	+
Израдио			Одобрио			Замењено са:	
Датум	Име	Потпис	Датум	Име	Потпис		

Табела 2. Листа захтева машине за припрему огревног дрвета-лист 1

Корисник:		ЛИСТА ЗАХТЕВА Машина за припрему огревног дрвета				Идентификација:	
						Лист:	
						Листова:	
Редни број	ЗАХТЕВ				Чврст захтев	Жеља	
3	РАДНА СВОЈСТВА Користи се за рад у стовариштима Капацитет машине минимално $1m^2$ за $15 min$ Мало оптерећење машине Радни век дуговечан Машина се позиционира до складишеног дрвета Мала потрошња енергије Велика моћ цепања Једноставна за транспорт Могућност заокретања система за транспорт приликом рада				+ + + + + + + + + +		
Израдио			Одобрио			Замењено са:	
Датум	Име	Потпис	Датум	Име	Потпис		
21.11.2012.							

Табела 3. Листа захтева машине за припрему огревног дрвета-лист 2

Корисник:		ЛИСТА ЗАХТЕВА				Идентификација:	
		Машина за припрему огревног дрвета				Лист:	
						Листова:	
Редни број	ЗАХТЕВ					Чврст захтев	Жеља
4	ЕРГОНОМСКА СВОЈСТВА Једноставно руковање Потпуно безбедно руковање Приликом сечења дрво мора да се налази на носачу Са обе стране цепача се налазе заштитници од удара дрвета Сигурносно закључавање висине транспортера					+ + + + + +	
	ТЕХНОЛОШКА СВОЈСТВА Израда у машинској радионици опремљену са: • стругом • апаратом за бушење • апаратом за електролучно заваривање • апаратом за сечење Што једноставнија монтажа делова Шасија израђена од челичних профила						
5	ИСПОРУКА Рок испоруке 1 месец						
6	ЕКОНОМСКИ УСЛОВИ Што мања сложеност делова Што једноставнија конструкција машине Минимални трошкови одржавања Цена (готове конструкције) не већа од 3000 €					+ + +	+
Израдио			Одобрио			Замењено са:	
Датум	Име	Потпис	Датум	Име	Потпис		
21.11.2012.							

Табела 4. Листа захтева машине за припрему огревног дрвета-лист 3

5.1. Функција

Функција машине је припрема огревног дрвета, а под припремом се подразумева: цепање, сечење и утовар. Ова машина омогућује практично спајање три функције у једну. У фази припреме огревно дрво се прво цепа, због лакшег сечења а самим тим и мањег оптерећења машине, затим се сече и на крају се врши утовар дрвета у приколицу или на било које жељено место.

5.2. Подаци битни за извршење функција

Као што је већ речено, радни предмет је огревно дрво. Може се вршити припрема огревног дрвета свих врста. Максимална дебљина огревног дрвета је пречника до 0,7 m, стандардне дужине од 1 m. Машина има тачкове што значи да је мобилна те може да се транспортује до места предвиђеног за рад. За рад на машини предвиђено је максимално три радника радника. Број радника зависи од количине дрвета које треба да се припрема. Цепање дрвета не мора да се обавља кад и сечење и утовар али у зависности од потребе може да се обавља у исто време, док се транспортна трака транспортера креће се само када се дрво сече. Управљање цепачем врши се командом односно ручицом која мора бити у близини руковаоца. Висина на којој се врши сечење дрвета је 0,8 m да се не би створио велики замор руковаоца при припреми дрвета за сечење. Цепач је предвиђен и за цепање дрвета веће дужине од 1 m односно 1,15 m пошто се некад дешава да дрво буде мало веће дужине од предвиђене. Приликом сечења постоји могућност одабира дужине сечења у зависности од захтева купца, и то дужине од 0,25 до 0,35 m.

5.3. Радна својства

Ова машина је намењена за рад у стовариштима али по потреби може се и транспортовати директно у шуму да би се уштедео непотребан транспорт дрва до стоваришта или других места. Транспортирање машине је једноставно и обавља се преко обичне руде која се налази на шасији. Приликом радног положаја постоји могућност заокретања система за транспорт (руде) како би руковаоц могао неометано да врши сечење. Капацитет машине је минимално $1m^2$ за 15 min што би у једној осмочасовној смени требало да буде око 30 m^2 припремљеног дрвета што ову машину чини веома ефикасном.

5.4. Ергономска својства

Овакву машину одликује врло једноставно руковање што олакшава и руковаоцу јер нема потребе за неком сложенем обуком. Приоритет овакве конструкције је пре свега заштита оног који са њом руководи те је рад за оваквом машином потпуно безбедан.

Приликом сечења дрво се налази на носачу те руковаоц не долази у непосредни контакт са тестером циркулара. Са обе стране цепача налазе се заштитници који штите руковоца од могућег удара дрвета приликом цепања јер на дрво делује велика сила цепања.

Пре утовара дрвета подешава се висина на којој се налази транспортна трака и када се подеси, помоћу сигурносног система фиксира се изабран положај и тек онда може се кренути са радом.

5.5. Технолошка својства

Израда ове конструкције може се извршити и у мањим машинским радионицама што је још једна њена погодност. Битно је да та радионица буде опремљена: стругом, апаратом за електролучно заваривање, апаратом за бушење, апаратом за сечење. Шасија машине на којој су постављени остали елементи направљена је спајањем кутијастих профила и то електролучним заваривањем. Причвршћивање осталих елемената се врши завртњевима. Саставни делови конструкције осим цепача, циркулара и транспортера су стандардни елементи. Не постоје неки посебни захтеви приликом избора материјала јер машина не трпи велико оптерећење.

5.6. Економски услови

Машина је доступна сваком мањем стоваришту. Монтажа овакве конструкције је врло једностава а самим тим уколико се јави неки квар може лакше да се демонтира и то у врло кратком року. Делови који се користе за израду ове конструкције су јефтини те укупна цена конструкције није велика. Такође трошкови одржавања су врло мали тако да није потребан сервис који би накнадно повећао трошкове. Може се рећи да је ова машина врло исплатива инвестиција.

6. Конципирање конструкције

Конципирати (*лат. concipere* замислити; саставити, схватити) што значи саставити; написати; смислити, замислити (план, скицу, нацрт).

Конципирање је једна значајна фаза у процесу конструисања која представља утврђивање глобалног размештања делова и компонената ради остваривања задате функције. Такође, обухвата пут од идеје преко описа функције до идејног решења конструкције.

Конципирање се обавља у више међусобно повезаних фаза. Овде је битно истаћи да се сам процес конципирања спроводи по унапред дефинисаној процедури која не зависи од интуиције и надарености појединца, јер индустрија не сме да веже свој развој за догађаје који се не могу планирати и на које се не може утицати.

6.1. Структура функције машинског система

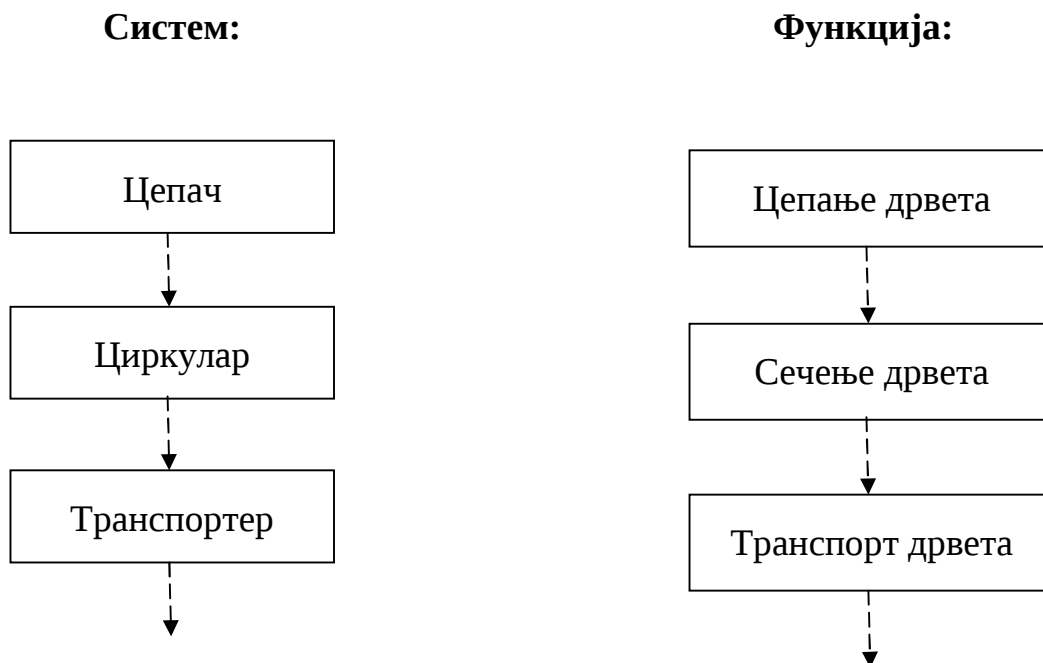
Структура функција представља апстрактну структуру машинског система, док реалну (материјалну) структуру машинског система чине машински делови. Под основним машинским делом подразумева се део који се не може даље расклопити. Више основних машинских делова који су међусобно функционално повезани чине машински подсклоп, а више подсклопова и делова чине машински склоп. Машински склопови, подсклопови и делови, међусобно функционално повезани чине машинску подгрупу или групу. Машину чине функционално повезане машинске групе, подгрупе, склопови, подсклопови и делови.

Структура функција не поклапа се са структуром делова машинског система.

6.2. Општа функција

Општа (глобална) функција машинског система може се рашчланити на парцијалне функције, а парцијалне на елементарне функције. Почев од елементарне, преко парцијалне до опште, функције су хијерархијски и међусобно повезане, тако да чине структуру функција.

Општа функција машине за припрему огревног дрвета је цепање, сечење и утовар огревног дрвета. На слици 11, приказана је општа функција као и системи који извршавају ту функцију.

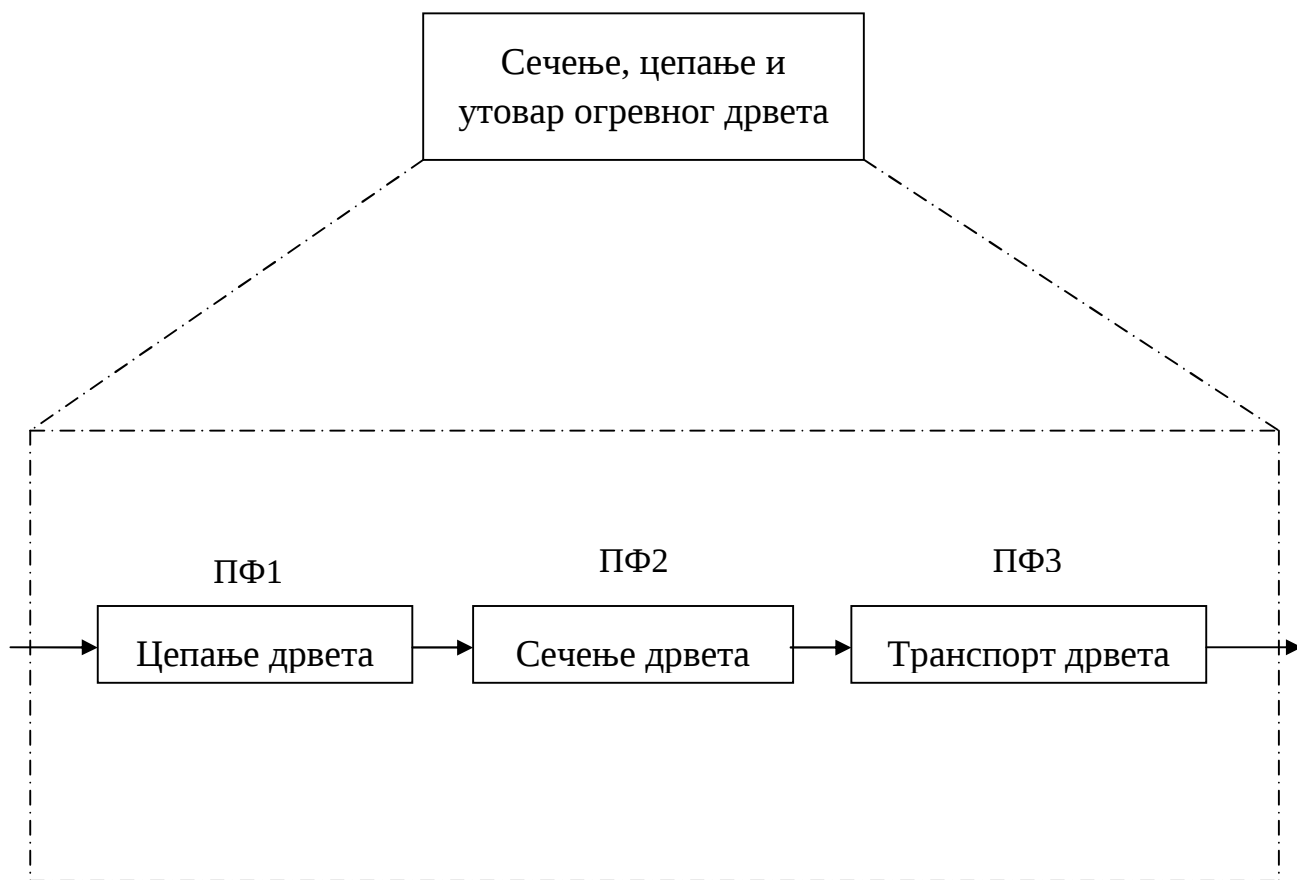


Слика 11. Општа функција машине за припрему огревног дрвета

6.3. Парцијална функција

На одређеном нивоу апстрактности појављује се потреба за разлагањем опште функције на парцијалне са мањим степеном сложености. Разлагање настаје обично у тренутку када је установљен радни принцип функционисања машинског система. Процес рашчлањавања опште функције финијих функционалних структура спроводи се до одређеног нивоа. Процес траје све дотле док рашчлањење функције не буду тако ниског степена комплексности да је за сваку поједину могуће пронаћи одговарајући принцип решења. Поред основне радне функције у парцијалним функцијама су и помоћне функције: припреме, опслуживања, управљања, регулисања и усклађивања.

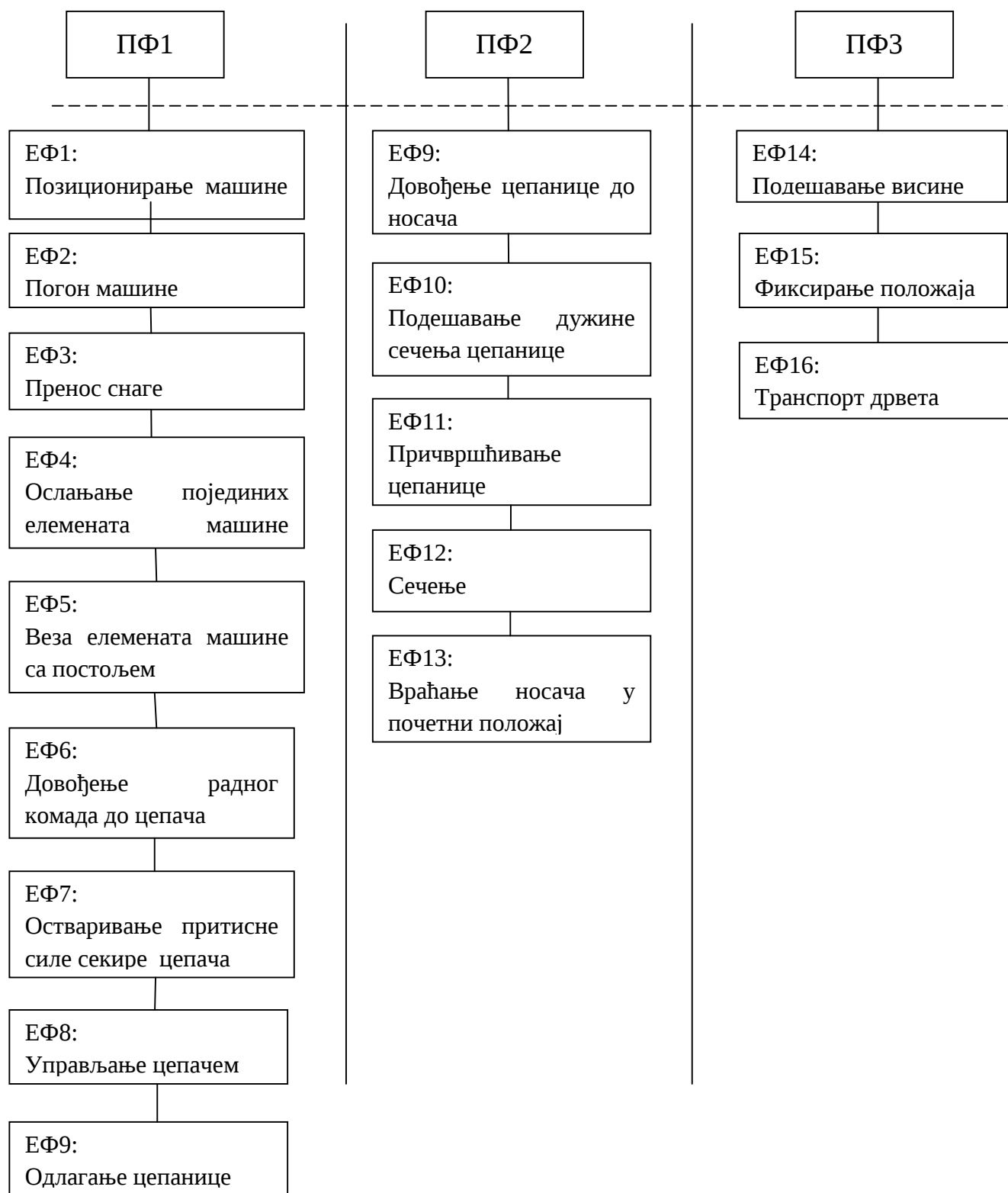
Парцијалне функције машине за припрему огревног дрвета приказане су на слици 12.



Слика 12. Структура парцијалних функција машине за припрему огревног дрвета

6.4. Елементарна функција

Свака парцијална функција система извршава се одређеним принципима до којих се долази рашчлањавањем парцијалних на елементарне функције. Најчешће се свака парцијална функција може решити скупом елементарних функција, што значи да за свако решење парцијалних функција постоји понуда више различитих скупова елементарних функција. Најједноставнији је случај када је сложеност парцијалне функције таква да за њу постоје готова решења. Најчешће је функционална структура за извршење опште функције таква да за поједине парцијалне функције постоје готова решења, а за друге се мора поћи од тражења могућих принципа. На слици 13, приказана је структура елементарних функција.



Слика 13. Структура елементарних функција машине за припрему огревног дрвета

6.5. Извршиоци елементарних функција

Извршиоци елементарних функција машинских система су машински елементи. Машински елемент може бити дакле машински део, машински подскуп, склоп или машинска група уколико извршава елементарну функцију. На пример, осовина и лежај су машински елементи, јер извршавају елементарну функцију. Осовина је међутим машински део, а лежај машински склоп.

За избор извршиоца елементарних функција погодно је користити каталоге у којима се дају принципи извршења функције и велики број извршилаца. Поред тога у каталогу су за сваки од извршилаца функције дати и подаци битни за функционисање, предности, недостаци што конструктору олакшава избор извршилаца. Извршиоци елементарних функција машине за припрему огревног дрвета приказани су у табели 5.

ИЗВШИОЦИ ЕЛЕМЕНТАРНИХ ФУНКЦИЈА			
ПФ1 Цепање дрвета			
ЕФ1	Позиционирање машине	- Трактор	ИФ11
ЕФ2	Погон машине	- Мотор СУС - Електромотор - Трактор (кардански пренос)	ИФ21 ИФ22 ИФ23
ЕФ3	Пренос снаге	- Каишни преносници, карданска вратила, осовине, лежаји и лежишта, конични зупчаници	ИФ31
ЕФ4	Ослањање појединих елемената машине	- Шасија, рам циркулара, точкови	ИФ3
ЕФ5	Веза елемената машине	- Завртњеви	ИФ4
ЕФ6	Довођење радног комада до цепача	- Ручно - Хидраулична хватаљка - Електрично витло	ИФ41 ИФ42 ИФ43

ЕФ7	Остваривање притисне силе секире цепача	- Хидраулични цилиндар	ИФ61
ЕФ8	Управљање цепачем	- Хидрауличне компоненте- пумпа, разводници, вентили, ручице	ИФ51
ЕФ9	Одлагање цепаница	- Ручно	ИФ81
ПФ2 Сечење			
ЕФ9	Довођење дрвета до носача	- Ручно	ИФ91
ЕФ10	Подешавање дужине сечења цепанице	- Механизам	ИФ101
ЕФ11	Причвршћивање цепанице	- Притисна ручица	ИФ111
ЕФ12	Сечење	- Тестера	ИФ121
ЕФ13	Враћање носача у почетни положај	- Ручно - Пнеуматски цилиндар - Опруга	ИФ131 ИФ132 ИФ133
ПФ3 Транспорт			
ЕФ14	Подешавање висине	- Механизам за подешавање	ИФ141
ЕФ15	Фиксирање положаја	- Завртњеве (осигурач)	ИФ151
ЕФ16	Транспорт	- Тракасти транспортер	ИФ161

Табела 5. Извршиоци елементарних функција машине за припрему огревног дрвета

6.6. Формирање варијанти концепције

За сваку елементарну функцију могуће је обезбедити, на пример коришћењем каталога, више прихватљивих извршиоца. Комбинацијом извршиоца елементарних функција добија се већи број решења за сваку од парцијалних функција. Ово комбиновање је погодно извршити коришћењем морфолошке матрице извршиоца елементарних функција. Морфолошка матрица даје преглед извршиоца елементарних функција једне парцијалне функције.

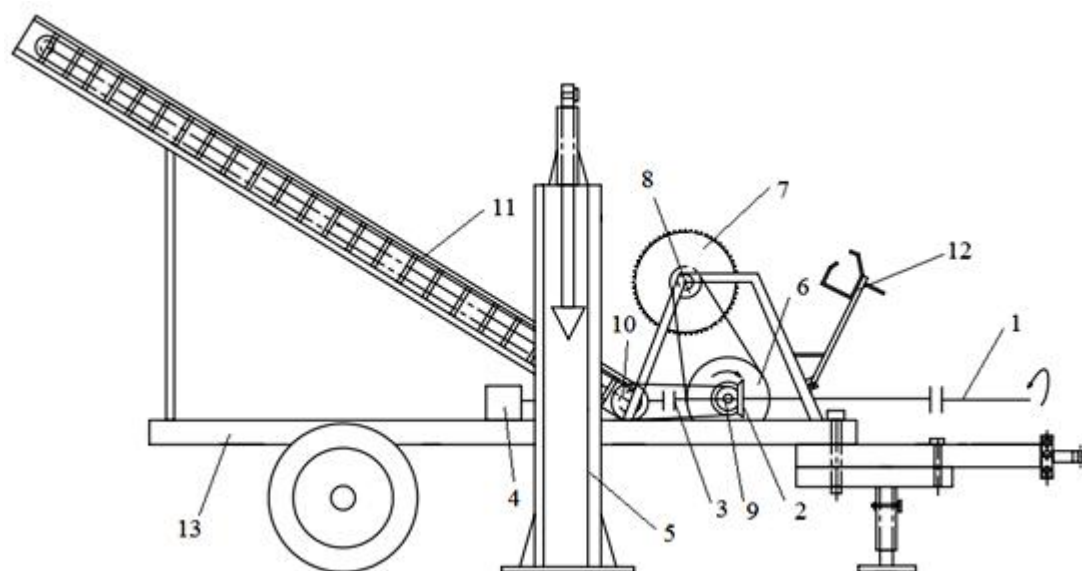
Последњи корак у формирању варијанти концепције је ткз. *утврђивање варијанти концепције*. У оквиру овог корака извод се груби прорачуни на основу поједностављења и апроксимација, цртају се скице и груби цртежи који показују распоред, облик, повезивање појединих компонената. Утврђивање варијанти концепције врши се за све прихваћене комбинације извршиоца функција, али у овој фази је могуће да неке од варијанти буду одбачене као неприхватљиве.

Варијанте концепције машине за припрему огревног дрвета су следеће:

- Варијанта 1: трактор, СУС мотор, каишни преносници, карданска вратила, осовине, лежајеви, лежишта, конични зупчаници, ручно, хидрауличне компоненте-пумпа разводници, вентили и ручице, хидраулични цилиндар, електрично витло, механизам, притисна ручица, тестера, опруга, механизам за подешавање висине, завртњеви, транспортер.
- Варијанта 2: трактор, електромотор, каишни преносници, карданска вратила, осовине, лежајеви, лежишта, конични зупчаници, хидраулична хваталка, хидрауличне компоненте-пумпа разводници, вентили и ручице, хидраулични цилиндар, ручно, механизам, притисна ручица, тестера, гасни цилиндар, механизам за подешавање висине, завртњеви, транспортер.
- Варијанта 3: трактор, каишни преносници, карданска вратила и осовине, лежајеви и лежишта, конични зупчаници, ручно, хидрауличне компоненте-пумпа разводници, вентили и ручице, хидраулични цилиндар, ручно, механизам, притисна ручица, тестера, опруга, механизам за подешавање висине, завртњеви, транспортер.

Оптимална варијанта концепције конструкције је она која у највишем степену задовољава постављене захтеве, критеријуме и ограничења.

Одређивањем укупне оцене вредности према препорукама VDI 2225 добијена је мера поређања појединих варијанти. Препоруке VDI 2225 се заснивају на техничким и економским проценама варијанти концепције. Као оптимално решење се узима оно које има највећу укупну оцenu вредности, што је у овом случају варијанта 3 (слика 13).



Слика 14 . Оптимална концепција машине за припрему огревног дрвета- варијанта број 3

Принцип рада машине за припрему огревног дрвета је следећи:

Машина добија погон преко излазног вратила трактора чији је смер обртања приказан на слици 11. На излазно вратило прикључено је карданско вратило (1) које је повезано вратилом са коничним зупчастим паром (2). Карданско вратило (3) повезано је са коничним зупчастим паром и даје погон пумпи (4) која покреће цепач (5). Конични зупчасти пар је преко карданског вратила повезан са каишним преносником (6). Каишни преносници (6) и (8) покрећу тестеру циркулара (7). Каишни преносник (9) је повезан са каишним преносником (6) са друге стране, и са каишним преносником (10) покреће транспортер (11). Сви делови машине постављени су на шасији (13).

Прва операција која се изводи је цепање дрвета, преко цепача (5). После цепања на реду је сечење које врши циркулар чији су основни елементи тестера (7) и носач (12).

Дрво се поставља на носачу и подешава се дужина сечења. Извршава се сечење и одсечено дрво пада на траку транспортера (11) након чега се врши утовар на жељено место.

7. Улазни подаци потребни за погон машине

7.1 Вучно-погонка машина

Као вучно-погонска машина изабран је трактор ИМТ-540 (слика 15) који се користи како у пољопривреди тако и у транспорту. Трактор ИМТ-540 има малу специфичну тежину што га оспособљава да веома економично обавља лаке и средње тешке радове, који не дозвољавају веће површинске притиске. Уз то, треба напоменути да у битне карактеристике овог трактора спада и могућност рада са великим бројем различитим прикључних машина, која се примењују у пољопривреди, шумарству, итд., што га још више сврстава у ред универзалних трактора [6].

Уколико би се користио трактор мање снаге за погон машине постоји могућност да се не оствари минимални капацитет припремљеног дрвета. У другом случају, када се ради о тракторима веће снаге потребно је изабрати одговарајући режим рада.



Слика 15. Трактор ИМТ 540

На основу свега наведеног може се са пуним правом рећи да овај тип трактора, заједно са осталим тракторима производње ИМТ, представља јединствен систем, који покрива скоро све основе потребе њихових корисника.

Основни технички подаци потребних за прорачун су:

- Максимални обртни момент: $151,02 \text{ Nm}$ при броју обртаја од 1300 min^{-1}
- Тип прикључног вратила: ожљебљено
- Преносни однос између мотора и прикључног вратила (при погону директно од мотора): 3,12

7.2 Задње прикључно вратило

Машине чији се радни или помоћни органи покрећу преко механизма који добија погон од тракторског мотора, везују се за трактор и преко прикључног вратила (слика 16).



Слика 16. Задње прикључно вратило

Прикачивање се при томе врши било у три тачке, било преко потезнице или неког другог елемента за прикачивање машина. Прикључно вратило је ожебљено вратило смештено на задњем делу централног кућишта које је преко одговарајућих вратила и зупчаника везано за мотор.

Ради лакшег осигурања карданских вратила преко којих се одговарајућа оруђа везују за прикључно вратило, на њему постоји један кружни жлеб, који овај задатак успешно решава.

Укључивање, односно искључивање прикључног вратила врши се помоћу посебне команде.

Зависно од начина на који се погон прикључног вратила остварује, односно зависно од начина на који се врши пренос обртног момента од мотора до прикључног вратила, разликује се ткз. директан погон од мотора и погон преко трансмисије.

У случају директног погона од мотора обртни момент се преноси од замајца мотора само преко једног пара стално озубљених зупчаника (на улазу у мењач са преносним односом 3,12:1. У овом случају може се остварити једна од назначајнијих карактеристика трактора овог типа: погон прикључног вратила и при прекиду кретања трактора а са укљученим одговарајућим степеном преноса.

Уколико се жели да се број обртаја прикључног вратила доведе у везу са са бројем обртаја погонских точкова трактора односно са брзином његовог кретања, погон прикључног вратила се врши преко трансмисије, односно преко мењача.

Овакав погон прикључног вратила се не сме користити за обављање тешких радова пошто у том случају може доћи до оштећења елемената преносног система

7.3 Прорачун снаге и броја обртаја

Улазни подаци:

$T_{max} = 151,02 \text{ Nm}$ - максимални обртни момент мотора трактора

$n = 1300 \text{ min}^{-1}$ - број обртаја мотора трактора

$i = 3,12$ - преносни однос између мотора и прикључног вратила

$$n_{pvr} = \frac{n}{i} = \frac{1300}{3,12} = 416,66 \text{ min}^{-1}$$

n_{pvr} - број обртаја прикључног вратила

$$P_{pvr} = T_{max} \cdot \omega = 151,02 \cdot 43,61 = 6585,98 \text{ W} = 6,58598 \text{ kW} (8.9569328 \text{ kS})$$

P_{pvr} - снага на прикључном вратилу

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 416,66}{30} = 43,61 \text{ s}^{-1}$$

8. Разрада конструкције

Ова фаза процеса конструисања односи се на конкретизацију усвојене концепције. Она се своди на изналажење најпогоднијег конструкционог решења, на основу података одрађених у листи захтева. Тако се долази до главних димензија машине, на основу којих се може израдити генерално идејно решење. Потом следи разрада усвојене варијанте и израда цртежа појединих група и подгрупа, разбијање на склопове и подсклопове и одговарајући прорачун.

Од одлучујуће важности за добијање квалитетног производа (оног који поседује квалитет и прихватљиву цену) и његову појаву на тржишту је пројектовање. Тежња да се пројектовање производа обави на што лакши и што ефикаснији начин довела је до увођења *CAD* система у процес пројектовања.

Постоје три разлога за увођење *CAD* система у процес пројектовања:

- Избегавање грешака изазваних пројектовањем на основу емпиријских израза
- Бољи економски ефекти
- Мултидисциплинарност у пројектовању.

За израду 3D модела машине за припрему огревног дрвета коришћен је софтвер ***Solid Works 2013*** а за прорачун и пројектовање основних елемената трансмисије ***Autodesk Inventor 2013***.

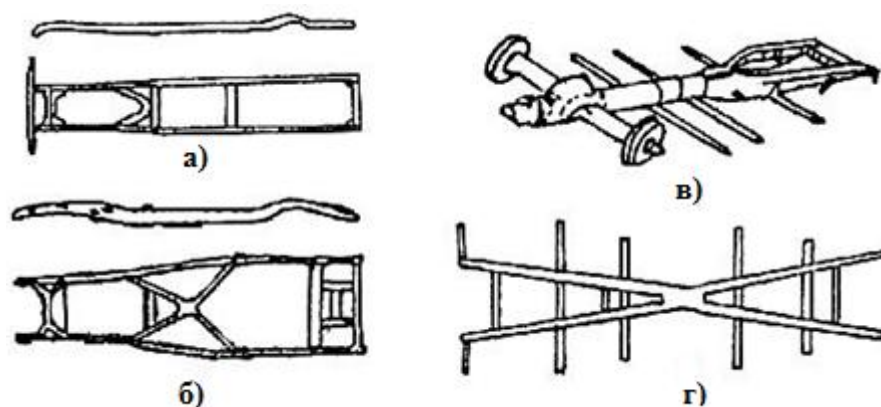
8.1. Шасија

Ослањање елемената трансмисије остварено је шасијом. Шасија је у суштини скелетни рам на који су постављени разни машински делови, уређаји и системи. Може се рећи да је шасија најважнији елемент који даје стабилност како возила тако и машина, у различитим условима.

Шасија може бити различитих конструкција, а чине је уздужни и попречни носачи различито профилисани.

По конструкцији шасије се деле на три групе (слика 17):

- са затвореним оквиром (а и б)
- са средишним оквиром (в)
- и са Х оквиром (г)

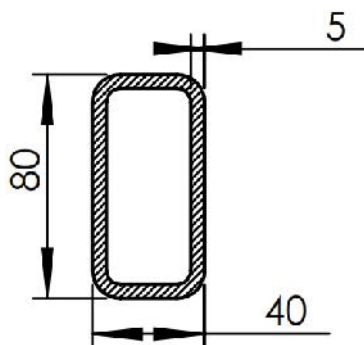


Слика 17. Врсте шасија

Шасије са затвореним оквиром састоје се од две уздужне греде које су међусобно повезане са неколико поперечних носача. Спајање се врши закивањем или варењем.

Оне су веома важан део и при конструкцији му се посвећује посебна пажња, пошто је оптерећена веома високим оптерећењима (статичким и динамичким):

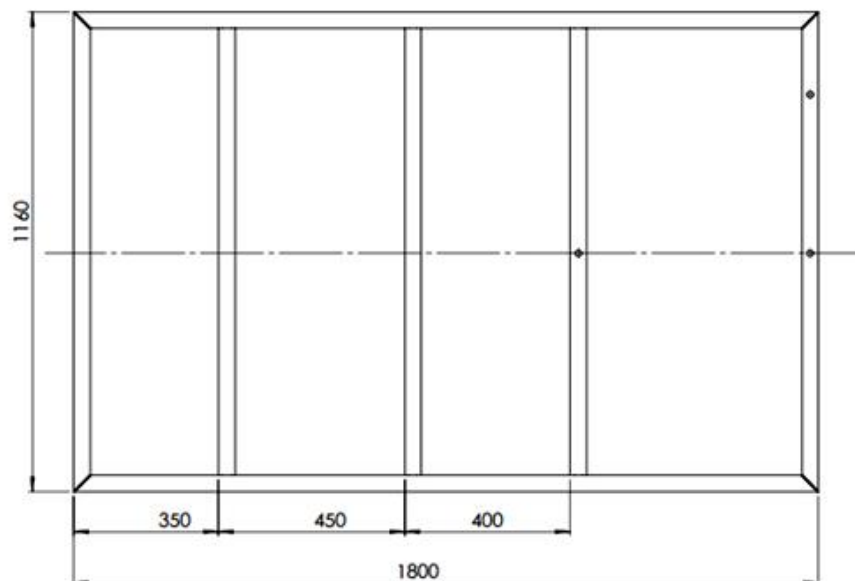
За израду шасије машине за припрему огревног дрвета коришћени су челични кутијаста профила. Основну конструкцију шасије чине два уздужна и четири поперечна профила. Попречни пресек уздужних профила приказан је на слици 18.



Слика 18. Попречни пресек уздужних профила

Уздужни профили су на крајевима спојени са поперечним под углом од 45° . За спајање ових профила примењена је технологија електролучног заваривања. На шасији су избушени и отвори за везу са системом за транспорт, односно рудом.

На слици 19, приказане су основне димензије шасије у оквиру које је приказан и распоред постављања поперечних профила.



Слика 19. Основне димензије шасије

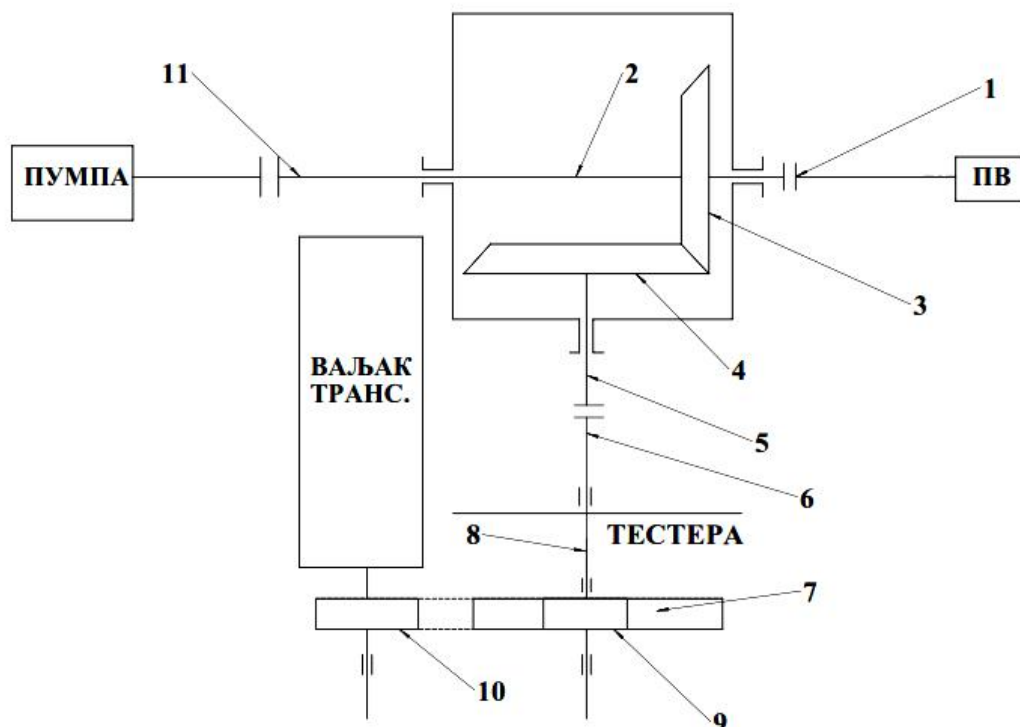
На слици 20 приказан је коначан изглед шасије машине за припрему огревног дрвета.



Слика 20. Шасија машине за припрему огревног дрвета

8.2. Трансмисија машине

Трансмисија обухвата све делове машине чији је задатак да преносе снагу у овом случају са прикључног вратила трактора, уз одговарајућу трансформацију обртног момента. На слици 21, приказана је шема трансмисије машине.



Слика 21. Шема трансмисије машине за припрему огревног дрвета (1-Карданско вратило 1; 2-Вратило 1; 3-Зупчаник 1; 4-Зупчаник 2; 5-Вратило 2; 6- карданско вратило 2; 7- каишни преносник 1; 8-вратило 3; 9- каишни преносник 2; 10- каишни преносник 2; 11-карданско вратило 3

Елементи трансмисије 2, 3, 4 и 5 чине главни преносник ове машине, редуктор. Редуктор добија погон преко елемента 1, које се везује за прикључно вратило трактора. Тестера се покреће преко елемената 5, 6, 7, 8 и 9. Ваљак транспортера се покреће преко елемената 9 и 10. Пумпа добија погон преко елемента трансмисије 11, које је повезано са елементом 2.

У наставку ће бити објашњени принципи рада и главне карактеристике основних елемената (подсклопова) трансмисије. Такође биће приказани и одговарајући прорачуни саставних елемената главног преносника.

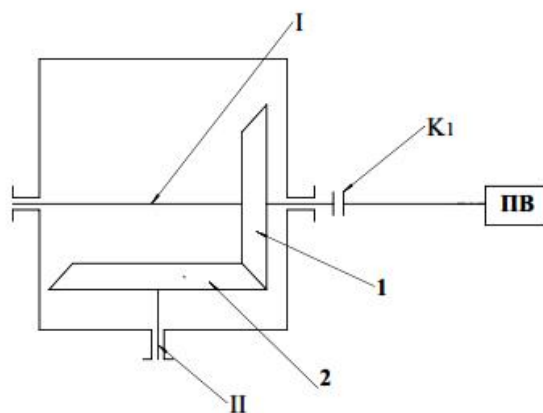
8.3. Редуктор

Редуктор је механички преносник снаге који служи да пренесе снагу са погонске на радну машину и да при томе број обртаја и обртни момент на вратилу погонске машине прилагоди потребном броју обртаја и обртном моменту на вратилу радне машине.

Према броју степени преноса деле се на:

- Једностепене (имају само један пар зупчаника)
- Двостепене (имају два пара зупчаника)
- Вишестепене (имају више парова зупчаника)

Основна концепција редуктора у овом раду је једностепени са једним паром коничних зупчаника. Шема концепције једностепеног редуктора приказана је на слици 22.



Слика 22. Шема концепције једностепеног редуктора

8.4. Прорачун основних параметара редуктора

8.4.1. Избор степена искоришћења за зупчасте парове

- Степен корисног дејства код коничних зупчаника са правим зупцима $\eta_{K1} = 0,95 \div 0,99$
- Степен корисног дејства карданских преносника $\eta_{1,2} = 0,90 \div 0,92$
- Остали губици снаге се занемарују

8.4.2. Прорачун снаге на елементима редуктора

У оквиру поглавља 7.3 извршен је прорачун снаге прикључног вратила. Добијена је следећа вредност:

$$P_{pvr} = 6,58598 \text{ kW}$$

$$P_{pvr} = P_1 = P_I = 6,58598 \text{ kW}$$

$$P_1 = P_{pvr} \cdot \eta_{K_1} = 6,58598 \cdot 0,97 = 6,3884006 \text{ kW}$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{1,2} = 6,3884006 \cdot 0,92 = 5,877328552 \text{ kW}$$

8.5. Прорачун коничних зупчаника са правим зупцима

За преношење обртног момента и кретања између вратила чије се осе секу под неким углом, користе се конични зупчасти парови. При спрезању коничних зупчаника, кинематске површине се котрљају једна по другој без клизања [7].

У овом случају ради се о коничним зупчаницима чије се осе секу под углом од 90° .

Карактеристика коничних зупчаника који се користе у овом раду јесте то да служе само како би променили правац тока снаге и остварују преносни однос 1,087.

Прорачун коничних зупчаника је извршен је у софтверском пакету *Autodesk Inventor* у оквиру *Design* модула. Прорачун је урађен по *ISO 6336:1996* стандарду. Резултати су приказани у следећим табелама.

Улазни подаци неопходни за прорачун, а који су добијени у претходном поглављу приказани су у табели 6.

Gear Ratio	i	1.0870 ul
Tangential Module	m_{et}	5.000 mm
Xelix Angle	β	0.00 deg
Tangential Pressure Angle	α_t	20.0000 deg
Shaft Angle	Σ	90.00 deg
Normal Pressure Angle at End	α_{ne}	20.0000 deg
Contact Ratio	ε	1.6801 ul
Limit Deviation of Axis Parallelity	f_x	0.0120 mm
Limit Deviation of Axis Parallelity	f_y	0.0060 mm
Virtual Gear Ratio	i_v	1.181 ul
Equivalent Center Distance	a_v	150.073 mm
Virtual Center Distance	a_n	150.073 mm
Pitch Cone Radius	R_e	84.926 mm
Pitch Cone Radius in Middle Plane	R_m	74.776 mm

Табела 6. Улазни подаци

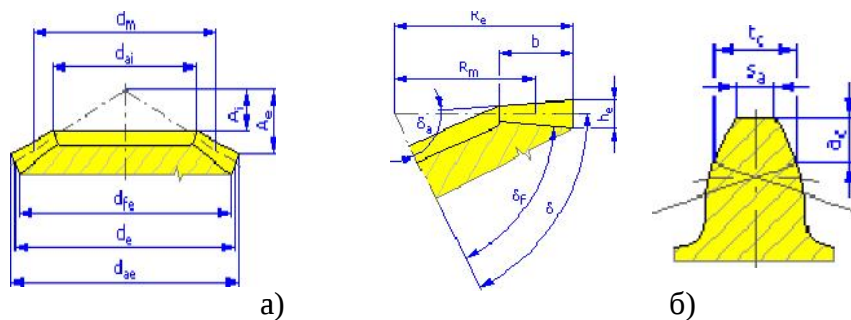
У табели 7, приказана је основна геометрија коничних зупчаника, погонског и гоњеног. Битни подаци које овде треба унети јесу бројеви зубаца зупчаника на основу којих се добијају остале вредности.

		Gear 1	Gear 2
Type of model		Component	Component
Number of Teeth	z	23.000 ul	25.000 ul
Unit Correction	x	0.000 ul	-0.0000 ul
Tangential Displacement	x_t	0.0000 ul	-0.0000 ul
Pitch Diameter at End	d_e	115.000 mm	125.000 mm
Pitch Diameter in Middle Plane	d_m	101.256 mm	110.061 mm
Outside Diameter at End	d_{ae}	122.359 mm	131.771 mm
Outside Diameter at Small End	d_{ai}	93.112 mm	100.273 mm
Root Diameter at End	d_{fe}	106.169 mm	116.875 mm
Vertex Distance	A_e	59.115 mm	53.820 mm
Vertex Distance at Small End	A_i	44.985 mm	40.956 mm
Pitch Cone Angle	δ	42.6141 deg	47.3859 deg
Outside Cone Angle	δ_a	45.9834 deg	50.7553 deg
Root Cone Angle	δ_f	38.5729 deg	43.3447 deg

Facewidth	b	20.300 mm	
Facewidth Ratio	b_r	0.2390 ul	
Addendum	a^*	1.0000 ul	1.0000 ul
Clearance	c^*	0.2000 ul	0.2000 ul
Root Fillet	r_f^*	0.3000 ul	0.3000 ul
Whole Depth of Tooth	h_e	11.000 mm	11.000 mm
Tooth Thickness at End	s_e	7.854 mm	7.854 mm
Chordal Thickness	t_c	6.935 mm	6.935 mm
Chordal Addendum	a_c	3.738 mm	3.738 mm
Limit Deviation of Xelix Angle	F_β	0.0120 mm	0.0120 mm
Limit Circumferential Run-out	F_r	0.0220 mm	0.0220 mm
Limit Deviation of Axial Pitch	f_{pt}	0.0090 mm	0.0090 mm
Equivalent Number of Teeth	z_v	31.253 ul	36.925 ul
Equivalent Pitch Diameter	d_v	137.589 mm	162.557 mm
Equivalent Outside Diameter	d_{va}	146.393 mm	171.362 mm
Equivalent Base Circle Diameter	d_{vb}	129.291 mm	152.754 mm
Unit Correction without Tapering	x_z	0.0914 ul	-0.0821 ul
Unit Correction without Undercut	x_p	-0.8253 ul	-1.1571 ul
Unit Correction Allowed Undercut	x_d	-0.9924 ul	-1.3242 ul
Addendum Truncation	k	0.0000 ul	0.0000 ul
Unit Outside Tooth Thickness	s_a	0.7410 ul	0.7547 ul

Табела 7. Геометрија зупчаника

На слици 23, су дати основни пречници зупчаника и мере профила зуба зупчаника у општим бројевима.



Слика 23. а) основне мере зупчаника; б) основне мере зупца

У табели 8, приказано је оптерећење зупчаника, које је добијено након уношења параметара снаге.

		Gear 1	Gear 2
Power	P	6.388 kW	6.197 kW
Speed	n	416.66 rpm	383.33 rpm
Torque	T	146.414 N m	154.371 N m
Efficiency	η	0.970 ul	
Tangential Force	F_t	2891.958 N	
Normal Force	F_n	3077.558 N	
Radial Force (direction 1)	F_{r1}	774.631 N	712.661 N
Radial Force (direction 2)	F_{r2}	774.631 N	712.661 N
Axial Force (direction 1)	F_{a1}	712.661 N	774.631 N
Axial Force (direction 2)	F_{a2}	712.661 N	774.631 N
Circumferential Speed	v	2.209 mps	
Resonance Speed	nE1	13694.441 rpm	

Табела 8. Оптерећење зупчаника

У табели 9, приказани су фактори контакта.

Elasticity Factor	Z_E	191.646 ul	
Zone Factor	Z_X	2.495 ul	
Contact Ratio Factor	Z_ϵ	0.879 ul	
Bevel Gear Factor	Z_k	0.850 ul	
Single Pair Tooth Contact Factor	Z_B	1.011 ul	1.000 ul
Life Factor	Z_N	1.000 ul	1.000 ul
Lubricant Factor	Z_L	0.967 ul	
Roughness Factor	Z_R	1.000 ul	
Speed Factor	Z_v	0.966 ul	
Xelix Angle Factor	Z_β	1.000 ul	
Size Factor	Z_X	1.000 ul	1.000 ul

Табела 9. Фактори контакта

У табели 10, приказани су степени сигурности. Одавде се може видети да зупчаници имају већи степен сигурности од препоручених вредности.

Factor of Safety from Pitting	S_X	1.922 ul	1.943 ul
Factor of Safety from Tooth Breakage	S_F	3.790 ul	3.840 ul
Static Safety in Contact	S_{Xst}	1.315 ul	1.329 ul
Static Safety in Bending	S_{Fst}	8.272 ul	8.366 ul
Check Calculation		Positive	

Табела 10. Степени сигурности

На слици 24, приказан је изглед коничног зупчастог пара, добијен на основу свих претходно наведених параметара у оквиру поменутог софтверског пакета.

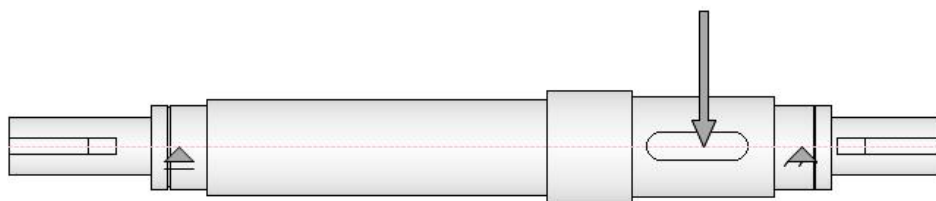


Слика 24. Конични пар 1-2

8.6. Прорачун вратила

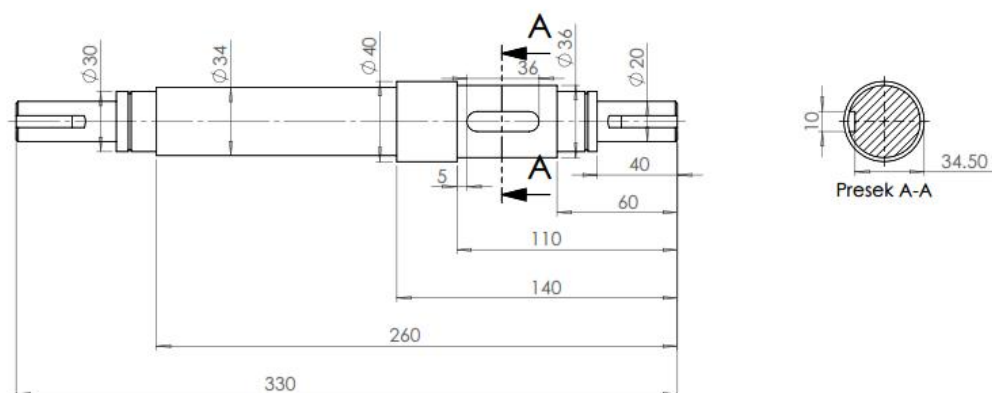
Вратила су машински елементи који служе као носачи обртних машинских делова - зупчаника, каишника, ланчаника, фрикционих точкова, спојница и др. Омогућују њихово спајање у ротациону целину, преносе попречне и уздужне силе и обртне моменте, стварају могућност за остваривање ротације потребном брзином.

На слици 25, приказана је шема оптерећења вратила *I*. На основу активних сила које се јављају на месту коничног зупчаника, чији је прорачун приказан у предходном поглављу, у софтверском пакету добијен је изглед вратила.



Слика 25. Шема оптерећења вратила I

На слици 26, приказано је вратило I са основним димензијама и одговарајућим мерама за клин.



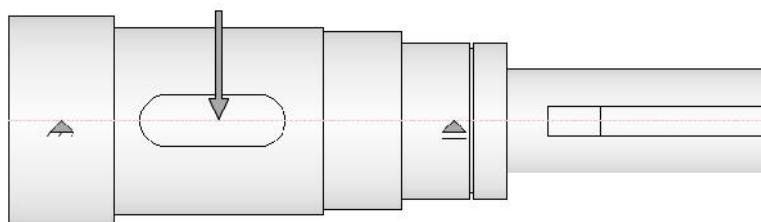
Слика 26. Основне димензије вратила I

На слици 27, приказан је коначни изглед пројектованог вратила I.



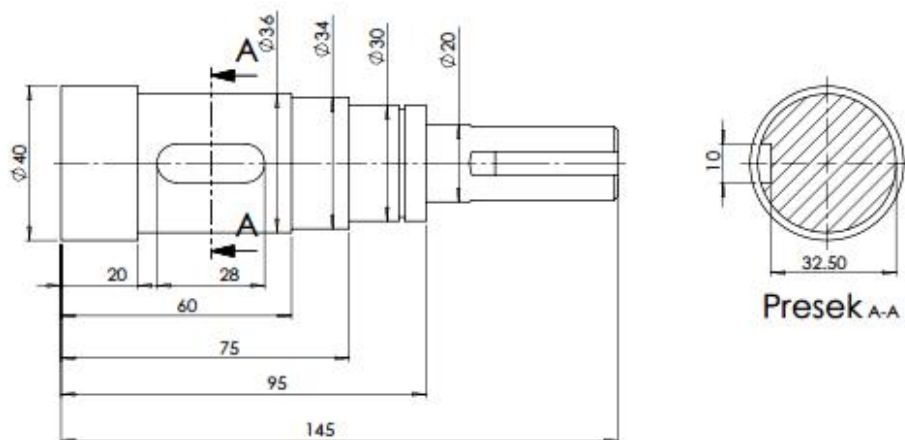
Слика 27. Коначан изглед вратила I

На слици 28, приказана је шема оптерећења вратила II. Активна сила јавља се на месту коничног зупчаника 2.

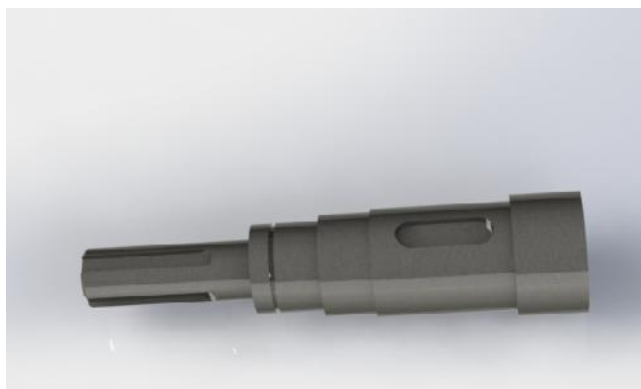


Слика 28. Ограничење и оптерећење вратила II

Основне димензије вратила II приказане су на слици 29, док је коначан изглед пројектованог вратила приказан на слици 30.

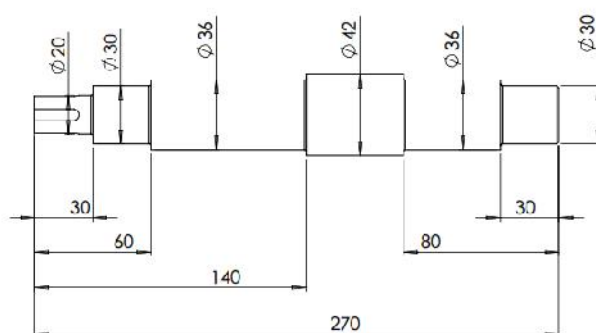


Слика 29. Основне димензије вратила II



Слика 30. Коначан изглед вратила II

На слици 31, приказано је вратило III са основним димензијама, на које ће бити постављени каишни преносници, који ће у даљем раду бити прорачунати.



Слика 31. Основне димензије вратила III

На слици 32, приказан је коначан изглед моделираног вратила III.



Слика 32. Коначан изглед вратила III

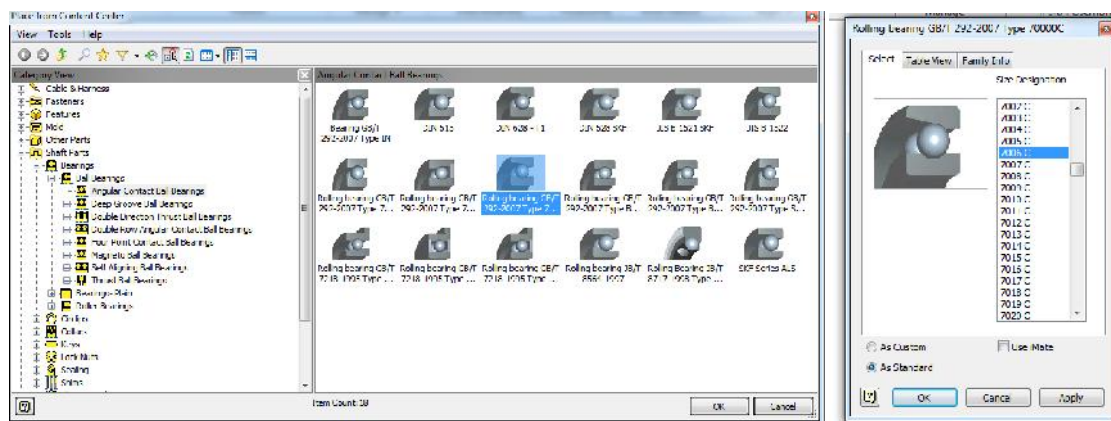
8.7. Избор лежајева

Котрљајни лежајеви су машински склопови који се најчешће уграђују у ослонце вратила и осовина. Њихова основна улога је преношење оптерећења, са покретних на непокретне делове машина и обезбеђење услова за релативно кретање обртних делова.

Котрљајни лежајеви су стандардни елементи и производе се у специјализованим фабрикама. Стандардима су прописани облици и мере, називи и начин означавања, материјал, начин уградње итд.

За ослањање вратила код пројектованог редуктора у овом раду користиће се лежајеви из серије 70. Ово су лежајеви са куглицама са косим додиром. Преносе радијална оптерећења и аксијалну силу само у једном смеру. Уграђују се обавезно у пару и монтирају се тако да могу да прихвате аксијалну силу и у једном и у другом смеру. Код ових лежајева потребно је омогућити подешавање аксијалног зазора.

У оквиру картице *Content Center* у софтверском пакету *Autodesk Inventor 2013* извршен је избор лежаја на месту ослонца, као на слици 33.



Слика 33. Избор лежаја на месту ослонца

Изабрани лежај има ознаку 7006 C. Основне мере лежаја дате су на слици 34. Основне мере су унутрашњи пречник, спољашњи пречник, ширина лежаја а такође и статичка моћ ношења и динамичка моћ ношења.

Row/Status	Size Designation	Shaft Diameter [mm]	Outer Diameter [mm]	Bearing Width [mm]	Edge Margin [mm]	Total Width [mm]	Dynamic Load Rating [kN]	Static Load Rating [kN]	Designation
99	7000 C	10	26	8	0.3	0.3	4.92	2.25	7000 C
100	7001 C	12	28	8	0.3	0.3	5.42	2.65	7001 C
101	7002 C	15	32	9	0.3	0.3	6.25	3.42	7002 C
102	7003 C	17	35	10	0.3	0.3	6.6	3.85	7003 C
103	7004 C	20	42	12	0.6	0.6	10.5	6.08	7004 C
104	7005 C	25	47	12	0.6	0.6	11.5	7.45	7005 C
105	7006 C	30	55	13	1	1	13.2	10.2	7006 C
106	7007 C	35	62	14	1	1	19.5	14.2	7007 C
107	7008 C	40	68	15	1	1	20	15.2	7008 C
108	7009 C	45	75	16	1	1	25.8	20.5	7009 C
109	7010 C	50	80	16	1	1	26.5	22	7010 C
110	7011 C	55	90	18	1.1	1.1	37.2	30.5	7011 C
111	7012 C	60	95	18	1.1	1.1	38.2	32.8	7012 C
112	7013 C	65	100	18	1.1	1.1	40	35.5	7013 C
113	7014 C	70	110	20	1.1	1.1	48.2	43.5	7014 C
114	7015 C	75	115	20	1.1	1.1	49.5	46.5	7015 C
115	7016 C	80	125	22	1.5	1.5	58.5	55.8	7016 C
116	7017 C	85	130	22	1.5	1.5	60.5	58.5	7017 C

Слика 34. Основне мере лежаја 7006 C

Исти поступак се понавља и за остале лежајеве, на вратилу I, вратилу II и вратилу III.

8.8. Кућиште редуктора

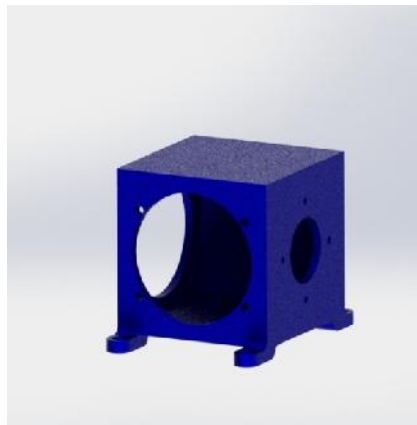
Кућиште треба да обједини све елементе редуктора у једну целину, да их заштити од спољашњих утицаја, а истовремено да буде резервоар уља за подмазивање.

Кућишта се могу израђивати:

- ливењем
- заваривањем

Без обзира на начин израде, свако кућиште мора да има неке елементе да би могло да изврши своју функцију.

Кућиште пројектованог редуктора приказано је на слици 35. Ово кућиште израђено је ливењем. Ливена кућишта се израђују од сивог лива. Ливење се користи за серијску производњу редуктора јер се могу се израђивати веома сложени облици.



Слика 35. Кућиште редуктора

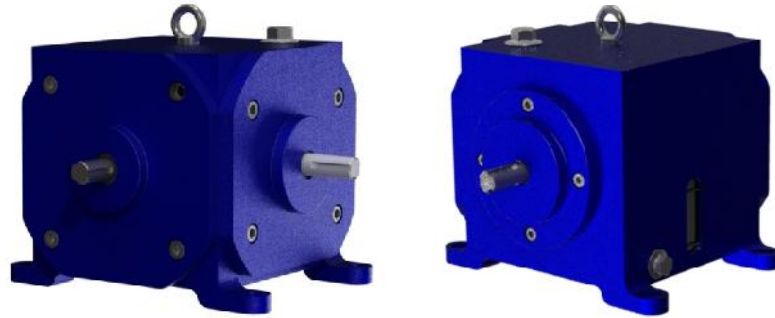
На кућишту су наварене стопе чији је задатак да се преко вијака обезбеди стабилна веза са подлогом.

8.9. Остали елементи редуктора

Да би се омогућили транспорт и монтажа редуктора треба предвидети елементе за транспорт. Ови елементи служе да омогуће транспорт помоћу дизалица. Ово је обезбеђено помоћу вијка са прстенастом главом.

За показивање нивоа уља на кућишту редуктора постоји стаклени поклопац, на којем постоје 2 линије које показују минималну и максималну количину уља у редуктору.

На редуктору постоје још и отвор за сипање уља и отвор за испуштање уља или одушак. На слици 36, приказан је коначан изглед пројектованог једноступеног редуктора.



Слика 36. Коначан изглед једноступеног редуктора

8.10. Каишни преносници

Каишни, односно ремени парови, омогућују преношење механичке енергије између вратила на растојању. Својим радом не стварају динамичка оптерећења, буку нити вибрације, а при томе се не појављују зазори у преноснику, какав је случај са зупчастим преносницима. Радно оптерећење посредством каишног пара могуће је пренети на два начина:

1. посредством силе трења на контакту између каишника и каиша
2. захватањем зубаца каиша са зупцима каишника

Начин преношења радног оптерећења како је претходно наведено, представља један од начина поделе каишних парова.

Други начин поделе може се извршити на основу облика профила каишног пара и то на:

- пљоснате
- зупчасте
- клинасте

8.10.1. Прорачун каишног преносника I

У овом делу биће извршен прорачун каишног преносника, који се користи како би се повећао број обртаја, већ димензионисаног вратила II. Профил каишног пара је клинасти.

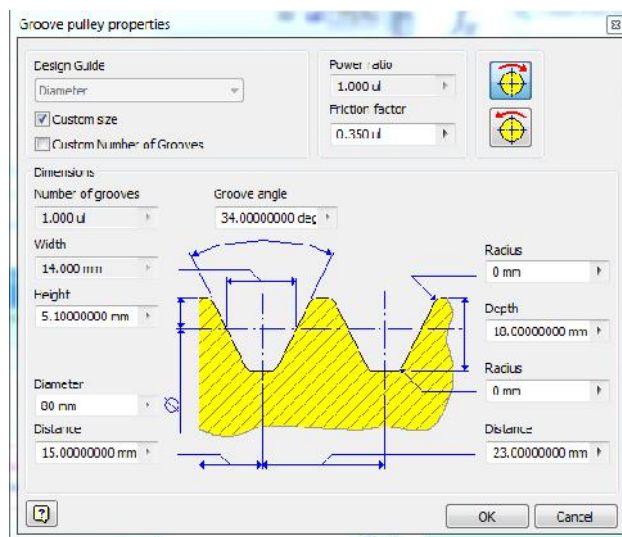
У софтверском пакету у оквиру модула *V-Belts Component Generator* урађен је прорачун каишног преносника.

Прорачун је урађен по *DIN* стандарду а изабран је каиш ознаке *V-Belt DIN 2215*. У табели 11, приказане су геометријске мере и карактеристике усвојеног каиша.

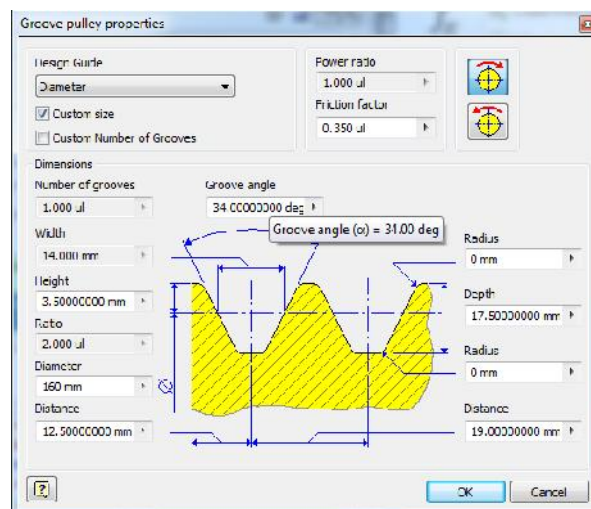
Size		17 x 1057
Number of belts	z	1.000 ul
Wedge angle	α	40.00 deg
Width	b	17.000 mm
Height	h	11.000 mm
Datum width	b_w	14.000 mm
Datum length	L_d	1100.000 mm
External length	L_e	1126.115 mm
Internal length	L_i	1057.000 mm
Length correction factor	c_3	0.870 ul
External line offset	H_w	4.156 mm
Pitch line offset	a	0.000 mm
Minimum recommended pulley datum diameter	D_{wmin}	112.000 mm
Maximum flex frequency	f_{max}	60.000 Hz
Maximum belt speed	v_{max}	30.000 mps
Specific mass	m	0.170 kg/m
Base power rating	P_{RB}	0.260 kW

Табела 11. Геометријске мере и карактеристике каиша ознаке *V-Belt DIN 2215*

На слици 37 и 38, дати су профили и карактеристике погонског и гоњеног каишника.



Слика 37. Профил погонског каишника



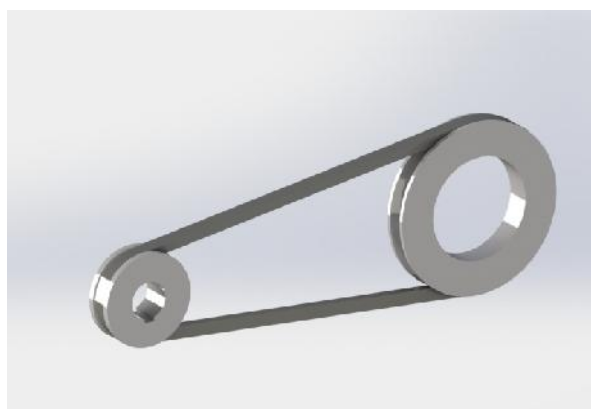
Слика 38. Профил гоњеног каишника

У табели 12, дати су радни услови, фактори каишника и оптерећења каишног преносника I.

Power	P	6.197 kW
Torque	T	154.376 N m
Speed	n	383.330 rpm
Efficiency torque factor	η_t	0.970 ul
Efficiency	η	0.963 ul
Belt slip	s	0.007 ul
Arc of contact correction factor	c_1	0.970 ul
Service factor	c_2	1.200 ul
Resultant service factor	c_{PR}	0.021 ul
Length correction factor	c_3	0.870 ul
Number of belts correction factor	c_4	1.000 ul
Number of pulleys correction factor	c_5	1.000 ul
Modify friction with speed factor	f_{mod}	0.012 s/m
Tension factor	k_1	1.500 ul
Belt Speed	v	20.55 mps
Belt flex frequency	f_b	2.919 Hz
Number of belts required	z_{er}	2 ul
Effective pull	F_p	310.8 N
Centrifugal force	F_c	330.25 N
Belt installation tension	F_t	170.4 N
Maximum tension in belt span	F_{tmax}	185.85 N

Табела 12. Резултати анализе каишног преносника I

На слици 39, приказан је коначан изглед прорачунатог каишног преносника.



Слика 39. Коначан изглед каишног преносника I

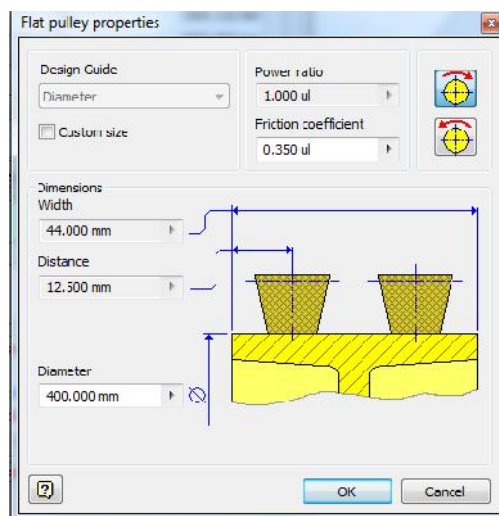
8.10.2. Прорачун каишног преносника II

У табели 13, приказане су геометријске мере и карактеристике усвојеног каиша, ознаке *V-Belt DIN 2215*.

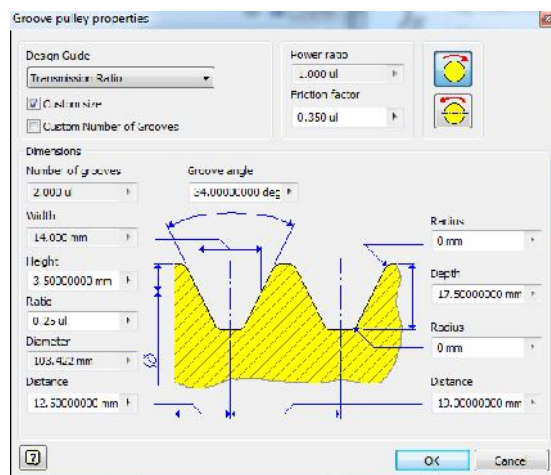
Size		17 x 1500
Number of belts	z	2.000 ul
Wedge angle	α	40.00 deg
Width	b	17.000 mm
Height	h	11.000 mm
Datum width	b_w	14.000 mm
Datum length	L_d	1543.000 mm
External length	L_e	1569.115 mm
Internal length	L_i	1500.000 mm
Length correction factor	c_3	0.910 ul
External line offset	H_w	4.156 mm
Pitch line offset	a	0.000 mm
Minimum recommended pulley datum diameter	D_{wmin}	112.000 mm
Maximum flex frequency	f_{max}	60.000 Hz
Maximum belt speed	v_{max}	30.000 mps
Specific mass	m	0.170 kg/m
Base power rating	P_{RB}	1.448 kW

Табела 13. Геометријске мере и карактеристике каиша

На сликама 40 и 41, дати су профили и карактеристике усвојених каишника, гоњеног и погонског.

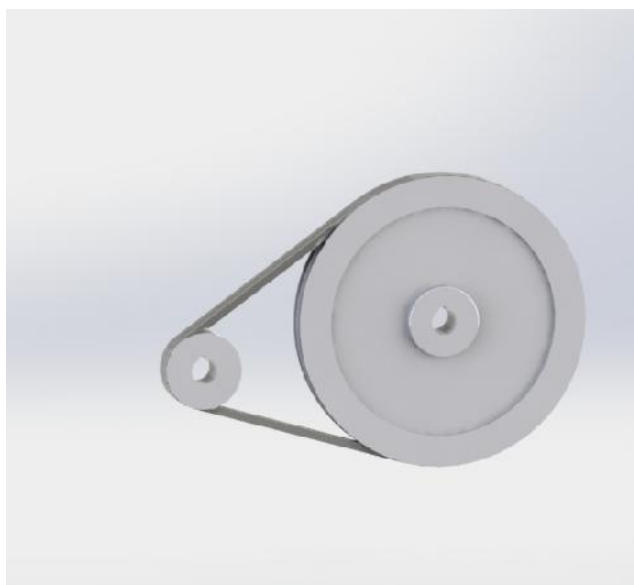


Слика 40. Мере погонског каишника



Слика 41. Мере гоњеног каишника

На слици 42, приказан је коначан изглед каишног преносника II.



Слика 42. Коначан изглед каишног преносника II

8.11. Карданска вратила

Карданско вратило је систем од два или више вратила повезаних кардановом спојницом. То је "изломљено" вратило, тј. систем који омогућава нагињање, па и транслацију осе вратила којим се преноси снага, што га чини веома погодним за пренос снаге од погонске до радне машине.

Код кардановог вратила са две спојнице, средишње вратило обично има клизни механизам (променљиве је дужине), што омогућава подизање и спуштање једне карданове спојнице у односу на другу.

Карданско вратило у овом раду ће се користити за повезивање излазног вратила редуктора са вратилом на коме су постављени каишни преносници.

На слици 43. приказан је модел карданског вратила. Дужина вратила је 370 mm.



Слика 43. Модел карданског вратила

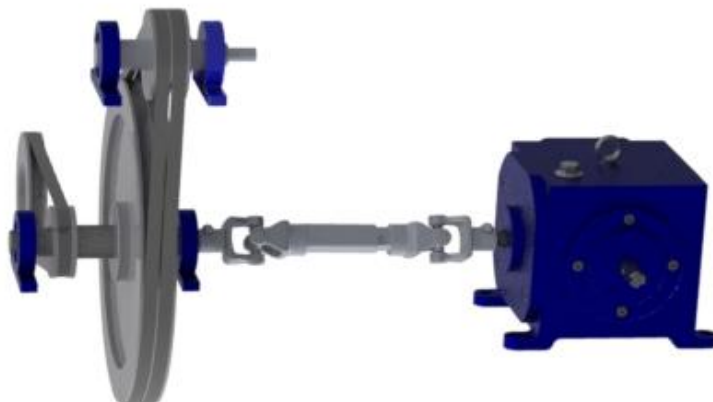
8.12. Кућиште лежајева

Кућиште лежајева има основну функцију да врши ослањање лежајева и вратила. Ово кућиште је непокретно и везује се вијчаном везом за шасију. Да би се осигурао лежај, коришћени су спољашњи прстенови. На слици 44, приказано је кућиште лежајева.



Слика 44. Кућиште лежајева

Коначан изглед трансмисије машине за припрему огревног дрвета приказан је на слици 45.



Слика 45. Коначан изглед трансмисије

8.13. Рам циркулара

Функција рама је пре свега, остваривање везе елемената циркулара са шасијом. Рам циркулара је заварен за шасију. Друга функција је да омогући ослањање кућишта лежајева и тестере циркулара.

Конструкција рама састоји се од спојених кутијастих профила, који су заварени. На раму су заварена и два профила да би се омогућила веза са носачем дрвета.

На слици 46, приказана је конструкција рама циркулара.



Слика 46. Конструкција рама

8.14. Носач дрвета

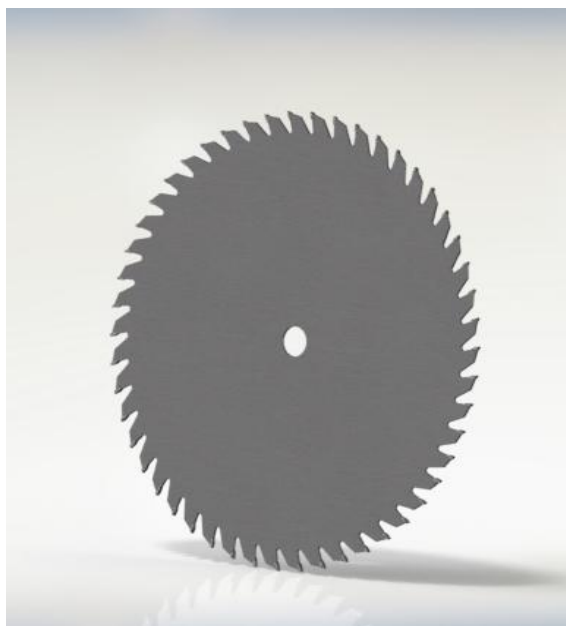
Носач треба да омогући потребну сигурност руковаоца при сечењу дрвета.. Конструкција носача је изведена спајањем кутијстих профила заваривањем. На носачу заварен је лимени део, на који се поставља дрво приликом сечења. На горњем делу носача налази се притисна ручица која служи да се дрво причврсти да не би дошло до окретања дрвета. Склоп носача приказан је на слици 47.



Слика 47. Склоп носача

8.15. Кружна тестера

Кружна тестера за дрво израђена је од каљеног челика како би што боље апсорбовала ударце и остала уравнотежена. Тестера мора бити израђена тако да буде што мање отпадака приликом сечења. На слици 48, приказан је модел кружне тестере чији је пречник 450 mm.



Слика 48. Модел тестере

Због сигурнијег рада и избегавања незгода приликом сечења тестера мора имати и поклопац. Поклопац је израђен од танког лима и у свом доњем делу има и специјални канал за одвођење пиљевине. На слици 49, приказан је поклопац тестере.



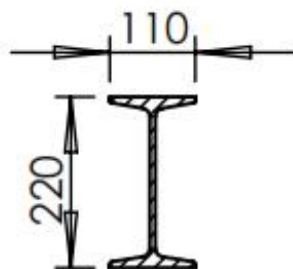
Слика 49. Поклопац тестере

8.16. Цепач

Под цепачем се подразумева хидраулични систем. Осим хидрауличних компоненти главни део цепача је постоље на којем су постављени сви остали елементи.

8.16.1. Стуб цепача

Стуб цепача чини у основи челични *I*-профил чији је попречни пресек дат на слици 49.



Слика 49. *I*-профил

На доњем делу стуба налази се постоље, које се састоји од плоче дебљине 15 *mm* и три челична *U*-профила уздужно постављених. На горњем делу стуба налази се полуотворено кућиште у коме ће касније бити смештен хидраулични цилиндар. На стубу је још заварена и плоча на коју се поставља разводник. На слици, приказан је стуб са својим саставним деловима.



Слика 50. Стуб цепача

8.17. Хидрауличне компоненте цепача

8.17.1. Клипна пумпа

Радни елемент клипне пумпе је клип који се креће транслаторно осцилаторно, при чему усисава и потискује радну течност. Радна комора клипне пумпе је простор између чела клипа и цилиндра. Клипне пумпе могу имати један или више цилиндра, као и могућност подешавања протока. Клипне пумпе се деле на аксијалне и радијалне. Код аксијалних клипних пумпи цилиндри су распоређени аксијално, односно паралелно са осом, док код радијалних клипних пумпи цилиндри су смештени радијално у односу на ротор, а осе цилиндра леже у истој равни.

У овом раду за покретање цепача коришћена је аксијална клипна пумпа са 6 клипа. Погон пумпе се добија од редуктора. Веза пумпе и редуктора остварује се карданским вратилом. Изабрана аксијална клипна пумпа је произвођача *Continental Hidraulics* и приказана је на слици 51 [8].



Слика 51. Аксијална клипна пумпа произвођача *Continental Hidraulics*

Карактеристике пумпе су:

- радни притисак 276 bar
- број обртаја минимално 500 min^{-1}
- снага 11 kW

8.17.2. Разводник

Разводник или разводни вентил је врста хидрауличног вентила који усмерава ток хидрауличног флуида у хидрауличком погону пропуштањем, затварањем или променом смера тока.

Тип разводника односно његова функција одређени су:

- бројем прикључака
- бројем разводних положаја
- начином активирања
- величином прикључака

Број прикључака је број места за спајање довода, одвода медија или отвора за испуст медија. Број разводних положаја је број функционалних стања која може имати разводник, а приказује се квадратима. Управљање разводником се врши ручицом. Разводник који је коришћен у овом раду је произвођача *Hydro Control* ознаке *HC-D10* и приказан је на слици 52.



Слика 52. Разводник *HC-D10*

Техничке карактеристике дате су у литератури [9].

8.17.3. Хидраулични цилиндри

Хидраулички цилиндар или линеарни хидраулички мотор је најчешћи извршни део у хидрауличком погону, који служи за претварање енергије хидрауличног флуида у механички рад (извршна сила се креће по правцу). Његова улазна величина јесте хидраулички флуид под притиском који делује на површину клипа хидрауличног цилиндра. Тиме узрокује праволинијско кретање клипа, а као последица тога и клипаче која је повезана са теретом. Тако се енергија хидрауличног медија претвара у проводљиву снагу која делује праволинијски. Хидраулички флуид углавном је минерално уље; у хидраулици се употребљавају и синтетичка уља и емулзије а све више и вода (водена хидраулика).

Хидраулични цилиндар је изведен као заварена конструкција. Цилиндар је од челичних цеви одговарајућег квалитета. Висококвалитетни заптивни материјал доприноси дугом веку и високој поузданости цилиндра у свим условима експлоатације.

Хидраулични цилиндар приказан је на слици 53. Клип цилиндра изведен је као челична шипка на коју је заварена секира цепача. Секира цепача је помоћу плоча и вијака причвршћена за стуб цепача. Цилиндар има два отвора за прикључак хидрауличних црева, за покретање и за враћање клипа. Пречник цилиндра 85 mm је а ход клипа је 440 mm.



Слика 53. Хидраулични цилиндар

У овом раду коришћен је још један хидраулични цилиндар који служи за окретање цепача приликом транспорт машине. На слици 54, приказан је други хидраулични цилиндар. Пречник цилиндра је 50 mm а ход клипа је 280 mm.



Слика 54. Хидраулични цилиндар за окретање џепача

8.17.4. Хидраулична црева

Хидраулична црева су намењена за трансфер хидрауличних флуида као што су: минерална уља, горива, угљоводоници, различите уљне емулзије на бази воде итд. Изабрана хидраулична црева су ознаке *1SN DN 19* и намењена су хидрауличним системима ниског и средњег притиска [10] . На слици 55, приказан је пресек изабраног хидрауличног црева.



Слика 55. Пресек хидрауличног црева ознаке *1SN DN 19*

8.18. Резервоар за уље

Резервоар служи за смештај уља. Резервоар је тако конструисан да је прикладан за брзу демонтажу и чишћење. Израђен је од челичног лима за заваривање. Са стране се налазе помоћни профили за везу са држачем резервоара. Резервоар за уље је запремине 30 l. На слици 56, приказан је резервоар.



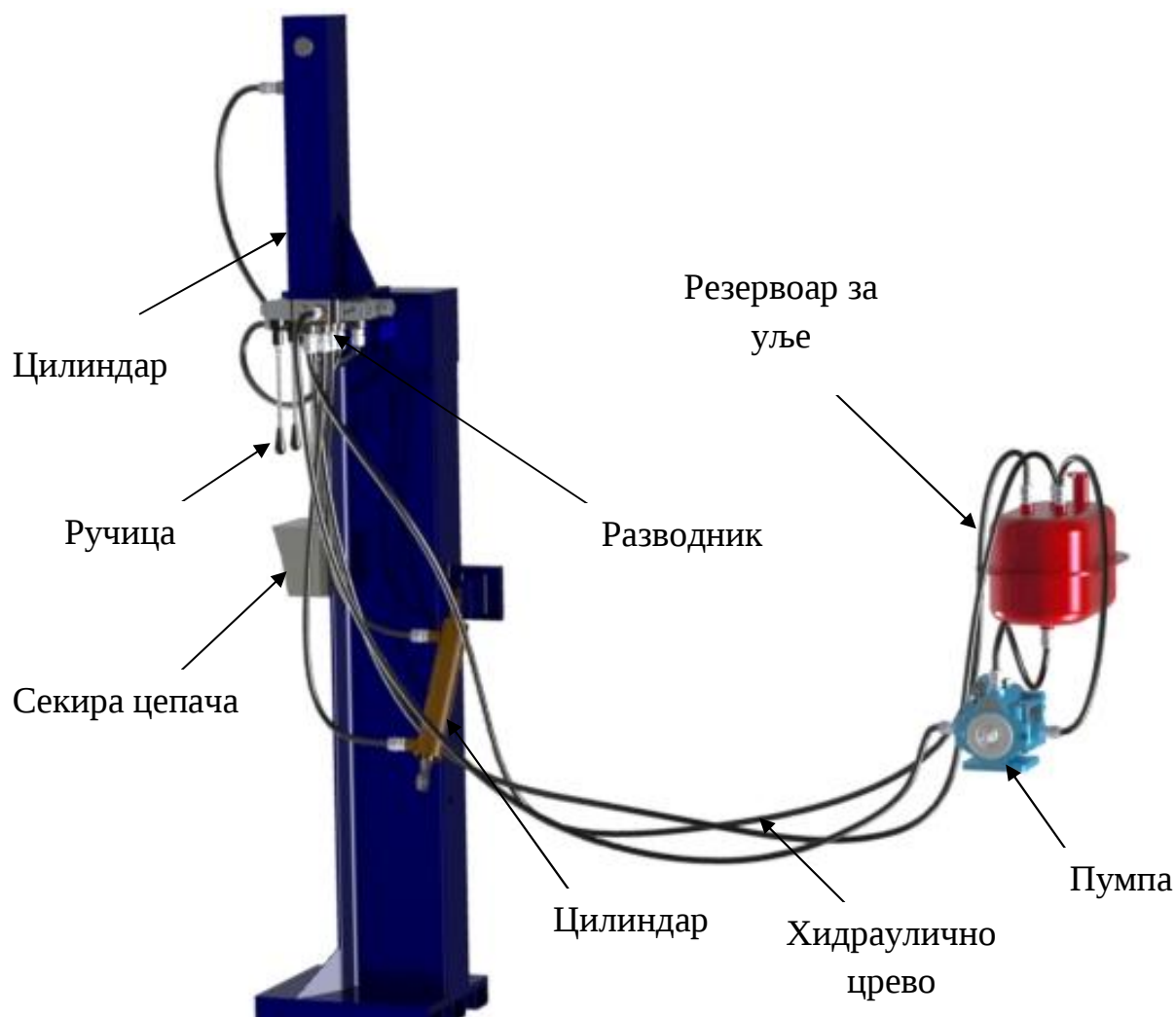
Слика 56. Резервоар

Носач резервоара приказан је на слици 57. Конструкцију носача чине заварени кутијаста профили. Носач је заварен за шасију машине. Веза са резервоаром остварена је завртњевима.



Слика 57. Носач резервоар

На слици 58, приказан је коначан изглед хидрауличне инсталације цепача машине за припрему огревног дрвета. На слици су приказани саставни делови инсталације.



Слика 58. Хидраулична инсталација

8.19. Тракасти транспортер

Тракасти транспортери спадају у групу најраспрострањенијих транспортера по својој примени за манипулацију материјала великих и малих запремина [11].

За тракасти транспортер се уопштено може рећи да је транспортни уређај који помоћу бескрајне траке преноси робу између две тачке по равним или косим путањама.

Основни и најважнији део транспортера са траком је бескрајна гумирана трака која служи као носач терета и вучно средство. Трака се води преко најмање два ваљка, једног погонског и другог затезног, који су постављени на крајеве носеће структуре. Њихово осно растојање дефинише транспортну удаљеност. Овде је реч о равној траци.

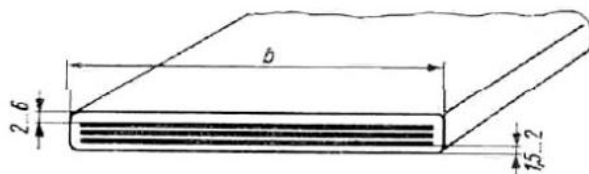
Основни елементи тракастог транспортера су поред равне траке, погонски ваљак или добош, затезни добош, елемент за затезање траке и четири кућишта са лежајевима.

8.19.1. Трака транспортера

Трака је основни и најодговорнији елемент транспортера . Трака треба да буде :

- а) гипка
- б) да има довољну јачину
- в) да је отпорна на хабање и ударе

Трака (слика 59) се састоји из носећих слојева (1) међусобно спојених гумирањем, при чему се на горњој радној страни траке поставља хабајући слој (2) дебљине 2 – 6 *mm* зависно од намене траке, а са доње стране ова дебљина је 1,5-2 *mm*

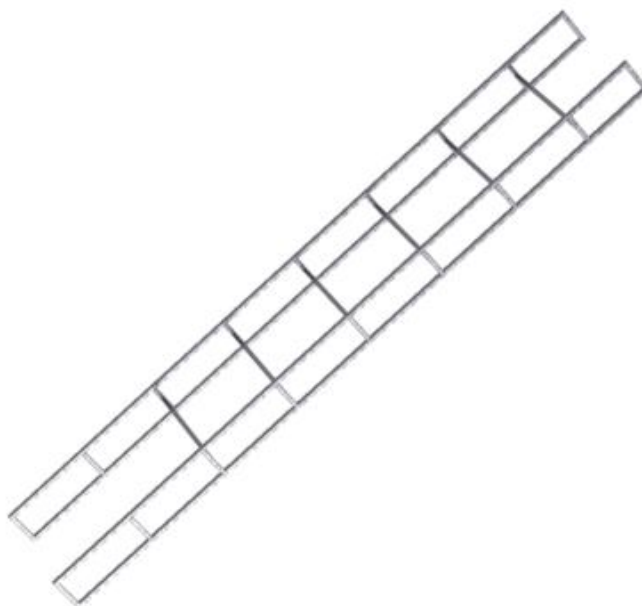


Слика 59. Равна трака

Трака која је коришћена у овом раду је гумена, ширине 400 *mm*.

8.19.2. Носећа структура

Делови транспортера монтирају се на носећу конструкцију која је причвршћена за шасију. Носећа структура је у облику решеткасте конструкције. На слици 60, приказана је основна носећа структура, добијена спајањем кутијастих профила, заваривањем.

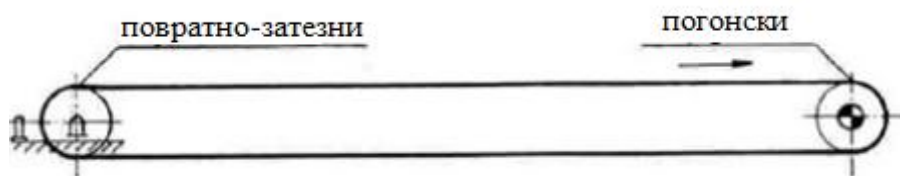


Слика 60. Носећа структура транспортера

8.19.3. Ваљак или добош

У овом раду ће се користити погонски добош и затезни добош. Функција добоша је да предају обртни моменат траци или да измене правац кретања траке. Добоши се ослањају на шасију помоћу лежајева и кућишта лежајева.

Израђују се ливењем или заваривањем. На слици 61, приказана је шема постављања добоша и траке.



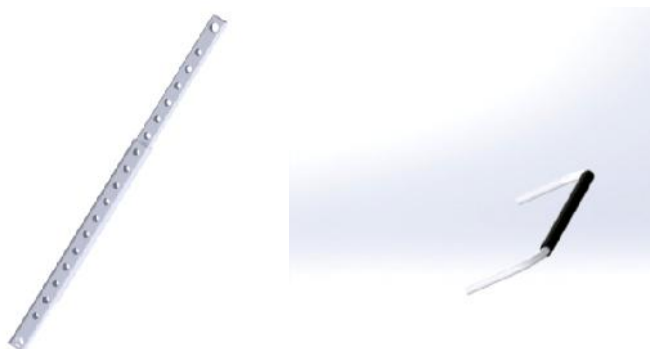
Слика 61. Шема добоша

8.19.4. Остали елементи транспортера

На траку транспортера постављени су профили који служе за транспорт дрвета. Постављени су уздуж траке на растојању од 400 mm.

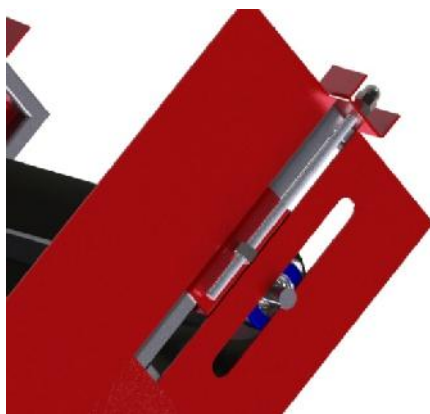
Са стране транспортера налазе се танки лимови који служе како не би дрво падало приликом транспортовања.

За подизање транспортера, односно промену висине транспортовања осмишљен је једноставан механизам. Два кутијаста профила, при чему се један убацује у други имају отворе по целој дужини и налазе се са обе стране транспортера. Када се транспортер подигне помоћу осовинице се фиксира положај. Подизање се врши ручно, где је ручица заварена за носећу структуру. На слици 62, приказани су склоп профила и ручица за подизање.



Слика 62. Склоп профила и ручица

Механизам за затезање траке (слика 63) састоји се од навојног вретена и навртке која је заварена за U- профил који клизи по носећој конструкцији.



Слика 63. Механизам за затезање траке

На слици 64, приказан је пројектовани транспортер са саставним деловима.



Слика 64. Пројектовани транспортер

8.20. Точкови машине

Точкови служе за ослањање возила, погон и управљање машином. Точкови се састоје од наплатка или фелне и пнеуматика. Пнеуматик је постављен на фелну која се завртњевима причвршћује за главчину.

Точкови се постављени на круту осовину, која се везује за шасију машине. На слици 65, приказани су точкови машине за припрему огревног дрвета. Точкови су наткривени чврстим лимом ткз. блатобраном.



Слика 65. Точкови машине

Код већине система крутог ослањања се користе уздужни лиснати гибњеви. У зависности од конструкције они могу да обезбеде делимичну или потпуну контролу осовине. Лиснати гибњеви нуде неколико предности, између осталих малу висину склопа, заузимају мало простора и стварају мала оптерећења на тачкама где се гибњеви везују за шасију јер су места везе на прилично великој међусобној удаљености.

Склоп задње круте осовине са лиснатим гибњевима, точкова, шасије и блатобрана приказан је на слици 66.



Слика 66. Склоп точкова и гибњева са шасијом

8.21. Систем за транспорт

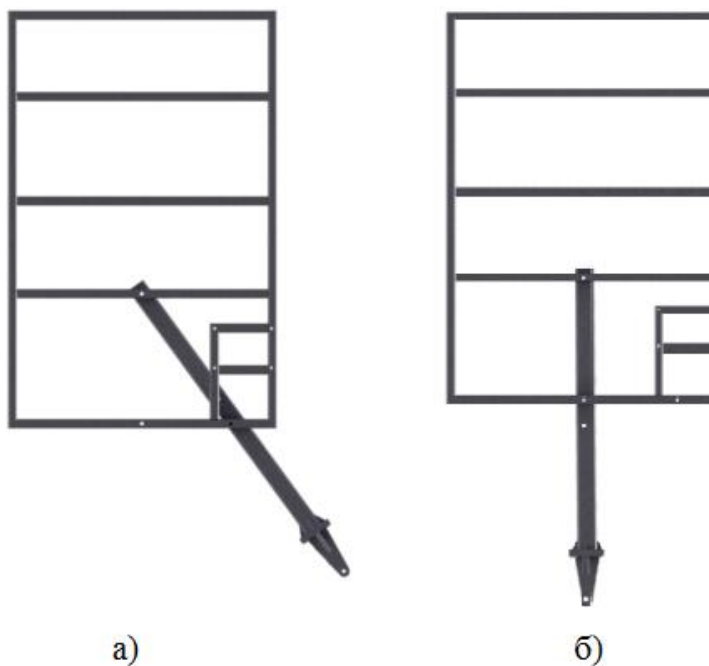
Систем за транспорт мора да омогући лако транспортовање машине до жељеног места. То се постиже преко руде. Руда је изведена тако да омогућава лако прикопчавање и откопчавање и то без опасности по руковаоца.

Руда је састављена од неколико делова. Веза са шасијом остварује се преко цеви кутијастог профила која се фиксира осовиницом. На цев је заварена плоча. Руда има вучно око које такође на себи има заварену плочу. Плоча вучног ока и плоча цеви спајају се вијчаном везом. Пречник вучног ока је 20 mm. На слици 67, приказан је склоп руде.



Слика 67. Скоп руде

Постоје два положаја руде и то, радни положај и транспортни положај. Приликом радног положаја машине руда се заокреће. Заокретање се врши осовиницом, која служи за спајање са шасијом. Када се одабере положај помоћу друге осовинице врши се фискирање одабраног положаја. На слици 68, приказани су положаји руде.



Слика 68. Положаји руде: а) радни б) транспортни

8.22. Механизам за подизање руде

Подизање руде а уједно и предњег дела машине остварује се једноставним механизмом навојног вретена који је приказан на слици 69.



Слика 69. Механизам за подизање

Механизам се састоји од челичне цеви на коју је заварена навртка. Кроз цев се провлачи навојно вретено на чијем крају постоји граничник. На навојно вретено заварена је ручица за окретање. Доњи део механизма чини постоље које служи за ослањање за подлогу. Када се руда закачи за трактор врши се подизање нако чега се убацује осовиница која везује постоље и навојно вретено. На цев механизма заварен је помоћни профил за везу са рудом.

Коначан изглед машине за припрему огревног дрвета приказан је на слици 70.



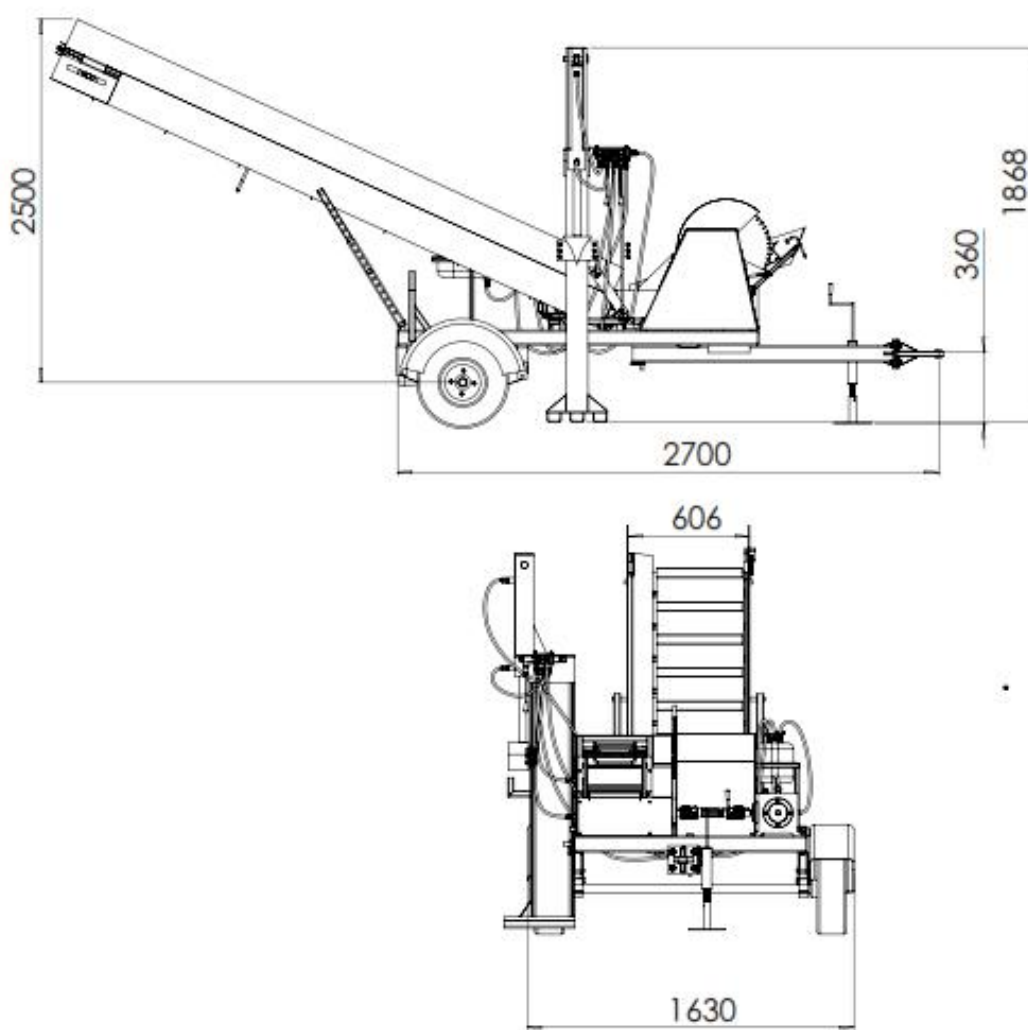
Слика 70. Коначан изглед машине за припрему огревног дрвета

9. Техничка документација

Завршна фаза у процесу конструисања је израда техничке документације. У овом делу биће приказане само габаритне димензије због великог броја делова конструкције. У раду је приложен технички цртеж машине за припрему огревног дрвета.

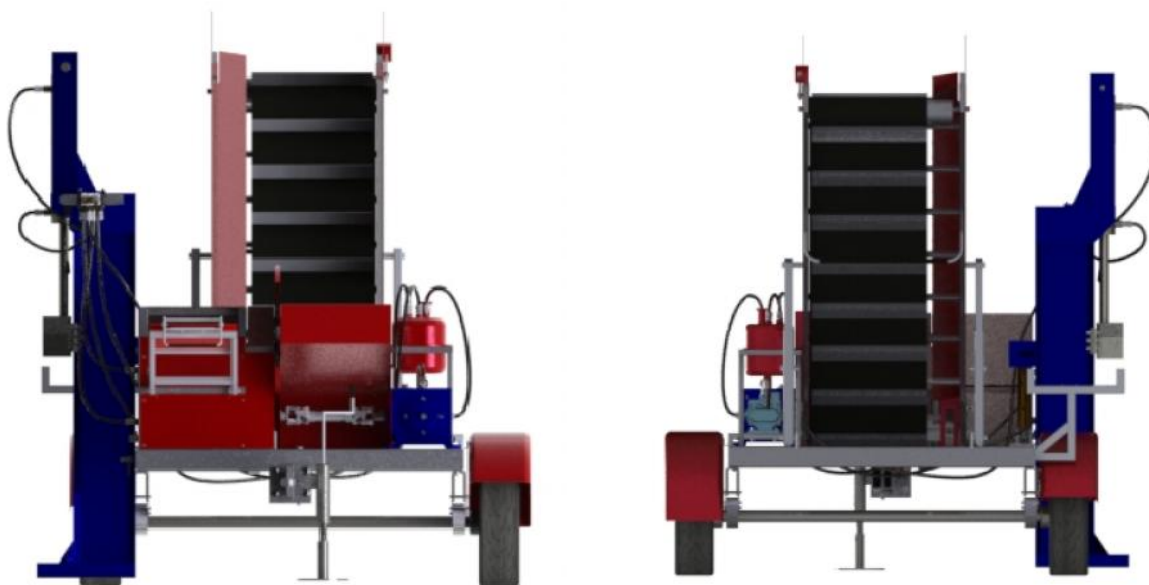
9.1. Технички цртеж

На слици 71, приказане су габаритне димензије машине за припрему огревног дрвета.



Слика 71. Габарити машине за припрему огревног дрвета

9.2. Техничко упуство



Техничке карактеристике машине за припрему огревног дрвета приказане су у табели 14.

Дужина цепаница	0,25 до 0,33 m
Пречник дрвета	до 0,7 m
Капацитет машине	1m ² за 15 min
Погон	од трактора
Потребна снага трактора	30 kW
Број обртаја прикључног вратила	416, 66 min ⁻¹
Габаритне димензије (ширина x дужина)	1630 x 2700 mm
Максимална висина дизања	2500 mm
Тежина са транспортером	760 kg

Табела 14 . Техничке карактеристике

Дуг век рада и поузданост зависе у великој мери од правилног коришћења и благовременог техничког одржавања, и због тога се треба добро проућити упуство пре него што се машина стави у погон

Строго придржавање мера безбедности и дословна примена правила управљања машином и њено правилно коришћење, обезбеђује потпуну безбедност рада на њој.

Техничко упуство машине:

1. Пре почетка рада детаљно прегледати трактор, прикључну машину и спојеве. Почети са радом, само ако је све потпуно исправно.
2. Руда машине и трактор треба да су чврсто спојени, да се спојеви не расклимају при ударима у току рада и при транспорту.
3. При позиционирању машине проверити да нема људи око машине
4. При пуштању машине у рад треба на трактору бити укључена паркирна кочница и блокирани точкови
5. Не померати трактор уколико:
 - Механизам за подизање није подигнут
 - Цепач није у транспортном положају
 - Руда није заокренута у транспортни положај
6. Уколико дође до кvara на машини одмах зауставити прикључно вратило а затим угасити трактор
7. Након завршетка рада проверити да ли је прикључно вратило потпуно престало са радом па тек онда одвојити карданско вратило од машине
8. Не обављати чишћење или подешавање за време рада прикључног вратила
9. Након дужег рада проверити количину уља у резервоару
10. Не вршити подешавање транспортера уколико машина ради
11. Вршити затезање транспортене траке након престанака рада прикључног вратила
12. Приликом сечења дрвета обавезно користити притисну ручицу

9.3 Фотореалистички приказ

У софверском пакету **Solid Works 2013**, у оквиру картице **PhotoView360** урађен је фотореалистички приказ машине за припрему огревног дрвета. На слици 72, приказана је машина позиционирана поред спакованог дрвета, у стоваришту.



Слика 72. Машина за припрему огревног дрвета у стоваришту

На слици 73, приказан је поглед спреда при транспорту машине.



Слика 73. Поглед спреда при транспорту машине

На слици 74, приказан је поглед са стране при транспорту машине.



Слика 74. Поглед са стране при транспорту машине

Закључак

Од великог значаја за саму машину, као и за њену даљу експлоатацију и одржавање, је управо конципирање и конструисања исте. Наведене фазе у развоју производа су битне јер управо се у њима дефинишу функције и предвиђају будућа унапређења.

Суштина техничког решења овог рада била је да се пројектује ефикасна машина која ће на неки начин заменити скупе аутоматизоване машине и бити доступна и мањим фирмама и стовариштима уз примену што већег броја стандардних делова.

Главна разлика у односу на остала техничка решења је у томе што се процес припреме врши обрнуто, то јест прво се врши цепање дрвета па тек онда сечење.

Циљ овог рада био је да се пројектује оптимално решење машине и да се уколико постоји могућност направи реална конструкција.

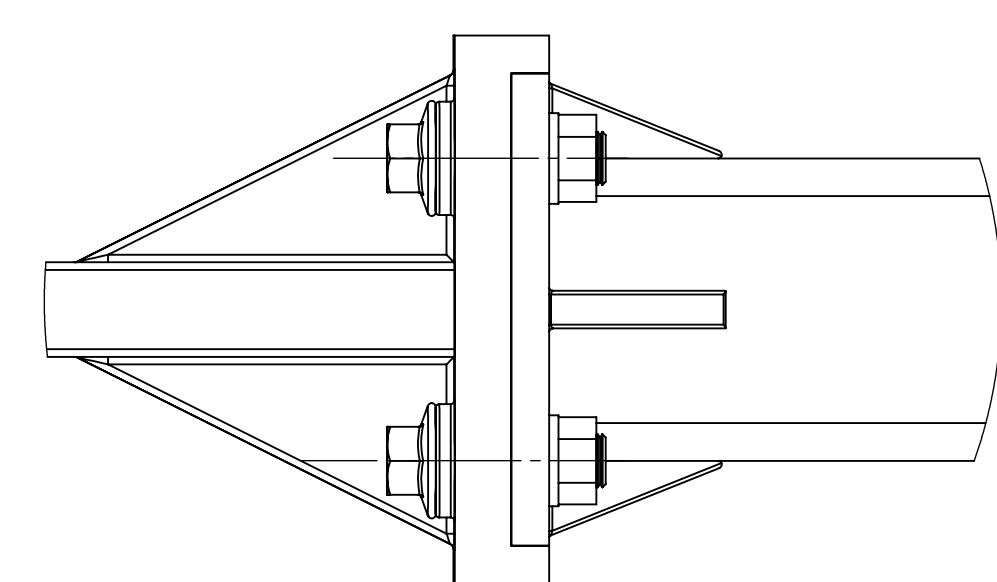
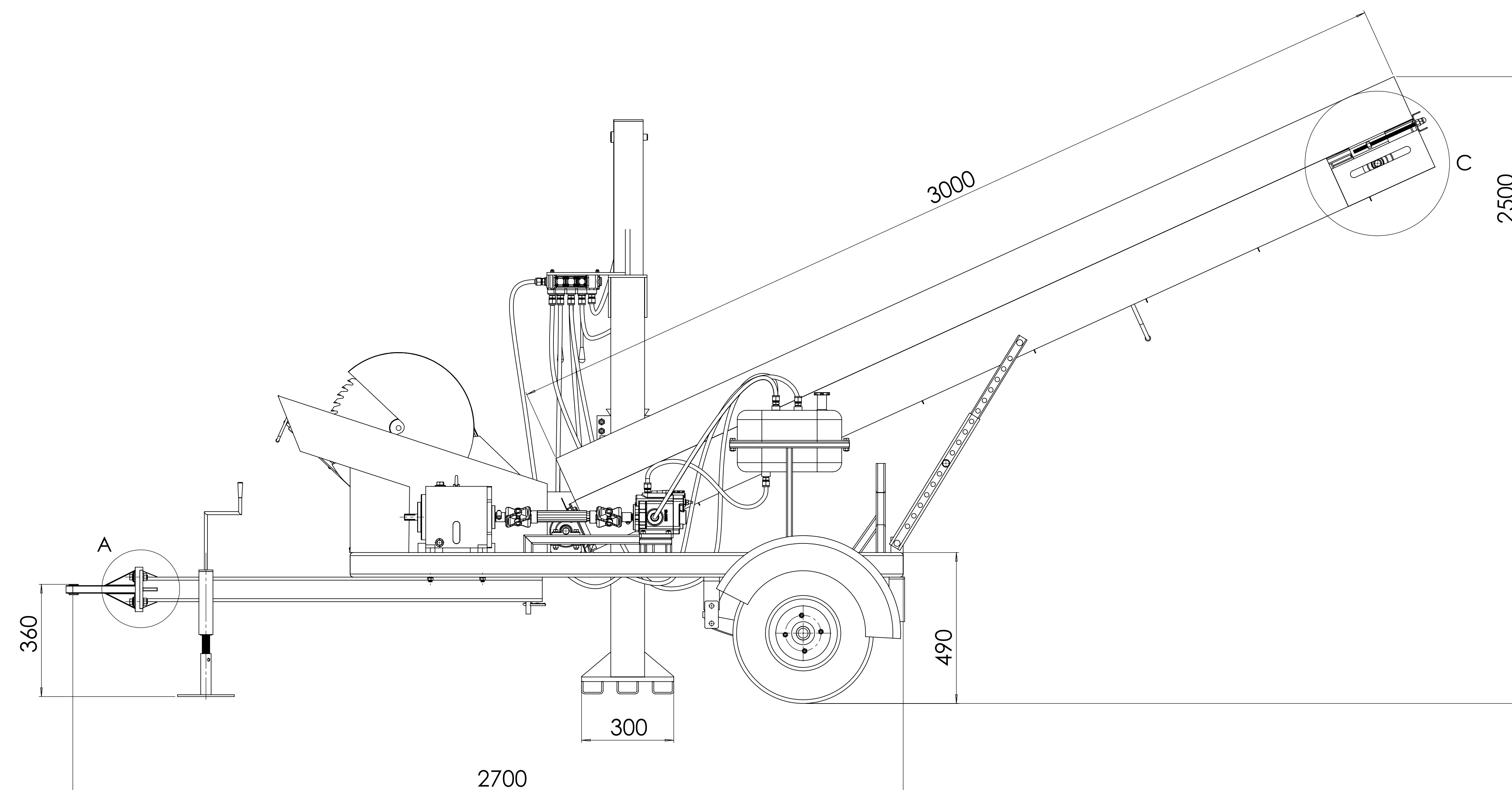
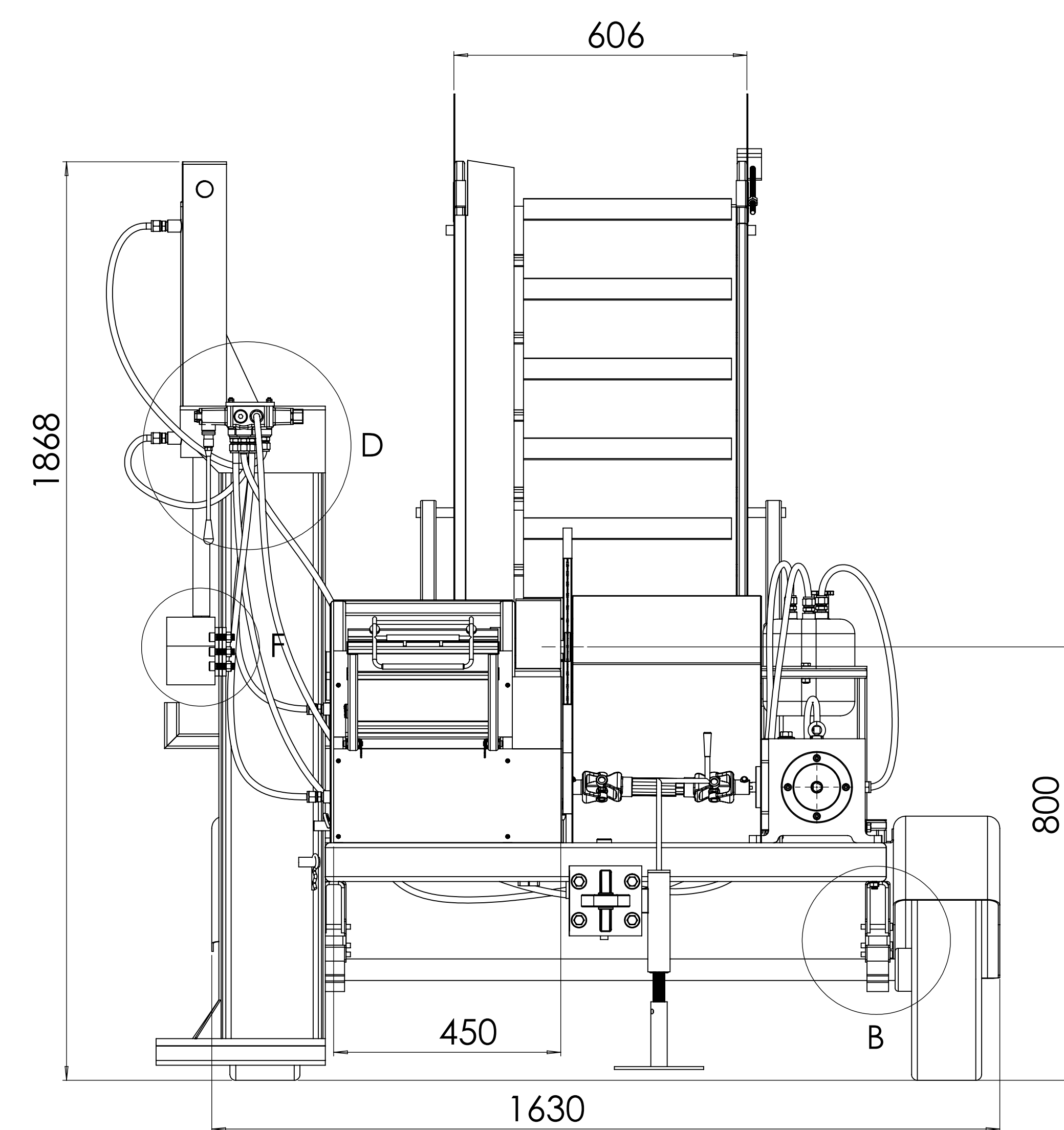
Применом CAD софтвера се веома брзо и лако документација може креирати и модификовати што знатно олакшава управљање процесима производње. Овакав начин рада знатно смањује трошкове производње и представља веома моћан алат у рукама инжењера.

Како би машина постигла што боље експлоатационе могућности неопходно је придржавати се техничког упуства.

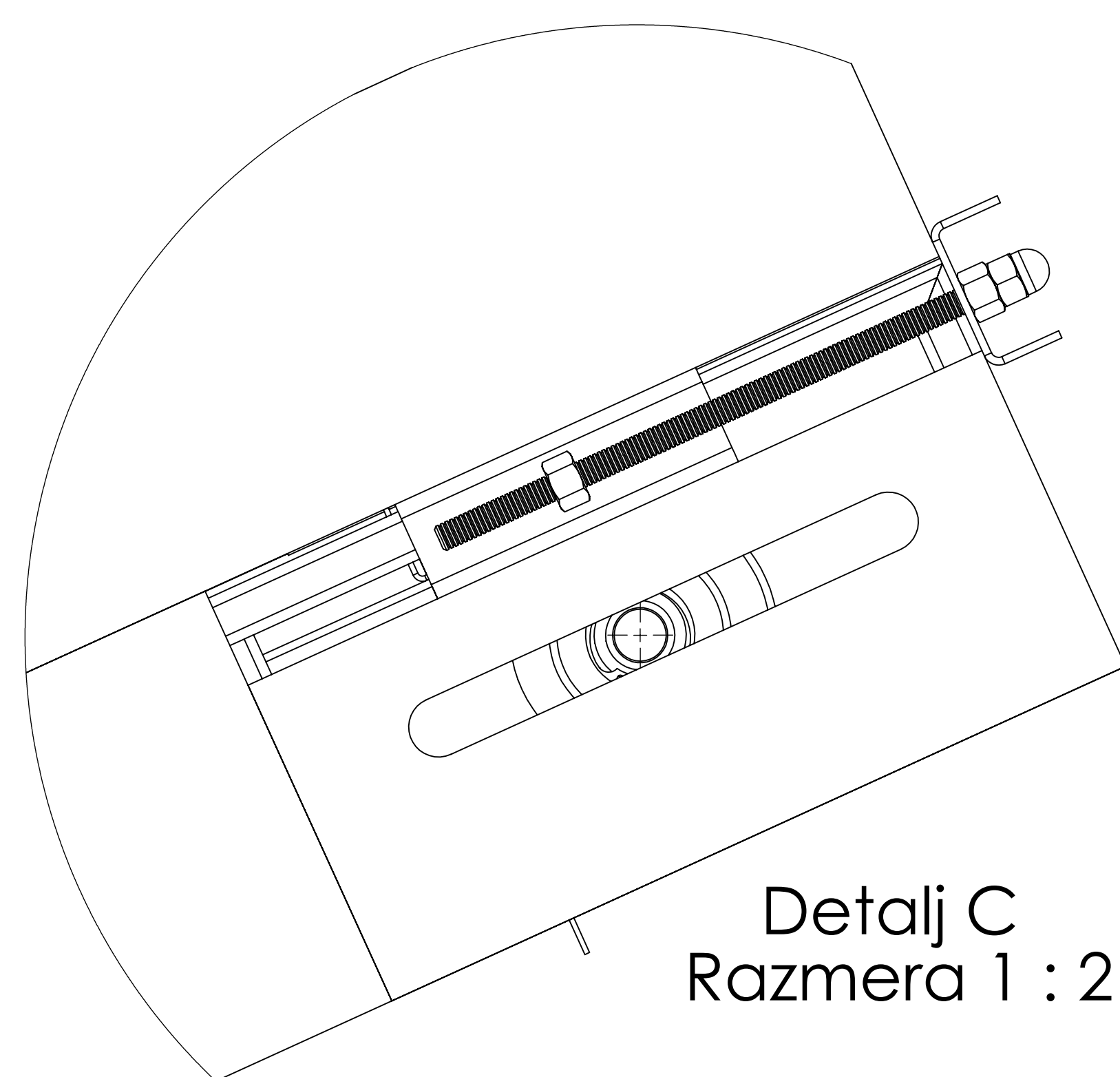
Неки даљи правац усавршавања ове конструкције била би анализа виталних делова ове машине где би се дошло до закључка да ли су сви услови у погледу издржљивости задовољени. Такође постоји могућност уградње неког другог система за погон где би се урадило поређење добијених експлоатационих резултата и утврдило који систем даје боље резултате са више аспеката.

Литература

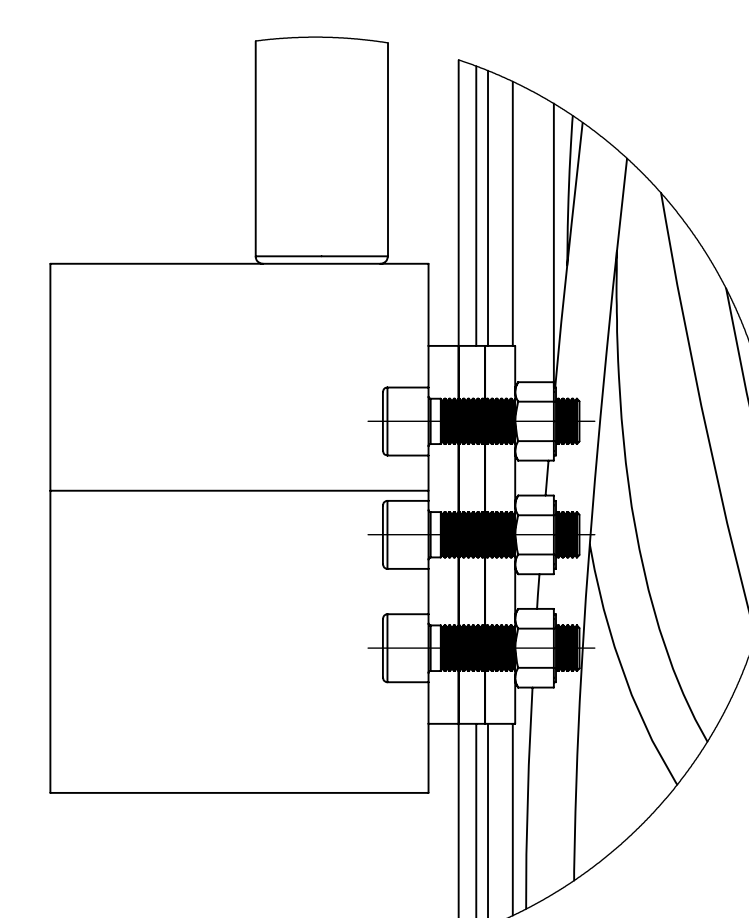
- [1] <http://sr.wikipedia.org/masina> (приступљено 15.04.2013)
- [2] Главоњић, Б. : *Дрвна горива: Врсте, карактеристике и погодности за грејање*, Шумарски факултет, Београд, 2011
- [3] Плавшић, Н. и група аутора: *Основи конструисања*, Машински факултет, Београд, 1999
- [4] Јовичић, С.: *Методe конструисања*, писани материјал, Машински факултет, Крагујевац, 1997.
- [5] Огњановић, М.: *Методика конструисања машина*, Машински факултет, Београд, 1990.
- [6] *Приручник за руковање и одржавање трактора ИМТ-540*, Индустија машина и трактора, Београд, 1976.
- [7] Вера Николић, *Машински елементи теорија, прорачун, примери*, Машински факултет Крагујевац, Крагујевац 2004.
- [8] Каталог-HPV 6 *Continental Hydraulics*
- [9] Каталог *Monoblock Valve HC-D10 Hydro Control*
- [10] <http://www.hidraulika-pneumatika.rs/hidraulicna-creva-sa-celicnim-armiranjem> (приступљено 10.10.2013)
- [11] Миливоје Ђуфиловић : *Транспортни системи прва књига*, Технички факултет, Чачак



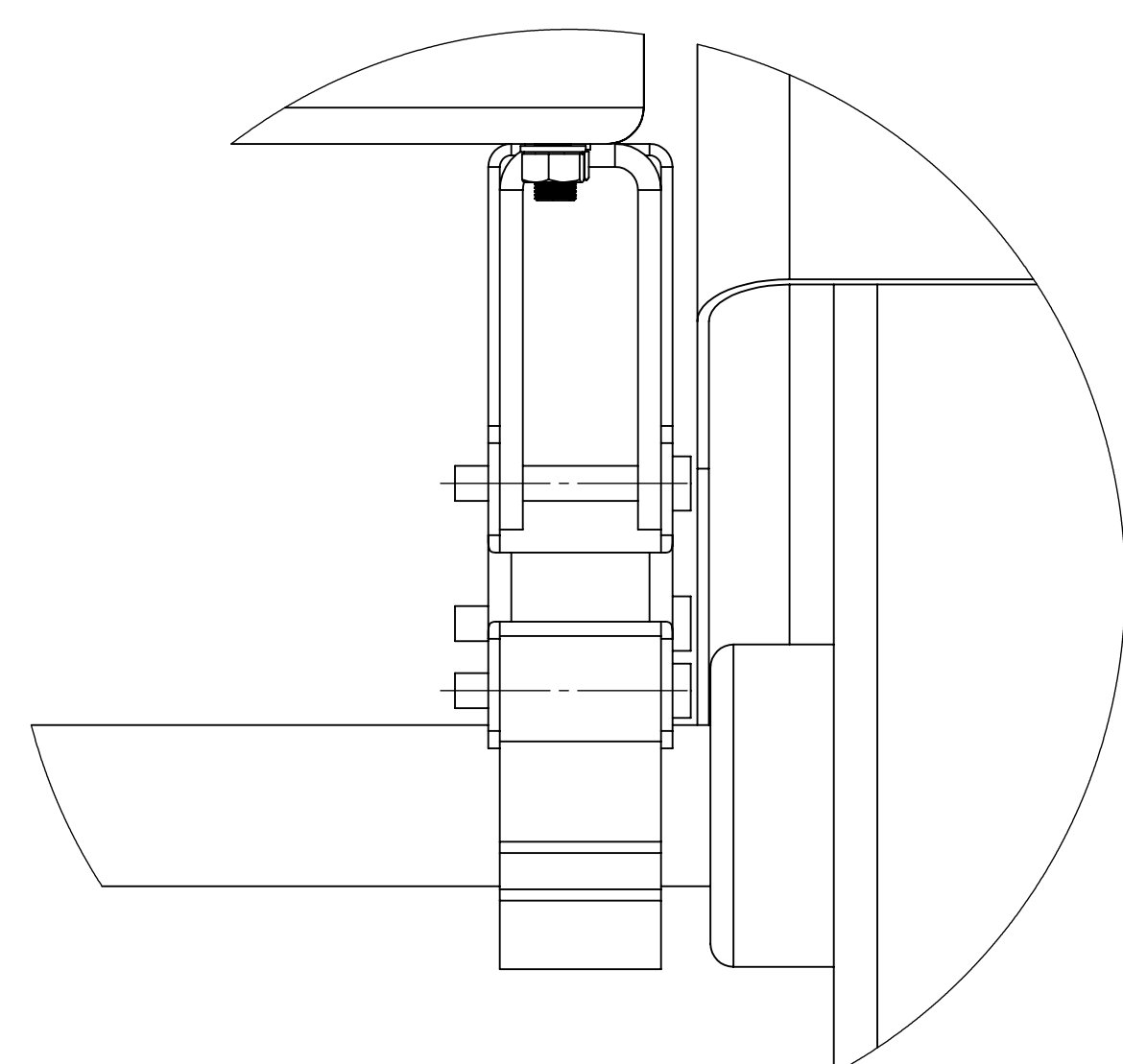
Detalj A
Razmera 1 : 2



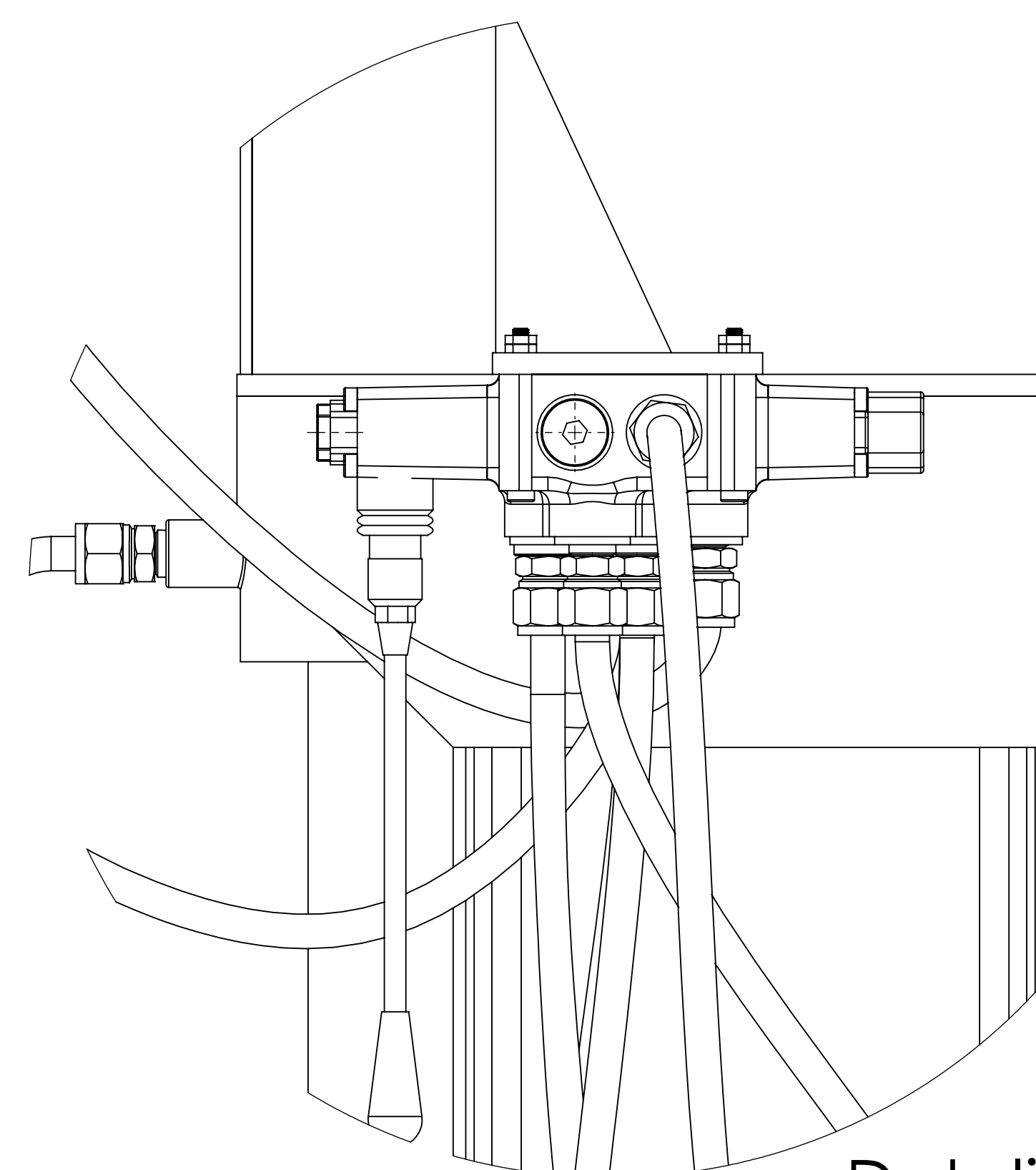
Detalj C
Razmera 1 : 2



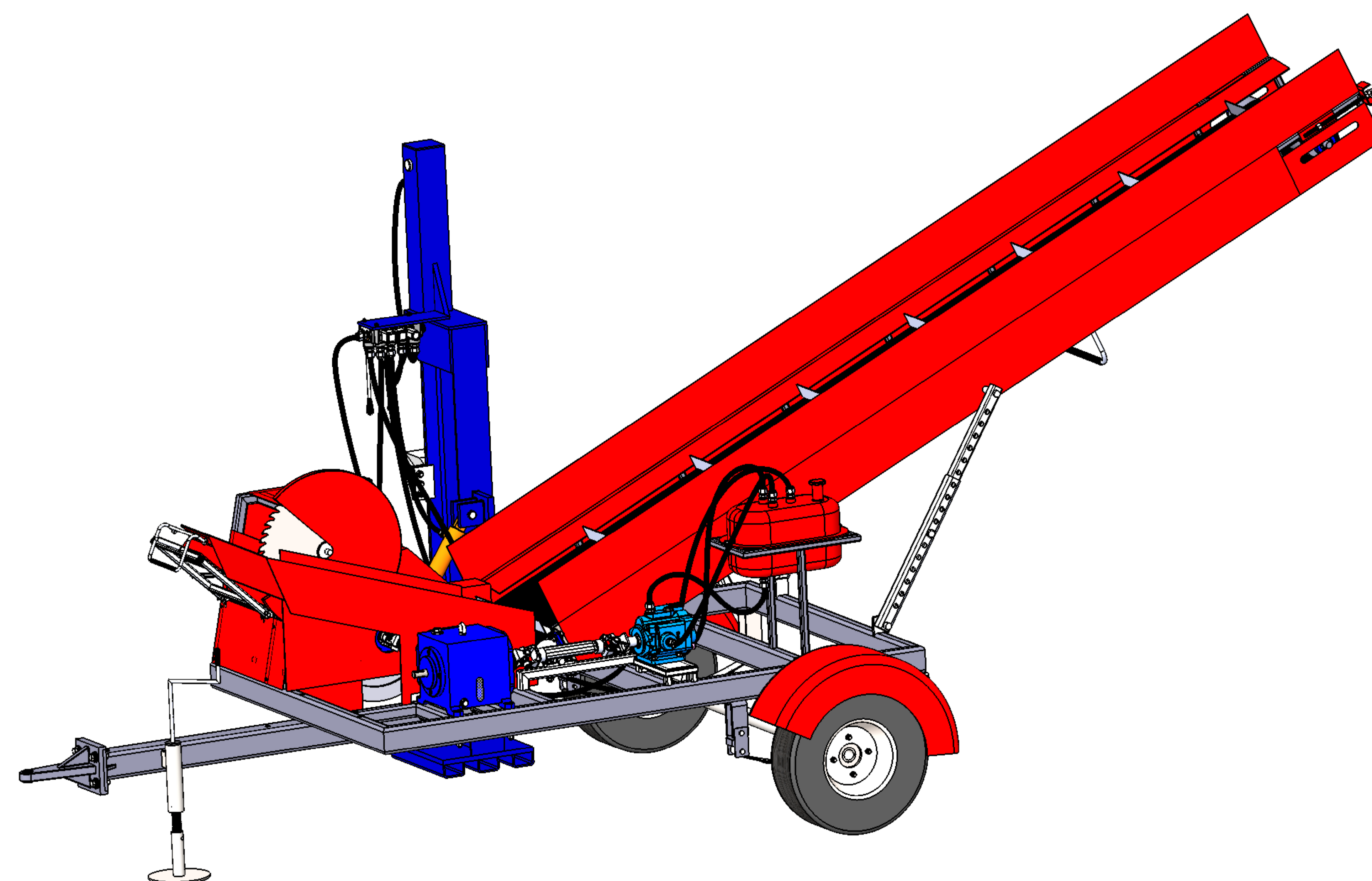
Detalj F
Razmera 1 : 2



Detalj B
Razmera 1 : 2



Detalj D
Razmera 1 : 2

[illegible]