

Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Енергетика и процесна техника

Предмет: Пренос снаге флуидом

Број индекса: 346/2010

Марко Ј. Стјепић

**Пројектовање хидрауличног система бродског
витла**

мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. проф. др Гордић Душан -ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да

Препоручена литература:

- [1] Гордић, Д. : Пренос снаге флуидом – Хидраулика, Машински факултет, Крагујевац, 2007
- [2] Савић, В. : Принципи пројектовања хидрауличних система, Машински факултет, Зеница, 1987
- [3] Candiff, J. : Fluid power circuits and controls, Biological System Engineering Department, Virginia Tech, USA, 2001

Крагујевац, јул 2012

ментор:

проф. др Гордић Душан

ПРЕДГОВОР

Овај мастер рад је део стипендијског програма Норвешке компаније Рап Марин Групе (eng *Rapp Marine Group*) који је трајао током 2011/2012. школске године. Идеја за тему овог рада потиче из фирме Рап Застава, која је у већинском власништву Рап Марин Групе, са којом је уговорна обавеза била посећивање фирме, Рап Заставе као и седишта компаније Рап Марин Групе, у одређеном временском периоду ради обављања студентске праксе.

Током боравка у поменутиим фирмама примећене су одређене потешкоће које се јављају при састављању хидрауличних компонената код једног хидрауличног витла које је у производном програму Рап Марин Групе. Одатле је потекла замисао и план директора Слободана Миловановића и аутора овог мастер рада шта би се могло урадити, како допринети побољшању и убрзању процеса састављања хидрауличне опреме.

Овај мастер рад је конципиран да усаврши процес састављања хидрауличних компоненти на једно бродско витло чију је конструкцију покушао да унапреди колега Матејић Милош, такође стипендиста Рап Марин Групе, у оквиру свог мастер рада. Након низ консултација одлучено је, уз помоћ ментора, да ће он извести две конструкције. Једну са погоном са једним хидромотором и другу конструкцију, прилагођену за три хидромотора, по добијеној спецификацији од Рап Марин Групе. Друга опција је изабрана ради олакшања конструкције, али пре свега због поузданости система. У овом мастер раду користе се поменуте конструкције како би се израдили хидраулични системи.

Дугујем посебну захвалност директору фирме Рап Застава Слободану Миловановићу на указаној помоћи при избору теме за овај мастер рад као и на саветима и сугестијама. Такође се захваљујем директорки Рап Марин Групе, госпођи Тове Петерсен (nor. Tove Pettersen) на гостопримству у Норвешкој као и омогућавању неопходних контаката са инжењерима из матичне фирме Бена Болсоја (nor. Ben Bolsoy) и Стејнара Амундсена (nor. Steinar M. Amundsen) којима се такође неизмерно захваљујем на несебичној помоћи при прикупљању неопходних информација и података. Захвалио бих се и ментору професору Душану Гордићу на уступљеној

литератури и стручној подршци. Такође дугујем захвалност и колегама стипендистима Рап Марин Групе, Милошу Матејићу, Александру Ваџићу, Младену Аксићу и Бранимиру Милићу са којима сам провео две радне недеље у Норвешкој и остварио веома добро сарадњу. Захваљујем се и свом брату и колеги Јовановић Вељку на прелиминарном читању рада и указивању на поједине словне грешке.

Захвалио бих се својој породици, оцу Јову и мајци Олгици, и вереници Ивани на моралној подршци.

САДРЖАЈ

ПРЕДГОВОР.....	i
САДРЖАЈ	iii
РЕЗИМЕ	v
1. УВОД.....	1
1.1 ЗАДАТАК	1
1.2 ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ	2
1.2.1 Витла	2
1.2.2 Хидраулични системи	4
1.3 ПРЕГЛЕД ИСТРАЖИВАЊА.....	5
1.4. ХИДРАУЛИЧНА ШЕМА ВИТЛА	5
1.5. ПРИМЕНА ХИДРАУЛИЧНИХ СИСТЕМА У ПРАКСИ	7
2. КОНЦИПИРАЊЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ХИДРАУЛИЧНОГ СИСТЕМА.....	9
2.1 ТЕХНИЧКИ ЗАДАТАК.....	10
2.2 ФУНКЦИЈЕ ВИТЛА	11
2.3 ПОДАЦИ БИТНИ ЗА ИЗВРШАВАЊЕ ФУНКЦИЈЕ ВИТЛА.....	14
2.4 РАДНА СВОЈСТВА ВИТЛА.....	16
2.5. ТЕХНОЛОШКА СВОЈСТВА ХИДРАУЛИЧНОГ СИСТЕМА.....	17
2.6.ЕКОНОМСКИ УСЛОВИ ДИЗАЈНИРАЊА ХИДРАУЛИЧНОГ СИСТЕМА	18
3. ДЕФИНИСАЊЕ ХИДРАУЛИЧНЕ ШЕМЕ	19
3.1 ХИДРАУЛИЧНИ СИСТЕМ СА ЈЕДНОМ ПОГОНСКОМ ЈЕДИНИЦОМ	19
3.1.1 Хидраулична шема	19
3.1.2 Опис компоненти.....	20
3.1.3 Прорачунавање појединих компоненти хидрауличног система.....	27
3.2 ХИДРАУЛИЧНИ СИСТЕМ СА ТРИ ПОГОНСКЕ ЈЕДИНИЦЕ.....	34

3.2.1 Хидраулична шема	34
3.2.2 Опис компоненти.....	35
3.2.3 Прорачунавање појединих компоненти хидрауличног система	36
4. ЗАПТИВАЊЕ У ХИДРАУЛИЦИ	39
4.1 УТИЦАЈ ЧИСТОЋЕ РАДНОГ ФЛУИДА НА РАД ХИДРАУЛИЧНОГ СИСТЕМА.....	39
5. ПОУЗДАНОСТ ХИДРАУЛИЧНИХ СИСТЕМА	40
5.1 ОТКАЗИ КОД ХИДРАУЛИЧНИХ СИСТЕМА	40
5.2 КЛАСИФИКАЦИЈА ОТКАЗА	41
5.3 УТИЦАЈНИ ФАКТОРИ НА ПОУЗДАНОСТ ХИДРОМЕХАНИЗАМА	42
5.3.1 Климатски фактори.....	42
5.3.2 Хидраулични фактори	43
5.3.3 Механички фактори.....	43
6. ЦРТАЊЕ 3Д МОДЕЛА У РАДНОМ ОКУЖЕЊУ АУТОДЕСК ИНВЕНТОРА	44
6.1 АУТОДЕСК ИНВЕНТОР (eng. Autodesk Inventor).....	44
6.2 ЦРТАЊЕ ВИТЛА У ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОМ ОКРУЖЕЊУ	45
6.2.1 Витло са једном погонском јединицом.....	45
6.2.2 Витло са три погонске јединице.....	47
7.ЗАКЉУЧАК.....	49
ЛИТЕРАТУРА.....	50
ПРИЛОГ 1	
ПРИЛОГ 2	

DESIGNING HYDRAULIC SYSTEM FOR A SHIP WINCH**ПРОЈЕКТОВАЊЕ ХИДРАУЛИЧНОГ СИСТЕМА БРОДСКОГ ВИТЛА**

Стјепић Марко

Факултет инжењерских наука, сестре Јањић 6 Крагујевац

Резиме: Рибарење мрежом помоћу система хидрауличних витала је распрострањено у целом свету. Значај и улога витла, у том систему, које се пројектује у овом раду је огроман. Од његове ефикасности директно зависи количина улова рибе. Поузданим прорачуном и одабиром одговарајућих хидрауличних компоненти се постиже захтевана ефикасност уз поштовање прописаних стандарда као и поузданости система. У раду је описан поступак пројектовања, извођења и одржавања хидрауличних компонената и система витла. Израдом тродимензионалног модела хидрауличног система и техничке документације повећава се брзина његове монтаже и редукују трошкови израде система.

Кључне речи: рибарење мрежом, хидраулични системи, хидромотор, техничка документација

Abstract: Trawling fishing with hydraulic winch system is widespread throughout the world. In this system, the importance and role of a winch, which is designed in this work is enormous. Its efficiency directly influences the amount of fish catch. Reliable calculation and selection of the appropriate hydraulic components is necessary to achieve efficiency with respect to prescribed standards and reliability. The paper describes procedure of design, construction and maintenance of hydraulic components and systems of a winche. By creating three-dimensional model of the hydraulic system and technical documentation, the speed of the assembly is faster and can reduce costs of production system.

Key words: trawling fishing, hydraulics systems, hydromotor, technical documentation

1. УВОД

1.1 ЗАДАТАК

Задатак овог мастер рада је првенствено спајање теоријског знања стеченог досадашњим студирањем и практичног рада стеченог на пракси у поменутој фирми.

У првом поглављу се можете упознати са историјским развојем витла као и хидрауличних система уопштено. Затим како се конципира једна хидраулична шема и због чега је почела примена хидрулике у многим гранама индустрије.

Друго поглавље се усредсређује на објашњавање самог механизма, на који се уграђује хидраулични систем, његове функције и делова, као и радних и технолошких својстава, са размартањем економских услова.

Дефинисање компонената хидрауличног система и конципирање хидрауличних шема за две варијанте, са једном погонском јединицом (хидромотором) и са три погонске јединице, приказано је у трећем поглављу као и опис коришћених компоненти. Дати су и прорачуни цевне мреже као и начин одабира погонских јединица.

Четврто и пето поглавље су усредсређени на битне ствари за правилно функционисање хидрауличних система, почевши од заптивања и спољашњих утицаја па до проучавања поузданости хидрауличних система.

Тродимензионални модел витла са хидрауличним системом је описан у шестом поглављу.

Овај рад би као свој циљ имао убрзање процеса монтаже хидрауличног система до највеће могуће мере, тако што би радници добили изглед измоделираних цеви у 3Д окружењу (поглавље 6.2), реалних димезија, урађен помоћу КЕД (eng. CAD) програмског пакета у програму Аутодеск Инвентор (eng. Autodesk Inventor) са комплетном техничком документацијом цеви (Прилози 1 и 2).

1.2 ИСТОРИЈСКИ РАЗВОЈ

1.2.1 Витла

Витло је уређај који служи за дизање и повлачење терета намотавањем ужета (ланца) на добош. Може бити погоњено људском снагом, електромотором, хидромотором.

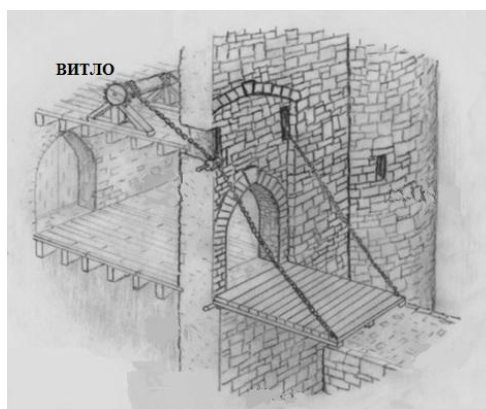
Претпоставља се да је прва и најједноставнија примена витла била код бунара, можемо је и данас видети, 1000 година п.н.е на подручју средњег истока. (Слика 1.1). Та једноставна конструкција се састојала од добоша и ручице директно причвршћене за осу добоша.[1]



Слика 1.1 Прва конструкција витла [2]

Витло спада међу најстарије уређаје који људи користе хиљадама година. Први записи о коришћењу витла потичу из доба персијских ратова (480. г.п.н.е) када су коришћена за подизање и спуштање мостова (Слика 1.2).[1]

У грађевини се витло користило у време Аристотела (IV век п.н.е).



Слика 1.2 Покретни мост [3]

Првобитна витла су била погођена или снагом мишића руку, или системом као што су педале код бицикле. Током векова конструкција им се није много мењала, све до изума ланчаника, зупчаника а самим тим и доста врста редуктора и осталих механичких преносника. Ти изуми су омогућили да се улагањем мање снаге постигне већи обртни момент. Тада се и примена витала раширила. Витла су још више унапређена крајем деветнаестог и почетком двадесетог века изумом мотора са унутрашњим сагоревањем.

Бродска витла из деветнаестог века (Слика 1.3) доста подсећају на данашња витла, уз неке разлике: на данашњим бродским витлима углавном се за погон користе електромотор или хидромотор, данашња витла углавном имају уређај за померање ужета ради правилног намотавања на добош. Међутим та побољшања су много утицала и на масу конструкције данашњих витала. [5]



Слика 1.3 Витло из XIX века[4]

1.2.2 Хидраулични системи

Многи би рекли да су се хидраулични системи користили и пре првог писаног извора, Сомалиска племена у XIV веку су користила за пољопривреду, први типови воденица. Може се рећи да су први почеци коришћења хидрауличних система били хиљадама година пре тога у морепловству тако што су се користила весла и улежиштења која су имала функцију полуге при коришћењу снаге воде. Такође су пронађени списи из Хеленске културе који сведоче да се вода користила као покретач тадашњих пумпи. Историјат хидрауличних система почиње са конструисањем првих брана затим авионске, аутомобилске и свих осталих индустрија где за погон користимо течност. [6]

Индустријалац, Жорж Вилајам Армстронг (eng *William Georges Armstrong*) 1785. године је дошао на идеју да произведе први ротациони хидромотор. Инспирацију за то је добио током једног викенда када је био на пецању, угледавши водена кола и закључивши да она имају велики степен корисности али и да имају још доста потенцијалне енергије која се може искористити. Након тога је прешао на производњу клипних хидромотора. [6]

У време када свет није био упознат са хидрауличним инжењерством Џосеф Брамах (eng *Joseph Bramah*) је помоћу искоришћења Паскаловог (eng *Pascal`s*) закона 1795. године добио свој први патент за хидрауличну пресу (Слика 1.4).



Слика 1.4 Прва хидраулична преса [7]

Са развојем индустрије убрзано се развијају и хидрауличне компоненте које у данашњици представљају битан фактор у индустрији, поготово грађевинској као и у

свим деловима где је неопходан велики обртни момент и поуздан рад са контролисаним управљањем и заштитом од преоптерећења и оштећења целокупног система.

1.3 ПРЕГЛЕД ИСТРАЖИВАЊА

Истраживања на тему хидрауличних система и њихових компоненти су у експанзији од средине XX века. Дошло се до неких одређених решења. Али сва решења су у великој зависности од самог проблема који се покушава решити датим хидрауличним системом као и снажљивости конструктора да постојеће компоненте уклопи у једну функционалну и радну средину тако да би систем за дату сврху био што боље искоришћен са максималном поузданошћу и ефикасношћу. У овом раду ће бити остварена нова концепција система, прилагођена за посебну спецификацију бродског витла већ поменутог у раду.

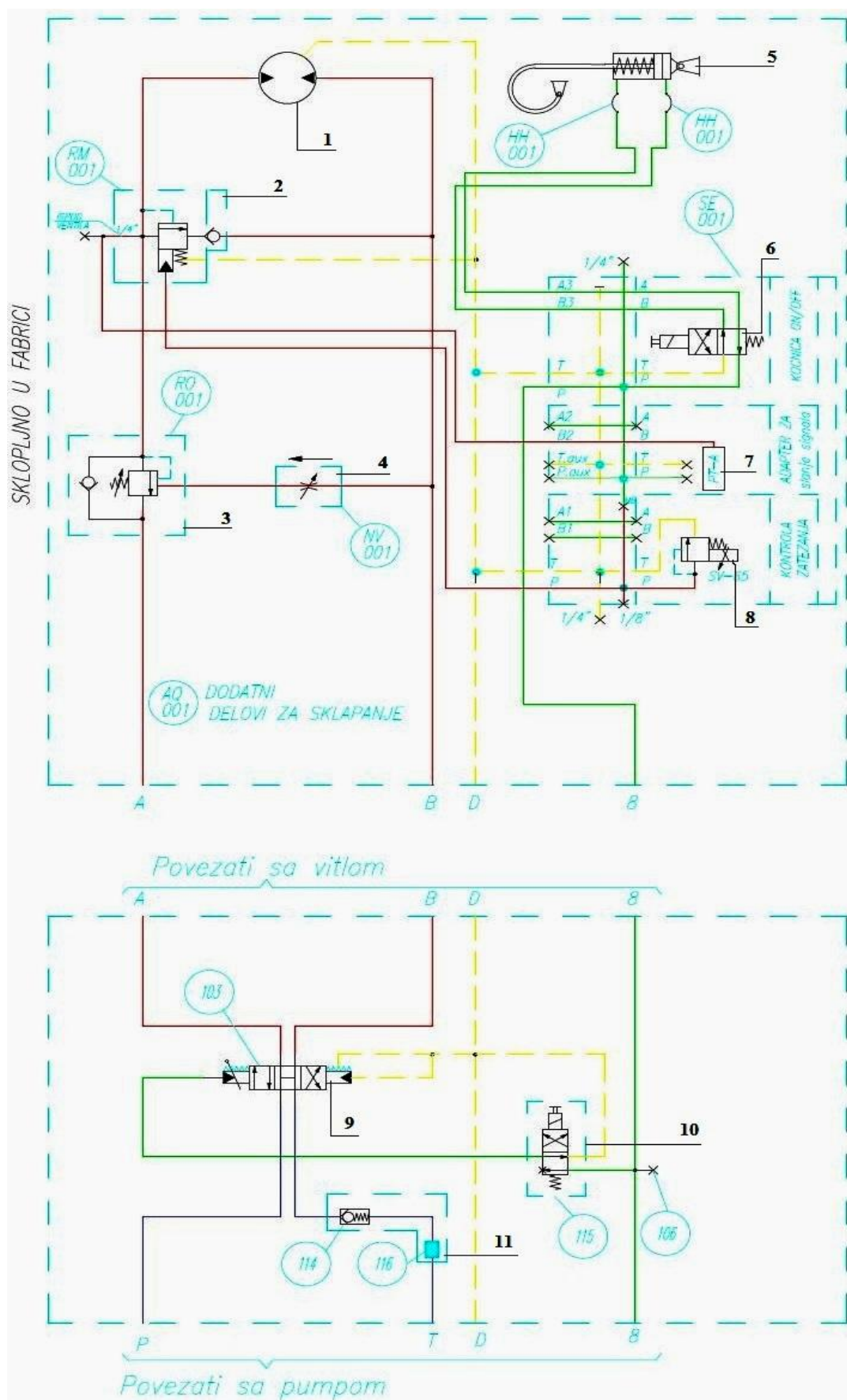
Битно је напоменути да хидраулични систем код бродских витала поред функционалности и поузданости мора поседовати и складан изглед. Што би значило да би требало све саставити у што мањем простору са што више паралелних цеви, без претераних савијања цеви, што би кварило изглед целог витла.

Познато је и да многа хидраулична витла раде у агресивним срединама што се може неповољно одражавати на делове како хидрауличног система тако и целог витла. Под агресивним срединама се подразумева рад хидрауличних витала у близини морске воде, у рудницима итд. Отпорност на агресивне средине се постиже фарбањем свих елемената хидрауличног система специјалном фарбом које је отпорна на дате агресивне средине.

1.4. ХИДРАУЛИЧНА ШЕМА ВИТЛА

Витла немају једну карактеристичну заједничку хидрауличну шему већ свако витло за себе има посебну шему, али се углавном користе слични елементи. Разлика постоји у зависности од тражених особина које се захтевају код витла а добијају се од сектора продаје.

На приказаној шеми (Слика 1.5) се могу видети различити делове система, са посебним ознакама које свака фирма обележава на себи својствен начин.



Слика 1.5 Хидраулична шема витла

На приказаној шеми приказани су следећи елементи (који се користе код скоро свих шема различитих витала): [8]

- 1 – хидромотор
- 2 – сигурносни вентил са индиректним хидрауличним управљањем
- 3 – противтежни вентил директног дејства
- 4 – регулатор протока
- 5 – хидроцилиндар двосмерног дејства са повратном опругом (кочница витла)
- 6 – разводник 2/2 (са два прикључна отвора, електро активиран насупрот повратној опрузи)
- 7 – уређај за контролу притиска
- 8 – регулационо пропорционални притисни вентил
- 9 – разводник 4/3 (са четири прикључна отвора и три одређена положаја) комбинација хидрауличног активирања и ручног (помоћу ручице) са опругама које центрирају клип
- 10 – разводник 2/2 (са два прикључна отвора, комбинација електро-машинског активирања насупрот повратној опрузи)
- 11 – неповратни вентил са редукцијом [8]

На датој шеми (Слика 1.5) карактеристично је то што су у оквиру једне шеме приказане две одвојене конструкције. Тако је урађено из практичних разлога који су захтевани при монтажи у пракси.

1.5. ПРИМЕНА ХИДРАУЛИЧНИХ СИСТЕМА У ПРАКСИ

Развој конструкције хидрауличних компоненти омогућио је широку примену хидрауличних система за погон различитих машина, уређаја, механизма и транспортних средстава. Управљани класичном електриком или електроником, хидраулични сиситему могу да обаве читав низ различитих радњи према утврђеном програму.

Значајне могућности примене створиле су простор за развој технологије и организовања производње појединих компоненти у великим серијама, што се одразило

на смањење цена хидрауличних система а самим тим отворили су се нови простори примене.

Обједињавање хидрауличних компоненти у систем је релативно једноставан посао, али како је њиховим склапањем могуће остварити безброј различитих комбинација, неопходно је, да би се дошло до оптималног решења поштовати одређене принципе пројектовања као и располагати са потребним информацијама о конструктивним карактеристикама појединих хидрауличних компоненти. [9]

Хидраулични системи као и поједини делови хидрауличних компоненти се могу видети код:

- сервоуправљача за возила,
- трансмисијама на мобилним машинама у грађевинарству и пољопривреди,
- возила за превоз тешких вангабаритних терета,
- возилима за комуналне радове,
- водонепропусних врата на бродовима,
- специјалних машина алатки,
- авиоиндустрији,
- витала и других [10]

2. КОНЦИПИРАЊЕ КОНСТРУКЦИЈЕ ХИДРАУЛИЧНОГ СИСТЕМА

Важан корак при изради једног хидрауличног система је прикупљање неопходних полазних података који се тичу система, машине на коју се уграђује одређени систем. Важан елемент података је технички задатак који машина, у овом случају витло, треба да испуњава. Листа захтева која је неопходна и која се као основа може узети је:

- дефинисање задатка кога хидраулични систем обавља са становишта технологије, кинематике, сигурности, економичности, одржавања и друго;
- израда хидрауличне шеме цртежа;
- прорачун, димензионисање и избор хидрауличних компоненти;
- прорачун цевовода;
- израда дијаграма пут-време, којим се дефинишу брзине кретања извршних органа;
- израда плана укључења електрокомпоненти (план аутоматског рада хидрауличног система);
- израда шеме развода и прикључења.[9]

Осим наведених, општих захтева, приликом пројектовања хидрауличног система мора се водити рачуна и о осталим специфичним захтевима:

- врста и карактеристика кинематског механизма кога погони извршни орган;
- карактер кретања извршног органа (праволиниско, осцилаторо, ротационо);
- дужина хода клипа, код праволиниског кретања извршног органа (нпр. кочница код витла);
- величине потребне силе или момента ротације;
- време трајања и брзина кретања извршног органа;
- карактер постројења (стационарно, мобилно);
- утицај околине на рад хидрауличног система (температура, вода, нечистоће, затворен или отворен простор и др.);
- врста хидрауличног медија, који се користи за пренос енергије (минерална уља, емулзија, синтетичке течности);

- могућност и начин управљања радом хидрауличног система. [9]

Из разлога што тема овог мастер рада није прорачунавање целог хидрауличног система већ само цртање делова у тродимензионалном окружењу у програмском пакету ради олакшања његовог састављања тако да ће неке од ових ставки бити занемарене а неке ће бити укратко појашњене.

2.1 ТЕХНИЧКИ ЗАДАТАК

Први корак који се чини при извођењу било које конструкције је дефинисање техничког задатка. Он се формулише на основу захтева, жеља и могућности наручиоца конструкције. На основу тога конструктор се на основу својих могућности и знања са максималним ангажовањем приступа извршавању задатка.

Технички задатак – спецификација:

Верзија: Носач сонди за мрежу – лево витло

Димензије добоша: D 406 [mm]/ d 990 [mm] x 905 [mm]

Капацитет намотавања: L 3670 [m]/ d_w 11 [mm]

Пречник ужета: d_w 11 [mm]

Улаз ужета: Испод бубња

Тип кочнице: Појасна кочница, хидраулично погоњена, опругом контролисана

Апроксимациона тежина: 1670 [kg], без ужета

Хидромотор: 3 [l/o]

Подаци за агрегат хидромотора:

Проток уља у моду за вучење: 190 [l/min]

Притисак уља у моду за вучење: 70 [bar]

Проток уља у моду за извлачење (тегљење): 60 [l/min]

Притисак уља у моду за извлачење (тегљење): 190 [bar]

Долазна снага: 37 [kW]

Подаци о радним карактеристикама витла (Табела 2.1) дати су у следећој табели, на почетку, средини и на крају намотавања.

Табела 2.1 Потребни бројеви обртаја и вучне тежине за први, последњи и средњи слој

Слој ужета	Пречник добоша [mm]	Вуча I (извлачење рибе)	Вуча II (риболов)	Брзина одмотавања
Први	417	1,5 t/0–80 m/min.	4,0 t/0–20 m/min.	0 – 200 m/min.
Пола дужине ужета	681	0,9 t/0–131 m/min.	2,5 t/0–33 m/min.	0 – 315 m/min.
Последњи	879	1,5 t/0–169 m/min.	1,9 t/0–42 m/min.	0 – 396 m/min.

2.2 ФУНКЦИЈЕ ВИТЛА

Витло које је дато спецификацијом се налази у систему витала који се назива рибарење мрежом (eng. *trawling fishing*) једног од најчешћих система који се користе у риболову. Мрежа, коју опслужује дати ситем, обично има облик вреће са раширеним улазом. Такав облик омогућава ефикасност при риболову са максималним уловом.

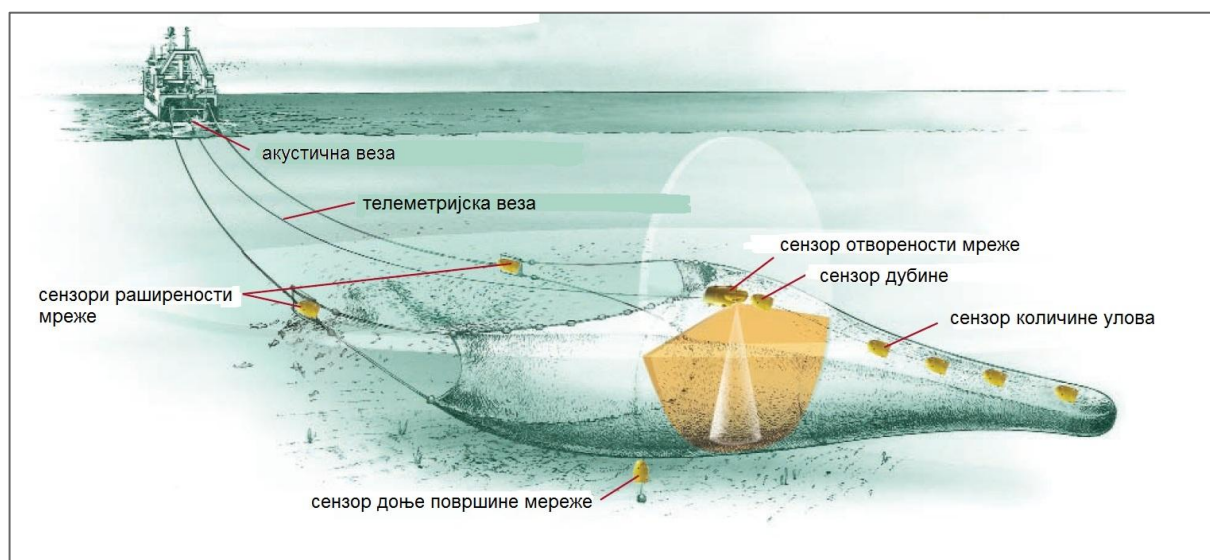
Систем витала за рибарење мрежом (eng. *trawling fishing*) је поприлично компликован. Систем се састоји од следећих елемената:

- два велика витла која служе за избацивање, тегљење и на крају извлачење мреже;
- једног витла које прати та два велика и регулише, помоћу ужета на чијем је крају, који се одмотава, причвршћен сонар, отварање мреже (тема овог рада);
- витла са три добоша које служи за извлачење празне мреже из мора;
- витла које служи за спуштање црева са рибљом пумпом у мрежу за испумпавање рибе на брод;
- витла које спушта рибљу пумпу и
- рибље пумпе.

Хидраулични систем који опслужује витло, које је тема овог рада, има најкомпликованију функцију и од њега највише зависи успешност улова. Оно мора да прати брзине два велика витла, која вуку мрежу и такође мора помоћу сонара да даје слику величине отварања мреже.

У зависности од јата риба које се лови, мрежа се отвара од делимично хоризонтално спљоштене елипсе до правилног круга, или евентуално вертикално спљоштене елипсе. Задатак сонара је да сними положај мреже и пошаље сигнал на брод одакле се коригује отварање.

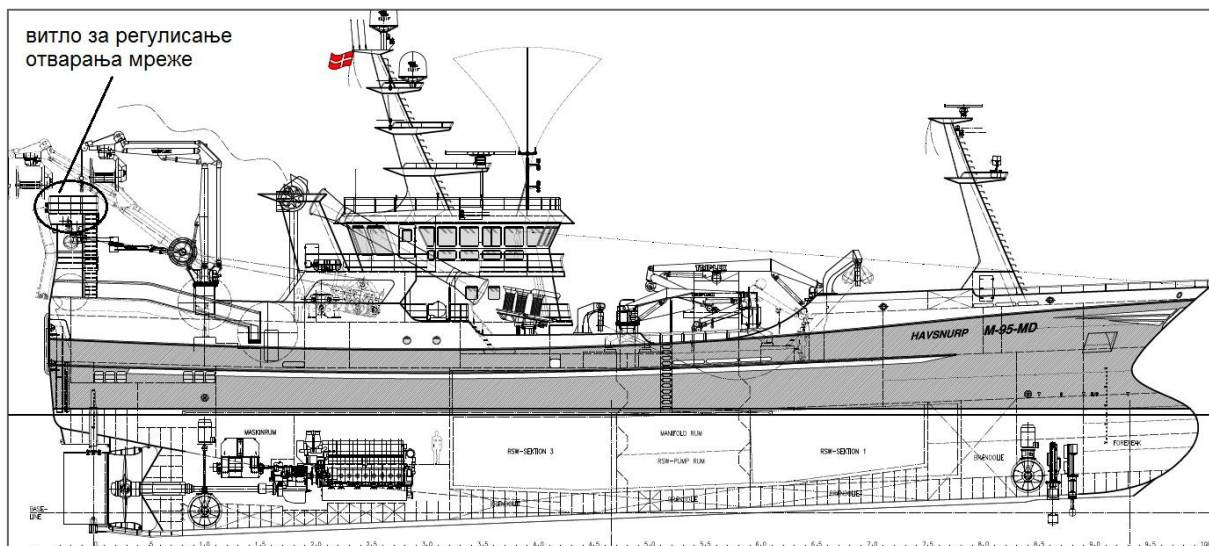
Треће уже, кроз које иде телеметријска веза са сонаром (Слика 2.1), је уже које се намотава и одмотава витлом за регулисање отварања мреже. Затезањем тог ужета преко витла добија се кружни попречни пресек, одмотавањем добија се елипса. Количина улова који се добија овим начином хватања рибе, у зависности од услова на мору и од величине мреже може да се креће и до 800 тона за једно бацање мреже. [5]



Слика 2.1 Рибарење мрежом (eng. *Trawling fishing*) [12]

Функција витла за регулисање отварања мреже се своди на праћење кретања два велика витла и регулисања отварања мреже у зависности од формације јата риба. Интересантно је да су сви ситеми за овакав начин риболова углавном сличне концепције, не само системи за хватање рибе него и сами бродови на који су монтирани. Највеће разлике су у величини. Сви овакви бродови и системи за риболов изгледају као фамилија производа. Сви садрже све елементе претходно наведене само умањене или увећане у зависности од величине рибарског брода. [5]

Витло (предмет овог рада) се налази на задњем крају брода и доста је издигнуто у односу на палубу (Слика 2.2). Тај положај витла омогућава безбедно спуштање мерних инструмената (сонди) у воду.



Слика 2.2 Позиција витла за регулисање отварања мреже [12]

Да би витло обављало своју функцију коректно и без грешака потребно је да буду обезбеђени следећи услови:

- хидраулични систем који погони витло мора да буде беспрекоран (заштићен конструкцијом брода, од било каквих могућих оштећења);
- хидраулични систем такође мора да буде заштићен од било какве контаминације;
- контрола кретања витла мора да буде непрестано доступна мануелно и из кабине; (Слика 2.3)
- мануална контрола витла мора да се налази на безбедном месту; (Слика 2.4)



Слика 2.3 Управљање из кабине

- веза између сонара и кабине где се приказују резултати мора да буде без грешака и прекида, са високим нивоом заштите;
- намотавање и одмотавање ужета на добош витла мора да буде правилно и без икаквих потешкоћа (да би витло за отварање могло да прати велика витла).



Слика 2.4 Сигурно смештено ручно управљање витлом

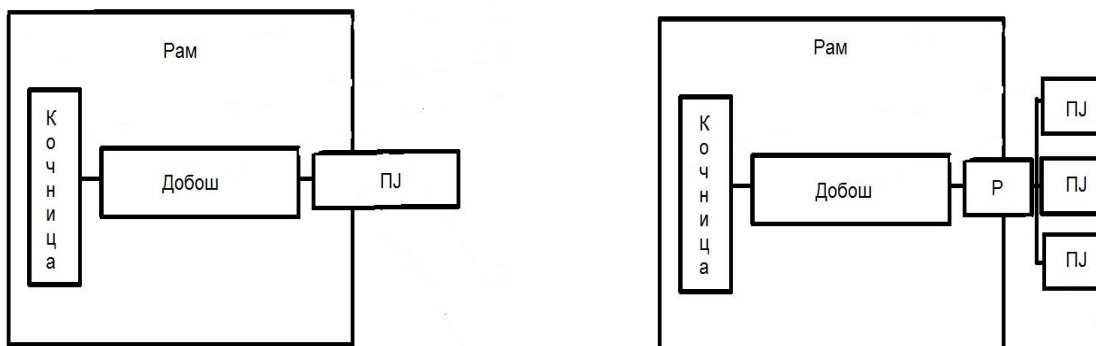
Испуњавањем ових услова добија се загарантовано исправан рад система што је потврђено на низу примера у пракси. Уз добре услове кретања јата риба и испуњених горе наведених техничких услова витла за регулисање отварања мреже, богат улов је неминован.

2.3 ПОДАЦИ БИТНИ ЗА ИЗВРШАВАЊЕ ФУНКЦИЈЕ ВИТЛА

Исправно функционисање витла које регулише отварање мреже условљено је и кретањем два велика витла која су задужена за вучење мреже. У зависности од формације јата риба које могу заузимати у води брзина кретања витла је променљива што се мора узети у обзир. Променљиво кретање које се може јавити контролише се помоћу софистицираног електронског система управљања хидрауличних компоненти које се налази у кабини брода (Слика 2.3). При изразитим променама брзине кретања и смера окретања витла може доћи до ударних сила које дејствују у променљивом интензитету на поједине компоненте витла као и на сам хидраулични систем односно његову (витла) погонску јединицу – хидромотор, што може произвести велика

оштећења на мотору а самим тим у комплетном хидрауличном систему ато би могло довести у питање опстанак мреже у води и комплетног улова. С тим да се при прекиду рада хидромотора мора прибећи нежељеним средствима, односно одсецањем ужета ради сачувавања витала, при чему се губи мрежа са уловом и сондама. Највећи проблем у свему томе је наредни губитак времена, који следи, да се све то санира. У неким случајевима се прибегава враћању брода у оближњу луку што изискује много времена, напора и новца. Због наведених последица се ово витло и разматра у две варијанте (Слика 2.5) :

- варијанта са једном погонском јединицом и
- варијанта са три погонске јединице.



Слика 2.5 Шема извођења витла са једном погонском јединицом (лево);
шема извођења са три погонске јединице (десно)[5]

Варијанта извођења конструкције витла са једном погонском јединицом је, на први поглед, једноставнија. Међутим, код оваквог извођења добија се већа маса конструкције и мања компактност због велике масе и габарита хидромотора који се користи као погонска јединица. Такође, код оваквог извођења јављају се веће ударне силе због концентрисаности снаге хидромотора директно на рукавац добоша. Једина предност ове конструкције је једноставније извођење хидрауличног система за погон хидромотора. [5]

Конструкцијско решење са три погонске јединице је на први мах компликованије али предности које она пружа поништавају саме могуће потешкоће које се могу појавити при састављању оваквог витла. Ова варијанта је компактнија од претходне због мање масе целокупне конструкције а самим тим и мањег заузимања простора.

Код ове варијанте на добош се монтира прво механички преносник – редуктор, затим се на преносник монтира хидраулични систем са погонским јединицама. Механички преносник је изведен компактно као једностепени редуктор са три погона. Кућиште преносника је изведено по угледу на планетарне преноснике, са веома малим габаритима и веома великим потенцијалима за пренос снаге. [5]

Изглед самог витла се приметно мења, јер уместо једног хидромотора великих димензија постављају се три компактнија са мањом масом. Конструкција самог витла се незнатно мења. Захтеви који морају бити испуњени (Табела 2.1) се помоћу прорачуна за избор погонске јединице (хидромотора) добијају тако да у потпуности морају задовољити тражене захтеве.

2.4 РАДНА СВОЈСТВА ВИТЛА

Функција овог витла је већ наведена у претходним поглављима. У зависности од опције у ком ради витло мора да има могућност промене броја обртаја добоша. Када би се на витлу уграђивале електричне погонске јединице (електромотори) промена броја обртаја би била регулисана фреквентним регулатором напона електричне струје за асинхроне моторе.

На датом витло се уобичајено уграђују хидрауличне погонске јединице, тако да се промена броја обртаја добоша регулише преко хидрауличне инсталације. Промена броја обртаја се врши променом протока и притиска у цевима инсталације који се регулишу помоћу сигурносног вентила који је управљан помоћу разводника 2/2 (са два прикључна отвора, електро активираним насупрот повратној опрузи), електро хидрауличног уређаја за мерење притиска и помоћу регулационо пропорционалног притисног вентила. Контрола се обавља са кабине брода помоћу софистициране електронике.

Витло за регулацију отварања мреже требало би да има три брзине (Табела 2.1) :

1. Брзину при избацивању мреже
2. Брзину при риболову и
3. Брзину при извлачењу мреже.

Све брзине морају да буду усклађене са два велика витла која служе да вуку целу мрежу. У случају прве верзије овог витла са једним хидромотором, све промене брзине и обртног момента регулисао би хидромотор повезан директно на рукавац

добоша. При таквој конструкуцији цео обртни момент се концентрише на излаз из хидромотора, што би могла да буде веома критична тачка. Међутим, код оваквог решења промене броја обртаја преко хидромотора се изводе врло једноставно, због тога што се контролише проток и притисак само на једној улазној цеви у хидромотор.

Извођење конструкуције са три хидромотора мало компликује извршавање функције. Код овог извођења се морају контролисати и бити усклађени притисци и протоци код сва три хидромотора, што не представља проблем. За овакво извођење потребан је веома сличан хидраулични систем као и код верзије са једним хидромотором с тим што ће постојати више цеви и нова тачка за тестирање као и један неповратни вентил на дренажном систему.

Код оваквог извођења као посредник између погонских јединица и добоша витла постоји механички преносник. Он омогућава: компензацију оптерећења на рукавац вратила, већи обртни момент због преносног односа у самом преноснику. Ово витло мора да има кочницу, која ће бити хидраулично управљана. Кочница обавља своју функцију преко хидроцилиндра који у себи има опругу за аутоматско враћање у неутрални положај. Кочница има улогу да заустави добош витла у неким моментима када је отварање мреже идеално због постизања што већег улова. Извршавање функције и еквивалентна радна својства код обе верзије витла су веома лако изводљива. Наиме, због врсте погонске јединице, за коју се користи један хидромотор у првој верзији, или три хидромотора у другој верзији, веома лако се могу ускладити све брзине витла које прописује технички задатак. [5]

2.5. ТЕХНОЛОШКА СВОЈСТВА ХИДРАУЛИЧНОГ СИСТЕМА

Састављање хидрауличног система за витло не изискује велики број машина и технолошких операција. Операције које се изводе су сечење цеви на одређену дужину, њихово савијање и обавезно, такозвано пертловљање на крајевима цеви које служи за боље заптивање цеви и хидрауличних компоненти.

Потребне машине за потребе састављања хидрауличних компоненти су:

- машина за сечење цеви (стона тестера);
- машина за савијање цеви;
- машина за пертловање цеви;

- прибор алата потребних за састављање (разни кључеви);
- опрема за заштиту.

2.6. ЕКОНОМСКИ УСЛОВИ ДИЗАЈНИРАЊА ХИДРАУЛИЧНОГ СИСТЕМА

Дизајнирање, цртање у тродимензионалном окружењу, хидрауличног система има низ економских предности:

- може се утицати (до сада није био случај) на изглед хидрауличног система пре саме монтаже на витло;
- комплетан увид у количну материјала неопходу за састављање једног хидрауличног система за витло – дужине цеви са радијусима савијања датим прегледно у техничкој документацији (можда и најбитнија погодност јер су цеви поприлично скупе и свака могућа грешка при савијању или сечењу може да изискује доста новца и времена), број вентила, помоћних делова за састављање и других;
- свођење на минимум грешака при састављању.

Да би све било могуће извести потребно је испоштовати неколико фактора:

- набавка материјала треба да буде спроведена у договореном року;
- набавка стандардних делова треба да буде спроведена у договореном року;
- тимски рад између свих који су задужени за производњу, од конструктора, преко набавке и технологије до последњег дела при монтажи и
- организација рада у целом предузећу би кроз тимски рад и учествовање свих запослених требала да се подигне на највиши могући ниво.

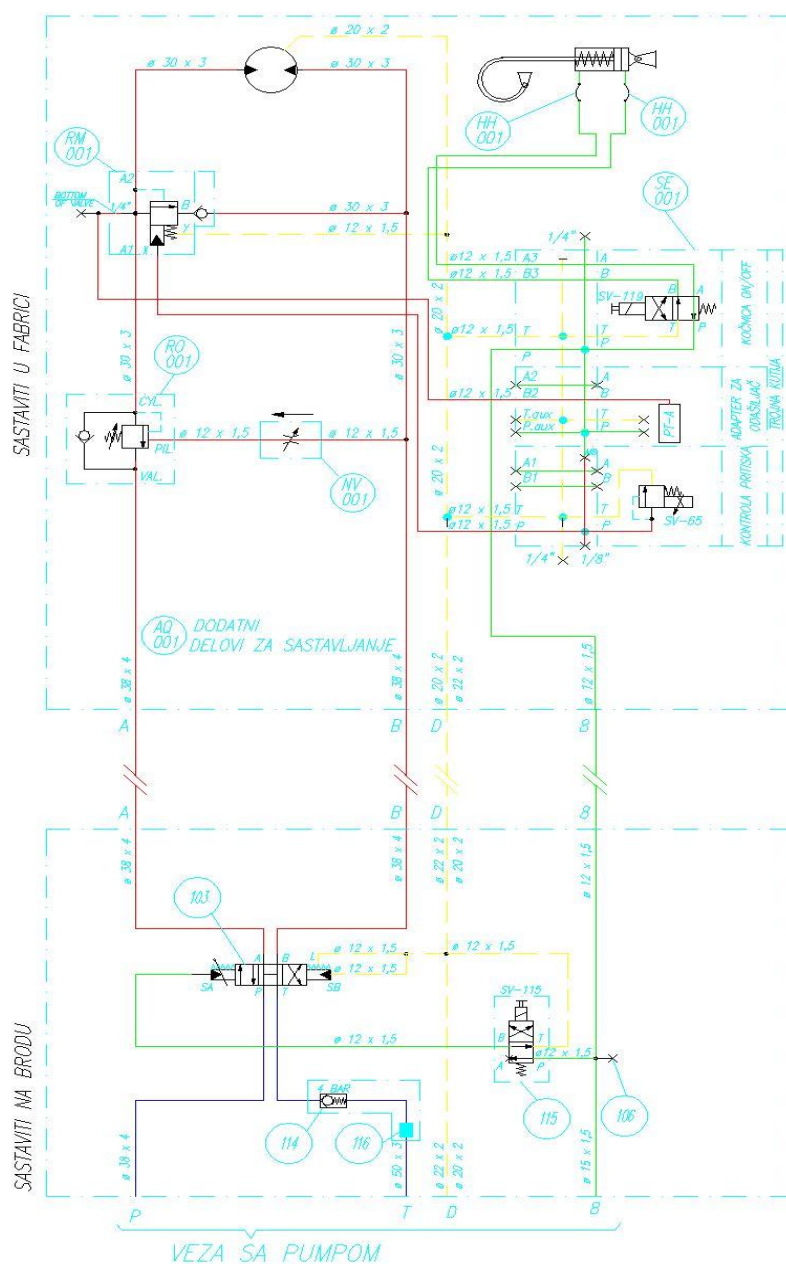
Испуњавањем ових фактора добијамо низ погодности као што су квалитет самог хидрауличног система, испорука у најкраћем року, уштеда материјала и времена састављања делова а самим тим се добија и велика уштеда новца.

3. ДЕФИНИСАЊЕ ХИДРАУЛИЧНЕ ШЕМЕ

3.1 ХИДРАУЛИЧНИ СИСТЕМ СА ЈЕДНОМ ПОГОНСКОМ ЈЕДИНИЦОМ

3.1.1 Хидраулична шема

Дефинисање хидрауличне шеме се врши према траженим карактеристикама система (Табела 2.1). Шема добијена од фирме Рап Марин Групе (Слика 3.1) за витло са једном погонском јединицом (једним хидромотором) састоји се од истих компоненти као шема из поглавља 1.4 овог рада.



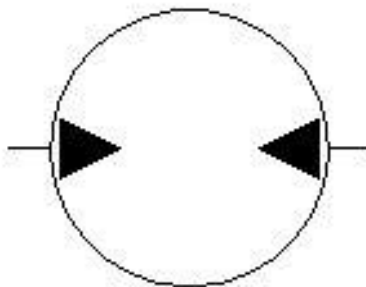
Слика 3.1 Хидраулична шема за витло са једном погонском јединицом

3.1.2 Опис компоненти

1 – Хидромотор – У овом случају, код хидрауличних система за витло, углавном се користи радијални клипни хидромотор (Слика 3.2) због низа карактеристика које су погодне за овакво, специфично, функционисање хидрауличног система.



Слика 3.2 Радијални клипни хидромотор



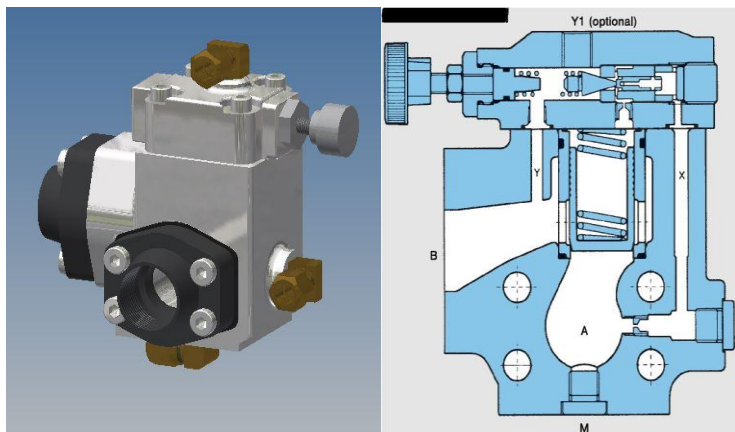
Слика 3.3 Хидраулични симбол

Хидромотори (Слика 3.3) су уређаји који снагу претварају енергију струјања радне течности у механички рад. Према начину трансформације могу бити запреминске (хидростатичке, притисне) и турбо (хидродинамичке, лопатичне). У хидрауличним системима преноса снаге се користе запреминске машине. Код запреминских хидрауличних машина промена нивоа енергије струјања радне течности се обавља периодичном променом радне запремине пумпе. [8]

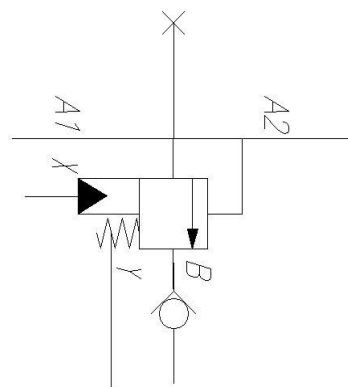
Посебан одлика оваквих хидромотора је константни рад са релативно лаким управљањем као и велики обртни момент са малом брзином на излазу и великом ефикасношћу коришћења радијалног клипног хидромотора. Одликује га и дуги радни век, више од 15 000 часова рада. [13]

2 – Сигурносни вентил са индиректним хидрауличним управљањем – неопходан за исправно функционисање оваквог система. Његова функција је да регулише притисак и тако управљања погонском јединицом витла - хидромотором. Користи се и као регулатор пада притиска у систему.

Овај вентил (Слика 3.4) је конструисан тако да управља вредношћу притиска узводно од његовог постављања. Без обзира на конструкцију (Слика 3.5), његова функција се првенствено заснива на равнотежи сила притиска радне течности (које



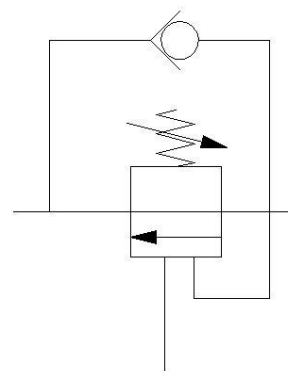
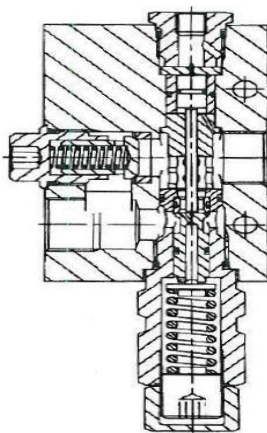
Слика 3.4 Сигурносни вентил са индиректним хидрауличним управљањем



Слика 3.5 Хидраулични симбол вентила са индиректним хидрауличним управљањем

дејствују на затварачки (радни) елемент вентила – клип, кугла, конус тањир, итд.) и механичке силе у опрузи подешене према жељеној вредности притиска. У зависности од протока радне течности кроз вентил и притиска којим радна течност делује на затварачки елемент вентила, затварачки елемент може заузети различите позиције између потпуно отворене и потпуно затворене. [8]

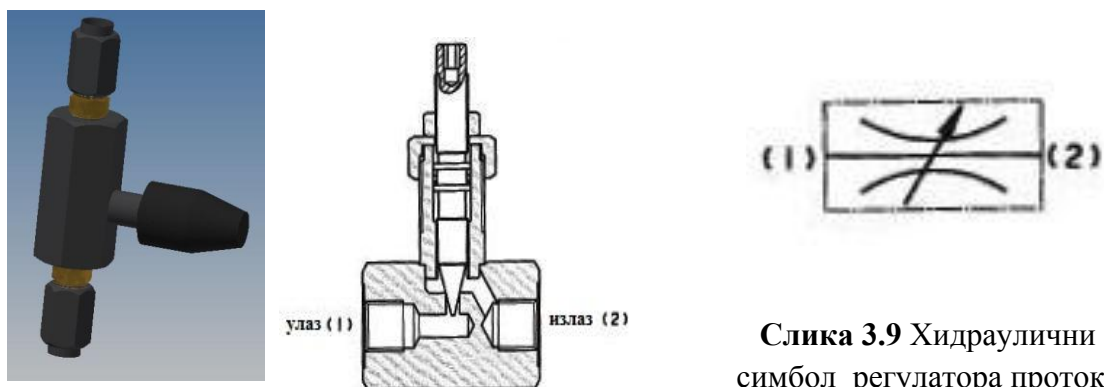
3 – Противтежни вентил директног дејства (Слика 3.6) – основни задатак овог вентила (Слика 3.7) у датом систему је да управља кретањем и задржавањем хидрауличних извршних органа, који су изложени спољашњем оптерећењу (најчешће тежином терета мреже). [8]



Слика 3.7 Хидраулични симбол противтежног вентила директног дејства

Слика 3.6 Противтежни вентил директног дејства

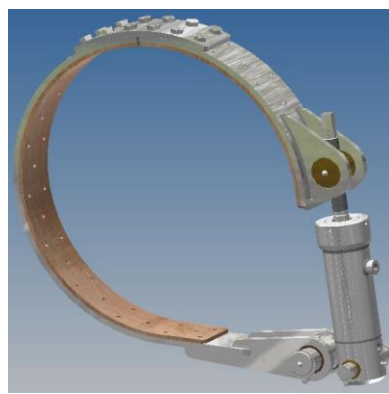
4 – Регулатор протока– у датом систему се користи двограни регулатор протока. Има задатак да одржи константан проток у хидрауличном систему без обира на промене притиска у хидрауличном систему испред или иза противтежног вентила. То се постиже тако што регулатор протока, поред референтног пригушника, садржи и променљиви регулациони пригушнин отвор, који има задатак да аутоматски कंपезује спољашњу промену притиска у систему и успостави константан пад притиска на референтном пригушнику, а самим тим и константан проток.



Слика 3.9 Хидраулични симбол регулатора протока

Слика 3.8 Двограни регулатор протока

5 – Хидроцилиндар двосмерног дејства са повратном опругом – овај хидроцилиндар (Слика 3.10) има функцију кочнице на датом витлу (Слика 3.10).



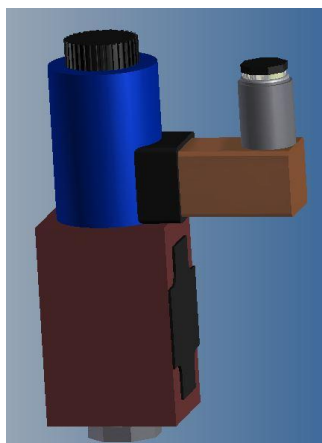
Слика 3.10 Хидроцилиндар кочнице **Слика 3.11** Хидроцилиндар са кочницом

Хидроцилиндри (хидраулични цилиндри) су запремински хидромотори, код којих се енергија струјања радне течности претвара у механички рад праволинијским неизменичним кретањем радног органа (клипа или плунжера). Према конструкцији

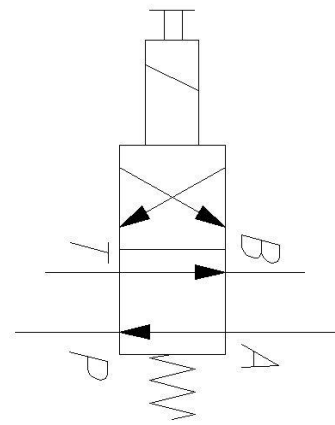
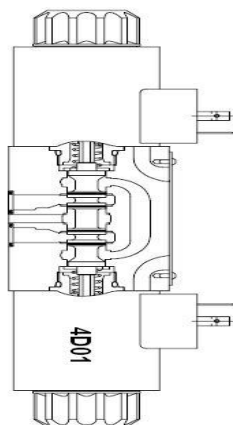
разликујемо хидроцилиндре једносмерног и двосмерног дејства (уграђен код кочнице за витло).[8]

Кочница има првенствено сигурносну функцију. У случају наилажења мреже на неку врсту препреке она има улогу заустављања одмотавања ужета. У прорачунима који се односе на уже увек се прорачунава тако да уже пуца при таквим ситуацијама да се не би појавила оштећења на витлу или хидрауличном систему. Друга функција ове кочнице је да помоћу прецизног хидрауличног управљања регулише моментално заустављање добоша витла када су створени погодни услови за постизање што већег улова.

6 – Разводник 2/2 – са два прикључна отвора и два положаја, електро активиран насупрот повратној опрузи (Слика 3.12).



Слика 3.12 Разводник 2/2



Слика 3.13 Хидраулични симбол резводника 2/2

Функција приказаног разводника (Слика 3.13) на датој хидрауличној шеми је управљање хидроцилиндром двосмерног дејства, кочнице витла. Помоћу њега се управља смер кретања извршног органа као и његово стартовање, односно заустављање.

Разводни вентили (разводници) су вентили са основним задатком да управљају или регулишу покретање, заустављање и усмеравање радне течности. Овај задатак остварују померањем раводног елемента, чиме се отварају или затварају управљачки пригушни отвори у самом вентилу. Постоји велики број конструктивних облика разводника, који су настали као резултат раличитих функција разводника и креативне маште конструктора. Према конструктивном извођењу разводног елемента најчешће се

користе решења са аксијалним кретањем цилиндричног клипа (клипно-аксијални разводници) и вентилски разводници (разводници са седиштем), постоје и решења са ротационим кретањем цилиндричног клипа и разводника са разводном плочом. Разводници могу имати два, три, четири и више прикључака (отвора), а разводни елемент може заузимасти два, три, четири и више положаја. Према броју прикључака и броју положаја, разводници се према стандарду означавају са x/y , где је са x означен број прикључака, а са y број положаја. Активирање разводника, односно померање разводног елемента из једног у други положај, може бити: мануелно, механичко, хидраулично, електрично и комбиновано. У зависности од дејства управљачког сигнала активирање може бити директно (када спољашњи управљачки сигнал делује непосредно на радни орган разводника) и индиректно (када спољашњи управљачки сигнал делује на предуправљани разводник (вентил) који хидраулично активира главни разводник). [8]

7 – Уређај за контролу притиска – такозвани ПТ – А (*eng Pressure Transmitters*) уређај.

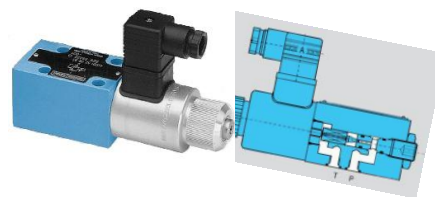
Функција му је добијање излазног дигиталног сигнала ради аутоматског управљања притиском из кабине брода. Функцију обавља помоћу пиезо-отпорног силиконског сензора који је најповољнији за коришћење код система са променљивим притиском и може лако читавати максималне вредности притиска тако што има велики опсег читавања, чак до 1500 бара. Погодан је за коришћење у овом систему и из разлога што својим дизајнерским карактеристикама омоућава стабилан и поуздан рад при лошим временским условима. [14]



Слика 3.14. Уређај за контролу притиска

8 – Регулационо пропорционални притисни вентил

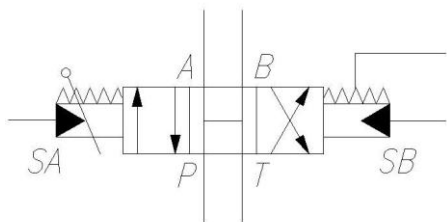
– има функцију индиректног хидрауличног управљања (Слика 3.15) сигурносног вентила (описан под позицијом 2). Помоћу електро управљања регулише однос притисака на улазу у вентил сигурности у зависности од дренажног вода и тако управља њиме.



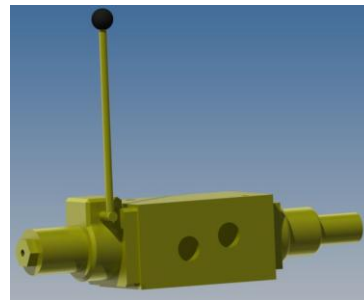
Слика 3.15. Регулационо пропорционални вентил

9 – Разводник 4/3 (четири прикључна отвора и три одређена положаја) – користи се у овом систему за мануелно регулисање рада витла. Постоји могућност и хидрауличног управљања датим разводником (Слика 3.16).

Мануелна контрола (помоћу ручице) се користи када се терет (мрежа са уловом) помоћу система витала допреми до брода и испразни улов помоћу рибље пумпе, радник помоћу ручне контроле (Слика 3.17), извлачи сонаре из воде пажљиво јер је најбоље имати визуелну контролу над тим процесом ради заштите софистициране опреме која се налази на ужету управљаног витла.

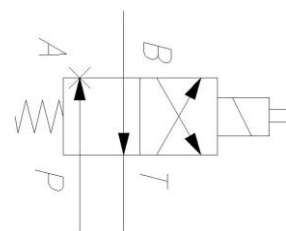


Слика 3.16 Хидраулични симбол разводника



Слика 3.17 Разводник 4/3

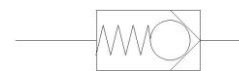
10– Разводник 2/2 (два прикључна отвора и два разводна положаја) – користи се за хидраулично управљање претходно поменутог разводника 4/3. Његово управљање се врши комбинацијом електро управљања и ручног односно машинског управљања насупрот повратној опрузи. (Слика 3.18)



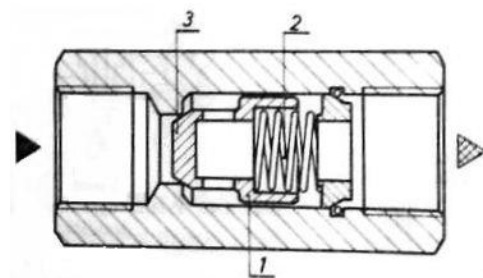
Слика 3.18. Симбол разводника 2/2

11 – Неповратни вентил (Слика 3.19) – користи се првенствено из сигурносних разлога. Улога му је да пропусти течност само у једном правцу а да потпуно онемогући проток течности у супротном правцу.

По конструкцији, неповратни вентили, спадају у вентиле са седиштем, тако да омогућавају затварање без цурења. На слици 3.20 је приказан неповратни вентил код којег је елемент затварања конус (1), којег опруга (2) притиска на седиште (3) у кућишту вентила. Флуид нормално струји у смеру приказаном



Слика 3.19. Хидраулични симбол неповратног вентила



Слика 3.20. Неповратни вентил

стрелицама. Притисак отварања неповратног вентила зависи од тражених карактеристика. Овакав вентил се може уградити у било ком положају. [15]

12 – AQ 001 – Под овом ознаком на цртежу се подразумевају сви неопходни делови (арматура и прибор) за састављање хидрауличног система у једну функционалну целину.

Спајање међусобно непокретних компонената у хидрауличним системима се врши искључиво челичним цевима, према стандарду DIN 2391, са коришћењем челика Ѓ.1212 и Ѓ.1330. У посебним случајевима (што у овом примеру није случај) се могу користити бакарне, алуминијумске, пластичне цеви са уграђеним прстеном за ојачање. Све коришћене цеви морају поседовати одговарајуће атесте. Компоненте које у хидростатичком систему међусобно мењају положај (у овом систему је то кочница, односно хидроцилиндар двосмерног дејства) се спајају савитљивим цевоводом (цревоводом). Цревовод се израђује од гуме која је армирана са челичном мрежом у једном или више слојева (на слици 3.1 означено као НН 001).[16]

Повезивање хидрауличних елемената у хидростатичком систему се врши помоћу прикључака и цевовода. Са хидрауличним елементима прикључци се повезују преко навоја. На цевима не постоји навој већ се свака цев на свом крају пертлује помоћу посебне алатне машине која на једноставан начин шири крај цеви и прави такозвани обод шешира на кога наилазе заптивни елементи а то су специјално конструисан уложак са високим степеном толеранције и специјално за те сврхе направљена навртка која належе на уложак и навртањем на хидраулични елемент добијамо изванредно заптивање.

3.1.3 Прорачунавање појединих компоненти хидрауличног система

Цевовод

Да би се прорачунао, односно димензионисао пречник цеви датог цевовода хидрауличног система морају се испоштовати одређена правила и законитости као и препоруке које су произишле из низа година практичног искуства. Постоји и стандард DIN 2413 који се мора у потпуности испоштовати.

Најбитније је одредити унутрашњи пречник цевовода и дебљину зида цеви која ће задовољити тражене захтеве а уједно испунити све стандарде.

Унутрашњи пречник цеви се израчунава по обрасцу: [17]

$$d = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{Q}{v_d}} [mm]$$

$Q = 190 [l/min]$ – представља максимални проток кроз цевовод (добитојено техничким задатком)

Израчунавање унутрашњег пречника цеви за притисни вод:

$v_d = 5 [m/sec]$ – усвојена брзина радног флуида притисног вода (Табела 3.1)

$$d = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{190}{5}} = 28.37 [mm]$$

- усваја се прва већа стандардна вредност унутрашњег пречника цеви $\varnothing 30 [mm]$

Табела 3.1: Вредности брзина флуида код високо притисних цеви [18]

Притисни вод [m/sec]	Повратни вод [m/sec]	Дренажни вод [m/sec]
5	3	0.7

На основу добијеног унутрашњег пречника цеви може се прорачунати дебљина зида цеви помоћу следећег обрасца: [10]

$$s = \frac{d_u \cdot p \cdot S}{2 \cdot \sigma_{doz}},$$

где је: s – дебљина зида цеви; d_u – унутрашњи пречник цеви; p – највећа вредност статичког притиска; σ_{doz} – дозвољено напрезање у зидовима цеви, обично се усваја 30-35 % од чврстоће на кидање [19]; S - коефицијент сигурности, најчешће се усваја $S = 2$.

$$d_u = 30 [mm]; p = 190 [bar] = 19 \left[\frac{N}{mm^2} \right]; \sigma_{doz} = 145 \left[\frac{N}{mm^2} \right]; S = 2$$

$$s = \frac{30 \cdot 19 \cdot 2}{2 \cdot 145} = 3.931 [mm]$$

- усваја се прва већа стандардна дебљина цеви која износи $s = 4 [mm]$ дакле, добија се цев $\emptyset 38 \times 4 [mm]$ која нам служи за напајање читавог система радним флуидом, односно цев која ће задовољити количину протока задату техничком спецификацијом.

Деоница се након вентила који регулишу кретање радног органа а самим тим регулишу проток и притисак у систему морају поново димензионисати. Израчунавање се обавља на исти начин, помоћу истих формула уз промену одређених вредности у циљу задовољавања најнеповољнијих услова у којима се може наћи погонска јединица при обављању радног задатка:

$$Q = 130 [l/min]; v_d = 5 [m/sec] \rightarrow d = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{130}{5}} = 23.46 [mm]$$

- усваја се прва већа стандардна вредност унутрашњег пречника цеви $\emptyset 24 [mm]$

На основу добијеног унутрашњег пречника цеви прорачунавамо дебљину зида цеви на исти начин као и у првом случају. Урачунавајући и губитак притиска у вентилима од 20 бари на основу спецификација коришћених вентила добијамо:

$$d_u = 24 [mm]; p = 170 [bar] = 17 \left[\frac{N}{mm^2} \right]; \sigma_{doz} = 145 \left[\frac{N}{mm^2} \right]; S = 2$$

$$s = \frac{24 \cdot 17 \cdot 2}{2 \cdot 145} = 2.81 [mm]$$

- усваја се прва већа стандардна дебљина цеви која износи $s = 3 [mm]$ тако да усвајамо цев $\varnothing 30 \times 3 [mm]$ која нам служи за напајање погонске јединице – хидромотора.

С обзиром да се у овом хидрауличном систему помоћу разводника може регулисати смер окретања вратила хидромотора, то значи да се прорачунавање пречника цеви за повратни цевовод практично може занемарити, односно користиће се исте вредности као за потисни цевовод јер се у зависности од потреба вратила обе цеви могу користити и као потисне и као повратне.

Цеви које имају функцију управљања хидрауличним компонентама су димензионисане према техничким карактеристикама самих компоненти. Тако да се за све цеви којима се врши управљање користе цеви $\varnothing 12 \times 1.5 [mm]$.

За дренажне цеви, пречник унутрашњег цевовода се израчунава по истом принципу као и претходне цеви користећи исте формуле, наравно са промењеним улазним подацима:

$$Q = 8 [l/min]; \quad v_d = 0.7 [m/sec] \rightarrow d = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{8}{0.7}} = 15.55 [mm]$$

- усваја се прва већа стандардна вредност унутрашњег пречника цеви $\varnothing 16 [mm]$

На основу добијеног унутрашњег пречника цеви, дебљину зида цеви се прорачунава на исти начин као и у претходним случајевима.

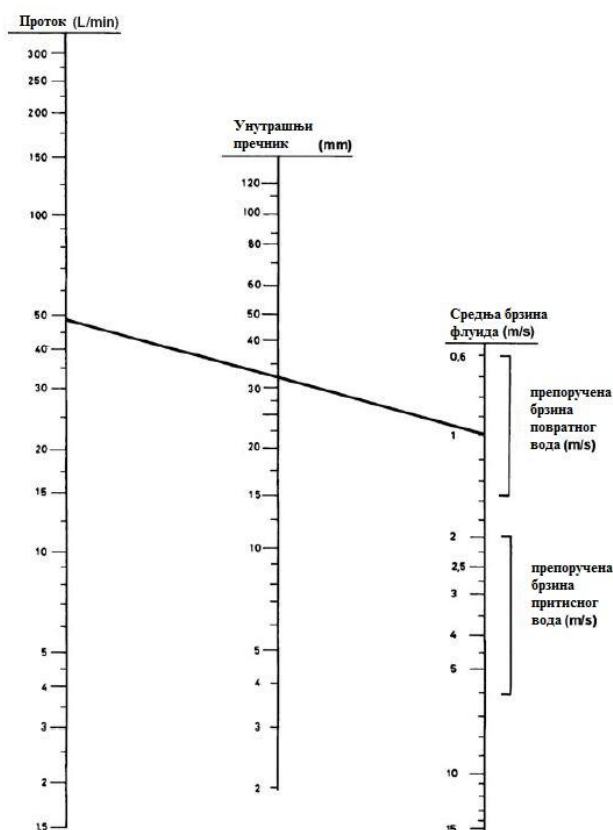
$$d_u = 16 [mm]; \quad p = 170 [bar] = 17 \left[\frac{N}{mm^2} \right]; \quad \sigma_{doz} = 145 \left[\frac{N}{mm^2} \right]; \quad S = 2$$

$$s = \frac{16 \cdot 17 \cdot 2}{2 \cdot 145} = 1.88 [mm]$$

- усваја се прва већа стандардна дебљина цеви која износи $s = 2 [mm]$, добијањем цеви $\varnothing 20 \times 2 [mm]$ задовољени су услови који ће нам служи за одвођење вишка радне течности која се може појавити у хидромотору и самим тим спречава физичко оштећење мотора.

Прорачунавање и одабир пречника цеви се у практичним радовима врши помоћу такозваних номограма (Слика 3.21) или помоћу посебних табела за одабир пречника

цеви у односу на дати притисак и проток направљених од стране инжењера вођених дугогодишњим искуством у тој области, наравно за овакве системе, у складу са одговарајућим стандардима (Слика 3.22). Димензије дебљина зида стандардних цеви се такође преузимају из одређених табела.



Слика 3.21 Номограм за одређивање пречника цеви [21]

сплављени пречници	дебљина зида цеви [mm]	унутрашњи пречник [mm]	стандардни пречник	максимални притисак [bar]	проток у притисном цевоводу [l/min]	проток у повратном цевоводу [l/min]	проток у притисном цевоводу [l/min]
ø12 x	1.5	ø9		304	19		
ø15 x	1.5	ø12		239	34		
ø18 x	2	ø14		286	46		
ø20 x	2	ø16		256	59		
ø22 x	2	ø18		231		45	
ø25 x	3/2	ø19/ø21		335	85	62	
ø28 x	2	ø24		179		80	
ø30 x	2	ø26		167		94	
ø30 x	3	ø24		275	140		
ø35 x	3	ø29		233		120	
ø38 x	3/2,5	ø32/ø33		214		142/155	34/36
ø38 x	4	ø30		300	220		
ø42 x	3	ø36		192		180	42
ø50 x	3	ø44		167		270	63
ø50 x	5	ø40		290	380		
ø60 x	3	ø54		138		410	96
ø60 x	5	ø50		239	600		
ø55 x	8	ø49		374	560		
ø75 x	3	ø69	DN65/70	76		670	155
ø75 x	5 (krag)	ø65		205	900		
ø80 x	10	ø60		384	850		
ø90 x	3,5	ø83	DN80	154		970	225
ø97 x	12	ø73		383	1250		
ø100 x	4	ø92	DN100	113		1200	280
ø115 x	4	ø107	DN100	97		1650	380
ø115 x	15	ø85		408	1720		
ø140 x	4,5	ø131	DN125	91		2430	570
ø165 x	5	ø155		86		3400	800

Слика 3.22 Специфична табела за одређивање пречника цеви [18]

Оваквим одабиром унутрашњих пречника цеви као и дебљина зида цеви значајно се поједностављује и убрзава процес стварања хидрауличног система.

Одабир хидромотора

Одабиру хидромотора са карактеристикама које ће одговарати траженој спецификацији (Табела 2.1) претходи прорачун појединих ставки због добијања тражених карактеристика, а то су:

- обртни момент који је потребан за извлачење одређене тежине терета,
- проток радног флуида који је довољан да задовољи радне потребе хидромотора витла,
- снагу [kW] хидромотора која је неопходна да би хидромотор био функционалан.

Хидромотор се може одабрати помоћу табела добијених од одређеног произвођача у коме се налазе његове карактеристике, извршавањем прорачунавања неопходних података утврђује се да ли одабрани хидромотор задовољава тражене вредности (Табела 2.2).

Веома битна ставка коју треба да задовољи одабрани хидромотор је обртни момент. Који мора да задовољи највеће могуће оптерећење које се може десити на витлу које износи 39 226.6 њутна [N]. Ови податци се могу прорачунати помоћу следеће формуле:

$$M = \frac{n \cdot T \cdot p_1}{g} \cdot u \cdot \frac{\eta}{d_1} \cdot 2$$

n – количински, број хидромотора

$T = 46.7 [Nm/bar]$ – обртни момент (добијен из спецификације одабраног хидромотора)

p_1 – притисак у хидрауличном систему [bar]

$g = 9.81 [N/kg]$ – сила земљине теже

u – преносни однос (у овом случају је 1 из разлога што између вратила и хидромотора не постоји никакав механички преносник, већ се директно везују)

$\eta = 0.93$ – укупан степен корисности хидромотора

$d1$ – пречник добоша са једним слојем ужета, укључујући његову дебљину (задато поставком задатка) [mm]

Након имплементирања датих података у формулу добија се:

$$M = \frac{1 \cdot 46.7 \cdot 190}{9.81} \cdot 1 \cdot \frac{0.93}{0.417} \cdot 2 = 4034 [kg] \approx 39226.6 [N]$$

из добијеног резултата се потврђује претпоставка да је одабран хидромотор са карактеристикама које одговарају траженим захтевима.

Проток радног флуида се израчунава помоћу следеће формуле:

$$Q = \frac{t}{\left(\pi \cdot \frac{d1}{1000}\right)} \cdot q + (n \cdot 5)$$

где су: t – брзина намотавања ужета првог слоја у најоптерећенијем вучном моду [m/min] (задато поставком задатка)

q – количина радне течности [l/obr] која је потребна за рад хидромотора у најоптерећенијем моду која се добија помоћу следећег обрасца:

$$q = q_m \cdot n \cdot u$$

q_m – карактеристика одговарајућег хидромотора [l/obr] (добијена у техничкој документацији одређеног произвођача хидромотора)

Остали чланови дате формуле су познати и прорачунавањем се добија:

$$Q = \frac{20}{\left(\pi \cdot \frac{417}{1000}\right)} \cdot 2.99 + (1 \cdot 5) = 51 [l/min]$$

- добијени резултат задовољава тражене карактеристике (Табела 2.1) тако да је изабрани хидромотор што се тиче протока задовољавајући.

Помоћу следеће формуле се дефинише потребна снага коју мора поседовати хидромотор да би извршавао своју функцију:

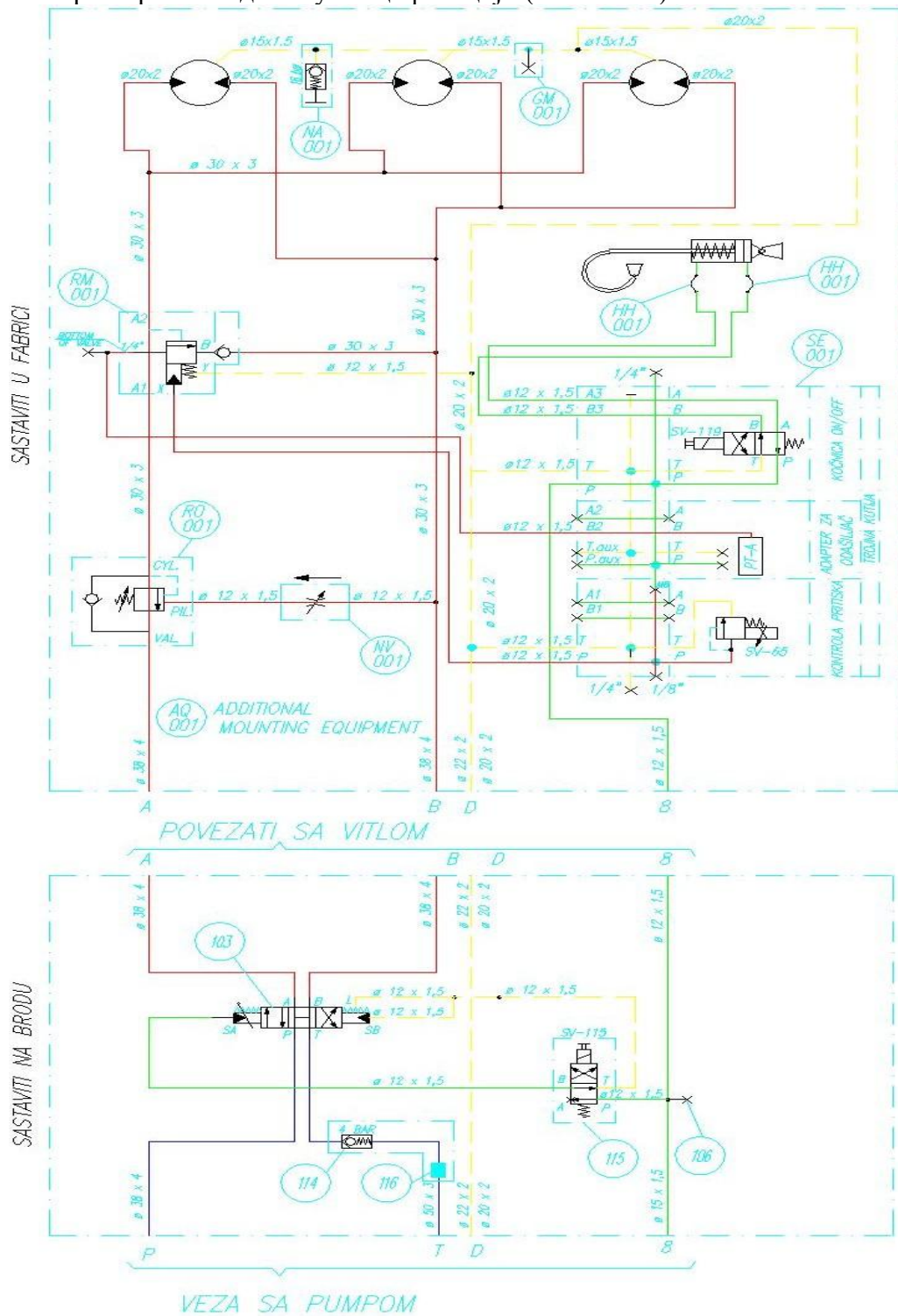
$$P = \frac{Q \cdot (p_1 + 25)}{\frac{600}{0.85}} = \frac{\frac{51 \cdot (190 + 25)}{600}}{0.85} = 21.5 [kW]$$

- добијени резултат је одговарајући из разлога што одабрани хидромотор може имати толико снагу (потврђено спецификацијом произвођача хидромотора).

3.2 ХИДРАУЛИЧНИ СИСТЕМ СА ТРИ ПОГОНСКЕ ЈЕДИНИЦЕ

3.2.1 Хидраулична шема

Хидраулична шема са три погонске јединице – хидромотора се дефинише на основу тражених карактеристика датих у спецификацији (Табела 2.1).

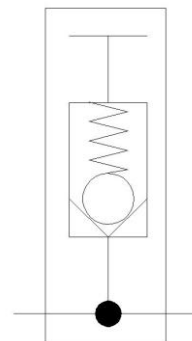


Слика 3.23 Хидраулична шема за витло са три погонске јединице

3.2.2 Опис компоненти

Компоненте овог хидрауличног система приказаној на шеми (Слика 3.23) су исте као и на шеми приказаној на слици 3.1, и функција им је иста с тим да постоје две нове компоненте уграђене на дренажном систему (ознаке NA 001 и GM 001).

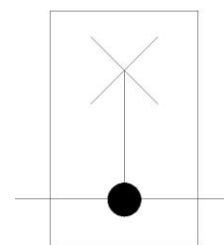
Неповратни вентил NA 001 – поставља се на дренажни систем и има функцију да пропусти течност само у једном правцу а да потпуно онемогући проток течности у супротном правцу. Првенствено се поставља ради заштите система. Детљније функције оваквих уређаја имате у опису на 25.-тој страни овог рада.



Слика
3.24.Хидраулични
симбол неповратног
вентила

Уређај за прикључивање испитног уређаја (eng Test point)

GM 001– инсталира се, по могућству, на што бољи, доступнији положај да би се могао што лакше прикључити уређај за мерење притиска у систему.



Слика 3.24.
Хидраулични симбол за
тест тачку

3.2.3 Прорачунавање појединих компоненти хидрауличног система

Цевовод

С обзиром да се тражене карактеристике нису промениле да би се направио хидраулични систем са три хидромотора потребно је придржавати се задатих техничких карактеристика (Табела 2.1), тако да су полазни подаци за прорачун цевовода исти као и све компоненте коришћене у претходном систему. Што доводи до закључка да се за долазну цев користи $\varnothing 38 \times 4$ као и цеви за управљање компонентама хидрауличног система $\varnothing 12 \times 1.5$.

Битна промена се дешава код цеви које се прикључују на хидромотре, њих треба поново прорачунати из разлога што сада један проток треба поделити на три хидромотора. Користећи исте формуле уз промењене полазне податке добијамо:

$$Q = 60 [l/min] v_d = 5 [m/sec]$$

$$d = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{Q}{v_d}} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{60}{5}} = 15.93 [mm]$$

- Кориговањем добијене вредности у прву већу стандардну вредност добија се унутрашњи пречник цеви $\varnothing 16$.

Добијеном прорачунском вредношћу за унутрашњи пречник цеви израчунава се дебљина зида цеви помоћу познатих образаца:

$$d_u = 16 [mm]; p = 170 [bar] = 17 \left[\frac{N}{mm^2} \right]; \sigma_{doz} = 145 \left[\frac{N}{mm^2} \right]; S = 2$$

$$s = \frac{16 \cdot 17 \cdot 2}{2 \cdot 145} = 1.88 [mm]$$

- Усвајањем прве веће вредности добијамо димензије цеви до хидромотора а то су стандардизоване цеви $\varnothing 20 \times 2$.

Из разлога мењања једне веће погонске јединице (хидромотора) у три мање требало би се поново димензионисати цевни дренажни систем који је у овом случају

мало компликованији, из разлога додавања две нове компоненте и наравно количине цеви. Уз промењене полазне податке, прорачунски се добија:

$$Q = 3 [l/min]; \quad v_d = 0.7 [m/sec] \rightarrow d = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{3}{0.7}} = 9.52 [mm]$$

- Стандардизовањем прорачунате вредности усваја се унутрашњи пречник $\emptyset 12 [mm]$ (из предострожности се узима ова вредност а не прва већа на основу савета пројектних инжењера и њиховог радног искуства).

На основу усвојене вредности прорачунава се дебљину зида цеви дренажних водова:

$$d_u = 12 [mm]; \quad p = 170 [bar] = 17 \left[\frac{N}{mm^2} \right]; \quad \sigma_{doz} = 145 \left[\frac{N}{mm^2} \right]; \quad S = 2$$

$$s = \frac{16 \cdot 17 \cdot 2}{2 \cdot 145} = 1.41 [mm]$$

Услед спајања три дренажне цеви (од сваког хидромотора по једна) у један дренажни вод услед пораста протока прорачунава се нова димеизију унутрашњег пречника цеви за ту сврху:

$$Q = 8 [l/min]; \quad v_d = 0.7 [m/sec] \rightarrow d = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{8}{0.7}} = 15.55 [mm]$$

- усваја се прва већа стандардна вредност унутрашњег пречника цеви $\emptyset 16 [mm]$

На основу добијеног унутрашњег пречника цеви може се прорачунати дебљина зида цеви на исти начин као и у претходним случајевима.

$$d_u = 16 [mm]; \quad p = 170 [bar] = 17 \left[\frac{N}{mm^2} \right]; \quad \sigma_{doz} = 145 \left[\frac{N}{mm^2} \right]; \quad S = 2$$

$$s = \frac{16 \cdot 17 \cdot 2}{2 \cdot 145} = 1.88 [mm]$$

- усваја се прва већа стандардна дебљина цеви која износи $s = 2 [mm]$, добијамо цев $\emptyset 20 \times 2 [mm]$.

Одабир хидромотора

Користећи се истим принципима и формулама које су дате у овом раду на страни 31, прорачунским методама се може доћи до правилног одабира хидромотора који ће по својим карактеристикама задовољити тражене услове (Табела 2.1).

Веома битна ставка коју треба да задовољи одабрани хидромотор је обртни момент. Његов обртни момент би морао да задовољи највеће могуће оптерећење које се може десити на витлу које износи 39 226.6 њутна [N]. Ови податци се прорачунавају помоћу следеће формуле:

$$M = \frac{n \cdot T \cdot p_1}{g} \cdot u \cdot \frac{\eta}{d_1} \cdot 2 = \frac{3 \cdot 7.69 \cdot 190}{9.81} \cdot 2 \cdot \frac{0.93}{0.417} \cdot 2 = 3986[kg] \approx 39226.6 [N]$$

$T = 7.69 [Nm/bar]$ – обртни момент (добијен из спецификације одабраног хидромотора)

- на основу добијеног резултата се може закључити да спрегом три изабрана хидромотора задовољавамо тражене карактеристике и да је извршен добар одабир хидромотора који задовољава тражене услове.

Коришћени проток за хидромоторе:

$$Q = \frac{t}{\left(\pi \cdot \frac{d_1}{1000}\right)} \cdot q + (n \cdot 5)$$

$q = q_m \cdot n \cdot u = 0.493 \cdot 3 \cdot 2 = 2.96$; (преносни однос u је добијен од конструктора механичног преносника – редуктора)

$$Q = \frac{20}{\left(\pi \cdot \frac{417}{1000}\right)} \cdot 2.96 + (3 \cdot 5) = 60.2 [l/min]$$

Снагу коју ће користити хидромотор за остваривање радног задатка израчунавамо помоћу формуле:

$$P = \frac{Q \cdot (p_1 + 25)}{\frac{600}{0.85}} = \frac{\frac{60.2 \cdot (190 + 25)}{600}}{0.85} = 25.4 [kW]$$

4. ЗАПТИВАЊЕ У ХИДРАУЛИЦИ

Заптиваче код хидрауличних компонената је од изузетног значаја за правилан и нормалан рад. Познавање услова и процеса који се појављују при раду хидрауличних компонената од изузетног је значаја за одржавање непропустљивости заптивања. Од одржавања потребног нивоа заптивања може да зависи целокупан рад система.

Заптиваче треба да спречи истицање радног флуида из радног простора и да истовремено заштити радне површине елемената компонената које чине хидраулични систем од утицаја спољашње средине. Заптивеност представља степен пропустљивости заптивног слоја, односно количину истицања радног флуида у јединици времена.[16]

Код одржавања нормалне радне способности хидрауличних компонената карактеристичне су две основне групе спојева:

- заптиваче спојева непокретних елемената или елемената чије су брзине кретања веома мале,
- заптиваче слојева покретних елемената.

Заптиваче слојева прве групе елемената може се вршити на два начина:

- без посебних заптивки и
- са заптивкама

Појава великог броја начина заптивања изискује веома добро познавање материјала заптивки као основних елемената заптивног споја. Правилним избором основних материјала за израду заптивних елемената могуће је решити проблеме заптивања сваког споја са било којим флуидом и било којим притиском флуида. [16]

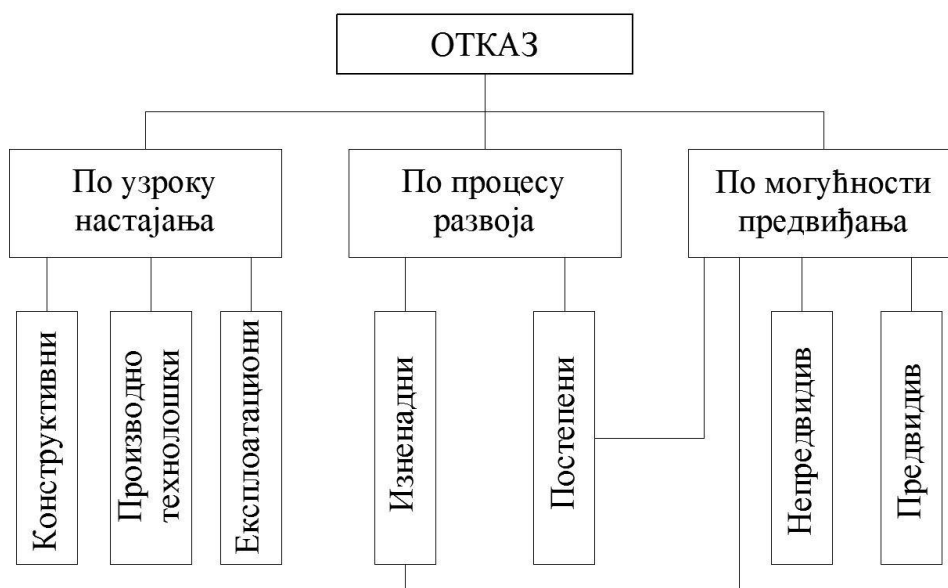
4.1 УТИЦАЈ ЧИСТОЋЕ РАДНОГ ФЛУИДА НА РАД ХИДРАУЛИЧНОГ СИСТЕМА

Хидраулични радни флуиди имају важне задатке у хидрауличним системима. Анализе отказа хидрауличних система показују да су основни узрочници отказа запрањан радни флуид, растворени гасови у радном флуиду, промена радне температуре, могуће грешке (у руковању, материјалу, изради, монтажи) и друго. Прва три узрока обухватају око 98% отказа, што указује на њихову важност, при томе су утицаји запрањаности флуида на првом месту. [16]

5. ПОУЗДАНОСТ ХИДРАУЛИЧНИХ СИСТЕМА

5.1 ОТКАЗИ КОД ХИДРАУЛИЧНИХ СИСТЕМА

За анализу и оцену поузданости хидрауличних система потребна су знања о отказима и узроцима настајања отказа. На слици 5.1 приказан је шематски пут од исправног стања механизма до отказа. [16]



Слика 5.1 Шематски пут од исправности до отказа

За сваки елемент и механизам у целини постоје карактеристични откази који се могу предвидети у фази пројектовања и конструисања. Оштећења нарушавања исправног стања механизма или његових саставних елемената настаје утицајем спољашњих фактора вишег нивоа. [16]

Оштећења могу бити значајна, а појављују се као претходница отказа и умањења радне способности. Ако се оштећења не одстрани могу проузроковати отказе. Могућност настајања отказа могу се разврстати у четири групе:

1. Откази који настају као последица грубих грешака у пројектовању, изради, у конструктивно технолошкој документацији, пропустима у технологији израде и непоштовањем прописаних правила за експлоатацију;

2. Откази изазвани скривеним грешкама и оштећењима а за њихово откривање и одстрањење су потребна специјална истраживања физичко хемијским процесима за реалне услове експлоатације;
3. Откази изазвани спољашњим утицајима (динамичким оптерећењима, температуром, вибрацијама, рад у агресивним срединама и друго);
4. Откази изазвани старењем, хабањем (трошењем) и променом својстава радног флуида у процесу експлоатације. [16]

5.2 КЛАСИФИКАЦИЈА ОТКАЗА

Истраживања су дала следеће резултате за отказе у хидрауличним системима (у зависности од услова експлоатације могу бити и другачији):

1. Откази по узроку настанка [%]:
 - конструктивни 20,
 - производни 50,
 - експлоатациони 30.
2. Откази по могућности предвиђања [%]:
 - изненадни 40,
 - постепени 60:
 - предвидиви 20,
 - непредвидиви 80.
3. Откази по карактеристици испољавања [%]:
 - нехерметичност 45,
 - неодговарајући параметар установљеног нивоа пројектовања 15,
 - функционални недостатак 15,
 - нарушавање динамичке издржљивости 10,
 - разарање елемената на силу 15.
4. Откази елемената механизма [%]:
 - цевних водова и црева 35,
 - покретних разводних уређаја 20,
 - елементи аутоматике 10,

- вентили и филтери 25,
- елементи за пренос снаге 10. [16]

5.3 УТИЦАЈНИ ФАКТОРИ НА ПОУЗДАНОСТ ХИДРОМЕХАНИЗАМА

По физичкој природи све факторе који утичу на поузданост хидраулчких механизма у процесу експлоатације можемо поделити на три групе:

- климатске,
- хидрауличне и
- механичке. [16]

5.3.1 Климатски фактори

Климатски фактори су: температура, влажност, сунчева радијација и запрљаност радне средине. У условима експлоатације радна средина се сматра нормалном при $20^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$, влажност $60 \pm 20 \%$ и одсуство прашине и других механичких примеса. Очигледно је да је то реткост у реалним условима рада.

При повишеној температури механичка својства већине материјала се погоршавају. Повишење температуре изазва убрзање процеса старења многих пластичних маса и гумених материјала. Подмазујући материјали и радне течности губе својства, што доводи до повећања цурења због зазора заптивки.

При ниским температурама унутрашње структурне промене изазивају местимича допунска напрезања која доводе до ломова.

Влажност ваздуха може значајно утицати на радну способност хидрауличног механизма. Пара из ваздуха на површини елемента, при влажности 60-70% образује молекуларни слој воде који може да достигне дебљину од неколико десетих милиметра.

Влага се увлачи у поре материјала апсорпцијом или поремећајем херметичности. Може изазивати електрохемиску корозију, промену механичких и електричних својстава проводника и изолације. Убрзава процесе хабања, присуством у њој разних нечистоћа из ваздуха, покретних делова и убрзава корозију. [16]

5.3.2 Хидраулични фактори

Носилац енергије у хидрауличном ситему је течност. Свака промена њених својстава и карактеристика може изазвати отказ (због недовољне чистоће, због температуре околине, због садржаја влаге у уљу и због старења радне течности).

Ваздух у радној течности одређује његову стишљивост и подмазујућа својства. Ваздух може продрети у радну течност хидросистема у моменту монтаже, ремонта и у периоду експлоатације. Извор засићења радне течности ваздухом је кавитација, која настаје на местима смањеног притиска испод критичне вредности.

Старење радне течности је промена састава и својстава (антикорозивност, вискозност и друго). [16]

5.3.3 Механички фактори

Механички фактори су последице удара, преоптерећења и вибрација. Ударе карактерише претварање кинетичке енергије деформације елемената конструкције и обрнуто претварање еластичне деформације у кинетичку енергију. За нееластичне конструкције удар изазивају пригушене вибрације властите фреквенције. Као резултат појављују се оштећења и ломови.

Вибрације су механичка осциловања агрегата хидромеханизма, када не испуњавају у потпуности наменску функцију, а настају због несавршене конструкције, отказа и специфичних услова експлоатације. Основни узрок вибрације свих машина су ротирајући елементи. Њихова статичка и динамичка неуравнотеженост има за последицу силе и моменте који изазивају вибрације како ротирајућих елемената тако и механизма у целини. [16]

6. ЦРТАЊЕ 3Д МОДЕЛА У РАДНОМ ОКУЖЕЊУ АУТОДЕСК ИНВЕНТОРА

6.1 АУТОДЕСК ИНВЕНТОР (eng. Autodesk Inventor)

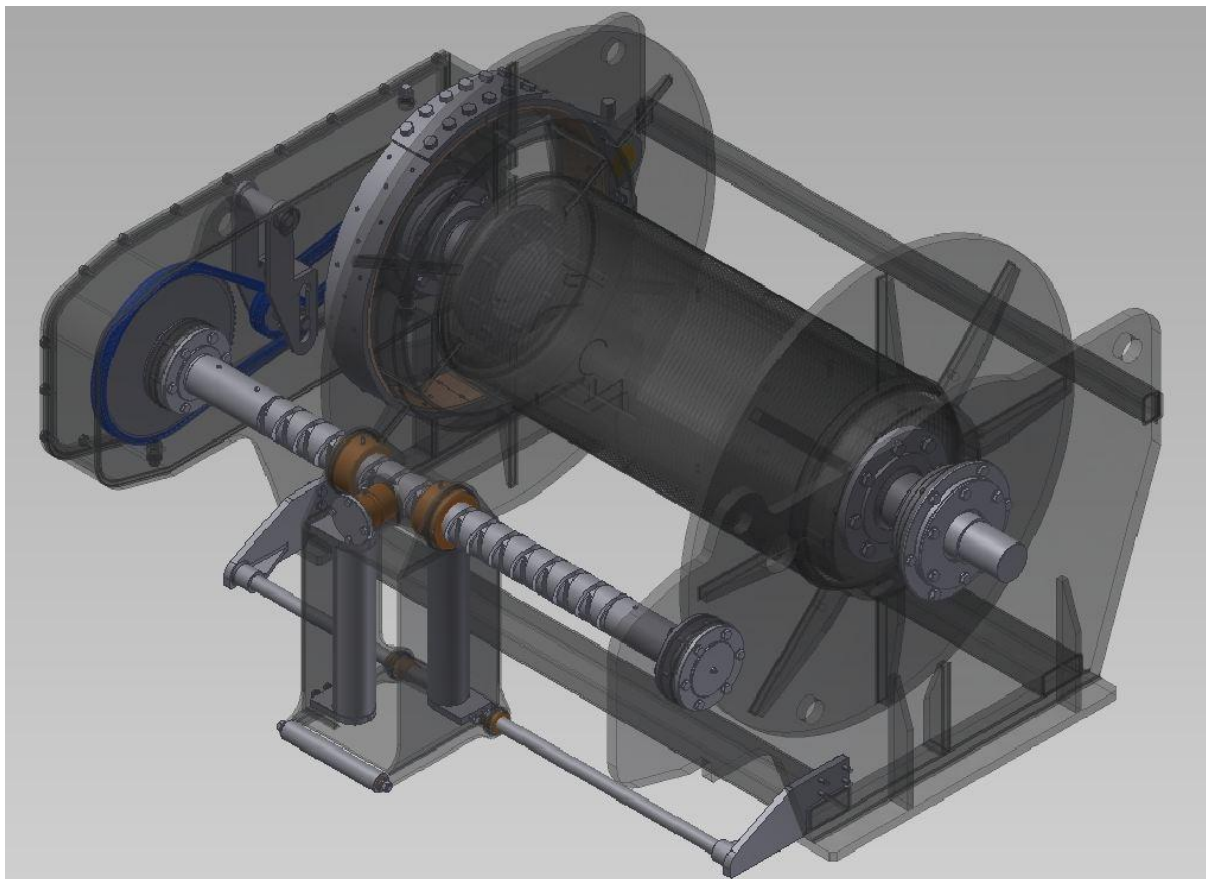
Аутодеск Инвентор је софтвер за пројектовање на рачунару и представља систем за моделовање склопова солида (3Д) и производњу цртежа (2Д) који је направљен са два циља:

1. Да се избегну ограничења других механичких КЕД (eng CAD) софтвера, поготову чисто параметарских, којих је данас све мање, и да се искористе развојни процеси који данас постоје у производњи;
2. Прилагодљивости начину рада и обезбеђивањем:
 - *Свакодневне продуктивности* – направљен је да би вам помогао да од првог дана више напредујете и да вам обезбеди да лакше радите,
 - *Перформансе на великим моделима* – са Аутодеск Инвентором ради се ефикасно у контексту комплетних склопова. У суштини, велики модели се учитавају, прегледају, уређују и складиште доста брже него што је то случај са другим програмима за пројектовање на рачунару,
 - *Прилагодљиво пројектовње* – Аутодеск Инвентор уводи нови концепт прилагодљивог пројектовања и методологију пројектовања која омогућава да се ради паралелно са током размишљања и не приморава вас да се прилагођавате унапред утврђеном поступку,
 - *Велике базе стандардних делова* – у оквиру програма постоји велика база чешће употребљиваних стандардних делова (европских и светских стандарда) који се веома лако примењују у разним машинским конструкцијама,
 - *Прорачунских модула* – једноставно коришћење разних прорачуна стандардних елемената, крутих спојева, машинских преносника снаге и заварених спојева,
 - *Вршења симулације* – ограничавањем елемената и постављањем одређених оптерећења може се добити детаљан извештај напонских стања и друго. [22]

6.2 ЦРТАЊЕ ВИТЛА У ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОМ ОКРУЖЕЊУ

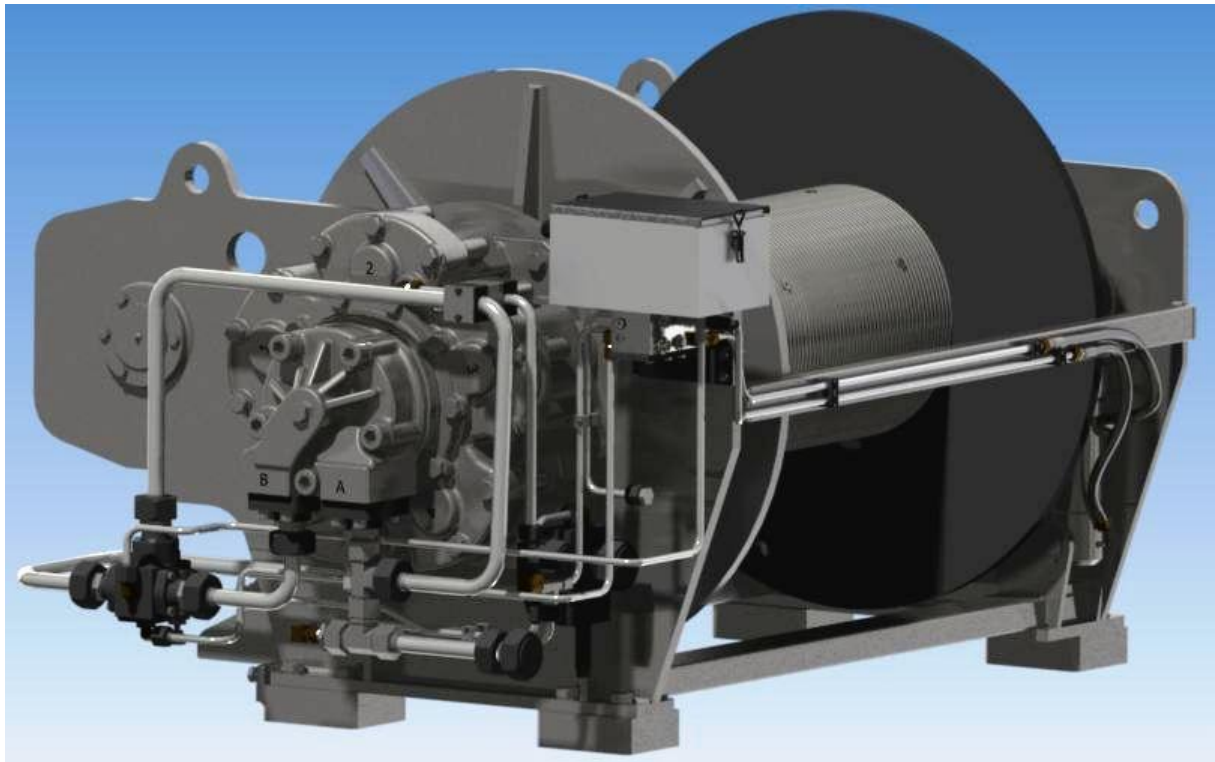
6.2.1 Витло са једном погонском јединицом

Цртање у Аутодеск Инвентору овако сложеног механизма као што је витло (Слика 6.1) није ни мало лако. Уз велики уложени труд колега Матејић Милош је веома ефикасно и коректно одрадио посао.

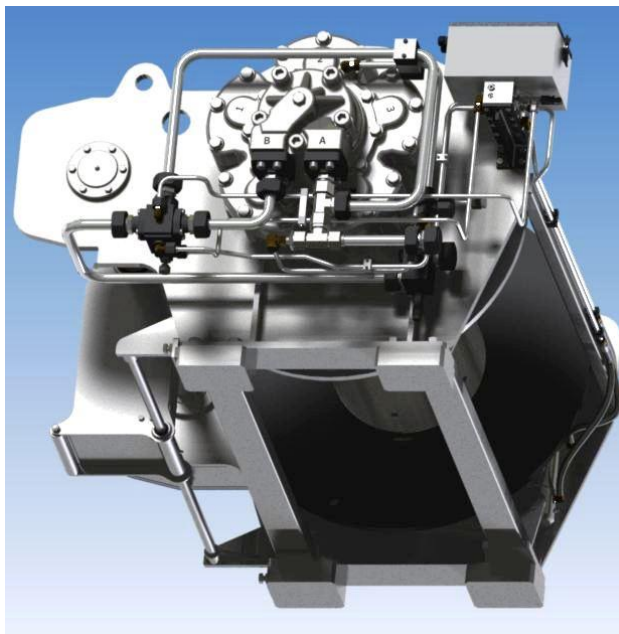


Слика 6.1 Модел витла са једном погонском јединицом

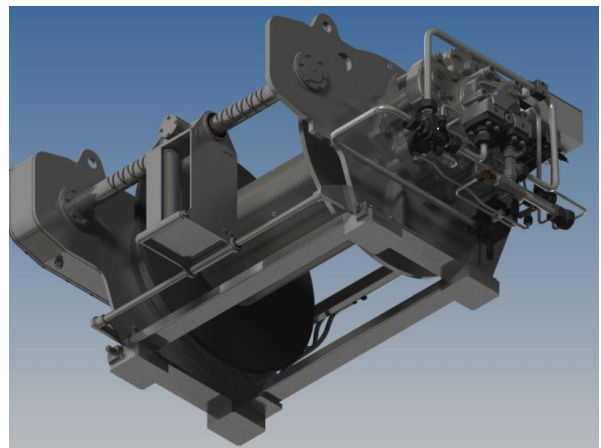
На овом моделу је требало додати, измоделирати, и саставити у функционалан склоп комплетну хидраулику са хидромотором, цевима и свим деловима са хидрауличне шеме са једном погонском јединицом (Слика 3.1). Уз уложени напорни рад моделирање је завршено (Слика 6.2; 6.3; 6.4), уз помоћ техничке документације појединих компоненти добијених од стране машинских инжењера из матичне компаније, самим тим и приступ израде техничке документације (Прилог 1) је могао да почне.



Слика 6.2 Модел витла са хидрауликом – поглед са десне стране



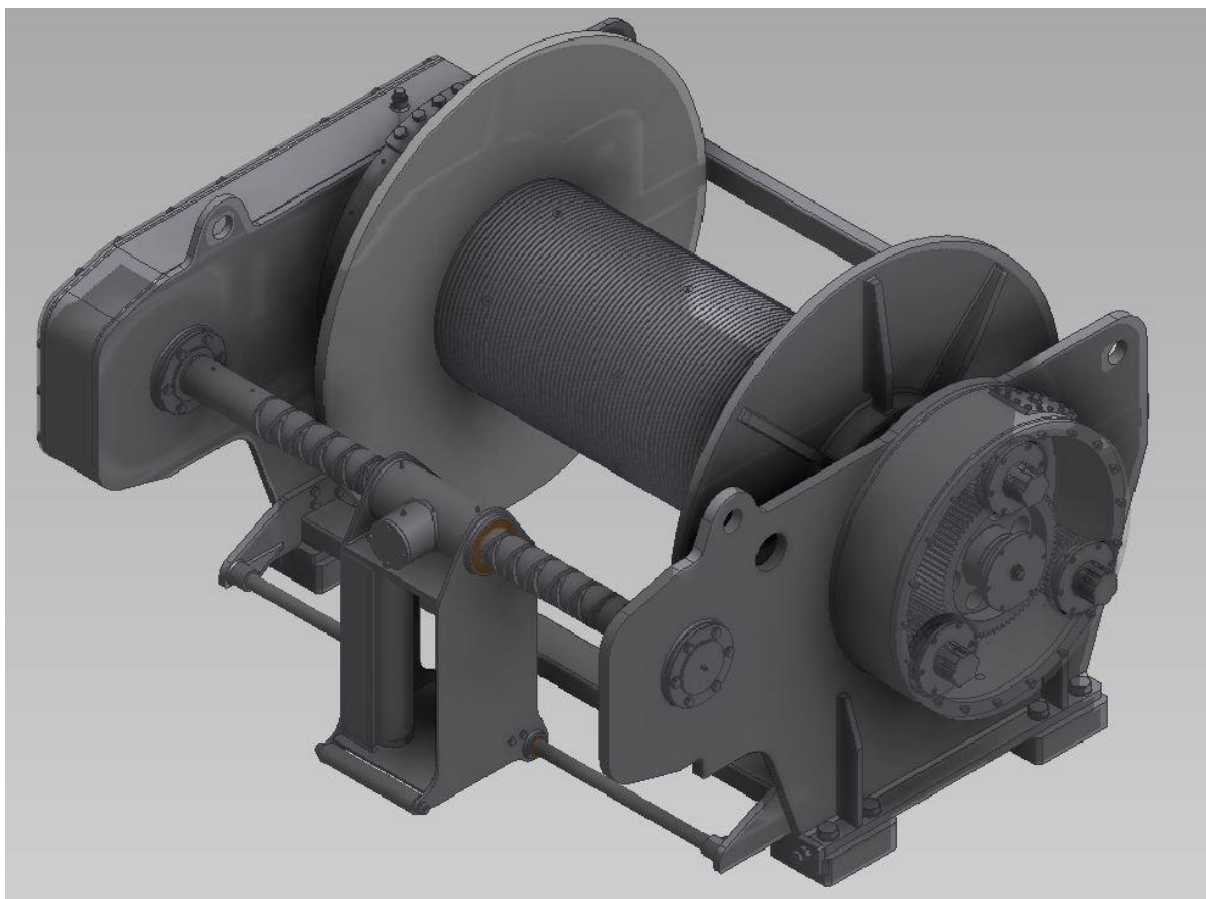
Слика 6.3 Модел витла са хидрауликом – поглед са доње стране



Слика 6.4 Модел витла са хидрауликом – поглед са леве стране, искоса

6.2.2 Витло са три погонске јединице

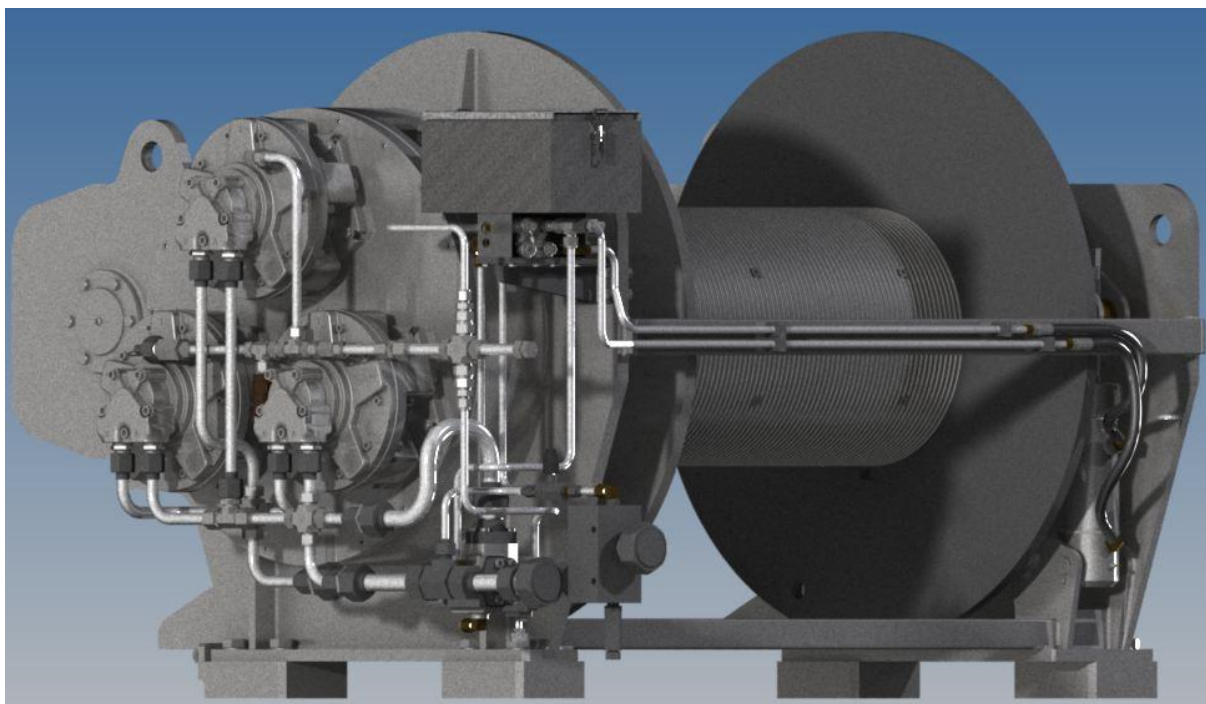
Из разлога што суфицита простора за иновативност при изradi мастер радова у оквиру Рап Марин Групе, уз договор са менторима са факултета и саветовања са менторима из Норвешке разрађена је идеја тродимензионалног модела (Слика 6.5) витла са три погонске јединице.



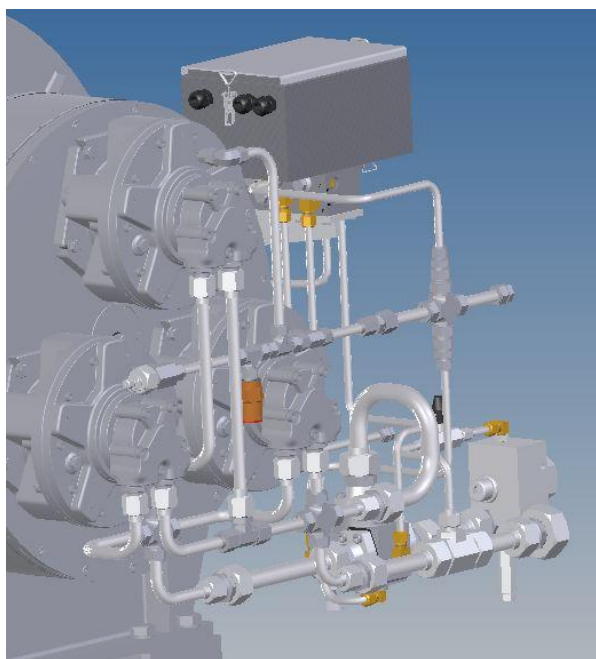
Слика 6.5 Модел витла са три погонске јединице

Идеја је уродила плодом долажењем до изванредних резултата. Као што су:

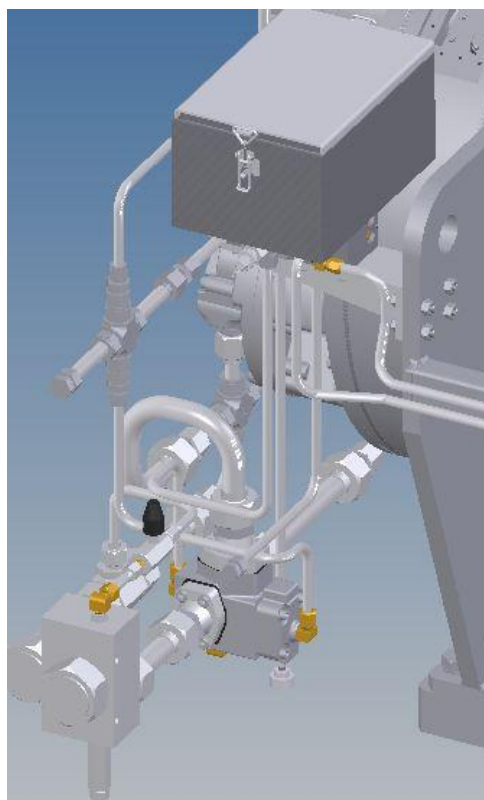
- смањена маса конструкције,
- једноставније путање хидрауличног цевовода, (Слика 6.6)
- поузданија конструкција,
- лепши изглед комплетног витла – компактније решење. (Слика 6.7; 6.8)



Слика 6.6 Модел витла са три погонске јединице са комплетном хидрауликом



Слика 6.7 Модел витла са хидрауликом – поглед са леве стране



Слика 6.8 Модел витла са хидрауликом – поглед са десне стране [23]

7.ЗАКЉУЧАК

У раду је приказан детаљан опис улоге витла у систему витала за рибарење мрежом као и његови технички захтеви. Затим је урађена анализа постојеће хидрауличне шеме за витло са једним погонским агрегатом. Да би могли у потпуности схватити принцип рада хидрауличног система, хидраулична шема је детаљно по елементима који се у њој налазе објашњена, сваки елемент засебно. Након тога је извршен прорачун који је комплетирао конструкцију хидрауличног система са једном погонском јединицом. Стварањем идеје о витлу са три погонске јединице, због низа погодности које она носи, приступило се цртању нове хидрауличне шеме и уз помоћ инжењера из Норвешке, који имају прегршт искуства у хидрауличном дизајнирању, дошло се до нове хидрауличне шеме са два нова елемента. Било је неопходно одредити и изабрати нове хидромоторе, што је помоћу одређених прорачуна потврђено и усвојено.

Доласком до сврхе овог рада, односно израде техничке документације за хидрауличне компоненте система, приступљено је моделирању витла у обе верзије (ради поређења) у програмском пакету Аутодеск Инвентор. Уз неколицину побољшања машинске конструкције витла урађена су и побољшања, како у изгледу тако и у поузданости комплетног хидрауличног система витла. Чиме се добило компактније решење са приметно побољшаним изгледом као и уштедом материјала, првенствено цеви.

Израдом техничке документације за хидраулични систем (дужине сечења цеви са неопходним радијусима савијања и угловима) се доприноси како значајном убрзању састављања истих компонената, тако и уштеди времена, а самим тим и новца. Такође се постиже и позитиван ефекат код муштерија јер ће тражени производ бити испоручен у договореном времену, естетски видно побољшан.

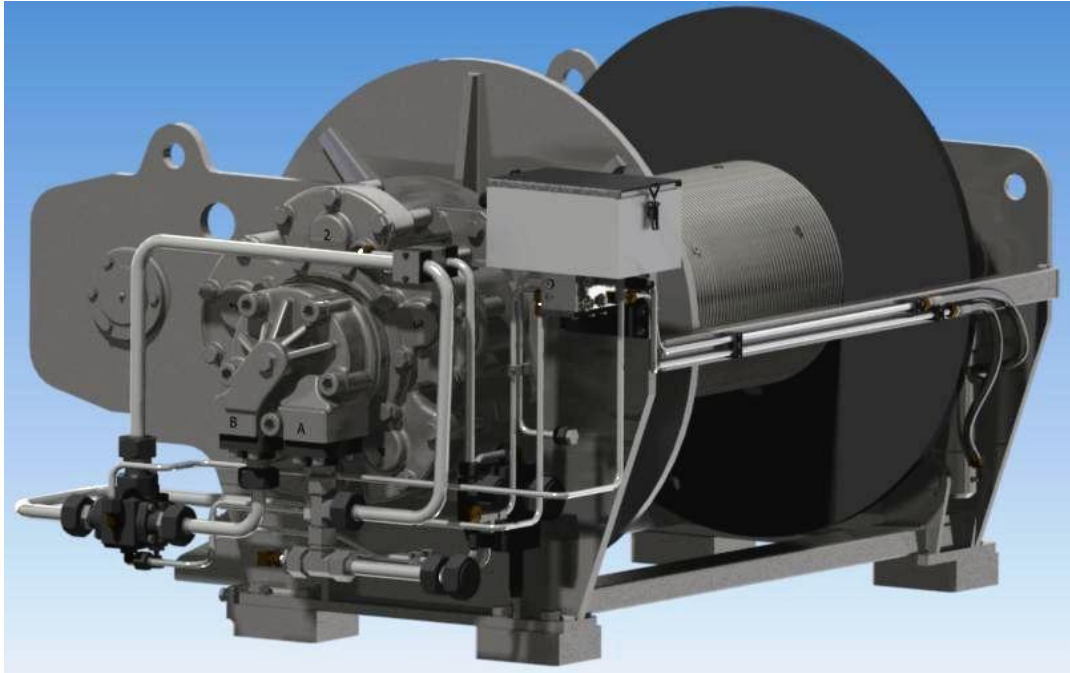
ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://hr.wikipedia.org/wiki/Vitlo> - приступљено у јуну 2012.
- [2] <http://sherwoodinspection.com/residential/files/2011/03/Well.jpg> - приступљено у јуну 2012.
- [3] <http://www.castlemagic.com/BW/drawbridge1.jpg> - приступљено у јуну 2012.
- [4] http://www.lassco.co.uk/typo3temp/ev_ptmpl/finalFiles/10539667001255944639/18174winchWa_detail_gallery_view_thumb.jpg - приступљено у јуну 2012
- [5] Матејић, М : *Конструисање и прорачун бродског витла у КЕД софтверу* – мастер рад, Факултет Инжењерских Наука, Крагујевац, 2012
- [6] <http://lennybrioxxy.hubpages.com/hub/history-of-hydraulic-systems> - приступљено у јуну 2012
- [7] http://physics.kenyon.edu/EarlyApparatus/Mechanics/Press_model/USMA22b.JPG приступљено у јуну 2012
- [8] Гордић, Д. : *Пренос снаге флуидом – Хидраулика*, Машински факултет, Крагујевац, 2007
- [10] Савић, В. : *Принципи пројектовања хидрауличних система*, Машински факултет, Зеница, 1987
- [11] Група издавача, *СОУР Индустија хидраулике и пнеуматике ``Прва петолетка``*, РО ХИДРАУЛИКА, Трстеник, 1980
- [12] <http://rappmarine.com/category/fishing-vessels> приступљено у јуну 2012
- [13] Candiff, J. : *Fluid power circuits and controls*, Biological System Engineering Department, Virginia Tech, USA, 2001
- [14] <http://www.danfoss.com/BusinessAreas/IndustrialAutomation/Industries/Pressure+transmitters+for+Hydraulic.htm> приступљено у јулу 2012

- [15] Јанићијевић, Н. и група аутора: Инжењерско машински приручник 3, Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1987
- [16] Јовановић, Д.; Грујић, Н. : *Примењена хидраулика – функционалност и одржавање*, ``Просвета``, Пожаревац, 2002
- [17] Warring, R. : *Hydraulic handbook – 8TH edition*, Trade & tehcnical press ltd, Morden, England, 1983
- [18] <http://rappmarine.com/> - приступљено у мају 2012
- [19] [http://www.gshydro.com/gsh/production.nsf/0/B239CEF7213E1CA8C2256EA2002D4202/\\$File/08_Pipes.pdf](http://www.gshydro.com/gsh/production.nsf/0/B239CEF7213E1CA8C2256EA2002D4202/$File/08_Pipes.pdf) – приступљено у јулу 2012
- [20] Савић, В. : *Уљна хидраулика 2 – конструкција, прорачун и одржавање хидрауличних система*, Дом штампе, Зеница, 1991
- [21] Galal, R. : *Fluid Power Engineering*, The McGraw-Hill Companies, Cairo, Egypt, 2009
- [22] Madsen, D. : *Autodesk Inventor 5/5.3 – Basic Through Advanced*, Pearson Eucation, Inc., New Jersey, 2003.
- [23] Николић, В : *Машински елементи*, Машински факултет, Крагујевац, 2004

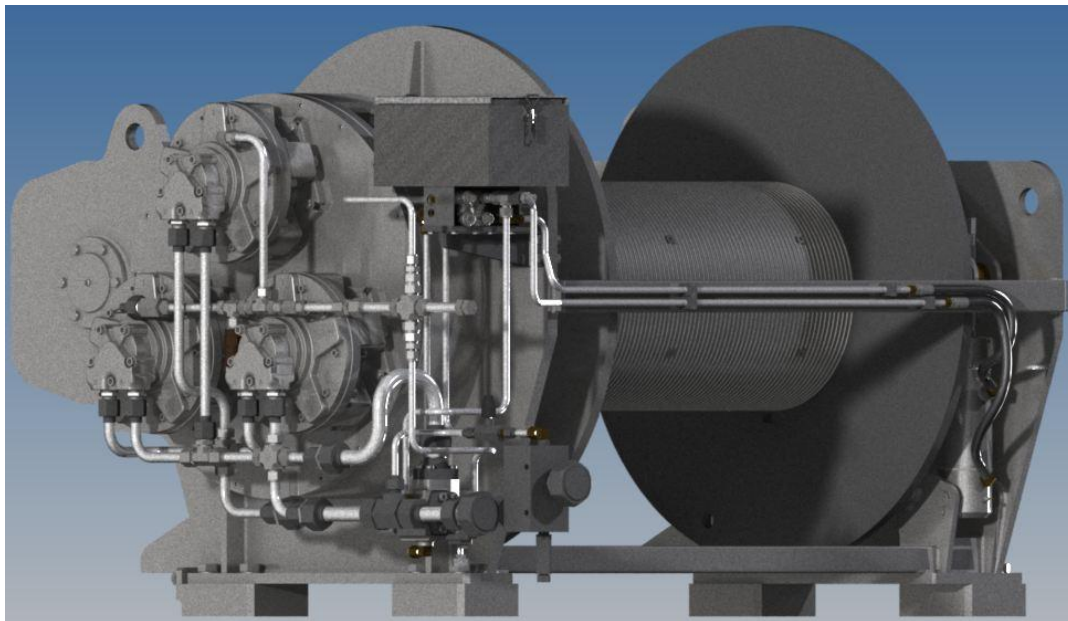
САДРЖАЈ ПРИЛОГА

ПРИЛОГ 1: ВИТЛО – ВЕРЗИЈА СА ЈЕДНОМ ПОГОНСКОМ ЈЕДИНИЦОМ



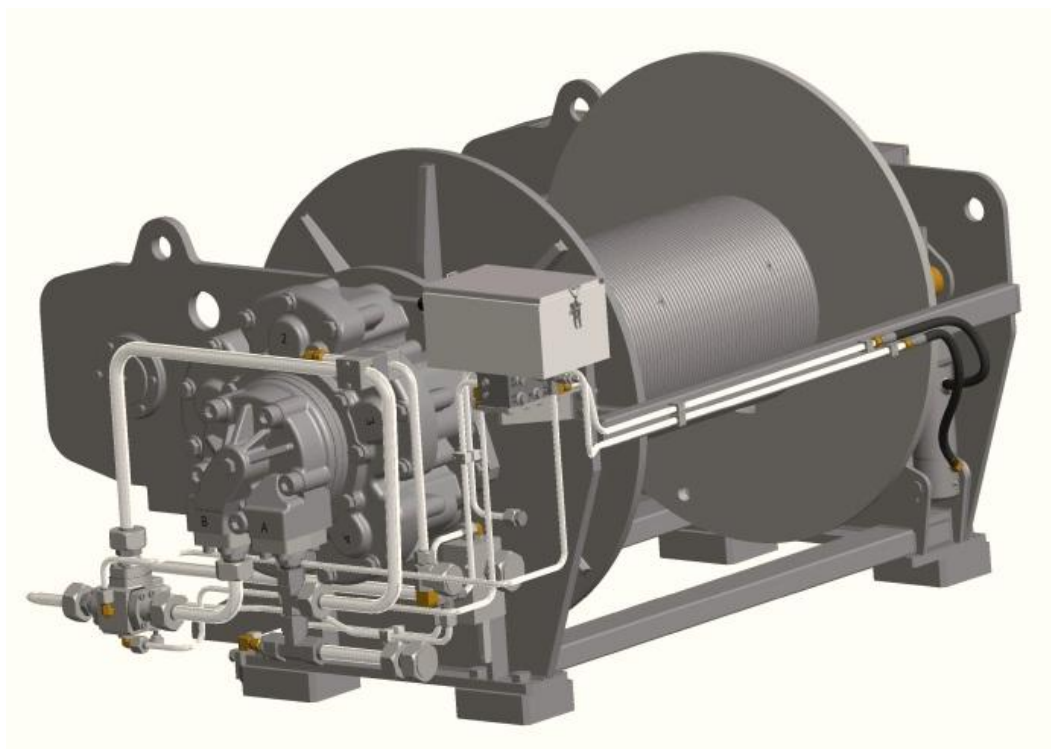
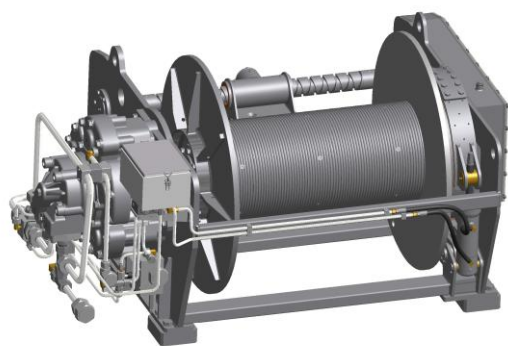
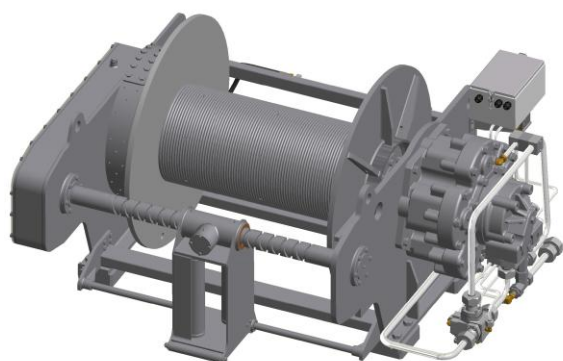
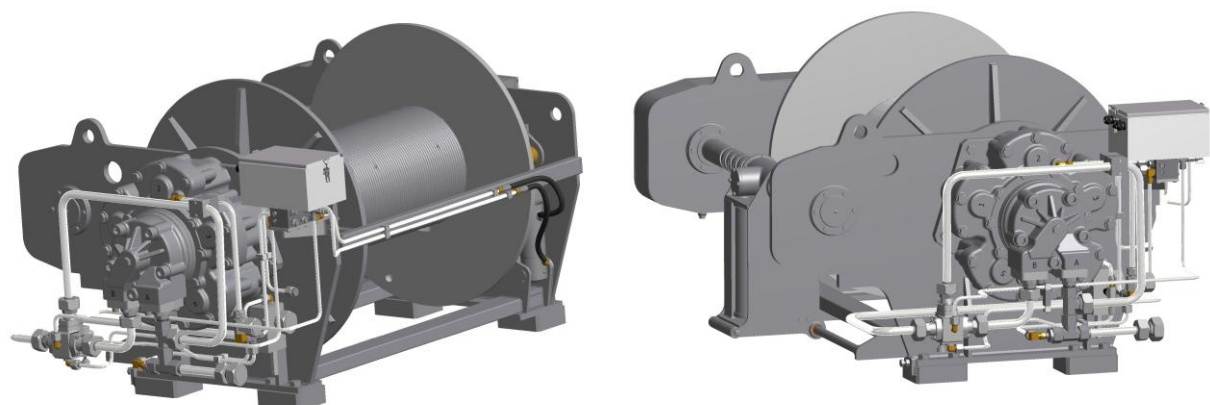
- ТЕХНИЧКИ ЦРТЕЖ ВИТЛА СА ОЗНАЧЕНИМ ХИДРАУЛИЧКИМ КОМПОНЕНТАМА
- ТЕХНИЧКИ ЦРТЕЖ ВИТЛА СА ДЕТАЉНИМ ДИМЕНЗИОНСАЊЕМ ЦЕВИ И ЦРЕВА НАМЕЊЕНИХ ЗА КОЧНИЦУ
- ТЕХНИЧКИ ЦРТЕЖ ВИТЛА СА ДЕТАЉНИМ ДИМЕНЗИОНСАЊЕМ ЦЕВИ $\varnothing 30 \times 3$ и $\varnothing 20 \times 2$
- ТЕХНИЧКИ ЦРТЕЖ ВИТЛА СА ДЕТАЉНИМ ДИМЕНЗИОНСАЊЕМ ЦЕВИ $\varnothing 12 \times 1.5$

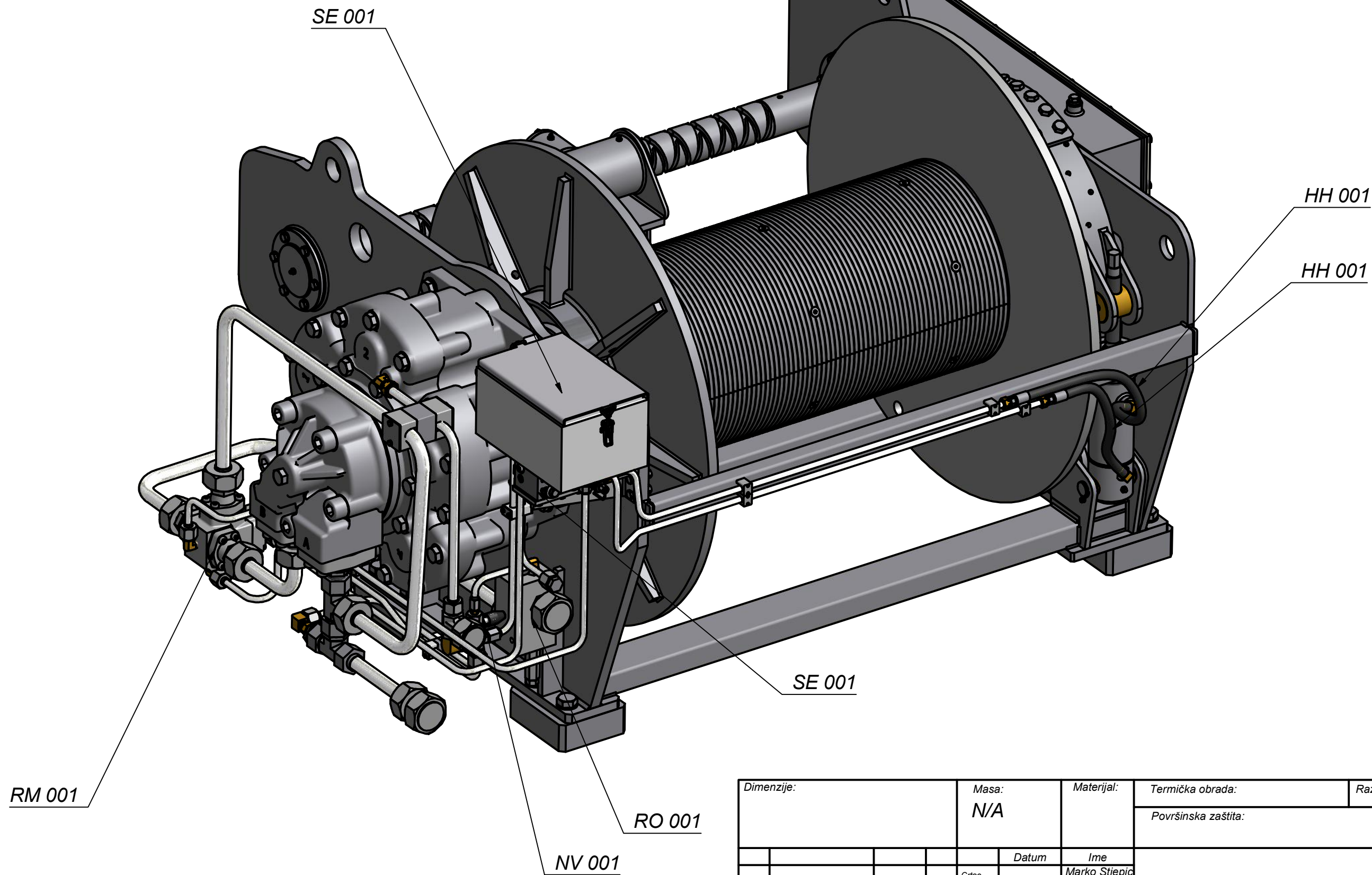
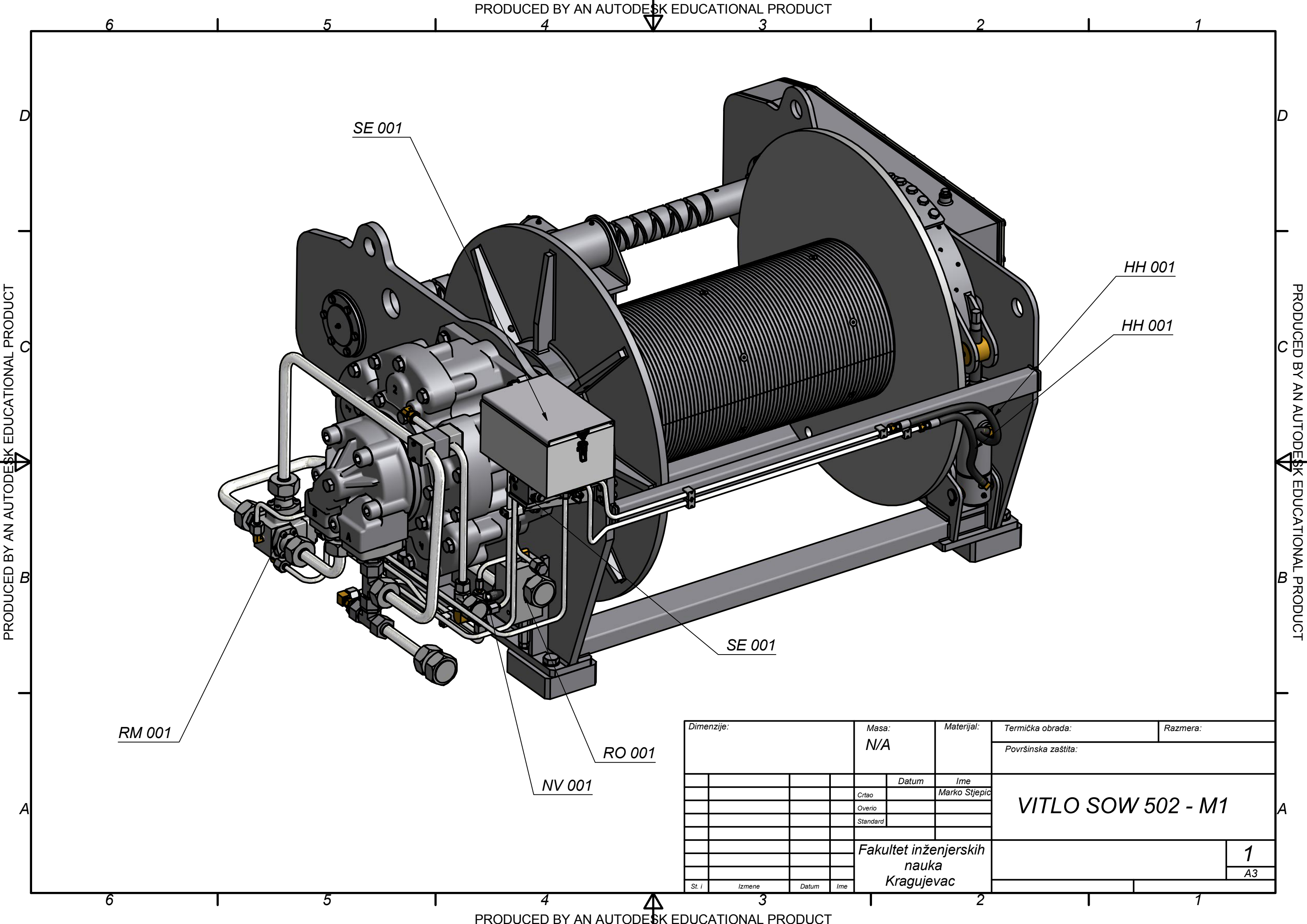
ПРИЛОГ 2: ВИТЛО – ВЕРЗИЈА СА ТРИ ПОГОНСКЕ ЈЕДИНИЦЕ



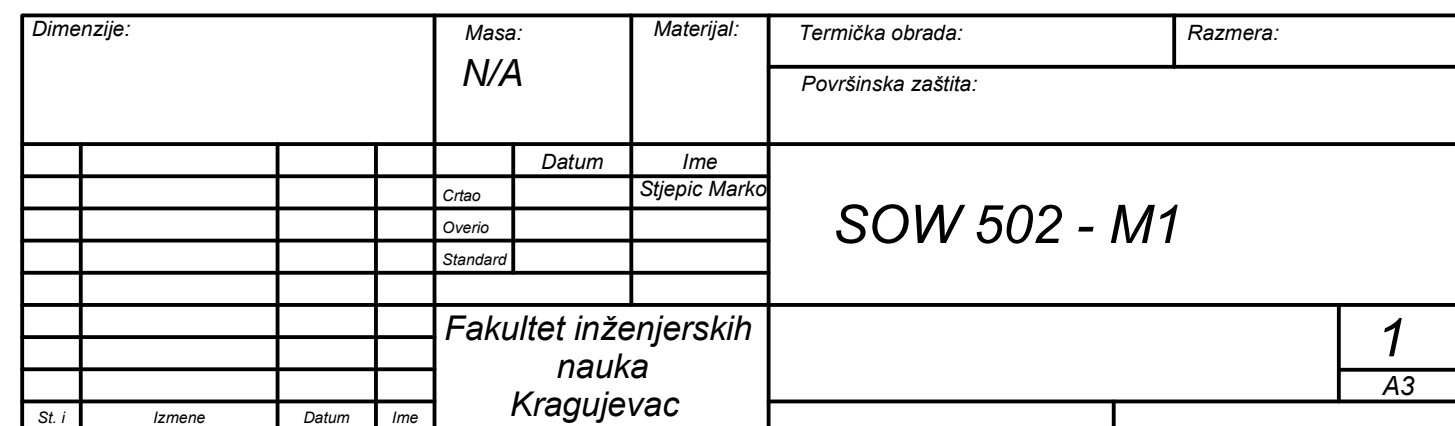
- ТЕХИЧКИ ЦРТЕЖ ВИТЛА СА ОЗНАЧЕНИМ ХИДРАУЛИЧКИМ КОМПОНЕНТАМА
- ТЕХИЧКИ ЦРТЕЖ ВИТЛА СА ДЕТАЉНИМ ДИМЕНЗИОНСАЊЕМ ЦЕВИ И ЦРЕВА НАМЕЊЕНИХ ЗА КОЧНИЦУ
- ТЕХИЧКИ ЦРТЕЖ ВИТЛА СА ДЕТАЉНИМ ДИМЕНЗИОНСАЊЕМ ЦЕВИ $\varnothing 30 \times 3$ и $\varnothing 20 \times 2$
- СЛОПНИ ЦРТЕЖ ВИТЛА СА ДЕТАЉНИМ ДИМЕНЗИОНСАЊЕМ ЦЕВИ $\varnothing 15 \times 1.5$ и $\varnothing 12 \times 1.5$

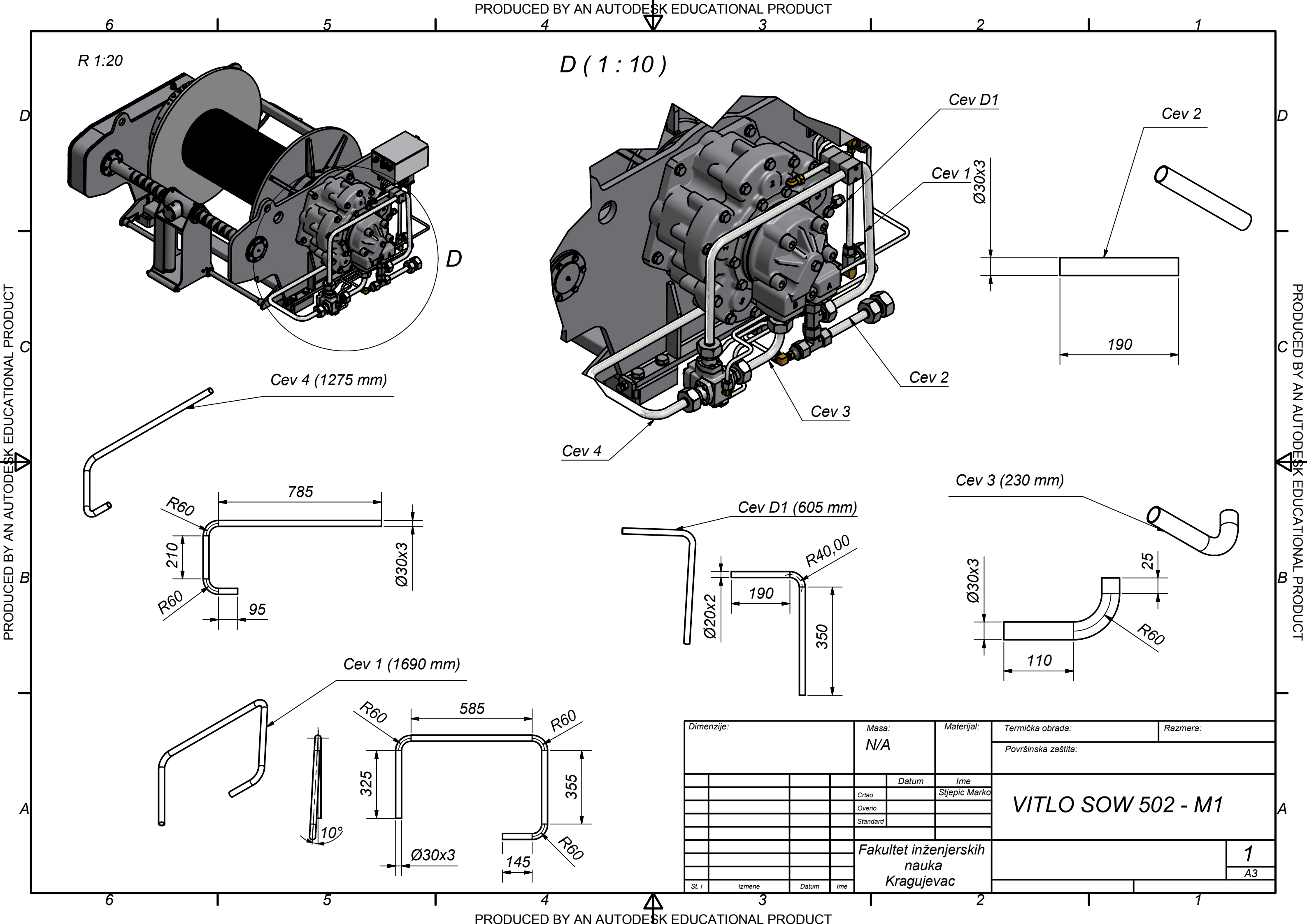
ПРИЛОГ 1: ВИТЛО – ВЕРЗИЈА СА ЈЕДНОМ ПОГОНСКОМ ЈЕДИНИЦОМ

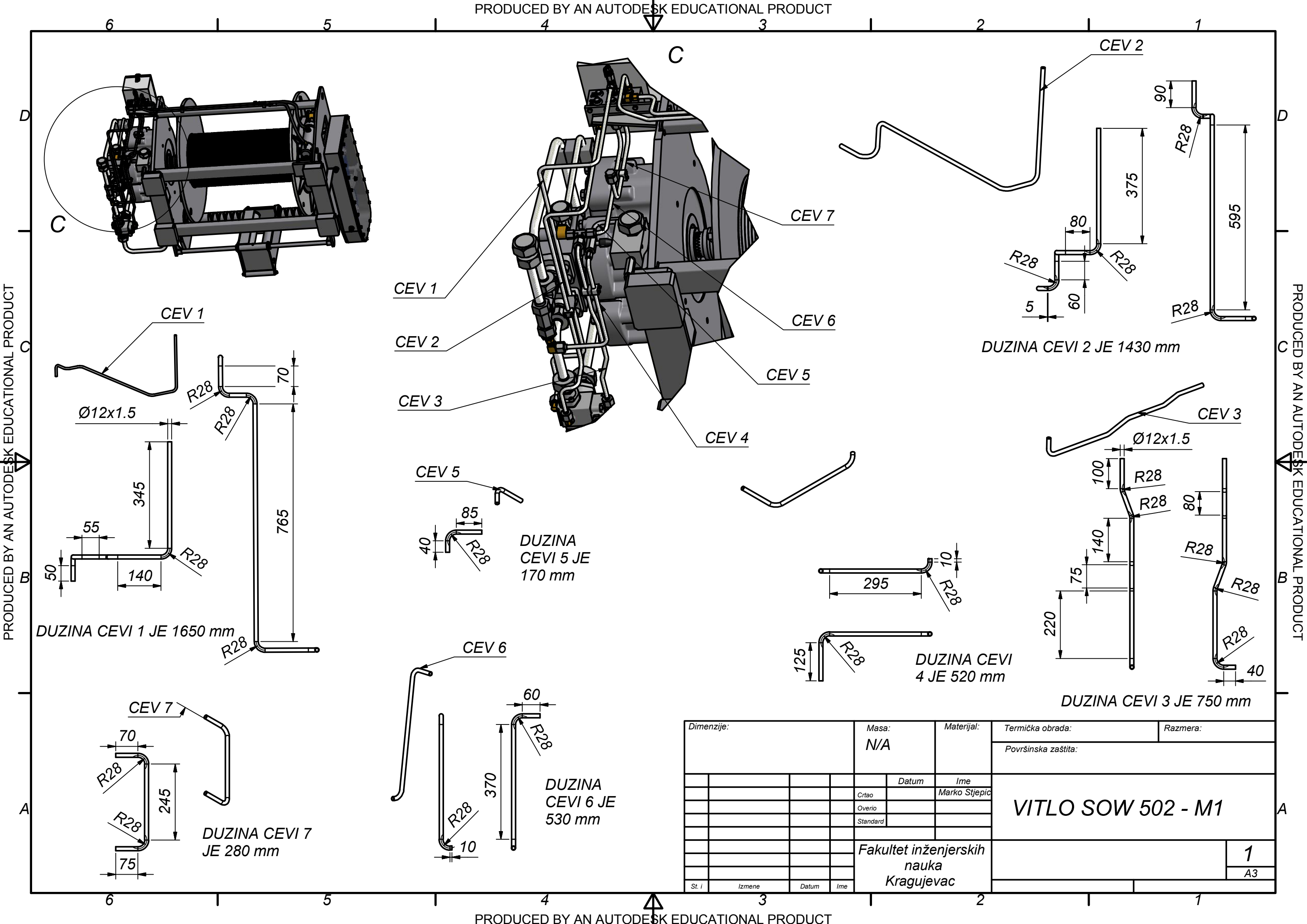




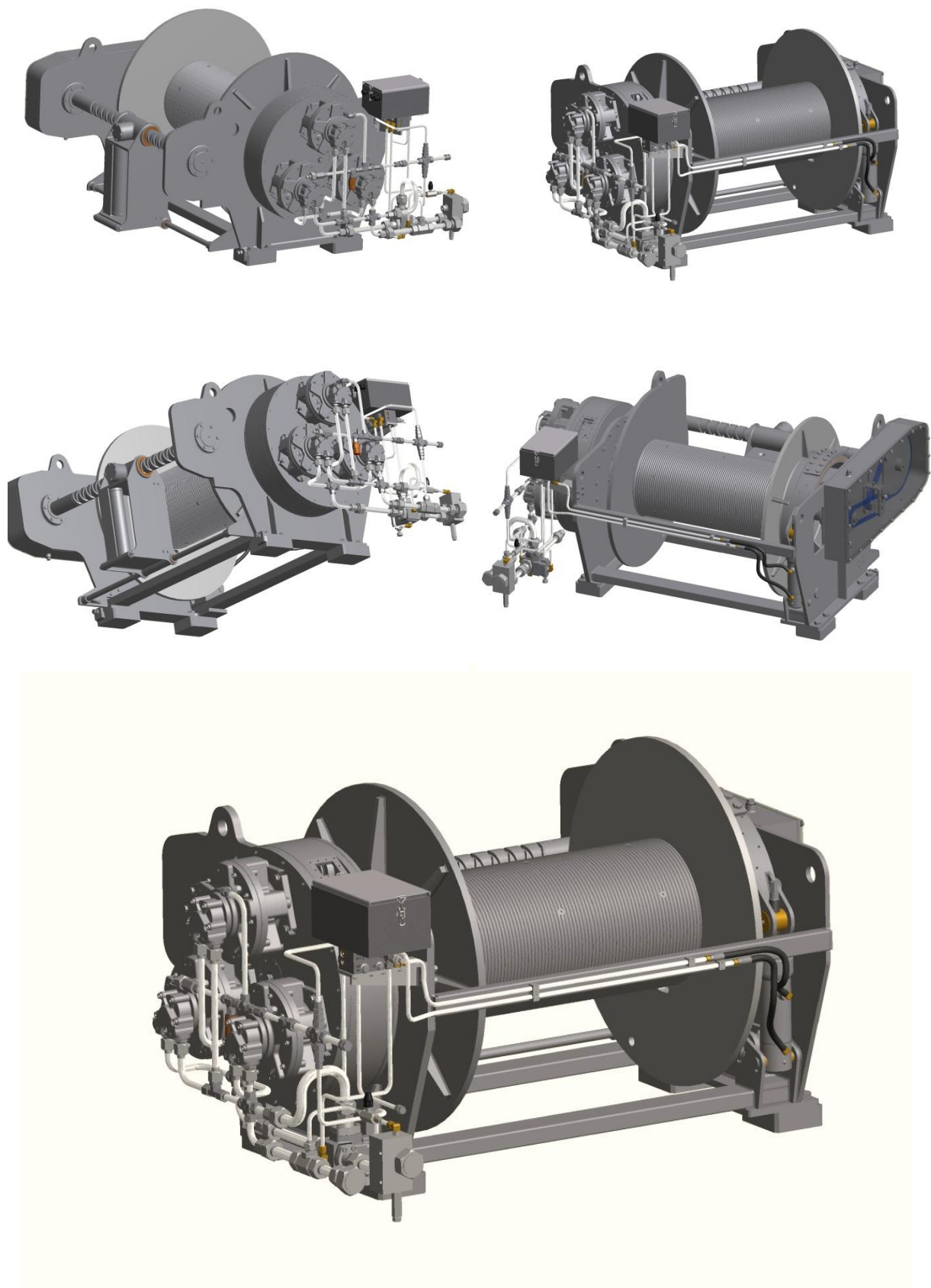
Dimenzije:				Masa: N/A		Materijal:		Termička obrada:		Razmera:	
								Površinska zaštita:			
					Datum	Ime		VITLO SOW 502 - M1			
					Crtao	Marko Stjepić					
					Overio						
					Standard						
						Fakultet inženjerskih nauka Kragujevac					1
											A3
St. i	Izmene	Datum	Ime								

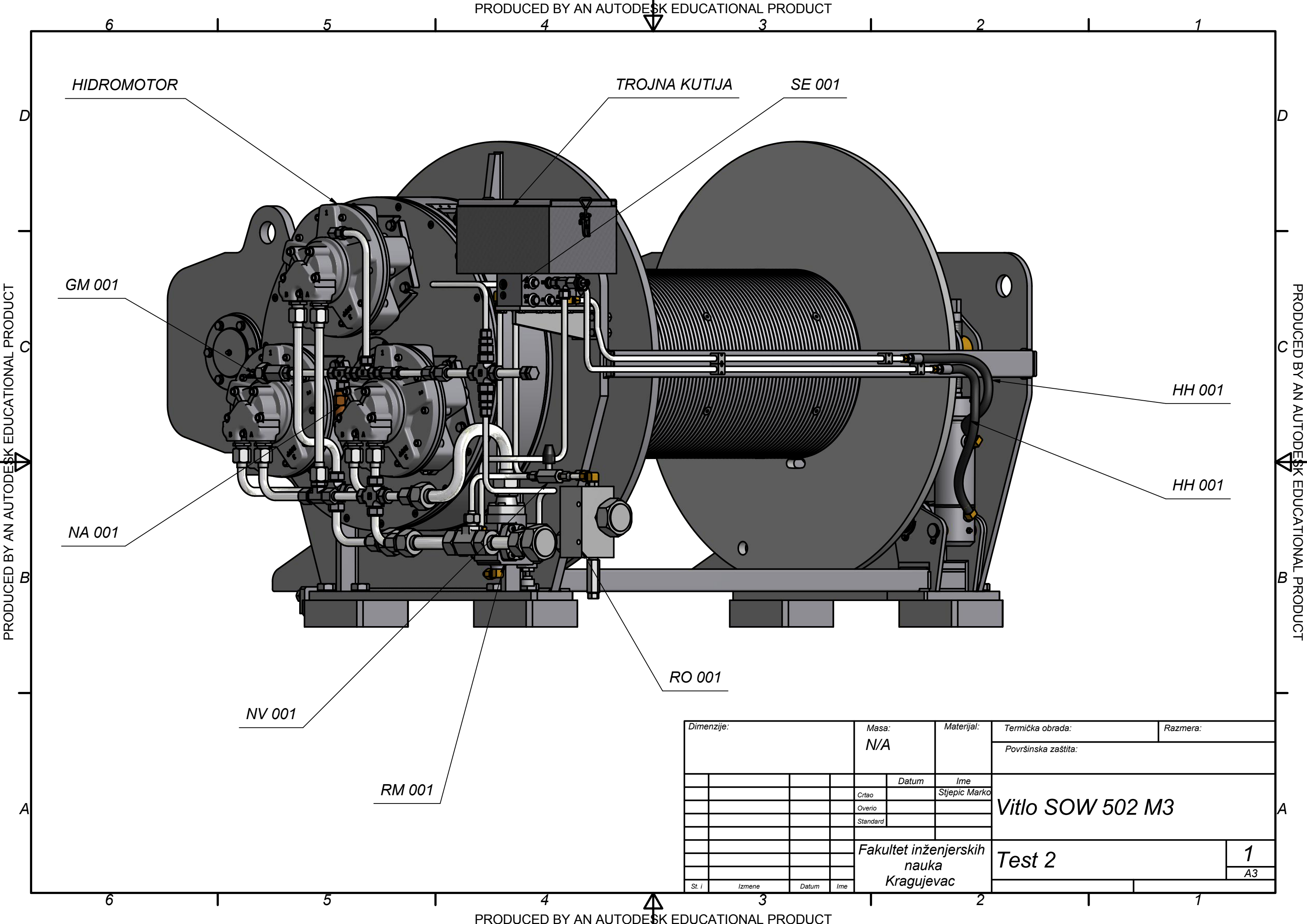






ПРИЛОГ 2: ВИТЛО – ВЕРЗИЈА СА ТРИ ПОГОНСКЕ ЈЕДИНИЦЕ





Dimenzije:				Masa: N/A		Materijal:		Termička obrada:				Razmera:	
								Površinska zaštita:					
					Datum	Ime		Vitlo SOW 502 M3					
				Crtao		Stjepic Marko							
				Overio									
				Standard									
								Test 2					
								1					
								A3					
St. i	Izmene	Datum	Ime	Fakultet inženjerskih nauka Kragujevac									

