

**TAL
TECH**

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND

Elektroenergeetika ja mehhatroonika instituut

**RAKISTE POOLAUTOMAATNE
LADUSTAMISSÜSTEEM**

**SEMI-AUTOMATED CONTRIVANCE STORAGE SYSTEM
BAKALAUREUSETÖÖ**

Üliõpilane: Kadi-Kristel Muru

Üliõpilaskood : 164291MAHB

Juhendaja: Mart Tamre, professor

Konsultant: Jaan Muru,
tootmisdirektor (Metos AS)

Tallinn 2020

(Tiitellehe pöördel)

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud.

Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

25.05.2020

Autor: Kadi-Kristel Muru /allkirjastatud digitaalselt/

Töö vastab bakalaureusetöö esitatud nõuetele

25.05.2020

Juhendaja: Mart Tamre /allkirjastatud digitaalselt/

Kaitsmisele lubatud

".....".....201... .

Kaitsmiskomisjoni esimees

/ nimi ja allkiri /

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks¹

Mina Kadi-Kristel Muru (sünnikuupäev: 01.02.1997)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose Rakiste poolautomaatne ladustamissüsteem, mille juhendaja on Mart Tamre,
 - 1.1 reprodutseerimiseks lõputöö säilitamise ja elektroonse avaldamise eesmärgil, sh Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
 - 1.2 üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. Olen teadlik, et käesoleva lihtlitsentsi punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ning muudest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

¹*Lihtlitsents ei kehti juurdepääsupiirangu kehtivuse ajal, välja arvatud ülikooli õigus lõputööd reprodutseerida üksnes säilitamise eesmärgil.*

Kadi-Kristel Muru /allkirjastatud digitaalselt/

25.05.2020

TalTech Instituudi nimetus

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Kadi-Kristel Muru 164291MAHB (nimi, üliõpilaskood)
Õppekava, peeriala: MAHB02/13 - Mehhatroonika (kood ja nimetus)
Juhendaja(d): professor Mart Tamre, 620 3202 (amet, nimi, telefon)
Konsultant: Jaan Muru, tootmisdirektor (nimi, amet)
Metos AS, +372 5055779, jaan.muru@metos.com (ettevõtte, telefon, e-post)

Lõputöö teema:

(eesti keeles) Rakiste poolautomaatne ladustamissüsteem
(inglise keeles) Semi-automated contrivance storage system

Lõputöö põhieesmärgid:

1. Tutvuda erinevate ladustamissüsteemide tööpõhimõtetega
2. Planeerida Ensto Ensek AS freespingi rakistele sobivaim ladustamissüsteem
3. Teostada riiluliftile vajalikud tugevusarvutused, elektriskeem ja juhtskeem

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	Lähteandmete kogumine	02.03.2020
2.	Erinevate tõstukite tööpõhimõtetega tutvumine ja erinevuste leidmine	13.03.2020
3.	Komponentide ja materjali valik	27.03.2020
4.	3D mudeli koostamine ja tugevusarvutuste tegemine	10.04.2020
5.	Elektri- ja juhtskeemi koostamine	17.04.2020
6.	Programmi kirjutamine	24.04.2020
7.	Töö vormistamine ja viimistlus	01.05.2020

Töö keel: eesti keel

Lõputöö esitamise tähtaeg: 22.05.2020a

Üliõpilane: Kadi-Kristel Muru /allkirjastatud digitaalselt/ 02.märts 2020a

Juhendaja: Mart Tamre /allkirjastatud digitaalselt/ 02.märts 2020a

Konsultant: Jaan Muru /allkirjastatud digitaalselt/ 02.märts 2020a

Programmijuht: Mart Tamre /allkirjastatud digitaalselt/ 02.märts 2020a

SISUKORD

LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU	7
TABELITE JA JOONISTE LOETELU	8
1 . SISSEJUHATUS	9
2 . POOLAUTOMAATNE LADUSTAMISSÜSTEEM.....	10
2.1 Ladude jaotus.....	10
2.2 Poolautomaatladu	10
2.1 Praegune ladustamine	12
3 . LADUSTAMISSÜSTEEMI IDEEKAVAND	14
3.1 Poolautomaatne ladustamissüsteem	14
4 . RIIULILIFT	17
4.1 Riiulilifti mehaaniline lahendus.....	17
4.2 Ohutus ja ergonoomika.....	20
4.2.1 Lülitisüsteem	22
5 . LADUSTAMISSÜSTEEM	23
5.1 Tuvastussüsteem.....	23
5.2 Elektriskeem	24
5.3 Juhtskeem	28
KOKKUVÕTE	30
CONCLUSION	31
KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU	32
LISA 1 – RAKISTE ANDMED	34
LISA 2 – PROJEKTEERITUD RAKISE ALUS	35
LISA 3. HAMMASRIHMÜLEKANNE, HAMMASLATTÜLEKANNE NING KRUVIÜLEKANNE [8]	36
LISA 4. 90W 24V DC mootori andmed [19]	37
LISA 5. 300W 24V DC mootori andmed [18]	38
LISA 6. Siemens S7-1200 PLC tehnilised andmed [17]	39
LISA 7: Optiline kaugusandur Optical Proximity Sensor B5W-LB2112-1 tehnilised andmed [11].....	42
LISA 8. Triipkoodilugeja Siemens Barcode Scanner tehnilised andmed [16].....	43

LISA 9: Puutetundlik ekraan SIEMENS SIMATIC HMI KTP600 tehnilised andmed [15]

..... 44

LÜHENDITE JA TÄHISTE LOETELU

AS – automaatne ladustamissüsteem (automated storage)

RS - otsingusüsteem (retrieval system)

OS – tellimissüsteem (order storage)

PLC – programmeeritav loogikakontroller (Programmable Logic Controller)

RFID – raadiosagedustuvastus (Radio-frequency identification)

QR-kood - ruutkood (Quick Response code)

CPU – protsessor (central processing unit)

NO – normaalolukorras avatud kontakt (normally open)

NC – normaalolukorras suletud kontakt (normally closed)

DI – digitaalsisend (digital input)

DO – digitaalväljund (digital output)

DC – alalisvool (direct current)

UML – ühtne modelleerimiskeel (Unified Modeling Language)

TABELITE JA JOONISTE LOETELU

Joonis 1. ENSTO plastikkarpide osakonna põrandaplaan

Joonis 2. Freesimisosakonna plaanitav plaan

Joonis 3. Ladustamissüsteemi skeem

Joonis 4. Rakisele projekteeritud alus

Joonis 5. Rakise alus riiulile toetatud

Joonis 6. Kelgule kinnitatud siinidel sõitev plaat

Joonis 7. Kelgule kinnitatud plaat

Joonis 8. Tõstetavate raskuste soovitatavad kaalud seisva töö puhul [9]

Joonis 9. Lülitisüsteemi skeem

Joonis 10. Ladustamissüsteemi mudel

Joonis 11. Poolautomaatse ladustamissüsteemi elektriskeem

Joonis 12. Poolautomaatse ladustamissüsteemi juhtskeem

Tabel 1. Riiulilifti komponendid

Tabel 2. Pikale teekonnale vastupidavate ülekannete eelised ja puudused.

Tabel 3. Elektriskeemi komponentide tabel

1 . SISSEJUHATUS

Antud bakalaureustöö eesmärk on luua ettevõtte Ensto Ensek AS freespinkide rakistele poolautomaatne ladustamissüsteem, mis koosneks riiulist ja riiuliliftist. Lõputöö on ajendatud ruumipuudusest Ensto Ensek AS-i Keila tehases ning töötajate tööohutusest.

Kuna praegu on rakised erinevatel riiulitel ja riiulid erinevatel tööaladel vastavalt kasutustihedusele, raiskab see tehase põrandapinda, mida on Keila tehases seoses kahe tehase kokku kolimisega niigi vähe. Teiseks ohuallikaks praeguste riiulitega on see, et kuna rakised on üpris rasked, kuni 27 kg, on praegune olukord ka töötajale kurnav, kuna rakiseid tuleb tõsta erinevatelt kõrgustelt, nii maast kui ka kahe meetri kõrguselt ja see ei ole tööohutuse koha pealt turvaline.

Antud töö on jagatud neljaks suuremaks peatükiks:

Esimeses osas antakse ülevaade ladude jaotusest ning poolautomaatsetest ladustamissüsteemidest.

Teises osas tutvustatakse ladustamissüsteemi ideekavandit ning antakse ülevaade hetkeolukorrast ladustamisel.

Kolmandas osas pakutakse välja riiuliliftile sobiv lahendus, mõeldakse ohutusnõuetele ning projekteeritakse riiulilift.

Neljandas osas keskendutakse tervele ladustamissüsteemile ning luuakse juhtskeem.

2 . POOLAUTOMAATNE LADUSTAMISSÜSTEEM

Kuna antud töö eesmärgiks on luua etteantud rakistele poolautomaatne ladustamissüsteem, siis käsitletakse selles peatükis ladude jaotust, nende üldmõisteid, poolautomaatlao levinumaid tüüpe ning otsustatakse, milline tüüp sobib kõige paremini ette antud rakiste ladustamiseks.

2.1 Ladude jaotus

Kasutatava tehnoloogia järgi jaotatakse ladusid manuaalladudeks, poolautomaatladudeks ja automaatladudeks. Maailmas on kõige levinumad manuaallaod ehk laod, kus põhiosa tööst tehakse inimtööjõu abil. Manuaalladudes kasutatakse traditsioonilist laotehnikat ja -inventari (tõstukid, peenkauba- või kaubaaluste riiulid jne), kusjuures kõik laotoimingud tehakse vahetult inimeste juhtimisel ja osavõtul. Manuaallaod on maailmas kõige levinum laotüüp ning jääb selleks tõenäoliselt veel mitmeks aastakümneks. [1]

Poolautomaatladudes tehakse üksikud järjestikused toimingud automaatselt, kuid arvuti või inimese vahetu käsu peale. Järjestikused tegevused on seotud enamasti hoiuühiku (plastikust kast, kaubaalus jne) viimisega hoiukohale ja/või kauba toimetamisega komplekteerija juurde. Laotöötaja osaleb vahetult laotoimingutes, laadib kaupa maha, teeb vastuvõtukontrolli, pakib, väljastab ja inventeerib. [1]

Automaatladudes teostavad erinevaid operatsioone robotitest ja vooluliinidest koosnevad kooslused ilma inimese osavõtuta. Operatsioonide järjestamist ja juhtimist koordineerib arvuti või vastav tööstuskontroller (PLC). Automaatladu koosneb mitmetest arvuti poolt juhitud süsteemist, mis võimaldavad automaatselt paigutada ja väljastada erinevaid tooteid/valmikuid defineeritud ladude asukohtadest. [2]

2.2 Poolautomaatladu

Seoses tehnika edasiminekinguga on ka laod hakanud rohkem toiminguid automatiseerima. See on kõige ilmsem poolautomaatladudes, kus tehakse mõningaid toimetusi automaatselt, kuid siiski on vaja, et inimesed sekkuksid töösse. Poolautomaatseid ladusid on mitmesuguseid, olenevalt tehnoloogiast, mida konkreetses laos kasutatakse. [3]

Alates 1980. aastatest on toodetud maailmas poolautomaatselt töötavaid hoiustamissüsteeme, mida nimetatakse ka laosüsteemideks.

Levinuimad laosüsteemid on alljärgnevad:

- vertikaalkarussell-süsteem
- horisontaalkarussell-süsteem
- tornsüsteem („lean“-lift)
- miniload süsteem (AS/RS)
- „unit load“ süsteem (AS/RS)
- OSR-süsteem (OS/RS) [1]

Vertikaalkarussellid on leidnud Euroopas laialdast kasutamist. Ka Eestis on mitmed ettevõtted soetanud endale vertikaalkarusselli moodulid. **Tornsüsteemid** on väga efektiivsed, kuid kallid, mistõttu seisab nende laiaulatuslik kasutuselevõtmine veel ees. Vaatamata kõrgele maksumusele on ka mõned Eesti tootmisettevõtted suutnud endale need hankida. [1]

Miniload süsteem ehk AS/RS puhul võetakse hoiuühik, milleks on üldjuhul plastist konteiner, riuli hoiukohalt arvuti poolt juhitava riuliliftiga. Pärast hoiukohalt võtmist viiakse hoiuühik töökohale või asetatakse konveierile, millega toimetatakse see edasi komplekteerija juurde. Mini-load-süsteem võimaldab loobuda pikkadest komplekteerimistekondadest ja aeganõudvatest tõstetest. Puudusteks on kõrge maksumus ja piiratud tootlikkus. [4]

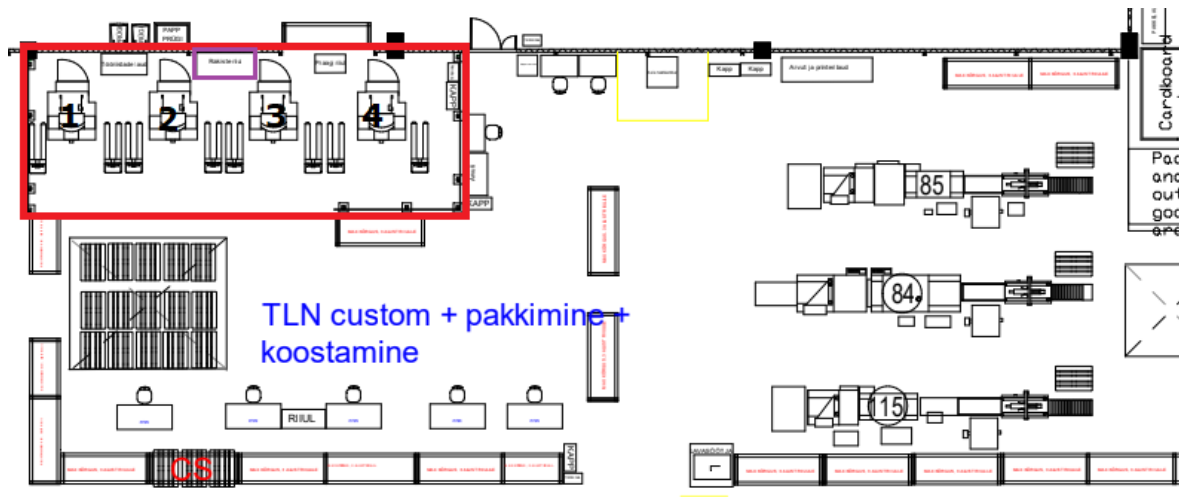
Unit load süsteem töötab analoogselt miniload laosüsteemiga, kuid on mõeldud kaubaaluse riulite teenindamiseks. Töötamise kiiruselt ületab süsteem mitu korda tõstukite töökiirust kõrgetes ladudes. [1]

OSR-süsteemid on vähem levinud peamiselt oma väga suure maksumuse tõttu. Vaatamata sellele on ka Eestis üksikud ettevõtted suutnud soetada endale nimetatud laosüsteemi. OSRsüsteemi kasutatakse ettevõtteis väljastussaadetiste komplekteerimisel, kus see asendab kümneid peenkauba komplekteerijaid. [1]

Arendatav poolautomaatne ladustamissüsteem on mõeldud kasutamiseks Ensto Ensek AS Fanuc freespinkidele valmistatud rakiste ladustamiseks. Ladustamissüsteem peaks olema võimalikult kompaktne ning ohutu töötajatele.

2.1 Praegune ladustamine

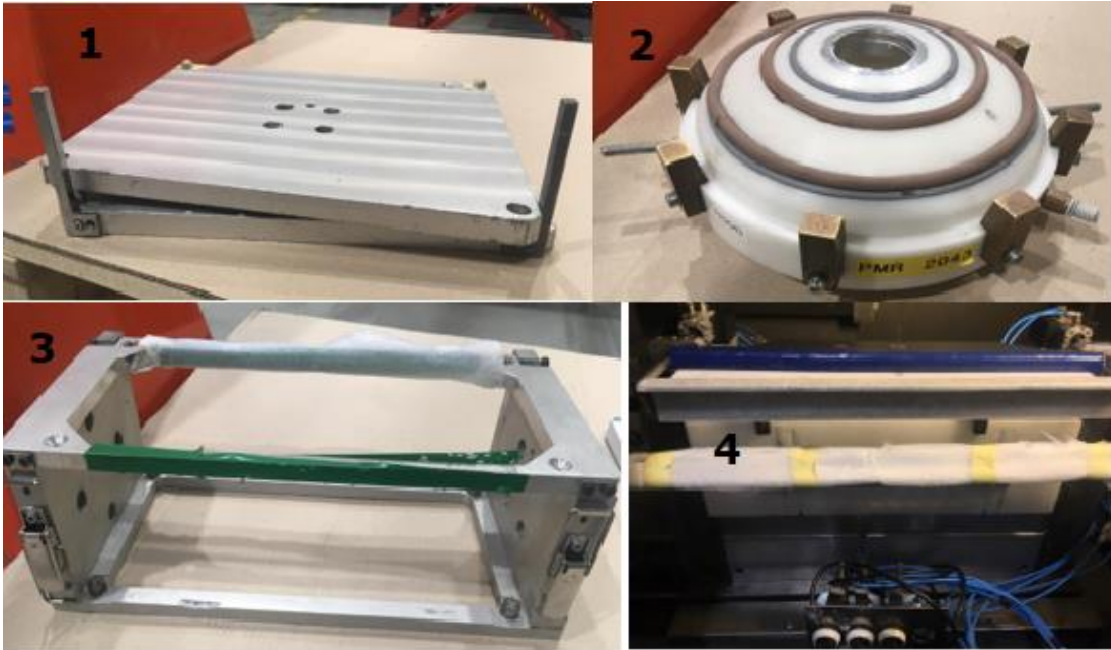
Ensto Ensek OÜ plastikkarpide osakonna pörandaplaan on toodud joonisel 1. Punase kasti sees on märgitud freesimisosakond ning üks rakise riulitest tähistatud lilla kastiga. Hetkel on rakiste ladustamiseks kaks eraldi riulit mõõtudega 196*80*230cm, millest üks asub freesimise osakonnas, kuid teine ruumipuuduse tõttu kõrvalosakonnas.



Joonis 1. ENSTO plastikkarpide osakonna pörandaplaan

Rakised on pandud riulitele kasutamissagedust arvesse võttes, kuid see tähendab, et väiksema kasutussagedusega, kuid rasked rakised, on ohtlikes kõrgustes, mis tööhutuse seisukohast ei ole ohutu ja ergonoomne. Rakiste mõõdud ning mass on välja toodud Lisas 1.

Praeguse ladustussüsteemi põhiprobleemideks on see, et rakised asuvad kahes eraldi riulis ning rakiste eemaldamine ja tõstmine toimub erinevatelt kõrgustelt. Seetõttu tuleb töötajal teha rohkem tööd nii rakiste võtmisel, tagasi panemisel ning kohale toimetamisel. Selleks tuleks luua lahendus, kus töötaja töötsoon oleks ühtlasel kõrgusel ning ainult ühes riulis ning see töö ongi keskendunud selle põhimõttelahenduse välja pakkumisele.



Sele1. Rakiste näited. 1. 30*40 plaatrakis, 2. PMR2043 kuplirakis, 3. 20*40 kirstrakis, 4. Valge lisarakis masinas



Sele2. Freesimisosakonnas olev rakiseriul

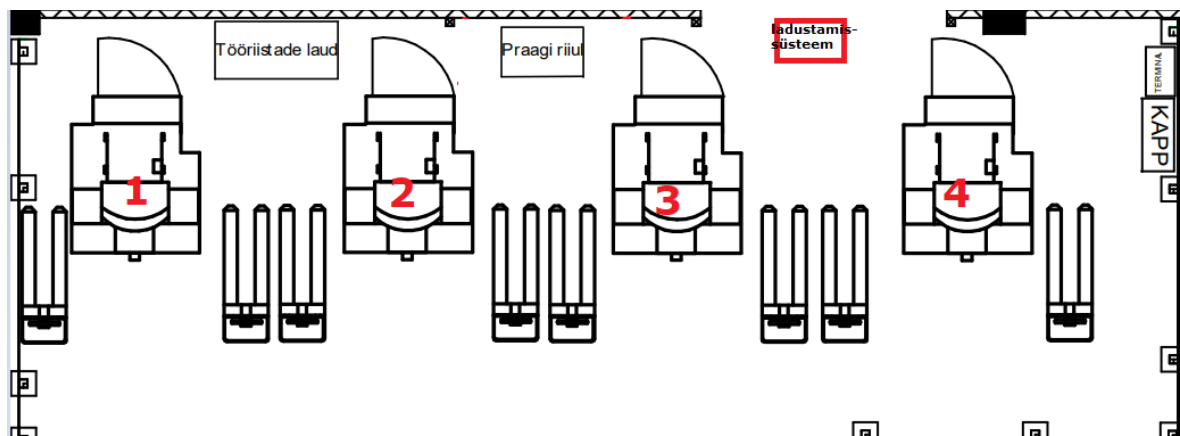
3 . LADUSTAMISSÜSTEEMI IDEEKAVAND

3.1 Poolautomaatne ladustamissüsteem

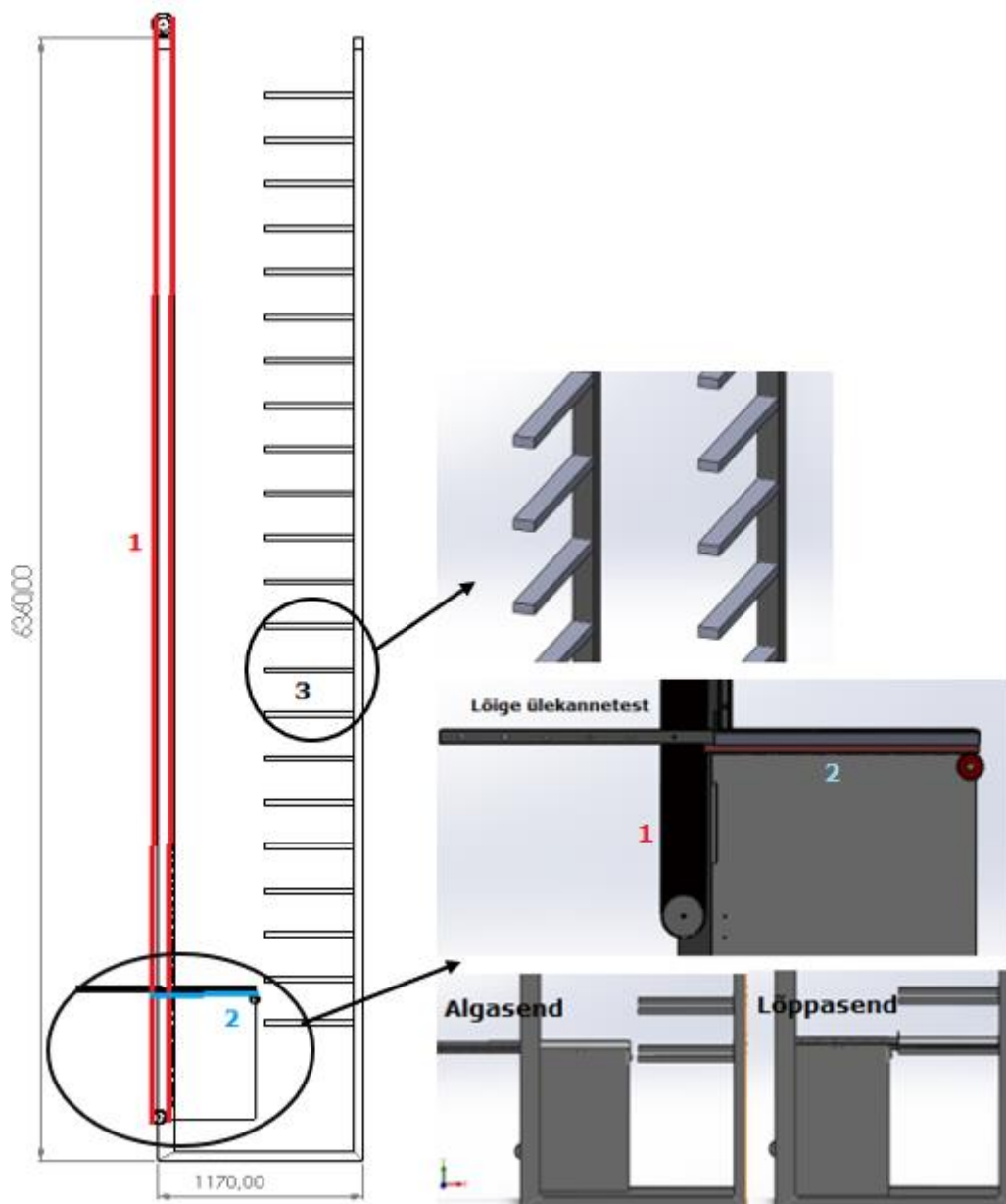
Kuna praeguse ladustamise probleem on suur põrandapinna hõivamine ning erinevatelt kõrgustelt rakiste eemaldamine ning tõstmine, siis tuleks luua poolautomaatne ladustamissüsteem, mis kasutaks minimaalselt põrandapinda ning töötaja töötsoon oleks ühtlasel kõrgusel.

Selleks tuleks luua riulilifti ning riuli kombinatsioon, mis oleks võimalikult kompaktne ja kõrge. Töötaja ülesandeks jääks anda riuliliftile sisend vajaliku rakise infoga, peale laosüsteemi töö lõppu eemaldada rakis kelgu pealt, panna teine rakis kelgule ja anda uue rakise info, et uus rakis saaks paigaldatud tagasi laosüsteemi.

Joonisel 2 on toodud freesimisosakonna planeeritav plaan, kus on näidatud, kuhu tuleks ladustamissüsteem. Kuna vahetatavaid rakiseid kasutatakse peamiselt masinates 3 ja 4, siis kõige ergonomoomsem valik on ladustamissüsteem paigutada nende vahele. Masinates 1 ja 2 on enamasti kindel rakis sees, kuhu kord kuus paigutatakse valge lisarakis.



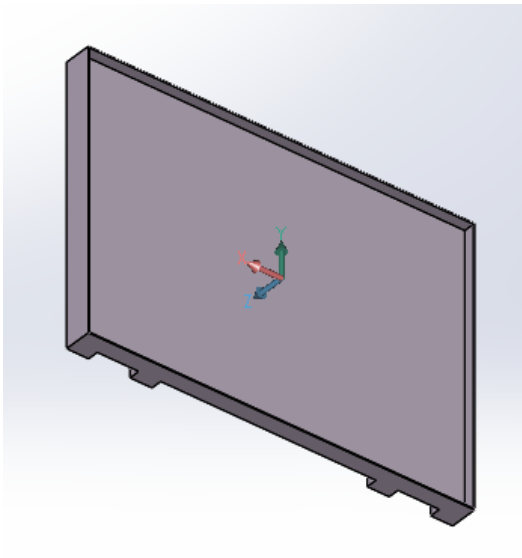
Joonis 2. Freesimisosakonna plaanitav plaan



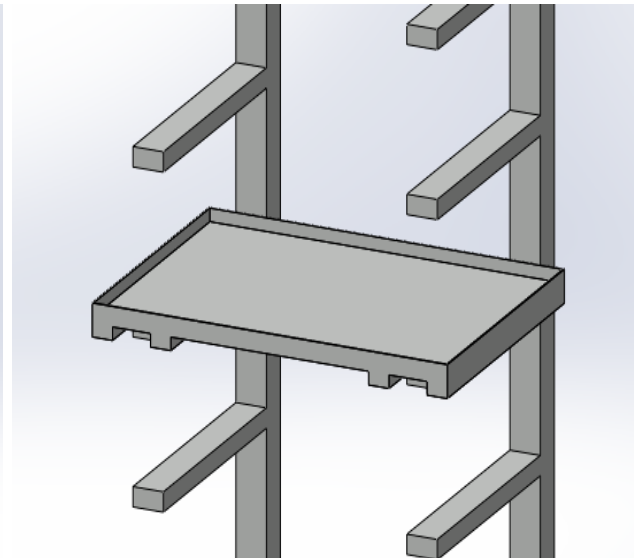
Joonis 3. Ladustamissüsteemi skeem 1.vertikaalne liikumine, 2.horisontaalne liikumine, 3.riiul

Lisast 1 jäeldame, et kõige suurema rakise laius on 440 mm, pikkus on 670 mm ja kõrgus on 170 mm. Kui lisada ka igale suurusele varutegur, saame optimaalseks riuli suuruseks 500*700 mm.

Kuna tegemist on kindlate rakistega ja need ei ole väga rasked, siis riiul võiks olla võimalikult lihtne ja kompaktne. Riiul koosneb vaid otstaladest, millele toetub rakistele projekteeritud alus. Alus on projekteeritud nii, et sel oleks võimalikult vähe liikumisruumi ning, et rakis ei saaks sealt pealt maha libiseda. Selleks on aluse peale tehtud kõrgem äär ning alla servad, mis toetuvad riulitaladele.



Joonis 4. Rakisele projekteeritud alus



Joonis 5. Rakise alus riulile toetatud

Alus annab rakise kõrgusele juurde 10 mm ning kõige kõrgem rakis on 170 mm. Jätame natuke ruumi ka tõstmiseks ja valime riulivaheks 250 mm.

4 . RIIULILIFT

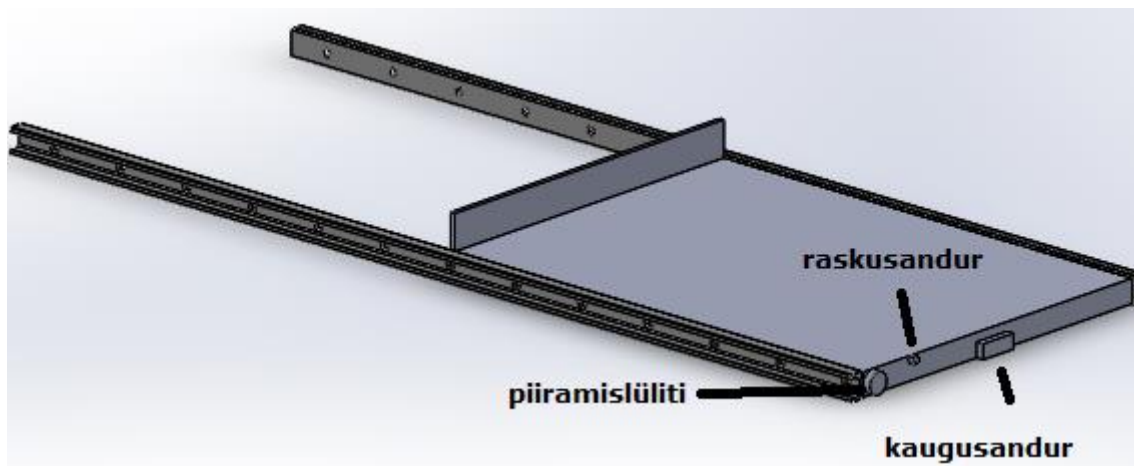
Riulilifti eesmärgiks on tõsta rakis vertikaalsuunalisel liikumisel õigele kõrgusele, seejärel horisontaalsuunalisel liikumisel riulisse ja tagasi ning tulla vertikaalliikumise alla tagasi. Selleks on meil vaja kahte ülekannet, üks, mis sobiks vertikaalliikumisel vähemalt 6 m teekonnal ja teine, mis sobiks horisontaalliikumisel 0.6 m teekonnal.

4.1 Riulilifti mehaaniline lahendus

Riulilift on selle poolautomaatse ladustamissüsteemi põhikomponent, mis koosneb kelgust ning sellele kinnitatud siinidel sõitvast plaadist. Kelk liigub vertikaalselt postisiinidel üles ja alla ning teeb kogu töö rakise tõstmiseks. Kelgu peal olev plaat liigub horisontaalselt kalgusiinidel ning teeb kogu töö rakise riulist kätte saamiseks.

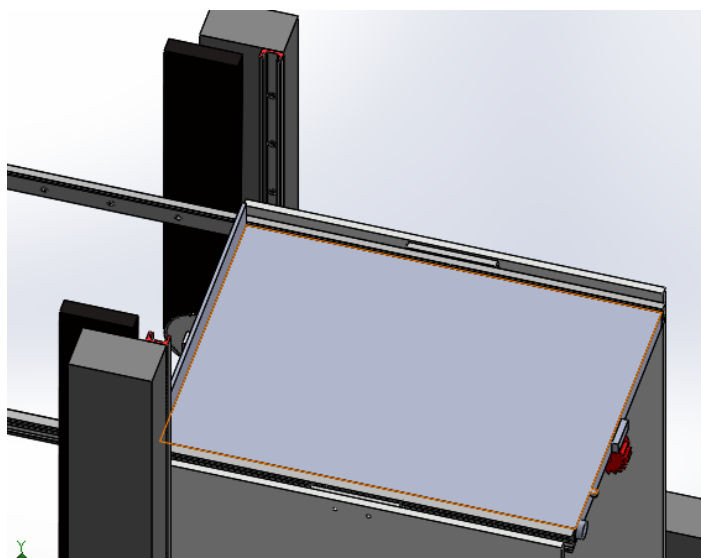
Tabel 1. Riulilifti komponendid

Komponendid	Eesmärk
Siinid 6 m * 2	Vertikaalsuunaline liikumine
Siinid 1,1 m * 2	Horisontaalsuunaline liikumine
Rullikud * 4	Siinidel sõitvad rullikud
Plaat 355*500*24 mm, tagaosaga	Rakiste tõstmiseks
Kelk 427*500*800 mm	Lifti liigutamiseks ning komponentide hoiustamiseks
Vedavad hammasrattad 31-T10-40-2 * 2	Vertikaalsuunaliseks liikumiseks
Alumised hammasrattad 31-T10-25-2 *2	Hammasrihmülekandeks
Hammasrihm 12,7 m	Hammasrihmülekandeks



Joonis 6. Kelgule kinnitatud siinidel sõitev plaat

Plaat on ühendatud kelgu külge rullikute ja siinide abil ning kelk on ühendatud samal põhimõttel raamitaladele nagu näidatud joonisel 7.



Joonis 7. Kelgule kinnitatud plaat

Selleks, et saavutada lineaarne liikumine, saab kasutada mitmeid ülekandeid. Tabelis 2 on võrdlus pikale teekonnale vastupidavate ülekannete eelistest ja puudustest.

Tabel 2. Pikale teekonnale vastupidavate ülekannete eelised ja puudused.

Ülekanne	Eelised	Puudused
Hammasrihm-ülekanne	<ul style="list-style-type: none"> müratu töö lihtne ja vähest ülesseadetäpsust vajav konstruktsioon; 	<ul style="list-style-type: none"> suured gabariidid; suur võllide ja laagrite koormus; tundlikkus töökeskkonna suhtes (temperatuur,

	<ul style="list-style-type: none"> • puudub määrimisvajadus, on praktiliselt hooldusvabad. [9] 	<p>niiskus, õli, bensiin, happed, tolm jms.);</p> <ul style="list-style-type: none"> • staatilise elektri tekke võimalikkus ja sellega seonduvad ohud. [9]
Hammaskett-ülekanne	<ul style="list-style-type: none"> • erinevalt rihmülekandest puudub läbilisemisvõimalus; • võimalus ühe ketiga käitada mitut võlli; • rihmülekandega võrreldes väiksem võllide ja laagrite koormus (tänu keti väikesele eelpingusele); • võimalus kasutada kõrge temperatuuriga keskkonnas (näit. ahjude juures). [9] 	<ul style="list-style-type: none"> • keti ebaühtlase kiirusega liikumine seoses nn. hulknurgaefektiga; • ketiliigendite kulumisega kaasnev keti venimine ja sellest tulenev keti järelpingutuse vajadus ning ülekande kinnikiilumisoht; • sobimatus perioodiliselt reversseeritavaiks ülekandeiks; • keti võnkumine, eriti kui koormus on muutlik ja keti kiirus suur; • võrreldes rihmülekandega tülikam hooldamine. [9]
Hõõrdülekanne	<ul style="list-style-type: none"> • lihtne konstruktsioon, hõlbus koostamine ja hooldus; • müratu töö (eriti mittemetalsete rataste korral); • võimalus luua erinevaid, astmeteta muudetava ülekandearvuga variaatoriskeeme. [9] 	<ul style="list-style-type: none"> • laagrite ja võllide suur koormus; • suured kohalikud pinged hõõrderatustes seoses joon- ja punktkontaktiga nende vahel; • piiratud ülekantav võimsus seoses ülekuumenemisohuga; • suur elastne libisemine (eriti mittemetalseil rattail)

		ja sellest johtuv madal kasutegur. [9]
--	--	--

Vertikaalsuunalisel liikumisel on vaja vähemalt 6 m pikkust, võimalikult müravaba, libisemiskindlat ning hooldusvaba ülekannet. Kõige sobivam variant on hammasrihmülekanne, kuna see on müratu, hooldusvaba ning libisemiskindel.

Horizontaalsuunalisel liikumisel on vaja 0.6 m, kiiret ning võimalikult lihtsat ülekannet. Valik on hammaslattuülekanne ja kruviülekanne vahel.

Hammaslattuülekanne koosneb hammaslatist ning hammasrattast ja selle ülekannega muudetakse pöörlev liikumine lineaarseks liikumiseks ja vastupidi. Selle eeliseks on suur kiirus ning väike kulumine. Kruviülekandepühul muudetakse ka pöörlev liikumine lineaarseks liikumiseks ja vastupidi. Selle eeliseks on suurem täpsus kui hammaslattuülekanne, kuid hõõrdumine on palju suurem ning see on ka aeglasem. Seetõttu on riiulilifti horisontaalsuunalisele liikumisele sobivam hammaslattuülekanne.

4.2 Ohutus ja ergonoomika

Kuna tegemist on poolautomaatse süsteemiga, siis on vaja tagada ohutus vastavalt masina ohutuse seadusele.

Ohutuse tagamiseks peab masin olema valmistatud nii, et see sobib tema kasutusotstarbeks ning võimaldab seda kasutada, kontrollida, remontida ja hooldada ohutult. [5]

Riiuliliftil peaks ohutuse tagamiseks olema 3 andurit:

- Andur, mis kontrolliks, et riiulipind on vaba, et saaks rakise riiulile paigutada
- 2 andurit, mis kontrolliks, et rihmülekanne töötab ning rihm ei ole katki või liiga välja veninud

Lisaks on vaja ka 4 piiramislüliti, mis kontrolliks, et riiulilift ei läheks andud piiridest välja ja ohunuppu, mida saaks kasutada manuaalselt ohu korral ning see lülitaks kogu süsteemi välja. Piiramislüliteks on välja valitud 24 V ja 4 A lapikkontaktiga nupplülitid. Ohunupuks on valitud Stopp nupp LA38-11M.

Selleks, et tuvastada, kas riiulilift saaks sõita riiulipinnale ilma millelegi vastu sõitmata on vaja kaugusandurit, mis tuvastaks, kas lähima 5cm ulatuses on ees takistus või mitte. Selleks on kasutusel optiline kaugusandur Optical Proximity Sensor B5W-

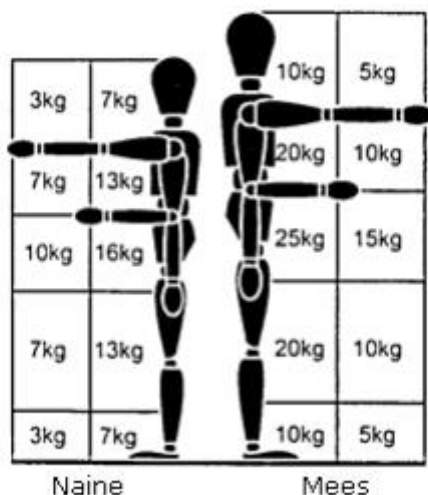
LB2112-1 (tehnilised andmed LISA 7). Kaugusandur paigaldatakse kelgu peal oleva plaadi ette.

Selleks, et teha kindlaks, kas rihmülekanne töötab ja pole purunenud või välja veninud tuleb projekteerida lülitisüsteem, mis annab märku kui rihm on oma tavaolekust väljas. Lülitisüsteem on välja toodud alapeatükis 3.2.1.

Üks piiramislüliti ja kaugusandur on paigutatud kelgule kinnitatud siinidel sõitva plaadi etteotsa nagu näidatud joonisel 6. Rihmülekanandelülitid on asetatud hammasrihmülekannde alumisele rattale tehtud konstruktsiooni alla, mis on näidatud joonisel 8. Ülejäänud 3 piiramislüliti on paigutatud raami ülemisele ja alumisele talale ning kelgule kinnitatud siini tagumisse osasse. Ohunupp asub süsteemist väljaspool.

Teisaldustöö korraldus võib põhjustada terviseriski, kui raskuse tõstmine-langetamine toimub ebamugavas kõrguses, nt õlavöötmele kõrgemale või allpool põlvede kõrgust, või ebamugavas kauguses, nt kehast eemal [7]. Et seda vältida, tuleks tõsta töötaja töötsoon ühtlasele kõrgusele. Selleks tuleks riulilifti kelgu ülaosa tõsta kõige optimaalsemale kõrgusele.

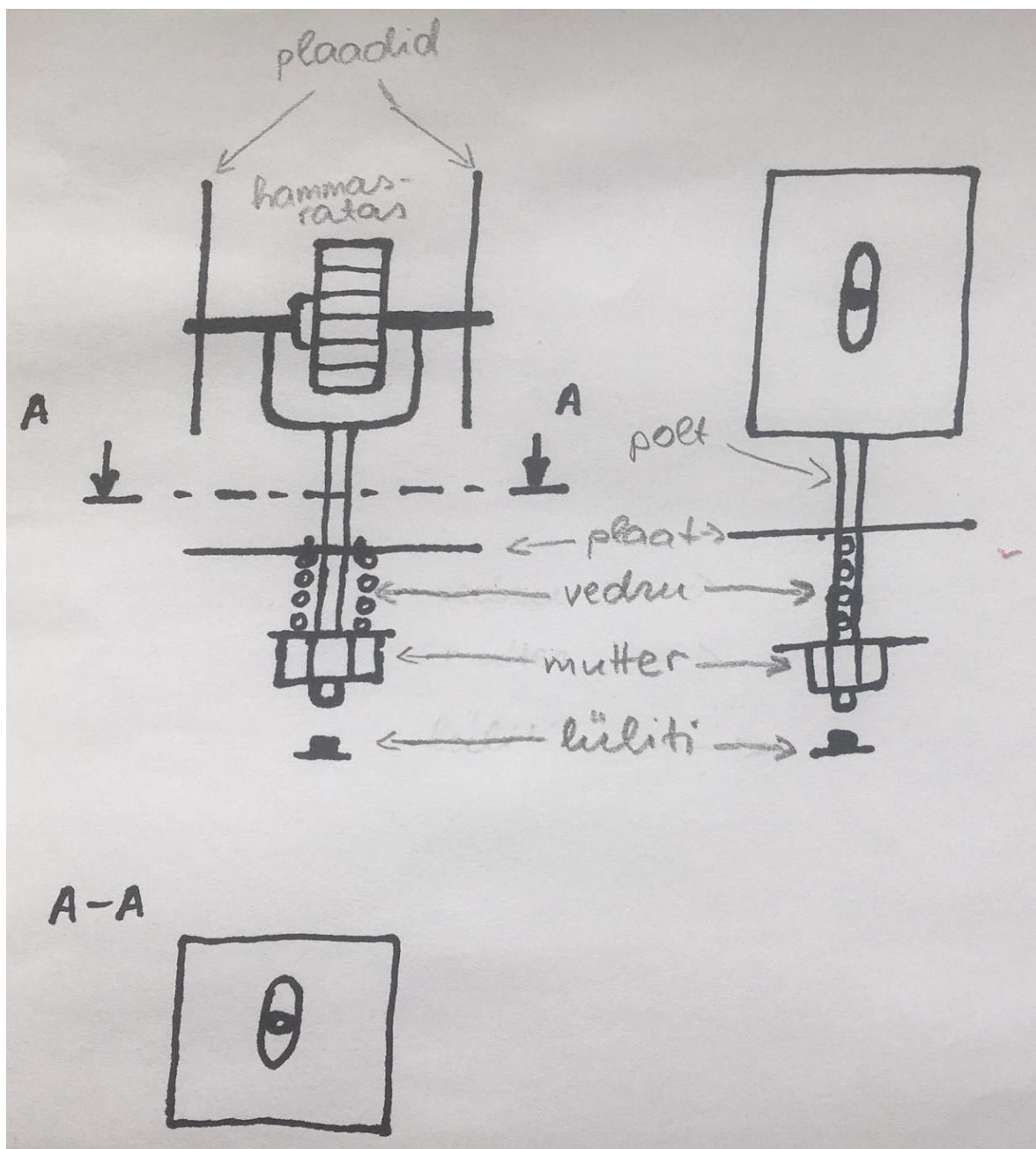
Joonisel3 on välja toodud nii naiste kui ka meeste tõstetavate raskuste kaalud seisva töö puhul. Sellest järeldub, et kõige optimaalsem kõrgus raskuste tõstmisel on inimesel puusade kõrgusel või natuke sellest allpool. Võttes arvesse, et freesimise osakonnas on hetkel keskmine inimese pikkus 175 cm ja keskmine puusa kõrgus umbes 80 cm, siis võtame optimaalseks töötsooni kõrguseks 80 cm. Ehk kelgu kõrgus on 80 cm.



Joonis 8. Tõstetavate raskuste soovitatavad kaalud seisva töö puhul [6]

4.2.1 Lülitisüsteem

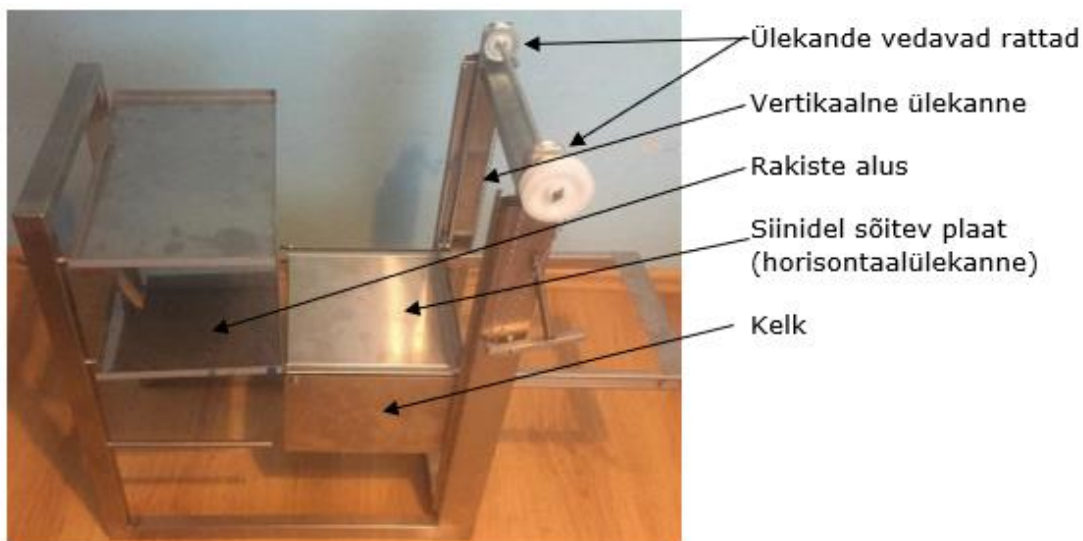
Lülitisüsteem koosneb lülitist, vedrudest, mutrist ning silmpoldist. Selle eesmärk on tuvastada, kui hammasrihm on purunenud või välja veninud ning anda selle kohta veateade. Süsteem on ülesehitatud hammasrihmülekanne mittevedavale hammasrattale, mis on ühendatud silmpoldi ja mutri abil vedrudega. Selle tööpõhimõtte seisneb selles, et kui hammasrihm peaks purunema, siis hammasratas kukub allapoole ning tema küljes olev ühendus lülitab sisse lüliti, mis seiskab kogu riulilifti töö ning annab veateate.



Joonis 9. Lülitisüsteemi skeem

5 . LADUSTAMISSÜSTEEM

Antud töö käigus valmis ka ladustamissüsteemi vähendatud mudel, kus on näidatud nii vertikaalne kui ka horisontaalne liikumine mööda siine. Mudel on manuaalne ning töötab kondimootoriga. Vertikaalne liikumine töötab rataste võlli küljes oleva vända abil ning horisontaalne liikumine töötab vaid ise lükates. Vertikaalliikumisel kasutatava hammasrihma asemel on kasutatud tavalist nõori, mis põhjustab suurtel koormustel libisemist. Mudelil on kolm riulivahet ning pikkuselt ja laiuselt on ta umbes 2,5 korda väiksem.



Joonis 10. Ladustamissüsteemi mudel

5.1 Tuvastussüsteem

Erinevad tuvastustehnoloogiad laos on:

- Vöötкодid ja 2D-кодid – Vöötкод ja 2D-код on moodus esitada sümbolaid kahendkoodis, mida loetakse optiliste seadmetega.
- Raadiomärgid ehk RFID – RFID on tuvastustehnoloogia, mis kasutab esemete tuvastamiseks kiibile salvestatud tunnust, mida loetakse raadiolainete abil.
- Häältuvastus (Voice recognition) – Häältuvastus on tehnoloogia, mis kasutab informatsiooni edastamisel ja registreerimisel infosüsteemis inimkeelt. [10]

Kuna arendatav laosüsteem peab töötama freesimisosakonnas, kus on masinamüra tugev, siis häältuvastus sellesse süsteemi ei sobi ning kuna tehases on ka palju raadiolaineid, mis võivad häirida süsteemi tööd, siis valituks osutub vöötкод.

Kõige lihtsam vöötкод on 1D-код ehk lineaarkood, mida tuntakse triipkoodi nime all. Sellele järgnevad 2D-кодid ehk reakoodid ja maatrikskoodid, mida tuntakse nime

all QR-kood. Arendatavas süsteemis piisab triipkoodist, kuna on kõige lihtsam ning kõige väiksema andmemahuga.

Tuvastussüsteem töötab triipkoodilugeja abil. Ladustamissüsteemi kelgu otsas on triipkoodilugeja ning igal rakisealusel on triipkood. Kui kasutaja on andnud sisendi rakise võtmiseks, siis riiulilift otsib üles rakisele vastava triipkoodi, sõidab 5cm alla, sõidab riiuliplaadi alla, tõstab riiuliplaadi üles ning tuleb algasendisse tagasi. Kui kasutaja on andnud sisendi rakise tagasi paigutamiseks, siis riiulilift otsib üles rakisele vastava triipkoodi, kontrollib kaugusanduriga, et riiulikoht on tühi, sõidab horisontaalselt riiulikohale, paigutab riiuliplaadi riiulile ning tuleb algasendisse tagasi.

Triipkoodilugejaks on Siemens Barcode Scanner 1D Linear Code/2D Code, kuna seda on võimalik ühendada PLC-ga. (tehnilised andmed LISA 8)

Selleks, et tuvastada, kas rakis on riiuliliftil või mitte, on valitud mikrolüliti, mis paigutatakse siinidel sõitva plaadi ette (näidatud joonisel 6). Kontakt ulatub plaadi ja rakise aluse vahele ning lülitab lüliti sisse, kui rakis on plaadil ning kui rakis plaadilt eemaldada läheb lüliti välja. Mikrolülitiks on valitud Microswitch B3F-1052.

5.2 Elektriskeem

Elektriskeem on koostatud programmis AutoCAD Electrical 2018. Juhtimisseadmeks on PLC Siemens S7-1200 CPU (tehnilised andmed LISA6) ning kasutusel on ka selle mudeli kommunikatsiooni lisamoodul, et ühendada kontrolleriaga triipkoodilugeja ja puutetundlik ekraan. (tehnilised andmed LISA 9)

Mootori valimiseks oli vaja teada kiiruseid, millega lift liikuma peab hakkama ning lisaks ka raskuseid, mida peab vedama. Et valida mootor oli vaja leida vajalikud mootori parameetrid mille järgi otsida: võimsus, pöördemoment ja kiirus.

Horisontaalse liikumise kiiruseks võeti 0,1 m/s ja vertikaalse liikumise kiiruseks 0,5 m/s. Kuna kõige raskem rakis on 26,4 kg, võeti raskuseks, mida peab liigutama hakkama 30 kg.

Võimsus:

$N = F \cdot v \cdot k$, kus

N – võimsus, [1 W]

F – jõud, (raskus * 9.81), [1 N]

v – kiirus, [1 m/s]

k – varutegur

$N = 30 * 9,81 * 0,5 * 2 = 294,30$ W vertikaalne liikumine

$N = 30 * 9,81 * 0,1 * 2 = 58,86$ W horisontaalne liikumine

Järelikult on vaja 300 W mootorit vertikaalseks liikumiseks ja 60 W mootorit horisontaalseks liikumiseks.

Pöörlemiskiirus:

Horisontaalseks liikumiseks kasutatakse hammasrattast läbimõõduga 0,13 m ja übermõõduga 0,408 m, et see liiguks 0,5 m/s ehk 30 m/min peab hammasrattas tegema 73 pööret minutis ehk siis kui me soovime mootorit ühendada otse hammasrattaga, siis vertikaalse mootori pöörlemiskiirus peaks olema 70-75 rpm, et püsiks meie soovitud kiirus.

Vertikaalseks liikumiseks kasutatakse hammasrattast, mis liigub lineaarsel hammaslatil kogupikkusega 0,52 m, hammasratta läbimõõd on 0,08 m ja übermõõd 0,251 m, et vertikaalne liikumine oleks 0,1 m/s ehk 6 m/min, siis peab hammasrattas tegema 24 pööret minutis, et hoida kiirust. Ja kuna mootor on otse kinnitatud hammasrattaga siis peabki mootori kiirus olema 24 rpm.

Pöördemoment: $T = F * r$, kus

T- pöördemoment, [1 Nm]

F- jõud, [1 N]

r- hammasratta raadius, [1 m]

Horisontaal: $T = 30 * 9,81 * 0,065 = 19,1295$ Nm

Vertikaal: $T = 30 * 9,81 * 0,04 = 11,772$ Nm

Vaadates pöörlemiskiirusi on selge, et tuleb kasutada DC mootoreid koos käigukastiga.

Leiti sobivad mootorid, 300 W 1:40 üleminekuga 75 rpm 20 Nm horisontaalseks mootoriks ning 90 W 1:120 üleminekuga 25 rpm 20 Nm vertikaalseks mootoriks.

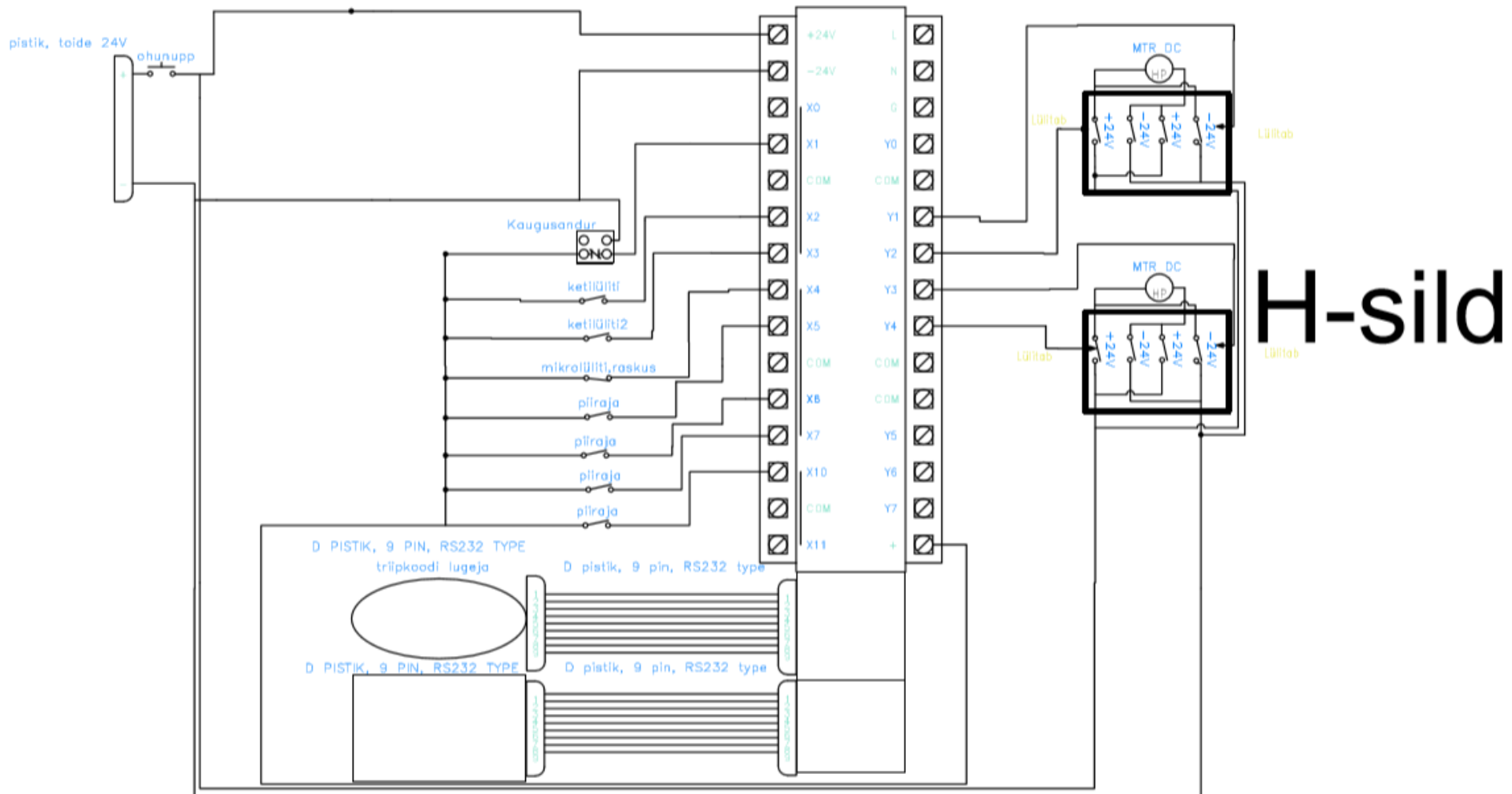
Mootorite andmed 90 W (LISA 4) ja 300 W (LISA 5)

Mootorite liikumist reguleerib H-sild mida juhib omakorda PLC, H-sillaga on võimalik mootorit liigutada mõlemas suunas ja ka pidurdada.

Horisontaalliikumise mootor on paigutatud kelgu sisse ning vertikaalliikumise mootor paigutatud raamitala külge, vedavate (ülemiste) hammasrattaste võlli külge, piirlülid asuvad ülekannete lõpp- ja alguspunktides, ketilülid asuvad peatükis 4.2.1

kirjeldatud konstruktsiooni all, raskusanduri rolli kandev mikrolüliti asub kelgul oleva

plaadi eesotsas koos kaugusanduriga. Triipkoodilugeja asub kelgu eesotsas ning ekraan ja ohunupp on süsteemist eraldi.



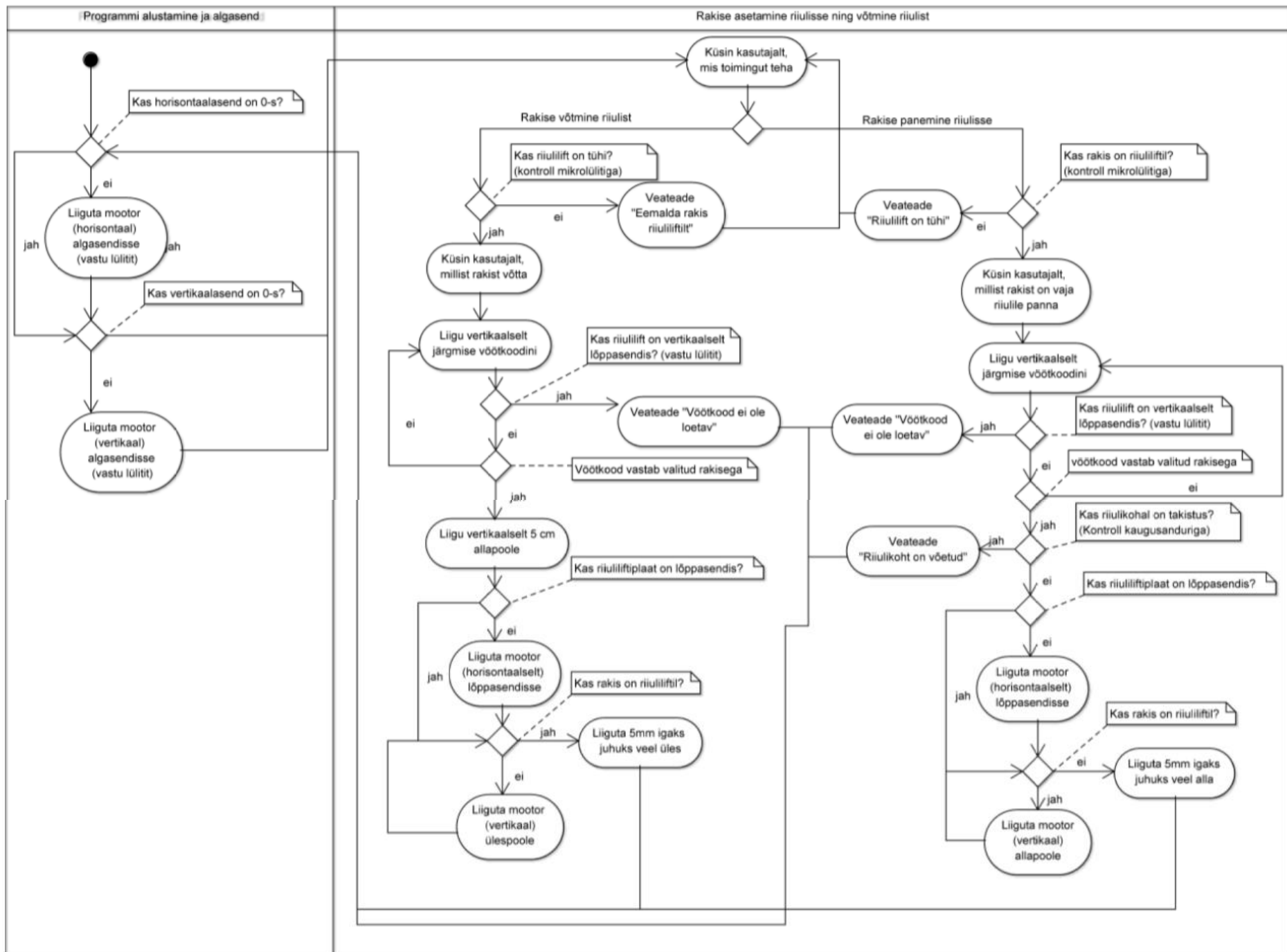
Joonis 11. Poolautomaatse ladustamissüsteemi elektriskeem

Tabel 3. Elektriskeemi komponentide tabel

Komponent	Andmed	Eesmärk
Nupplüliti 4 tk	24 V, 4 A, lapikkontaktidega	Piiramislülitid [12]
Nupplüliti 2 tk	24 V, 4 A, lapikkontaktidega	Ketilülitid [12]
Microswitch B3F-1052	24 V, lülitamiseetod OFF- (ON), 0.05 A	Mikrolüliti [13]
STOPP nupp koos lülitiga	24 V, 1NO/NC	Ohunupp (manuaalne) [14]
Simatic HMI KTP600	DC, 24 V, 6" ekraan	Ekraan (puutetundlik) [15]
Barcode Scanner 1D Linear Code/2D Code, Siemens	DC, 24 V, 10-400 mm	Triipkoodilugeja [16]
S7-1200 CPU SIEMENS	20,4-28,8 V, 8 DI, 6 DO	Kontroller [17]
Optical Proximity Sensor B5W-LB2112-1	10-55 mm, 21,6-26,4 V	Kaugusandur [11]
DC mootor käigukastiga, ülekaneks 1:40	24 V, 300 W, DC, 75 rpm, kuni 20 Nm.	Mootor (vertikaalne) [18]
DC mootor käigukastiga, ülekaneks 1:120	24 V, 90 W, DC, 25 rpm, kuni 20 Nm.	Mootor (horisontaalne) [19]

5.3 Juhtskeem

Ladustamissüsteemi juhtskeem on koostatud programmis ArgoUML. Juhtskeem töötab kuni elektrivoolu katkemiseni. Programmi algus on ülesehitatud riiulilifti algpositsiooni minemisega, et vältida tõrkeid süsteemi töös ka siis kui programm seiskub suvalisel hetkel.



Joonis 12. Poolautomaatse ladustamissüsteemi juhtskeem

KOKKUVÕTE

Antud bakalaureusetöö eesmärk oli luua ettevõtte Ensto Ensek AS freespinkide rakistele poolautomaatne ladustamissüsteem, mis koosneks riulist ja riuliliftist. Lõputöö oli ajendatud ruumipuudusest tehase freesimisosakonnas ning töötajate tööohutustest rakiste tõstmisel ebamugavates kõrgustes.

Töös on antud ülevaade erinevatest ladude jaotustest ning laosüsteemidest. Kirjeldatud on arendatava ladustamissüsteemi ideed ning toodud välja vajalikud komponendid, mida on vaja, et süsteem toimiks. Tähelepanu on pööratud ka ohutusele ning ergonoomsusele.

Bakalaureusetöö käigus valmis ladustamissüsteemi 3D mudel, elektriskeem ja juhtskeem ning valiti sobivad komponendid. Koostöös Metos AS tootmisdirektoriga valmis ka vähendatud mudel ladustamissüsteemile.

Töö edasiarenduseks tuleks mõelda selle süsteemi universaalsemale lahendusele, luua kasutajasõbralik kasutajaliides ning lahendada ladustamissüsteemi ehituse käigus tulenevaid probleeme.

CONCLUSION

The purpose of this thesis was to create a semi-automatic storage system for storing different sized rigs used for milling machines. This thesis was created because of the need for space in the milling department of Ensto Ensek AS and the fact that heavy rigs had to be raised to uncomfortable heights, that are otherwise unsafe for workers's health.

This thesis gives an overview of different storage systems and how they are divided and goes in-depth to one idea of storing system that would be safe and ergonomic to use as well as has better usage of floor space. A component list is provided, which would be needed for the system to work.

During the process 3D CAD, electric scheme, and algorithm scheme were completed and the necessary components were selected. The reduced model was made in cooperation with Metos AS director of production for the storage system.

For further development, the system would need a more universal solution, to create a user-friendly interface and solve problems that would come up during the building.

KASUTATUD KIRJANDUSE LOETELU

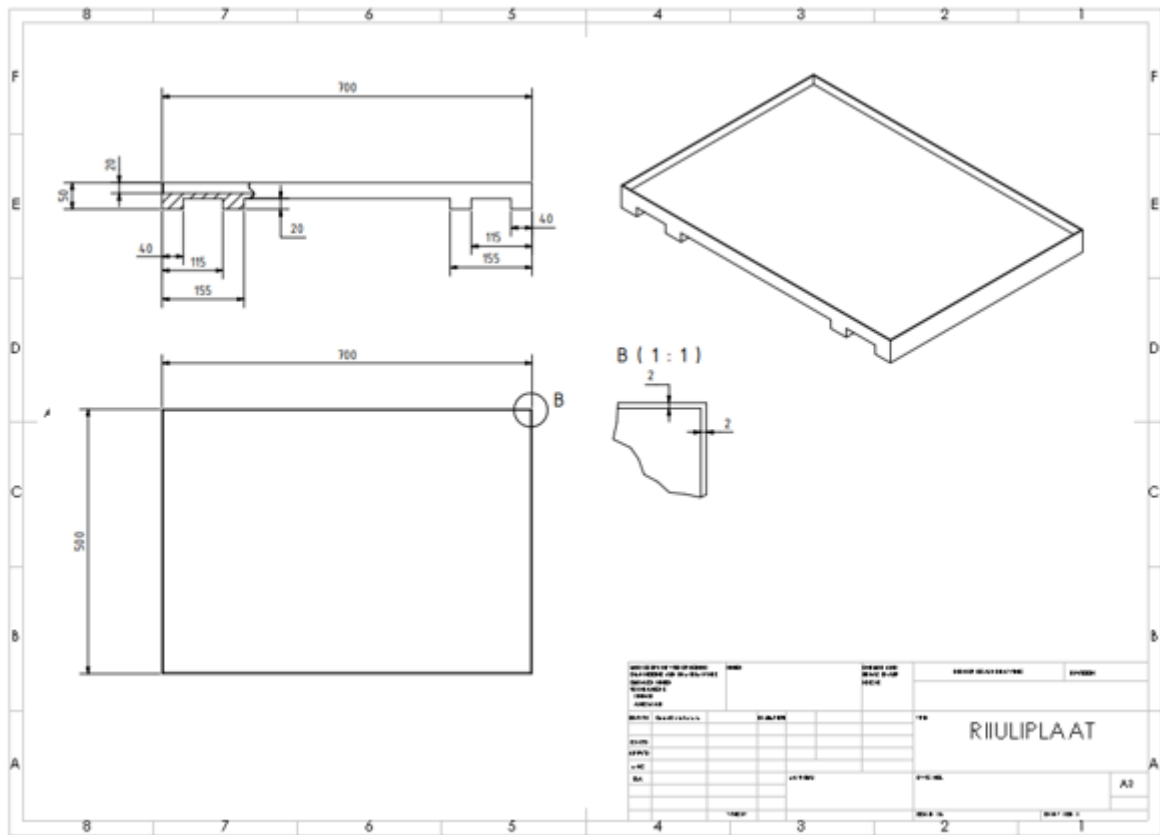
- [1] Tulvi, A. Logistika õpik kutsekoolidele. Tallinn : Innove, 2014
- [2] Timofejev.M. Automaatlao süsteemi tehnilise lahendi väljatöötamine robotkompleksile Norcar BSB Eesti AS baasil: magistritöö. Tallinna Tehnikaülikool, Tallinn, 2015.
- [3] Livid kodulehekülj [WWW] <http://livid.ee/laotehnoloogia-roll-ladustamisel/> (30.04.2020)
- [4] Äripäeva logistika mõisted 13 [WWW] <https://www.aripaev.ee/uudised/2006/10/24/logistika-pohimoisted-13-osa> (15.05.2020)
- [5] Masina ohutuse seadus [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/MOS> (2.05.2020)
- [6] Tööinspektsiooni infokiri [WWW] https://www.ti.ee/fileadmin/user_upload/failid/dokumendid/Meedia_ja_statistika/Teavitustegevus/Infokirjad/2011/infokiri_nr_11/veebru2011_aktuaalne1.pdf (30.04.2020)
- [7] Raskuste käsitsi teisaldamise töötervishoiu ja tööohutuse nõuded [WWW] <https://www.riigiteataja.ee/akt/84808> (2.05.2020)
- [8] Lehtla, T. Robotitehnika. Tallinn 2008
- [9] Elektriajamid [WWW] http://www.tthk.ee/Elektriajamid_2011/Elektriajami_mehaanika.html (20.04.2020)
- [10] Automaatse tuvastamise tehnoloogiad [WWW] https://eope.khk.ee/oo/automaatse_tuvastamise_tehnoloogiad/erinevad_tuvastustehnoloogiad_laos.html (15.05.2020)
- [11] Elfa distrelec kodulehekülj [WWW] <https://www.elfadistrelec.ee/et/optical-proximity-sensor-10-55mm-npn-ip50-omron-electronic-components-b5w-lb2112/p/30160925> (20.05.2020)

- [12] Tööriistamarket kodulehekülg [WWW] <https://www.xn--triistamarket-imba.ee/et/nuppl%C3%BCliti-24v-4a-klemm> (20.05.2020)
- [13] Westbalt kodulehekülg [WWW] <http://www.westbalt.eu/store/index.php/electronic-components/switches-relays/microswitches/microswitch-5x5mm-b3f-1052.html?fbclid=IwAR1mXUIv-PJuCMqAaQ4i1dMeYcrMRoscGGVM9IK2MZe3kl1gLN0QWJ3tYhs> (20.05.2020)
- [14] ITT-Group kodulehekülg [WWW] <https://www.ittgroup.ee/et/nupud-ja-juhtkangid/1127-stopp-nupp-koos-luelitiga-la38-11m-22mm.html> (20.05.2020)
- [15] Elit kodulehekülg [WWW] <https://www.elit.ee/et/shelf.do?cmd=iv&pid=6AV6647-0AB11-3AX0> (20.05.2020)
- [16] Elfa distrelec kodulehekülg [WWW] <https://www.elfadistrelec.ee/et/barcode-scanner-1d-linear-code-2d-code-siemens-6gf3420-0aa20/p/30124494?q=barcode&pos=37&origPos=37&origPageSize=10&track=true> (20.05.2020)
- [17] Elfa distrelec kodulehekülg [WWW] https://www.elfadistrelec.ee/et/s7-1200-cpu-1212c-simatic-s7-1200-di-hs-do-siemens-6es7212-1ae40-0xb0/p/11096158?q=*&pos=10&origPos=31&origPageSize=10&track=true (20.05.2020)
- [18] Automation Technologies Online kodulehekülg [WWW] <https://www.ato.com/300-w-dc-gear-motor> (20.05.2020)
- [19] Automation Technologies Online kodulehekülg [WWW] <https://www.ato.com/90-w-dc-gear-motor> (20.05.2020)

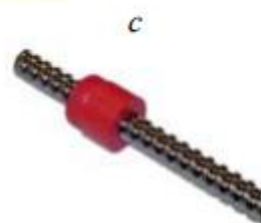
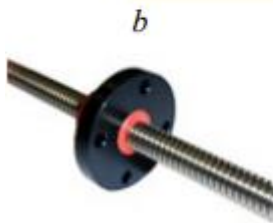
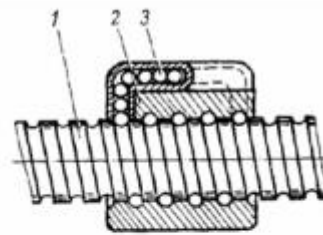
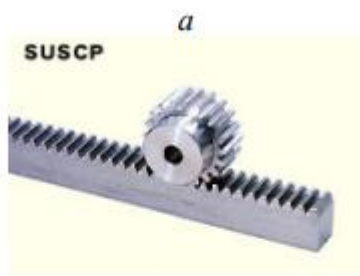
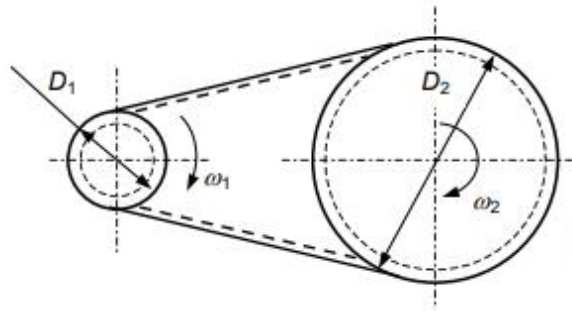
LISA 1 – RAKISTE ANDMED

Rakis	Laius (cm)	Pikkus (cm)	Kõrgus (cm)	Kaal (kg)
20*20 plaatrakis	21	21	12	4,8
20*30 plaatrakis	21	31	12	7,1
30*30 plaatrakis	31	31	12	10,7
20*40 plaatrakis	21	41	12	9,9
30*40 plaatrakis	31	41	12	17,2
40*40 plaatrakis	41	41	12	21,2
40*60 plaatrakis	41	61	12	26,4
30*60 plaatrakis	31	61	12	20,7
40*40 kirst	44	47	17	9,8
30*40 kirst	34	47	17	8,1
30*30 kirst	34	37	17	7
20*30 kirst	24	37	17	6,8
20*20 kirst	24	27	17	6,4
30*60 kirst	34	67	17	8,2
40*60 kirst	44	67	17	10,7
Valge lisarakis	21	48	6	5,5
Nurkrakis*2	15	32	10	2
Valged rakised*2	38	60	6	7,2
Must rakis	38	60	17	8
Kupli rakis PMR2089	37	37	12	5
Kupli rakis PMR2043	30	30	12	5,5
Kupli rakis PMR2800	36	36	12	5,3
Kupli rakis PMR592	44	44	12	4,9
HALP rakised*4	22	25	14	3

LISA 2 – PROJEKTEERITUD RAKISE ALUS



LISA 3. HAMMASRIHMÜLEKANNE, HAMMASLATTÜLEKANNE NING KRUVIÜLEKANNE [8]



LISA 4. 90W 24V DC mootori andmed [19]

Low cost 90W DC gear motor with 3000 rpm rated speed, 9.38A rated current at 12V, 4.69A at 24V, 2.34A at 48V, 3:1 to 200:1 gear ratio are available here. This small DC gear motor suitable for a lot of industrial applications such as food processing machine, sealing equipment, textile machine etc..

90W DC gear motor specifications

Model	ATOD5BLD90-12	ATOD5BLD90-24	ATOD5BLD90-48
Power	90W	90W	90W
Voltage	12V	24V	48V
Rated Speed	3000 rpm	3000 rpm	3000 rpm
No-load Speed	3300 rpm	3300 rpm	3300 rpm
Rated Current	9.38A	4.69A	2.34A
Rated Torque	0.29 N.m	0.29 N.m	0.29 N.m
Peak Torque	0.86 N.m	0.86 N.m	0.86 N.m
No-load Current	< 0.85A	< 0.7A	< 0.5A
Compatible Driver Model	BLD-300B (Click it to see more controller specs)		BLD-120A (Click it to see more controller specs)
Weight	2.3 Kg		
Protection Grade	IP54		
Motor Lead Length	300mm		
Temperature	0-50°C		
Gear Head Motor	2GN=K Enter the gear ratio into the box (=) within the model name		
Gear Ratio	3, 5, 7.5, 10, 12.5, 15, 18, 20, 25, 30, 36, 40, 50, 60, 75, 90, 100, 120, 150, 180, 200		

The allowable torque with a gear head

Allowance Torque Unit: Upside (N.m)/Belowside (kgf.cm)

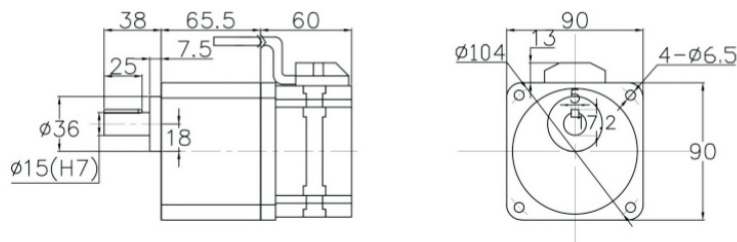
Type	Gear Ratio	3	5	7.5	10	12.5	15	18	20	25	30	36	40	50	60	75	90	100	120	150	180	200
ATOD5BLD90	Speed (r/min)	1000	600	400	300	240	200	167	150	120	100	83.33	75	60	50	40	33	30	25	20	17	15
	2GN=K	0.67	1.16	1.74	2.32	2.61	3.14	3.77	3.78	4.73	5.67	6.81	7.56	9.46	11.35	14.18	15.21	16.9	20	20	20	20
		6.96	11.6	17.4	23.21	26.14	31.37	37.65	37.82	47.27	56.73	68.07	75.64	94.55	113.5	141.8	152.1	169	200	200	200	200

Note:

*The values colored "Red" indicate that the gear head and the DC motor are running in the same direction, and the other values are in the opposite direction.

*When it is desired to reduce the speed further than the gear ratio in the table above, an intermediate speed reducer with a gear ratio of 10 can be installed between the motor and the gear head.

Dimension (Unit=mm)



LISA 5. 300W 24V DC mootori andmed [18]

300W DC gear motor is a brushless DC motor with a 90 mm size gearbox fitted to the front of the motor. The DC motor with rated speed of 3000 rpm, and no-load speed is 3300 rpm, rated torque is 0.96 Nm, peak torque up to 2.87 Nm.

300W DC gear motor specifications

Model	ATOD5BLD300-12	ATOD5BLD300-24	ATOD5BLD300-48
Power	300W	300W	300W
Voltage	12V	24V	48V
Rated Speed	3000 rpm	3000 rpm	3000 rpm
No-load Speed	3300 rpm	3300 rpm	3300 rpm
Rated Current	31.25A	15.63A	7.81A
Rated Torque	0.96 N.m	0.96 N.m	0.96 N.m
Peak Torque	2.87 N.m	2.87 N.m	2.87 N.m
No-load Current	< 7.2A	< 6.13A	< 4.61A
Compatible Driver Model	BLD-50 (Click it to see more controller specs)	BLD-750 (Click it to see more controller specs)	BLD-300B (Click it to see more controller specs)
Protection Grade	IP54		
Motor Lead Length	300mm		
Temperature	0~50°C		
Weight	3.4 Kg		
Gear Head Motor	2GN=K Enter the gear ratio into the box (□) within the model name		
Gear Ratio	3, 5, 7.5, 10, 12.5, 15, 18, 20, 25, 30, 36, 40, 50, 60, 75, 90, 100, 120, 150, 180, 200		

Allowance Torque Unit: Upside (N.m)/Belowside (kgf.cm)

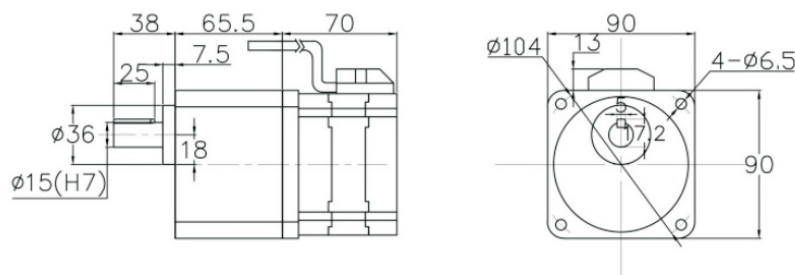
Type	Gear Ratio	3	5	7.5	10	12.5	15	18	20	25	30	36	40	50	60	75	90	100	120	150	180	200	
ATOD5BLD300	Speed (r/min)	1000	600	400	300	240	200	167	150	120	100	83.33	75	60	50	40	33	30	25	20	17	15	
	2GN=K	2.32	3.87	5.80	7.74	8.71	10.46	12.55	12.61	15.76	18.91	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
		23.21	38.68	58.02	77.36	87.14	104.6	125.5	126.1	157.6	189.1	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200

Note:

*The values colored "Red" indicate that the gear head and the DC motor are running in the same direction, and the other values are in the opposite direction.

*When it is desired to reduce the speed further than the gear ratio in the table above, an intermediate speed reducer with a gear ratio of 10 can be installed between the motor and the gear head.

Dimension (Unit=mm)



LISA 6. Siemens S7-1200 PLC tehnilised andmed [17]

Hardware configuration	
Number of modules per system, max.	3 comm. modules, 1 signal board, 8 signal modules
Time of day	
Clock	
• Hardware clock (real-time)	Yes
• Backup time	480 h; Typical
• Deviation per day, max.	±60 s/month at 25 °C
Digital inputs	
Number of digital inputs	14; Integrated
• of which inputs usable for technological functions	6; HSC (High Speed Counting)
Source/sink input	Yes
Number of simultaneously controllable inputs	
all mounting positions	
— up to 40 °C, max.	14
Input voltage	
• Rated value (DC)	24 V
• for signal "0"	5 V DC at 1 mA
• for signal "1"	15 V DC at 2.5 mA
Input delay (for rated value of input voltage)	
for standard inputs	
— parameterizable	0.2 ms, 0.4 ms, 0.8 ms, 1.6 ms, 3.2 ms, 6.4 ms and 12.8 ms, selectable in groups of four
— at "0" to "1", min.	0.2 ms
— at "0" to "1", max.	12.8 ms
for interrupt inputs	
— parameterizable	Yes
for technological functions	
— parameterizable	Single phase: 3 @ 100 kHz & 3 @ 30 kHz, differential: 3 @ 80 kHz & 3 @ 30 kHz
Cable length	
• shielded, max.	500 m; 50 m for technological functions
• unshielded, max.	300 m; for technological functions: No

Digital outputs	
Number of digital outputs	10
<ul style="list-style-type: none"> • of which high-speed outputs 	4; 100 kHz Pulse Train Output
Limitation of inductive shutdown voltage to	L+ (-48 V)
Switching capacity of the outputs	
<ul style="list-style-type: none"> • with resistive load, max. 	0.5 A

<ul style="list-style-type: none"> • on lamp load, max. 	5 W
Output voltage	
<ul style="list-style-type: none"> • for signal "0", max. 	0.1 V; with 10 kOhm load
<ul style="list-style-type: none"> • for signal "1", min. 	20 V
Output current	
<ul style="list-style-type: none"> • for signal "1" rated value 	0.5 A
<ul style="list-style-type: none"> • for signal "0" residual current, max. 	0.1 mA
Output delay with resistive load	
<ul style="list-style-type: none"> • "0" to "1", max. 	1 μ s
<ul style="list-style-type: none"> • "1" to "0", max. 	5 μ s
Switching frequency	
<ul style="list-style-type: none"> • of the pulse outputs, with resistive load, max. 	100 kHz
Relay outputs	
<ul style="list-style-type: none"> • Number of relay outputs 	0

Analog inputs	
Number of analog inputs	2
Input ranges	
• Voltage	Yes
Input ranges (rated values), voltages	
• 0 to +10 V	Yes
— Input resistance (0 to 10 V)	≥100k ohms
Cable length	
• shielded, max.	100 m; twisted and shielded
Analog outputs	
Number of analog outputs	0
Analog value generation for the inputs	
Integration and conversion time/resolution per channel	
• Resolution with overrange (bit including sign), max.	10 bit
• Integration time, parameterizable	Yes
• Conversion time (per channel)	625 μs
Encoder	
Connectable encoders	
• 2-wire sensor	Yes
1. Interface	
Interface type	PROFINET
Physics	Ethernet

LISA 7: Optiline kaugusandur Optical Proximity Sensor B5W-LB2112-1 tehnilised andmed [11]

Ratings and Specifications

Digital output models

Item Model	Sensing method	Light Convergent Reflective			
	NPN output	B5W-LB1112-1	B5W-LB1122-1	B5W-LB2112-1	B5W-LB2122-1
Sensing distance	White paper	2 to 10 mm		10 to 55 mm	
	Black paper	3 to 8 mm		10 to 40 mm	
Non-sensing distance (White paper)		20 mm min.		85mm min.	
Minimum detectable object (reference value)		0.05 mm dia.		0.15 mm dia.	
Differential travel		20% max.			
Light source (wavelength)		Infrared LED (850 nm)			
Power supply voltage		24 VDC \pm 10%, including 10% ripple (p-p)			
Current consumption		15 mA max. (at 26.4 VDC)		20mA max. (at 26.4 VDC)	
Operating mode		Light-ON	Dark-ON	Light-ON	Dark-ON
Control output		Load power supply voltage: 26.4 VDC, load current: 50 mA max. Residual voltage; 0.8 V max. at 50 mA load current and 0.32 V at 10 mA load current. Open collector output (NPN)			
Indicator		Not supported			
Response time		Operate/reset: 1 ms max.			
Ambient illumination		Incandescent lamp: 3,000 lx max., Sunlight: 10,000 lx max.			
Ambient temperature range		Operating: -10 to +60°C, Storage: -25 to +80°C (with no icing or condensation)			
Vibration resistance		10 to 55 Hz, 1.5-mm double amplitude for 2 h each in X, Y, and Z directions			
Shock resistance		500 m/s ² for 3 times each in X, Y, and Z directions			
Degree of protection		IEC IP50 (not including terminals)			
Connecting method		Connector models			
Weight (unit only)		Approx 1.6 g		Approx 3.4 g	
Material	Case	Polycarbonate (PC)			
	Lens	Acrylic (PMMA)			
	Cover	Polycarbonate (PC)			

LISA 8. Triipkoodilugeja Siemens Barcode Scanner tehnilised andmed [16]

Type of image capture	Global shutter
Range	10 ... 400 mm
Range / Note	Adjustable within the range
Mounting type / of lens	Fixed (M12)
Type of light source	Integrated lighting or external lighting according to accessories list
Image acquisition frequency / maximum	50 Hz
Code reading rate / maximum	29 1/s
Type of focusing	Manual adjustment on the lens cover
Supply voltage, current consumption, power loss	
Supply voltage	
• at DC / Rated value	24 V
• at DC	19.2 ... 28.8 V
Consumed current / at DC / at 24 V	
• typical	0.17 A
• maximum	2 A
Buffering time / in the event of power failure / minimum	0.01 s
Mechanical data	
Material	Die-cast aluminum
Color	petrol blue
Suitability for operation	
	1D codes: Int. 2/5, Code 128, Code 39, EAN 13, EAN 8, UPC-A, UPC-E, GS1, 2D codes: DMC, PDF417 (without: Truncated, Micro and Macro), QR (without: Micro and Macro), Vericode
Interfaces	
Type of electrical connection	
• of Industrial Ethernet interface	M12, d-coded
• of the RS 422 interface	M16, 12-pin, male
• of the RS 232 interface	M16, 12-pin, male
• for supply voltage	M16, 12-pin, male
• at the digital inputs/outputs	M16, 12-pin, male
Number of digital inputs	3
Number of digital outputs	3
Digital input version	1 high-speed trigger input, 2 opto-isolated inputs (NPN, PNP capability) optionally as output
Digital output version	1 high-speed strobe output for external lighting, 2 isolated outputs optionally as input, short-circuit-proof, max. 100 mA
Optical data	
Design of image sensor / of the camera	CMOS chip, VGA (640 x 480), WVGA (752 x 480)

LISA 9: Puutetundlik ekraan SIEMENS SIMATIC HMI KTP600 tehnilised andmed [15]

General information	
Product type designation	SIMATIC HMI KTP600 Basic mono PN
Display	
Design of display	STN
Screen diagonal	5.7 in
Display width	115.2 mm
Display height	86.4 mm
Number of colors	4; Grayscale
Resolution (pixels)	
• Horizontal image resolution	320 Pixel
• Vertical image resolution	240 Pixel
Backlighting	
• MTBF backlighting (at 25 °C)	50 000 h
• Backlight dimmable	No
Control elements	
Keyboard fonts	
• Function keys	
— Number of function keys	6
• Keys with LED	No
• System keys	No
• Numeric/alphabetical input	
— Numeric keyboard	Yes; Onscreen keyboard
— alphanumeric keyboard	Yes; Onscreen keyboard
Touch operation	
• Design as touch screen	Yes
Installation type/mounting	
Mounting in portrait format possible	Yes
Mounting in landscape format possible	Yes
Mounting position	vertical
maximum permissible angle of inclination without external ventilation	35°
Supply voltage	
Type of supply voltage	DC
Rated value (DC)	24 V
permissible range, lower limit (DC)	19.2 V
permissible range, upper limit (DC)	28.8 V

Process coupling	
• S7-1200	Yes
• S7-1500	Yes
• S7-200	Yes
• S7-300/400	Yes
• LOGO!	Yes
• WinAC	Yes
• SINUMERIK	No
• SIMOTION	No
• Allen Bradley (EtherNet/IP)	Yes
• Allen Bradley (DF1)	No
• Mitsubishi (MC TCP/IP)	Yes

Mechanics/material	
Enclosure material (front)	
• Plastic	Yes
• Aluminum	No
• Stainless steel	No

Dimensions	
Width of the housing front	214 mm
Height of housing front	158 mm
Mounting cutout, width	197 mm
Mounting cutout, height	141 mm
Overall depth	44 mm

Weights	
Weight without packaging	1.07 kg
Weight incl. packaging	1.3 kg