



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND

Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituut

**SPOONITREILIINI JA
PUIDUTÖÖTLEMISSEADMETE PAIGUTUS TTÜ
PUIDUTEHNOLOOGIA LABORIS**

VENEER PEELING LINE AND WOODWORKING EQUIPMENT LAYOUT IN
TTÜ LABORATORY OF WOOD TECHNOLOGY

BAKALAUREUSETÖÖ

Üliõpilane: Kert Randla

Üliõpilaskood: 142405KAOB

Juhendaja: Prof Jaan Kers

Tallinn, 2017.a.

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.

“.....” 201.....

Autor:
/ allkiri /

Töö vastab bakalaureusetöö/magistritööle esitatud nõuetele

“.....” 201.....

Juhendaja:
/ allkiri /

Kaitsmisele lubatud

“.....”201....

Kaitsmiskomisjoni esimees
/ nimi ja allkiri /

Sisukord

Sissejuhatus	5
1 Spooni- ja vineerivalmistamise tehnoloogiline protsess	6
2 Puidutehnoloogia labori õppetöökoja praeguste seadmete ja uute seadmete kirjeldus .	9
2.1 Õppetöökojas olemasolevad seadmed	9
2.1.1 Ketassaag Griggio SC 32- CE PANEL SAW/ SLIDING TABLE 3200MM .	9
2.1.2 Lintsaag SNAC 640.....	10
2.1.3 CNC-tööpink Weeke BHC 280	11
2.1.4 Rihthöövelpink CΦ-6	12
2.1.5 Puidutreibpink ТП-40.....	12
2.1.6 Paksushöövelmasin CP6.....	13
2.1.7 Puurpink CbA	14
2.2 Õppetöökoja uute seadmete tehniline kirjeldus.....	15
2.2.1 Spoonikoorimistreibpink Raute 3HV66	15
2.2.2 Treipingi hüdraulika	16
2.2.3 Pakutsentreerija	16
2.2.4 Tsentreerija hüdraulika	17
2.2.5 Leotusbassein	17
2.2.6 Spooniljotiin Wärtsilä VAL1000CP	18
2.2.7 Spoonilehtedekuivati Raute.....	19
2.2.8 Aurugeneraator Fulton.....	20
2.2.9 Liimvaltsid Black Bros 22-D.....	21
2.2.10 Kuumpress Infor	21
3 Puidutehnoloogia labori õppetöökoja projekteerimine.....	23
3.1 Projekteerimise algandmed.....	23
3.2 Õppetöökoja seadmete paigutus ja analüüs	24
3.2.1 Variant 1	24
3.2.2 Variant 2	25
3.2.3 Seadmete paigutuse analüüs	26
3.3 Muud ümberehitustööd õppetöökojas	27
3.3.1 Ventilatsiooni, vee- ja kanalisatsiooni ja suruõhutrassi	27
3.3.2 Hüdraulika ruumi ehitus ja analüüs	29

3.3.3 Vundamendi ümberehitus.....	30
3.3.4 Õppetöökoja teise korruse ehitus.....	31
4 Puidutehnoloogia labori õppetöökoja seadmete kolimine ja ümberehitus	32
4.1 Töödeks kasutatavad seadmed.....	32
4.2 Seadmete kolimisplaan	33
4.3 Õppetöökoja ümberehitusplaan	35
Kokkuvõte	37
Summary.....	38
Kasutatud kirjandus	39
Lisa 1	40
Lisa 2	42
Lisa 3	44
Lisa 4	46
Lisa 5	48
Lisa 6	50
Lisa 7	52
Lisa 8	54
Lisa 9	56
Lisa 10	58
Lisa 11	60
Lisa 12	62

Sissejuhatus

Käesolev bakalaureusetöö on kirjutatud teemal „Spoonitreiliini ja puidutöötlemisseadmete paigutus TTÜ Puidutehnoloogia laboris“. Antud lõputöö teema sai valitud, sest teema tundus väljakutseid pakkuv ning tööga saab aidata kaasa hariduse ja teaduse arengule Tallinna Tehnikaülikoolis (edaspidi TTÜ).

Peale seda kui TTÜ Puidutöötlemise õppetool soetas endale Soomest Aalto Ülikoolist kasutatud spoonitreiliini, tekkis vajadus leida lahendus seadmete paigutusele Puidutehnoloogia labori õppetöökajas (edaspidi õppetöökota). Probleem on keerukas, kuna lisanduvad seadmed vajavad palju ruumi ning mõningatel seadmetel on spetsiifilised nõuded, aga samas sooviti säilitada võimalikult paljusid praeguseid seadmeid, et õppetöökojal oleks maksimaalne puidu töötlemis võimekus.

Töö eesmärgiks on leida parim puidutöötlemisseadmetele paigutusviis TTÜ Puidutehnoloogia labori (edaspidi Puidutehnoloogia labor) õppetöökojale, peale spoonitreiliini seadmete lisandumist. Lisaks proovitakse leida lahendusi erinevatele küsimustele, mis võivad tekkida projekteerimise ning ehitustegevuse käigus.

Lahenduste leidmiseks leiti mõõdud erinevatele seadmetele, kas uurides seadmete tehnilisi dokumente või seadmeid üle mõõtes. Seejärel joonestati erinevaid jooniseid joonestustarkvaraga AutoCAD, et oleks lihtsamini ette kujutada erinevate seadmete paigutuste mõju nende töötlemisvõimalustele. Lisaks pakutakse antud töös välja lahendusi kolimis ja ümberehitustöödeks. Lahenduste leidmiseks kaasati erinevaid huvigruppe alates Puidutehnoloogialaboris töötavatest õppejõududest, kuni vineeritööstuses töötavate inimesteni.

1 Spooni- ja vineerivalmistamise tehnoloogiline protsess

Spoon- ja vineeri valmistamise protsess koosneb mitmetest erinevatest etappidest on antud peatüki eesmärk anda ülevaade leiduvale infole spooni ja vineerivalmistamise protsessist tööstuses ning võrrelda seda Puidutehnoloogia laborisse tulevaste võimalustega.

Tööstuslikult vineeri valmistades algab vineeri valmistamise protsess pakude hüdrotermilise töötlemisega. Vineeripaku hüdrotermiline töötlemine on vajalik, et valmistada puitmaterjali ette spoonikoorimiseks. Hüdrotermilise töötlemisprotsessi käigus tõstetakse puidu niiskust, kas vees leotamise või veeauruga töötlemise toimele. Protsess viiakse läbi 40-70°C vees, milles hoitakse pakke 8 kuni 48 tunni jooksul. Protsess on vajalik muutmaks puitmaterjali pehmemaks, et saada ühtlase paksusega ja ühe tervikuna spoonilinti. [1]

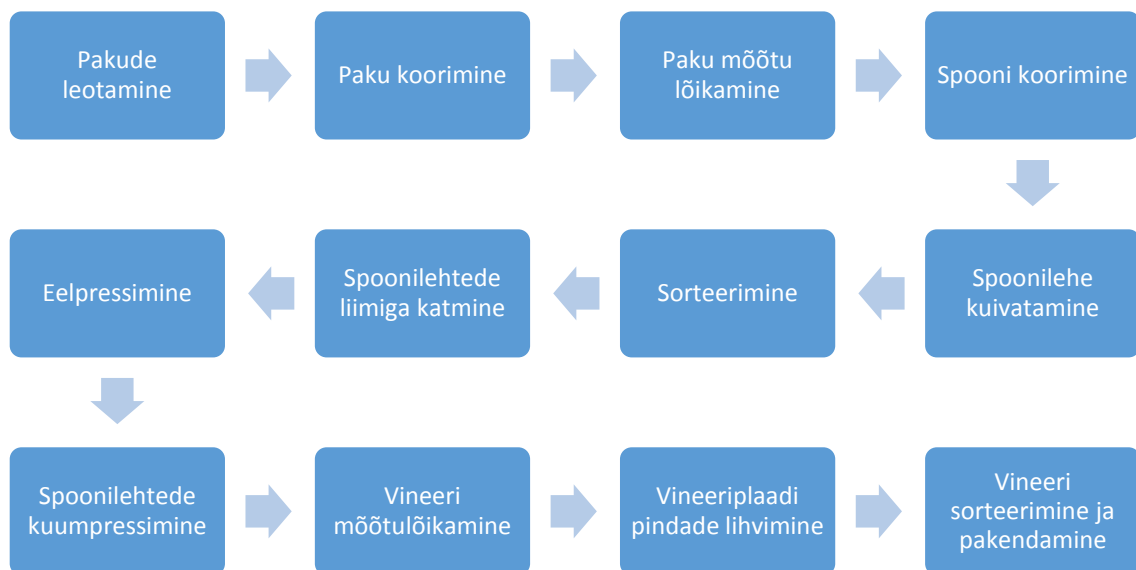
Peale puidu niiskuse suurendamist, järgneb pakude koorimine ja mõõtu lõikamine. Niisked ja mõõtu lõigatud pakud viiakse spoonikoorimistreipingile, kus pakk asetatakse ükshaaval treipingi spindlite vahele. Spindlite vahel pöörlevale palgile liigub lähemale lõikenuga, mis esmalt eemaldab pakult üleliigse puidu, kuni paku diameeter on kogu paku ulatuses muutunud ühtlaseks. Noa edasisel liigutamisel pöörleva paku tsentri poole kooritakse pakust üks tervik spoonilint ning pakust jääb alles sindli paksune jääk, mida nimetatakse pliiatsiks. Tavaliselt toodetakse spooni, mille paksus jääb vahemikku alates 1,5;2,0 kuni 2.5 mm. [1]

Peale spooni koorimist lõigatakse spoonilint väiksemateks spoonilehtedeks. Sellele järgneb spoonilehede kuivatamine, mis toimub 160-185°C õhutemperatuuri juures 3 kuni 10 minuti jooksul olenevalt spoonilehe paksusest ja puidu liigist. Kuivatamise protsessi käigus vähendatakse puidu niiskust 30-120% niiskuse juurest 6% niiskuseni.

Peale spoonilehede kuivatamist, kaetakse spoonilehed liimiga, ning need asetatakse üksteise peale selliselt, et spoonilehede kiudude suunad oleksid üksteisega 90° nurga all. Sellisel viisil spoonilehede üksteise otsa asetamisel saadakse vineeriplaat, mis on homogeensem ning vineeriplaat on vastupidavam jõududele erinevatest suundadest. Sõltuvalt vineeritüübist ja spoonilehe paksusest jääb spoonilehele kantava liimi hulk vahemikku 130-200g/m³. Pele liimi kandmist spoonilehtedele ja spoonilehede üksteise peale asetamist viiakse vineeri toorik pressimisse. Vahetevahel tehakse tööstuses ka

vineeritoorikute eelpressimine, et vähendada toorikupaksust. Osade liimide puhul saab eelpressimise etapi vahele jätta ning vineeritooriku saab viia otse kuumpressimisele, kus vineeritoorik surutakse hüdraulilise pressi vahel, mille temperatuur jääb vahemikku 125-130°C, ühe minut iga millimeetri kohta vineeri paksuses. Pressil avaldatava surve jääb pehmemate puiduliikide korral vahemikku 1,1-1,5 MPa ja tihedamate puiduliikide korral 1,5-2,0 MPa. [1]

Peale pressimist on vineer sisuliselt valmis, ning sellele järgneb vineerist kindlate mõõtmetega plaadi välja lõikamine ja pindade lihvimine. Pindade lihvimine on vajalik, et anda plaadile kindel paksus ja muuta vineeriplaadi pinnakvaliteeti paremaks. Tavaliselt vineerivalmistamise protsess siin ka lõppeb, kuid sõltuvalt valmistatava toote sihtotstarbest võib järgneda ka plaadi katmine laminaadiga ning servade kantimine, et muuta vineeriplaat ilmastikukindlamaks. Kogu vineerivalmistamise protsess on ka lihtsustatult esitatud joonisel 1. [1]



Joonis 1 Vineerivalmistamise tehnoloogiline protsess. Allikas UPM koduleht[2]

Vineerivalmistamise protsess Puidutehnoloogia laboris sarnaneb suuresti tööstuslikule valmistamisprotsessile, kuid on ka mõningaid erinevusi. Esimeseks suuremaks erinevuseks on see, et palgid tuleb enne leotamist mõõdus pakuks lõigata ja käsitsi koorida. Piirang tuleneb immutusbasseini mõõtmetest mis ei võimalda üle 130cm pikkuseid pakke leotada. Lisaks ei ole Puidutehnoloogi laboril võimekust pakke

mehaaniliselt koorida. Teiseks suuremaks erinevus valmistamisprotsessides tekib vineeri järel töötuses, kus plaat tuleb mõõtu lõigata ketassae või lintsaega, ning vineeri pindu tuleb lihvida käsitsi või ekstsentriklihvijaga.

2 Puidutehnoloogia labori õppetöökoja praeguste seadmete ja uute seadmete kirjeldus

Käesolevas peatükis antakse ülevaade õppetöökojas olemasolevate ja uute seadmete teadaolevatest tehnilistest andmetest. Lisaks kirjeldatakse antud peatükis seadmete toimimist ja seadmetega materjali töötlemist.

2.1 Õppetöökojas olemasolevad seadmed

Antud peatükk annab ülevaate järgnevate seadmetest: ketassaag, lintsaag, CNC-tööpink, rihthöövelpink, puidutreibpink, paksushöövelmasin ja puurpink. Lisaks nendele seadmetele on õppetöökojas veel kasutusel freespink ja immutusautoklaav, millest ülevaadet ei tehtud, kuna seadmed ei ole leidnud kasutust ning need otsustati ruumikokkuhoiu mõttes seadmete valikust eemaldada.

2.1.1 Ketassaag Griggio SC 32- CE PANEL SAW/ SLIDING TABLE 3200MM

Ketassaag (joonis 2) on õppetöökojas enim kasutust leidev seade, millega on võimalik teostada erinevate materjalide lõiketöid. Enim leiab seade kasutust toormaterjalist lõpp detailile mõõtmete andmiseks. Saagi saab kasutada sae-, plaat- ning spetsiaalseid rakiseid kasutades, ümarmaterjali saagimiseks. Ketassaag Griggio tehnilised andmed on leitavad tabelist 1.



Joonis 2 Ketassaag Griggio SC 32- CE PANEL SAW/ SLIDING TABLE 3200MM. Allikas: Autori pildistatud

Tabel 1 Ketassaag Griggio tehnilised andmed[3]

Kelgu mõõtmed	33x320 cm
Kaal	820 kg
Maksimaalne saekette diameeter	35 cm
Minimaalne saeketta diameeter	25 cm
Saeketta pöörlemiskiirus	4000 p/min
Mootori võimsus	4 kW

2.1.2 Lintsaag SNAC 640

Lintsaag (joonis 3) ei leia õppetöökojas sedavõrd tihedat kasutust kui ketassaag, aga on vajalik seade tööde jaoks, mida ketassaag teha ei suuda. Näiteks saab lintsaega lahti saagida suure paksusega materjale, nagu palgid ja prussid. Lisaks võimaldab lintsaag lõigata kõverjoonelisi detaile. Lintsaag Griggio tehnilised andmed on leitavad tabelist 2.



Joonis 3 Lintsaag. Allikas: Autori pildistatud

Tabel 2 Lintsaag Griggio SNAC 640 tehnilised andmed[4]

Mõõtmed	105x62x218 cm
Lindiratta diameeter	640 mm
Pöörete arv	800 p/min
Mootori võimsus	2,2 kW
Laua suurus	620x870 mm
Saelindi pikkus	4730-4800 mm
Kaal	320 kg

2.1.3 CNC-tööpink Weeke BHC 280

CNC-tööpink (joonis4) on seade, mille abil on võimalik teostada erinevaid detaili töötlemisoperatsioone samas seadmes. Antud tööpingis on võimalik teostada erinevaid puurimis, freesimis ja lõiketöid. CNC-tööpingi suurimateks eeliseks on seadme töötlemistäpsus. Lisaks on CNC pingid kõrgelt automatiseeritud seadmed, mis laseb seadme operaatoril tegeleda muude töödega samaaegselt, kui masin töötleb toorikut. Seadme tehnilised andmed ei olnud kättesaadavad.



Joonis 4 CNC-tööpink Weeke BHC280. Allikas: Autori pildistatud

2.1.4 Rihthöövelpink CΦ-6

Rihthöövelpingi (joonis5) eesmärgiks on töödelda detaili, et anda sellele täpsed baaspinnad. Baaspindadel on suur tähtsus detaili edasisel töötlemisel, et tagada edasisteks tööprotsessideks kõrge täpsus. Töödeldava detaili baaspindade puudumisel ei saa tagada lõppdetaili täpsust, kuna detail ei asetu korrektselt teiste seadmete tööpinnale. Seade ei leia õppetöökojas pidevat kasutust, kuid seadmel on suur tähtsus tööstuslikul tootmisel, mistõttu on seade vajalik õpetegevuses tutvustamiseks. Seadme tehnilised andmed ei olnud kättesaadavad.



Joonis 5 Höövelmasin CΦ-6. Allikas: Autori pildistatud

2.1.5 Puidutreipink TII-40

Puidutreipink (joonis 6) on seade, mille abil saab valmistada ümaraid kujuga puidust detaile. Näiteks saab treipingiga valmistada käsipuusid treppidele, erinevaid käepidemeid, küünlajalgu jne. Tööprotsess puidutreipingil toimib selliselt, et toorik asetatakse tsentrite vahele, millede vahel pannakse toorik pöörlema. Kujuandmiseks liigutatakse lõiketera või peitel tugijoonlauale asetatuna tooriku poole kuni toorikust

hakkavad eralduma laastud. Seadme tehnilised andmed ei olnud kättesaadavad.



Joonis 6 Puidutreipink TII-40. Allikas: Autori pildistatud

2.1.6 Paksushöovelmasin CP6

Paksushöovelmasinat (joonis 7) kasutatakse pruss- ja plaatdetailide töötlemiseks kindlale paksusele. Masin on kasutusel võrdlemisi tihti. Kuigi masina mõõtmed on võrreldes teiste masinatega võrdlemisi väiksed vajab seade üpriski suurt tööala, et vajadusel töödelda suuremaid detaile. Seadme tehnilised andmed ei olnud kättesaadavad.



Joonis 7 Paksushöovelmasin CP6. Allikas: Autori pildistatud

2.1.7 Puurpink CBA

Puurpink (joonis 8) on mõeldud erinevate puurimistöde tegemiseks, et saada detaili sisse ümaraid avasid. Võrreldes CNC-tööpingil puurimisega on puurpingi täpsus väiksem, kuid puurpingil eelis tõuseb esile, kui on vaja teha üksikuid ja lihtsamaid puurimistöid. Seadme tehnilised andmed ei olnud kättesaadavad.



Joonis 8 Puurpink CBA. Allikas: Autori pildistatud

2.2 Õppetöökoja uute seadmete tehniline kirjeldus

Uute seadmetena lisanduvad õppetöökotta järgmised seadmed: spoonikoorimistreibink, treipingi hüdraulika, pakutsentreerija, tsentreerija hüdraulika, leotusbassein, spoonigiljotiin, spoonilehekuivati, aurugeneraator, liimvaltsid ja kuumpress.

2.2.1 Spoonikoorimistreibink Raute 3HV66

Spoonikoorimistreibink (joonis 9) on õppetöökotta tulevatest seadmetest kõige suurem ja raskem, sama on treipink kogu vineeri valmistamise aluseks. Seadme kohal asub juhtimis pult, millelt saab ülevaate terveist töötlemisprotsessist. Seadme tööprotsess näeb välja selline, et treipingi spindlite külge kinnitatud pakk pannakse pöörlema suurel kiirusel ning löikenugade liigutamisel pakule lähemale koorub pakust spoonilint. Spoonikoorimistreibingi tehnilised andmed on leitavad tabelist 3.



Joonis 9 Spoonikoorimistreibink. Allikas: Jaan Kers

Tabel 3 Spoonikoormistreipingi tehnilised andmed.[4]

Mõõtmed	850x290x400 cm
Kaal	17000 kg
Elektrivajadus	3 x 400 A (treipink ja hüdraulika)
Treipingi mootori võimsus	66 kW
Paku pikkus	120-130 cm
Paku diameeter	max 60 cm
Spoonilehe paksus	0,8 kuni 30 mm

2.2.2 Treipingi hüdraulika

Treipingi hüdraulika eesmärgiks on panna liikuma spoonitreipingi spindleid, millede vahele surutakse kinni pakk. Hüdraulika pumpab hüdraulikatorustikku õli, mis omakorda paneb liikuma treipingi spindlid. Kuna puidust pakud on tavaliselt ebäühtlaste mõõtmetega, siis pakku pöörlema pannes peab hüdraulika abil spindlitele avaldatav surve olema piisavalt suur, et hoida pakku kinni. Treipingi tehnilised andmed on leitavad tabelist 4.

Tabel 4 Treipingi hüdraulika tehnilised andmed

Mõõtmed	360x360x200 cm
Mootorite võimsused	22, 22 ja 37 kW

2.2.3 Pakutsentreerija

Pakutsentreerija eesmärgiks on asetada spooni koormisele minev pakk spindlite vahele selliselt, et spindlid saaks kinnitada võimalikult pakutsentrisse. Pakutsentri tabamine on oluline, et vähendada paku ebäühtlasel pöörlemisel tekkivat vibratsiooni ja saada pakust kätte võimalikult suurt hulka spooni. Pakutsentreerija tehnilised andmed on leitavad tabelist 5.

Tabel 5 Pakutsentreerija tehnilised andmed

Mõõtmed	650x200x300 cm
Kaal	10000 kg

2.2.4 Tsentreerija hüdraulika

Tsentreerija hüdraulika eesmärgiks on liigutada pakutsentreerimismehhanismi samal põhimõttel nagu treipingi hüdraulika korral. Tsentreerija hüdraulika tehnilised andmed on leitavad tabelist 6.

Tabel 6 Tsentreerija hüdraulika tehnilised andmed.

Mõõtmed	120x150x150 cm
Mootorivõimsus	18,5 kW

2.2.5 Leotusbassein

Leotusbassein (joonis10) on vineeri valmistamise protsessis kõige esimene seade. Seadme eesmärgiks on tõsta paku niiskust, et spoonikoorimisel eralduks üks pikk spoonilint. Pakkude leotusbasseini sisse ja väljatõstmise toimub spetsiaalse seadmega, mis võimaldab pakke kergesti liigutada. Eriti oluline on see seetõttu, kuna peale pakkude leotamist muutuvad pakud tunduvalt raskemaks. Leotusbasseini tehnilised andmed on leitavad tabelist 7.



Joonis 10 Leotusbassein. Allikas: Jaan Kers

Tabel 7 Leotusbasseini tehnilised andmed.

Mõõtmed	150x220x160 cm
Kaal	980 kg
Elektrivajadus	3x32 A
Küttekeha võimsus	12 kW
Mahutavus	Maksimaalselt saab leotada kümnet 120-130cm pakku
Muud nõuded	Vajab ühendust vee ja kanalisatsiooniga

2.2.6 Spoonigiljotiin Wärtsilä VAL1000CP

Spoonigiljotiini (joonis 11) ülesandeks vineerivalmistamise protsessis on spoonitreipingist tulevatele pikkadele spoonilintidele edasiseks protsessiks vajalike mõõtmete andmiseks. Kuna seade on manuaalselt juhitud, mis tähendab spoonilehtede mõõtmine ja kvaliteedi hindamine toimub seadme operaatori poolt. Seetõttu võib kannatada saada spoonilehtede mõõtmete täpsus ja kvaliteet. Spoonigiljotiini tehnilised andmed on leitavad tabelist 8.



Joonis 11 Spoonigiljotiin. Allikas: Jaan Kers

Tabel 8 Spoonigiljotiini tehnilised andmed

Mõõtmed	180x170x115 cm
Kaal	150-200 kg
Muud nõudmised	Töötab suruõhu toimel

2.2.7 Spoonilehtedekuivati Raute

Spoonilehekuivati (joonis 12) eesmärgiks on koorimise järgselt niiskete spoonilehtede kuivatamine ilma, et spoonileht saaks kuivamise käigus kahjustada. Spoonilehe kuivamise ühtlustamiseks on spoonileht veeauruga küllastunud keskkonnas, mis pärsib spoonilehe liigkiiret kuivamist, ning seeläbi spoonilehe pragunemist ja muude kvaliteedinäitajate langust. Spoonilehe kuivati tehnilised andmed on leitavad tabelist 9.



Joonis 12 Spoonilehekuivati. Allikas: Jaan Kers

Tabel 9 Spoonilehe kuivati tehnilised andmed

Mõõtmed	320x200x200 cm
Kaal	1200 kg
Elektrivajadus	3 x 32 A
Muud nõudmised	Vajab suruõhku ja veeauru

2.2.8 Aurugeneraator Fulton

Aurugeneraatori (joonis 13) eesmärgiks on toota spoonilehe kuivatile kuivatamisprotsessi jaoks vajalikku veeauru. Aurugeneraatori tehnilised andmed on leitavad tabelist 10.



Joonis 13 Aurugeneraator. Allikas: Jaan Kers

Tabel 10 Aurugeneraatori tehnilised andmed

Mõõtmed	150x100x200 cm
Kaal	230 kg
Elektrivajadus	3 x 63 A
Võimsus	36 kW
Muud nõudmised	Vajab ühendust vee- ja kanalisatsioonivõrguga

2.2.9 Liimvaltsid Black Bros 22-D

Liimvaltsi (joonis14) eesmärgiks on katta kuivad spoonilehed ühtlase liimikihiga. Liimikihi ühtlus on oluline selleks, et peale kuumpressimist oleks kõik vineeri kihid omavahel ühtlaselt kokku liimida. Antud liimvaltsid on ratastel, mis võimaldab hõlpsasti seadet liigutada. Liimvaltside tehnilised andmed on leitavad tabelis 11.



Joonis 14 Liimvaltsid. Allikas: Jaan Kers

Tabel 11 Liimvaltsi tehnilised andmed.[5]

Mõõtmed	190x80x140 cm
Elektrivajadus	3x16 A

2.2.10 Kuumpress Infor

Kuumpress on vineeri valmistamise protsessi viimane masin. Seade koosneb hüdraulilise pressi vahel asuvatest kuumutatavatest plaatidest, millede vahele asetatakse vineeritoorik ning peale mõne minutit kuumutamist saadakse valmis vineeri plaat. Surve avaldamine

ja kõrge temperatuur on vajalikud liimi imendumise spoonilehtedesse ning liimi tahenemise kiirendamiseks.



Joonis 15 Kuumpress. Allikas: Jaan Kers

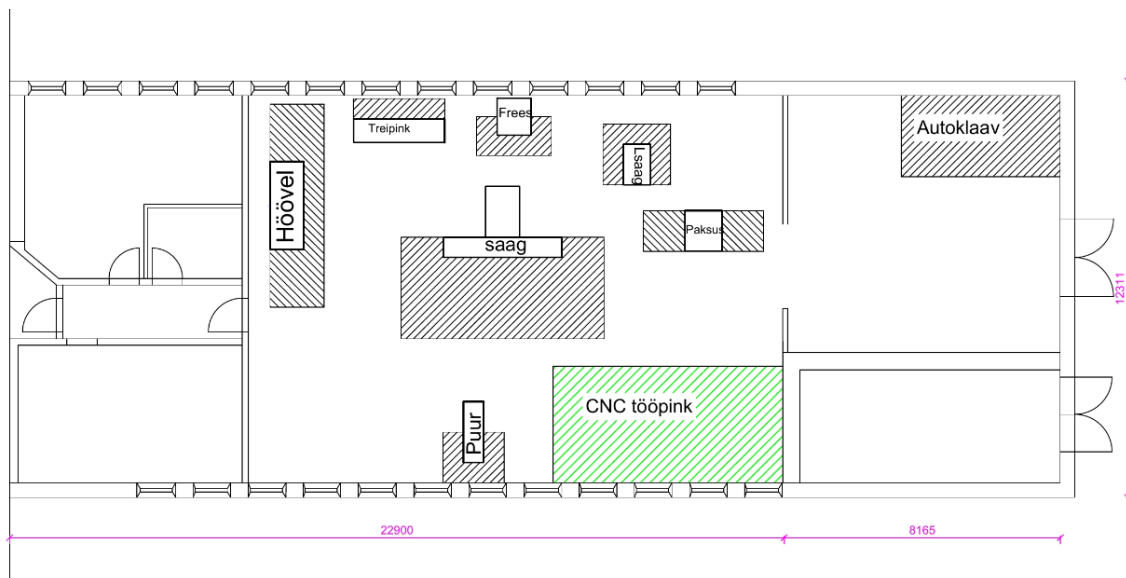
Tabel 12 Kuumpressi tehnilised andmed

Mõõtmed	250x200x230 cm
Kaal	6700 kg
Elektrivajadus	3 x 160 A
Hüdraulika mootorite võimsus	7 kW
Küttekeha võimsus	60 kW
Kuumplaatide mõõtmed	900x900 mm

3 Puidutehnoloogia labori õppetöökoja projekteerimine

3.1 Projekteerimise algandmed

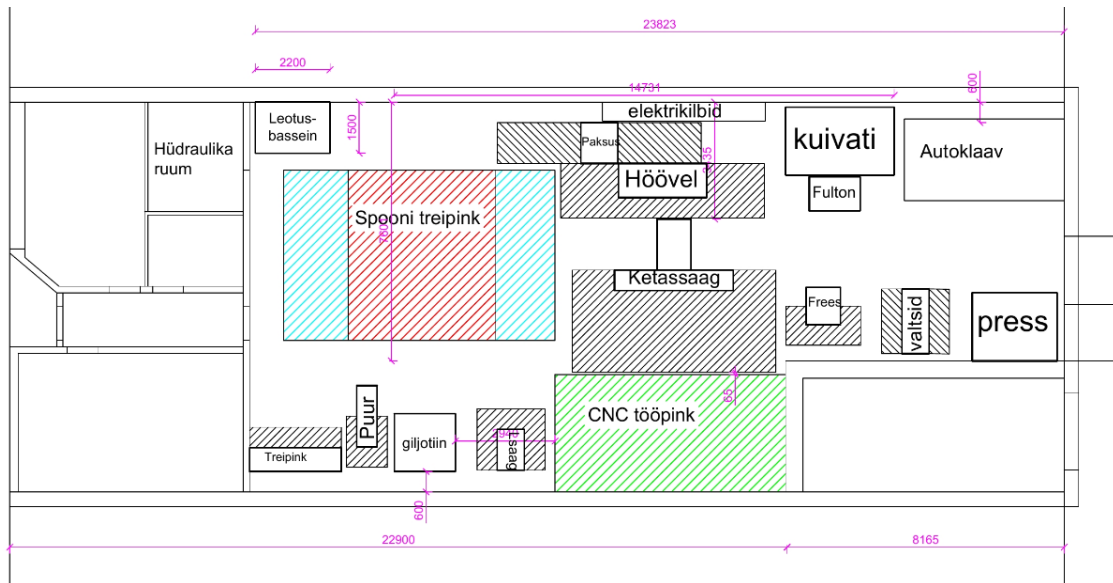
Õpptöökoja seadmete paigutuse väljatöötamisel oli esmalt teada, et CNC-tööpink jääb oma senisesse asukohta (joonis16), kuna seadme asukoha muutmise oleks olnud ebaratsionaalselt kulukas. Lisaks võtab CNC-tööpink koos oma turvaladega enda alla võrdlemisi suure ala ning praeguses asukohas on seade kõige kompaktsemalt ära paigutatud. Peale CNC-tööpingi praeguse asukoha säilitamise oli ülejäänud seadmete liigutamise osas vabad käed.



Joonis 16 õppetöökoja seadmete praegune paigutus. Tervikjoonis lisa 1

Teiseks oli teada, et spoonikoormise treipingi, mis on uutest seadmetest kõige suurem, asetuse peaks jääma õppetöökoja esimesse kolmandikku, kuna seal jääb peale CNC-tööpingi senise asukoha säilitamist kõige laiem tühi ala, mis annab võimaluse spoonikoormistreipinki paigutada selliselt, et selle ümber saaks tekitada liikumisala.

Kolmandaks oli töö eesmärgist tulenevalt selge, et projekteerimise käigus tuleks võimalusel alles jätta võimalikult palju olemasolevaid seadmeid ning need tuleks paigutada selliselt, et oleks võimalik ära kasutada võimalikult suurt osa seadmete võimekusest.



Joonis 17 Õppetöökoja seadmete paigutuse esmane kava. Tervikjoonis lisis 2

Joonisel 17 on kujutatud seadmete paigutuse esmaseid mõtteid, millest sai peale erinevate osapooltega konsulteerimist tulemusel, mis on välja toodud järgnevas peatükis.

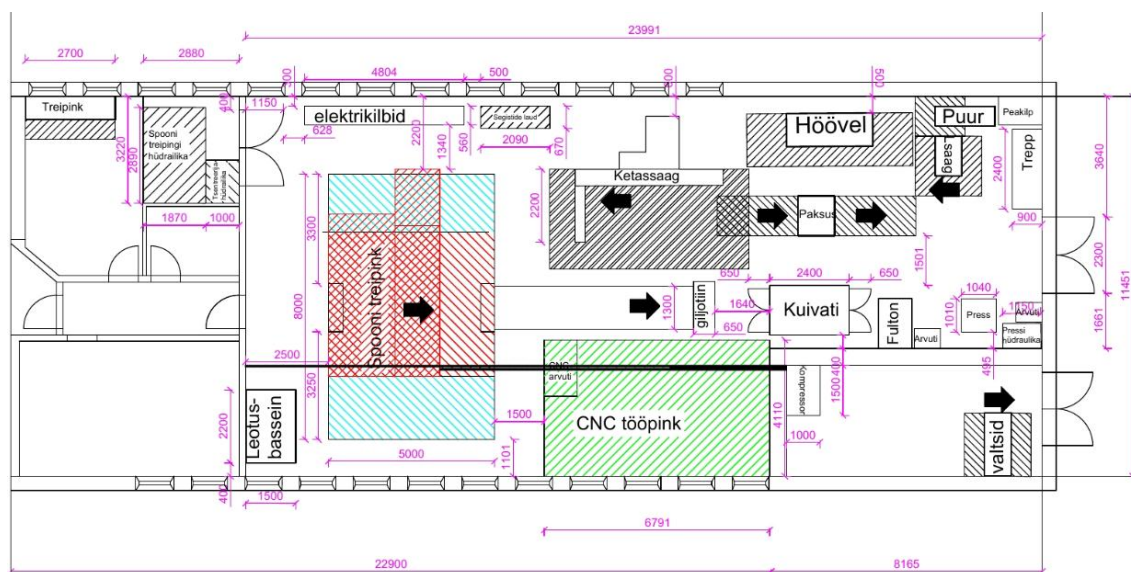
3.2 Õppetöökoja seadmete paigutus ja analüüs

Käesolevas peatükis kirjeldatakse töö käigus loodud seadmete paigutuste variante 1 ja 2 ning analüüsitakse mõlema variandi eeliseid ja puuduseid.

3.2.1 Variant 1

Õppetöökoja seadmete paigutuse esimese variandi (Joonis 18) korral on suurim muutus võrreldes esmase paigutuse kavaga (joonis 17) spoonikoorimise treipink on asetatud selliselt, et kogu töötlemisprotsess toimuks paralleelselt õppetöökoja pikki teljega. Leotusbassein on paigutatud spoonikoorimistreipingi ette selliselt, et seda oleks võimalik hõlpsasti ühendada vee ja kanalisatsiooni võrguga. Elektrikilbid on liigutatud spoonikoorimistreipingi kõrvale. Seda seetõttu, et varasemalt paiknesid elektrikilbid ka spoonikoorimistreipingi kõrval ning elektrikaablite eraldi pikendamine või uute kaablite muretsemine oleks võrdlemisi keerukas ning lisakulu projektile. Spoonikoorimistreipink on ühendatud kokku käiva lauaga giljotiiniga, mis asub CNC-tööpingi ja ketassae vahel. Giljotiinist edasi järgneb spoonilehe kuivati, mille kõrval omakorda on aurugeneraator (joonisel nimetatud Fulton), millega tekitatakse kuivatusprotsessis vajaminevat veeauru,

ja kuivati juhtimispuuldina kasutatav arvutikapp. Aurugeneraatori ja kuivati asukoht valiti just selliselt, kuna antud kohas on võimalik aurugeneraatorit ühendada õppetöökoja tagumises kolmandikus asuva vee- ja kanalisatsioonitorustikuga Kõige viimases nurgas peale aurugeneraatorit asub kuumpress koos oma lisaseadmetega. Kuivati kõrval paikneb paksusmasin ja hõõvelpink ning nende ja teisele korrusele viiva trepi vahele on paigutatud lintsaag ja puurpink. Liimvaltsid on kujutatud katlaruumis, kuna seade on ratastel liigutatav ning ruumikokkuhoiu mõttes viiakse seade, selle kasutamise väliseks ajaks katlaruumi.

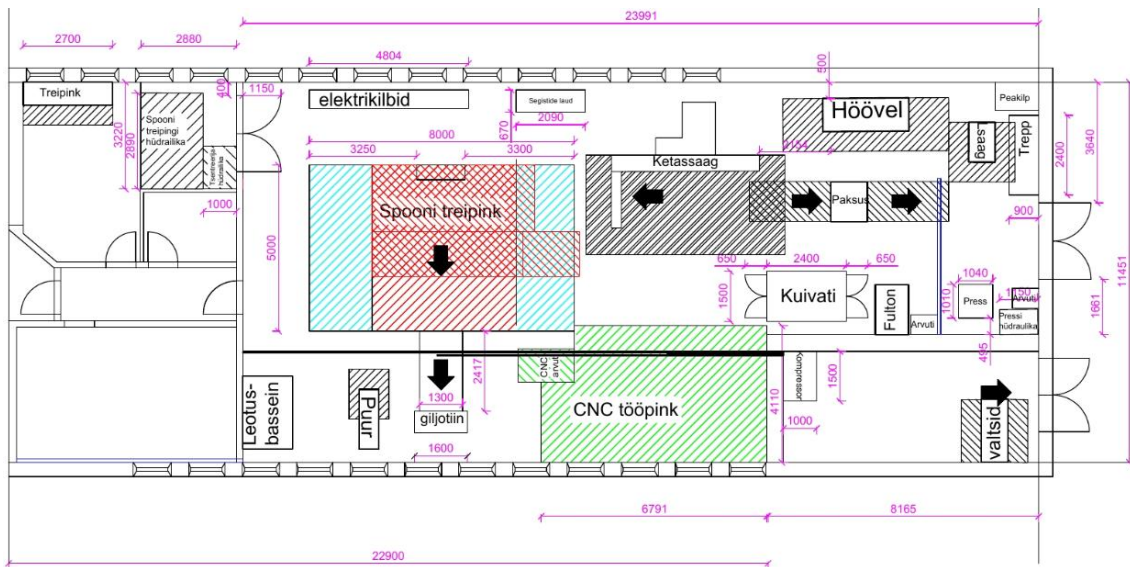


Joonis 18 Õppetöökoja seadmete paigutuse üldpilaan variant 1. Tervikjoonis lisas 3

3.2.2 Variant 2

Õppetöökoja seadmete paigutuse teise variant (Joonis 19) sarnaneb seadmete paigutusele kõige rohkem seadmete paigutusele esimesele kavale (Joonis 17). Kõige suurem sarnasus esialgsele kavale seisneb spoonikoorimistreibingi asetuses. Variant 2 puhul asetseb spoonikoorimistreibink paralleelselt õppetöökoja pikki teljega. Spoonikoorimistreibink on ühendatud pea 2.5 meetri pikkuse laua abil spoonigiljotiiniga. Peale seadmete mõõtmete korrigeerimist selgus, et sellise paigutuse korral ei jääks CNC-tööpingi ja Spoonikoorimistreibingi vahele ruumi, mistõttu, tuleks CNC-tööpingi juhtpulti pöörata 90°, et tekitada väikene liikumisruum otse spoonikoorimistreibingi tagant CNC-tööpingi ette. Lisaks ei saa CNC-tööpingi juhtpuldiasukohta muuta, kuna juhtpult on ühendatud ülejäänud seadmega võrdlemisi lühikese juhtmega, tekiks seetõttu vajadus juhtmeid

pikendada või uus ühendusjuhe muretseda. Ülejäänud seadmete paigutus sarnaneb täielikult esimesele variandile.



Joonis 19 Õppetöökoja seadmete paigutuse üldplaan variant 2. Tervikjoonis lisas 5

3.2.3 Seadmete paigutuse analüüs

Esimese variandi suurimaks puuduseks võib pidada, seda, et spoonikoorimistreipink koos giljotiini ja neid ühendava lauaga võtab enda alla õppetöökojast suurema ala kui seda teises variandis toodud paigutuse korral. Teisalt jääb esimese variandi korral rohkem ruumi treipingi ümber liikuda. Lisaks tekib esimese variandi korral ruum spoonikoorimistreipingi ja CNC-tööpinki vahele, mis võimaldab pakke otse nende kahe seadme vahelt viia leotusbasseini. Lisaks tuleb peale spooni koorimist ja spoonilintide lahti lõikust giljotiiniga spoonilehed transportida ümber spoonikoorimistreipingi kuivatini, kus ülejäänud protsess saab edasi liikuda. Esimese variandi korral on seadmed paigutus selline, mis võimaldab vineerivalmistamise protsessil järjestiku liikuda nagu on kirjeldatud esimeses peatükis.

Vineeri tootmises töötavalt inimeselt tuli seadmete paigutuste variantidele tagasisideks, et teise variandi korral puudub võimalus tulevikus edasi arendada spooni koorimis- ja lõikamisprotsessi. Kui tahta lisada spoonikoorimistreipingi ja giljotiini vahele spoonilindi kvaliteeti ja niiskust hindavaid seadmeid ning muuta spoonilindi lahti lõikamine automaatseks, oleks spooni treipingi ja giljotiini vahele vaja tekitada vähemalt 5 meetrit vaba ruumi, mida teise variandi korral teha ei saa. Sellepärast sai esimeses variandis jäetud 6 meetrine ruum spoonitreipingist giljotiinini, mis võimaldab arvutil saada

anduritelt info ning seda töödeldes koostada spoonilindi lõikeplaan. Antud protsessi saab teha ka manuaalselt operaatori juhtimisel, kuid sellisel kujul ei annaks saadud tulemus tööstuse jaoks usaldusväärset infot.

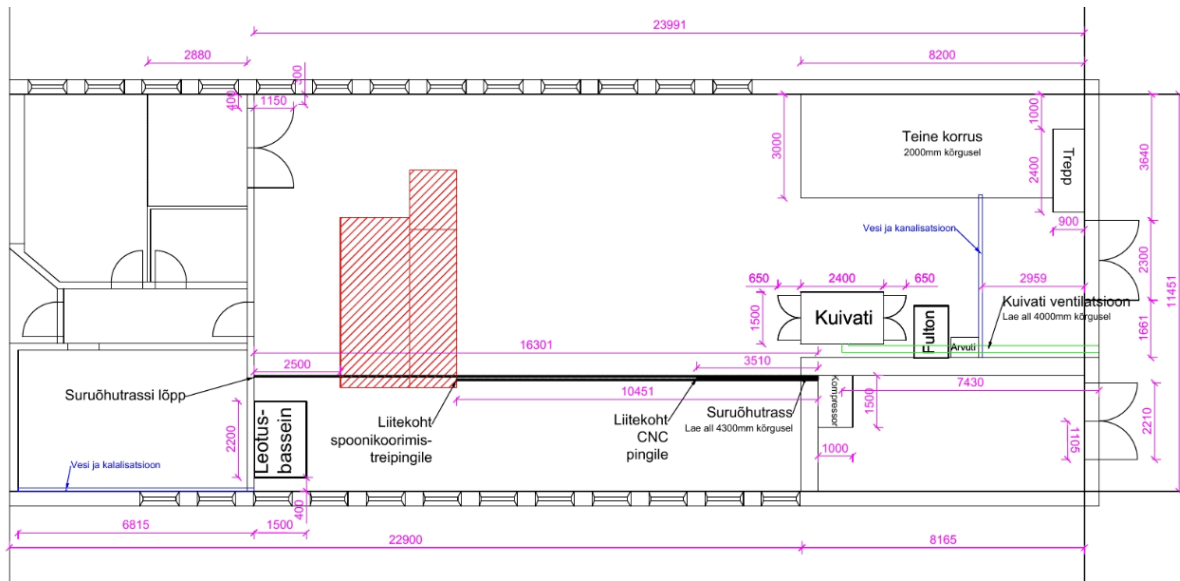
Paraku tuleb uue paigutusega loobuda autoklaavi võimalusest ning samuti jääb seadmete valikust välja freespink, mis tulevikus asendatakse käsifreesiga. Kokkuvõtlikult erinevaid osapooli kaasates ja erinevaid aspekte analüüsid osutus soositumaks seadmete paigutuse esimene variant. Seda peamiselt seetõttu, et esimese variandi korral oli seadmete paigutus selline, mis soosib spoonikoorimist ning sellest vineeri valmistamist. Lisaks jääb esimese variandi korral rohkem võimalusi vineerivalmistamise protsessi edasiseks arendamiseks.

3.3 Muud ümberehitustööd õppetöökojas

Muude ümberehitustöödega proovitakse tagada seadmete tööks vajalikud tingimused ja lahendada ruumipuuduse probleem. Üldpildis saab muud ümberehitustöid jagada neljaks suuremaks plokiks. Esimeses plokis kirjeldatakse erinevatele seadmetele ventilatsiooni, vee- ja kanalisatsioonivõrgu ning muude ühenduste tagamiseks tehtavaid ehitustöid. Teises plokis kirjeldatakse hüdraulika ruumi ehitust. Kolmandaks plokis kirjeldatakse õppetöökoja vundamendi ümberehitust ning neljandaks plokis kirjeldatakse õppetöökojale teise korruse ehitust.

3.3.1 Ventilatsiooni, vee- ja kanalisatsiooni ja suruõhutrassi

Esimeses tööde plokis teostatakse spoonilehe kuivatile ventilatsiooni torustiku ehitus, aurugeneraatori ja leotusbasseini ühendamise vee ning kanalisatsiooni võrguga. Kolmandaks paigaldatakse katlaruumi tööstuslik suruõhu kompressor, millest veetakse õppetöökoja lae alt suruõhutrass, millele tehakse ühenduskohad CNC-tööpingi ja spoonikoorimistreipingi vahetusse lähedusse. Spoonilehe kuivati ventilatsiooni torustik viiakse kuivatist õppetöökoja lae alla, umbes 4 meetri kõrgusele, kust see viiakse lähima välisseinani, millesse omakorda tuleb teha ava ventilatsiooni jaoks. Lisaks tuleb pikendada vee ja kanalisatsiooni trassi viimistluslaborist kuni leotusbasseini ning aurugeneraatori juures tuleb teha ühenduskohad vee- ja kanalisatsioonitorustikule.

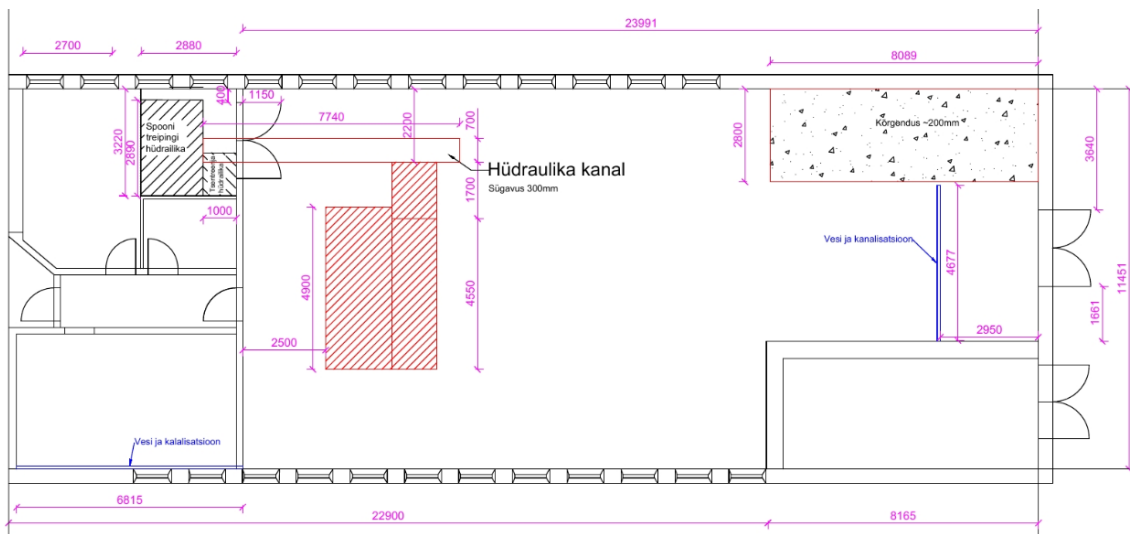


Joonis 20 Õppetöökoja ümberehitused. Tervikjoonis lisas 6

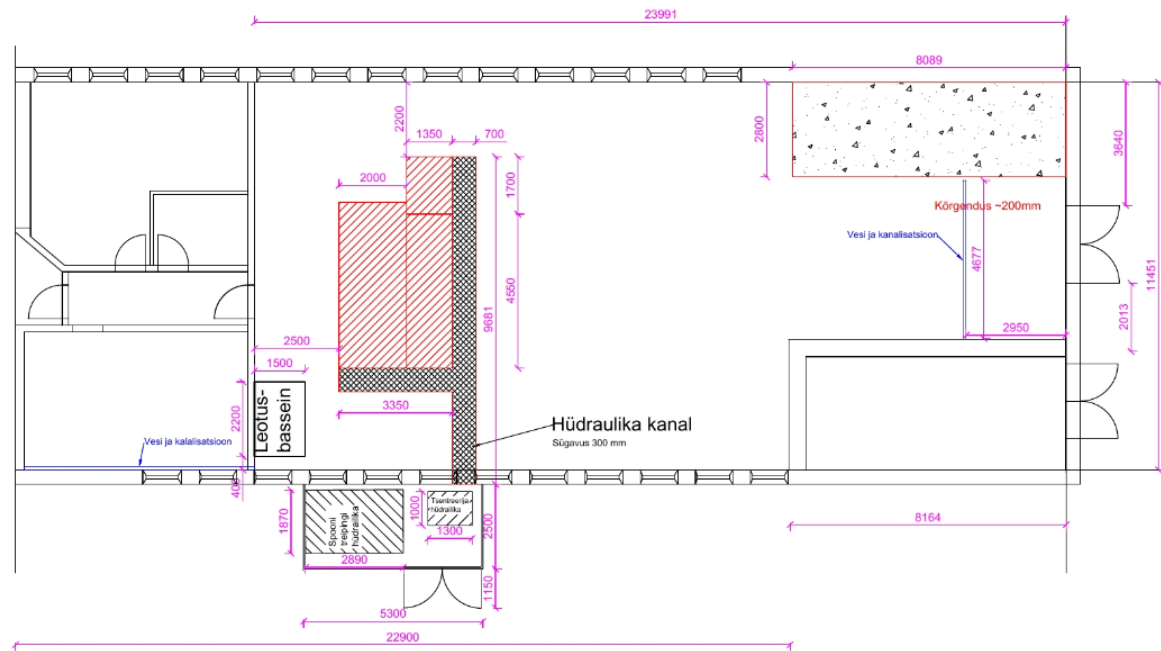
Lisaks eelnimetatud ümberehitustöödele, tuleb õppetöökojas ümber ehitada elektrivõrgustik, kuna võrreldes praeguse seadmete paigutusega, saab peale ümberehitust töökoja seadmete paigutus olema täielikult teistsugune. Praeguse elektrivõrgustiku paigutusega ei ole võimalik tagada seadmetele vajalikud elektriühendused nende uutes asukohtades. Peale elektritööde tuleb õppetöökojas ümber ehitada saepuruäratõmbe süsteem

3.3.2 Hüdraulika ruumi ehitus ja analüüs

Teise plokina on hüdraulika ruumi ehitus, mis on vajalik vähendamaks treipingi ja tsentreerija hüdraulika poolt tekitatavat müra õppetöökojast. Hüdraulika paigutamiseks tekkis töö käigus kaks varianti. Esimese variandi (joonis 21) korral ehitatakse eraldi ruum praegusesse terituslaborisse, kus ehitatakse vahesein ning lõhutakse töökojapoolsesse seinu uks. Teise variandi (joonis 22) korral paigutatakse hüdraulika seadmed õppehoone ette, mille korral oleks vaja teha õppehoonele juurdeehitus ning hüdraulika torustik veetakse läbi õppehoone seinu sisse ehitatud ava. Esimese variandi puuduseks on terituslabori pindala vähenemine, kuid see-eest oleks ehitatava kanali pikkus tunduvalt lühem, mis muudab ümberehitustööd odavamaks. Teisalt on teise variandi eeliseks hüdraulika seadmete lihtsam transport oma lõplikule asukohale, kuid juurdeehituses ei oleks küttesüsteemi ning seetõttu ei oleks seadmed kaitstud temperatuuri mõjude eest, mis võivad vähendada nende eluiga. Peale mõningaid arutlusi erinevate osapooltega otsustati edasi minna esimese variandiga, kuna selle variandi korral on kulud ümberehitusele väiksemad.



Joonis 21 Õppetöökoja vundamendi ümberehitus variant 1. Tervikjoonis lisas 7



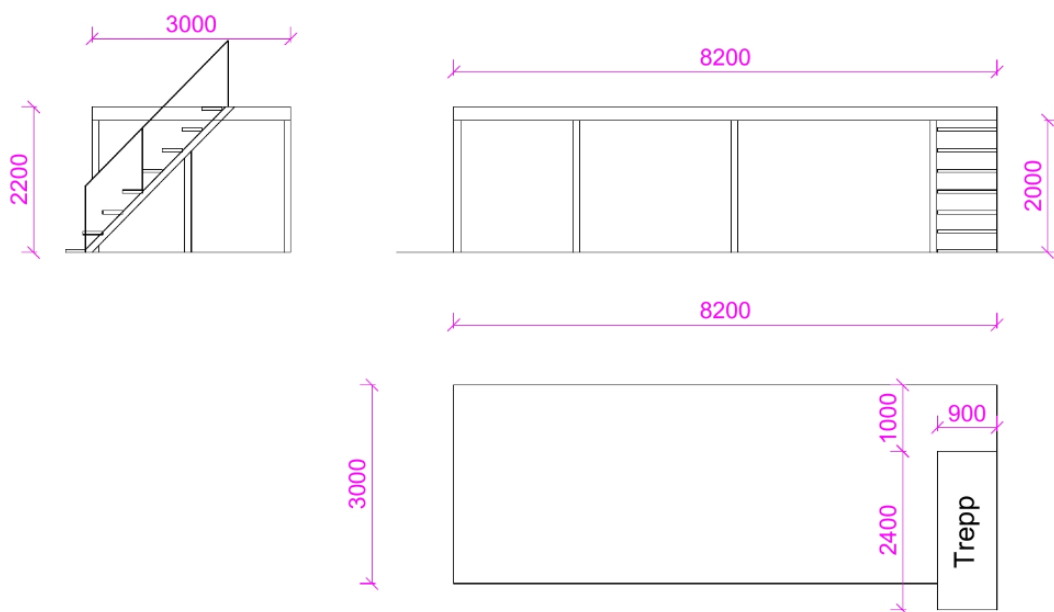
Joonis 22 Õppetöökoja vundamendi ümberehitus variant 2. Tervikjoonis lisas 8

3.3.3 Vundamendi ümberehitus

Kolmanda suurema plokina tuleb ehitada ümber õppetöökoja põrandavundament. Vundamendi ümberehitamisel lõhutakse spoonikoorimistreipingi vundamendi kohale (joonis 21) vundamenti ava, mille allume maapind tühjendatakse täidetakse killustikuga ning selle kohale valatakse uus vundament, mis on isoleeritud ülejäänud maja vundamendist. Ümberehitus on vajalik, kuna spoonikoorimistreipink koos pakutsentreerijaga on kõige raskemad seadmed, mis ümberehituse käigus õppetöökotta tulevad, ning nende seadmetega töötamisel tekib vibratsioon, mis võib kahjustada ülejäänud maja vundamenti ja muid konstruktsioone. Lisaks tuleb spoonikoorimistreipingi ja pakutsentreeria juurest ehitada seadmete hüdraulikani hüdraulika kanal. Joonisel 21 kujutatud hüdraulika kanal on kujutatud sellisena nagu see tulema peaks. Raute originaaljoonistelt (Lisa 11) on näha hüdraulika kanalit teistsugusena, kui seda on kujutatud joonisel 21, aga kuna õppetöökotta planeeritud paigutuse korral on spoonikoorimistreipingi ja hüdraulika asetus teistsugune, siis seetõttu on ka vajadus teha ainult üks sirge kanal. Lisaks tuleb õppetöökoja tagumises kolmandikus lõhkuda ära umbes 200mm kõrgune põrandakõrgendus, et tekitada teise korruse alla lisaruumi seadmetele. Põrandakõrgendus on hiljem põrandale valatud ning seetõttu peaks selle all olema samasugune põrand nagu ülejäänud õppetöökojas.

3.3.4 Õppetöökoja teise korruse ehitus.

Neljanda plokina õppetöökoja ümberehituses on teise korruse ehitus (joonis 23). Õppetöökoja teisekorruse ehituse vajadus tekkis, kuna peale uute seadmete lisandumist ei jää alumisele korrusele eriti palju ruumi töölaudadeks ja materjali hoiustamiseks. Teine korrus ehitatakse õppetöökoja tagumisse ossa nagu näidatud joonisel 20. Nagu joonisel näha tuleb teisele korrusele viiv trepp seina äärde. Kaalumisel oli ka trepi asetust muuta, et suurendada teise korruse pinda, kuid muus paigutuses võtaks trepp ära ruumi õppetöökoja alumiselt korruselt, mistõttu jääke trepp rohkem ette muude seadmete paigutusele. Õppetöökoja teine korrus ehitatakse teraskarkassile ning põranda materjalina kasutatakse 25mm paksust vineeri.



Joonis 23 Õppetöökoja 2. korrus. Tervikoonis lisas 9

4 Puidutehnoloogia labori õppetöökoja seadmete kolimine ja ümberehitus

4.1 Töödeks kasutatavad seadmed

Kuna õppetöökoja ehitustegevusel on mõningaid piiranguid, mis tulenevad mõningatest maja ehituslikest parameetritest mis on esitatud tabelis 13 Kolimis ja ehitustöödeks on vaja leida seadmed, millega oleks võimalik teostada kolimis ja ehitustegevust.

Seadmete otsimisel kasutati Eesti ühtede suurimate ehitustehnika renditeenust pakkuvate firmade Ramirent ja Cramo kodulehti. Seadmete valikul ei võetud arvesse seadmete rendi hindu, vaid seadmete võimekust ja võimalust nendega vajalike töid teha. Otsingu tulemused on esitletud tabelites 14 ja 15.

Tabel 13 Õppetöökoja seadmete kolimist ja ehitustehnika valikut mõjutavad parameetrid

Õppetöökoja kõrgus	Max 4,3m
Välisukse laius	2,3m
Välisukse kõrgus	2,5m
Töökoja ukse laius	0,9m
Töökoja ukse kõrgus	2m
Terituslabori ukse laius	0,81m
Terituslabori ukse kõrgus	1,98m

Tabel 14 Teleskooplaadurite võrdlus [7], [8]

Teenusepakkuja	Craamo	Ramirent
Tõstuki nimetus	Rataslaadur 4-roolimine <4t Kramer 280	MANITOU MT 625H

Kõrgus, m	2,4m	1,92m
Laius, m	1,5m	1,82m
Mass, kg	3200kg	4710 kg
Tõstevõime, kg	2500kg	2500 kg

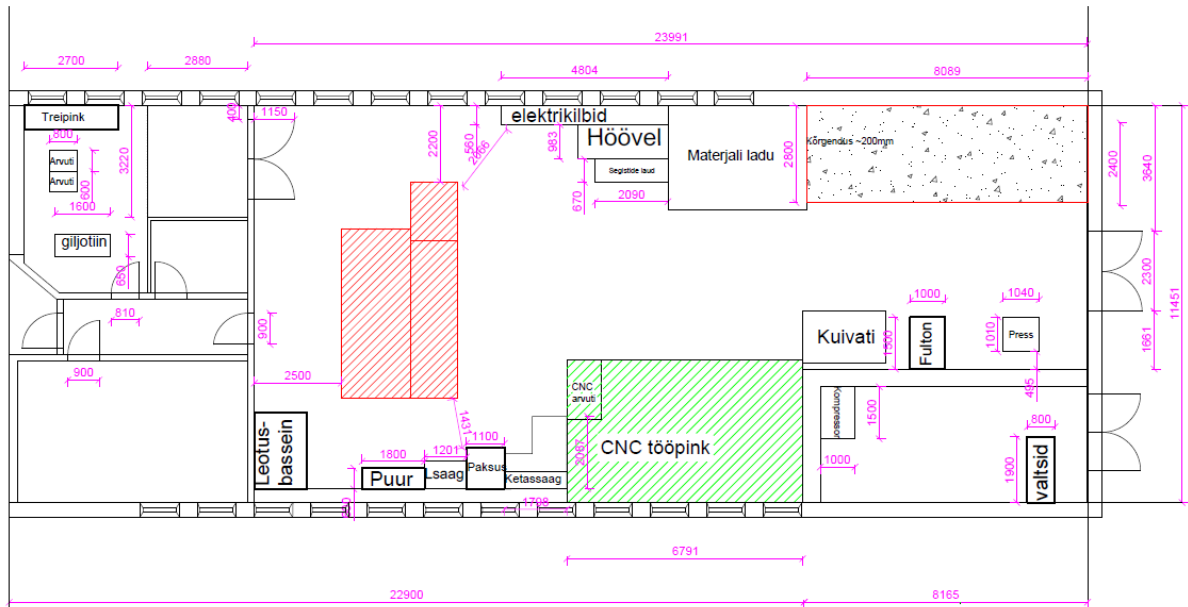
Tabel 15 Ekskavaatorite võrdlus [7], [8]

Teenusepakkuja	Craamo	Ramirent
Tõstuki nimetus	Excavators, tracked, 3,1-4 T, with rototilt Kubota U35-3	BOBCAT E35CAB
Kõrgus, m	2,44	2,43
Laius, m	1,70	1,75
Mass, kg	3555	3493
Maksimaalne kaevesügavus, m	3,15	3,12

4.2 Seadmete kolimisplaan

Kolimisplaani eesmärgiks on leida parim võimalus õppetöökoja seadmete paigutamiseks selliselt, et ehitustegevust oleks võimalik teostada samaaegselt, kui õppetöökoja osadesse piirkondades on paigutatud seadmed. Seadmete paigutus kolimise ajaks õppetöökojas on esitletud joonisel 24, mille terviklik joonis asub lisa 1. Kuna ümberehituse kolm kõige suuremat ehitustööd on seotud spoonikoorimistreipingi vundamendi ehitamisega põranda kõrgenduse lõhkumise ja teise korruse ehitamisega on nendes piirkondadesse arvestatud rohkem vaba ruumi, et oleks võimalik tehnikaga liikuda ning vajalikke ehitustöid teha. Lisaks on seadmete paigutusel võetud arvesse immuti, kuivati ja

aurugeneraatori seadmete hilisemaid paigutusi, et saaks ehitustööde käigus oleks võimalik koheselt tegeleda seadmete osalise ühendamisega.



Joonis 24 Õppetöökoja seadmete paigutus ehituse ajaks. Tervikjoonis lisas 10

Õppetöökoja kolimisel teostatavad tööd:

1. TTÜ Puidutehnoloogia labori õppehoone alale ajutise välilao ehitamine, mille pindala oleks vähemalt 60 m².
2. Õppetöökojas asuva puitmaterjali viimine välilattu.
3. Väiksemate objektide, näiteks laud, kapid, riulid jne, viimine välilattu.
4. Õppetöökojas asuvate puidutöötlemisseadmete lahti monteerimine elektrivõrgust, saepuru äratõmbest, põrandast. Seadmete osaline lahti monteerimine.
5. Saepuruärastus ja ventilatsiooniseadmete lahti monteerimine.
6. Õppetöökoja ruumide puhastamine üleliigsetest asjadest.
7. Leotusbasseini, kuivati ja aurugeneraatori tõstmine nende asukohtadesse.
8. Autoklaavi lahti monteerimine ja transportimine välilattu.
9. Õppetöökojas ülejäänud seadmete paigutamine õppetöökotta selliselt, et need ei segaks edasist ehitustegevust

4.3 Õppetöökoja ümberehitusplaan

Selles peatükis on toodud välja puidumaja ümberehitustöödega seotud tegevuste kirjeldused.

1. Ümberehitamistöode riigihanke võitja alustab ehitustöid terituslabori ja õppetöökoja vahel asuva seina ukseava lõikamisega, millele järgneb ukseava toestamine sillusega ning lõppeb ukse paigaldamisega. Hüdraulika ruum eraldatakse vaheseinaga ülejäänud terituslaborist.
2. Kolimisfirma teostab 3 tonniste hüdraulika-seadmete liigutamise hüdraulika ruumi Tellitakse kolimisfirma ja tõstuki 3-tonnise kaaluga hüdraulikaseadmete paigutamiseks teritusruumi läbi plokkseina tehtud ava.
3. Ventilatsiooniseadmete paigaldamine vastavalt seadmete uuele paigutusele
4. Hüdraulika kanali lõikamine betoonpõrandasse. Algab spoonikoorimistreipingi ja pakutsentreerija vundamendi alusesse põrandasse ava lõikamine ning vundamendi aluse pinnase tühjendamine. Tühjendatud ala põhi tihendatakse killustikuga, ning toimub vundamendi valamine teraskiudbetooniga C30/37. Vundamendi transporditakse sisse läbi õppehoone eesmise külje poole asuvat akent. Vundamendi kuivamine võtab aega 3-4 nädalat.
5. Kolimisfirma teostab spoonitreipingi ja pakutsentreerija paika tõstmise.
6. Ehitusfirma teostab hüdraulika kanali toitmise uue betooniga. Spoonikoorimistreipingi ja pakutsentreerija vundamendi ja ülejäänud maja vundamendi vaheline pilu täidetakse vibratsiooni summutava mastiksiga. Peale hüdraulikakanali täitebetooni kuivamist ja viimistlemist valatakse vundamendi peale umbes 50 mm paksune jootebetoonist koorik ning töödeldud pinnad viimistletakse.
7. Elektripaigaldustööd õppetöökojas. Ventilatsioonitorustiku ja 2 malmradiaatori ümberpaigutamine võimaldamaks spoonikoorimistreipingi ja pakutsentreerija elektrikilpide paigaldust seina äärde.
8. Tellime kolimisfirma ja tõstuki masinasaali seadmete paika tõstmiseks vastavalt punktis 2 toodud paigutusele.
9. KH-Energiakonsult alustab 400 A-se peakilbikilbi rajamist õppetöökotta ning kõikide õppetöökojas ja teritusruumis olevate seadmete ühendamist nii 400 A kui

ka 250 A kilbiga. Toimub valgustite paigaldus ning ventilatsiooni- ja valgustusseadmete ühendamine elektrivõrku.

10. Riigihanke võitja teostab spoonikoorimismasina koostamise (montaaži), hüdraulikaseadme külge ühendamise, hüdraulikaseadme lekete kontrolli, nõrkvoolupaigaldise (seadme arvuti, andurite, täiturite ja käiturite külgeühendamine spoonikoorimisseadmele), spoonikoorimisseadme taaskäivitamise ja seadme normaalse töötamise kontrolli ning häälestuse

11. Peale 400A alajaama valmimist ühendab KH Energiakonsult OÜ alajaama masinasaalis oleva 400A peakilbiga.

Ümberehitustööd peaksid algama 2017. aasta juunis ning valmima sama aasta augusti lõpuks.

Kokkuvõte

Käesoleva bakalaureuse töö eesmärgiks oli leida lahendus seadmete paigutusele TTÜ Puidutehnoloogia labori õppetöökogas. Lisaks oli eesmärgiks leida lahendusi erinevatele küsimustele, mis võivad tõstatuda päevakorda projekteerimis ja ehitustegevuse käigus.

Antud töös otsiti lahendusi seadmete paigutusele õppetöökogas, peale spooni- ja vineerivalmistamise seadmete juurde ostmist Soomest. Lisaks tekkisid töökäigus ülesse küsimused, kuidas lahendada muude seadmete tööks vajalike ühenduste tagamine ja ruumipuuduse probleem.

Töökäigus loodi AutoCAD programmi kasutades seadmete paigutuse plaanid, milledest osutus valituks seadmete paigutuse esimene variant. Seadmete paigutuse esimene variant osutus valituks, kuna spoonikoorimise ja vineerivalmistamise seadmete paigutus võimaldab kogu protsessi kergemalt läbi viia ning seadmete sellisel paigutamisel säilib võimalus spoonitreiliini edasiseks arendamiseks. Ülejäänud puidutöötlemisseadmed paigutati selliselt, et oleks võimalik ära kasutada seadmete maksimaalseid töötlemisvõimekust. Ruumi puuduse tõttu ei jäänud olemasolevatest seadmetest enam alles freespinki ja autoklaavi. Tagamaks seadmete tööks vajalikud tingimused loodi plaanid kuidas ehitada õppetöökoga vundament, suruõhutrass, vee- ja kanalisatsioonivõrk ning hüdraulikaruum. Kuna seadeid mida õppetöökotta paigutada oli palju ning materjali ladustamiseks jääks uues õppehoones ruumi puudu leiti lahenduseks ehitada õppetöökoga tagumisse ossa teraskarkassil teine korrus.

Seadmete kolimise ja ümberehituse sujuvuse tagamiseks loodi plaanid, kuhu ja kuidas võiks paigutada ehitustööde ajaks seadmed ning kuidas võiks kolimis ja ehitustööd võiksid kulgeda.

Kokkuvõtlikult saab öelda, et töös püstitatud eesmärgid said täidetud, kuna loodi seadmete paigutuse plaan, mille korral saab ära kasutada seadmete maksimaalseid töövõimekust ning leiti lahendused erinevatele probleemidele, mis tõstusid töö käigus.

Summary

The aim of this bachelor's thesis was to find out the best solution for the veneer peeling and woodworking equipment layout in TTÜ Laboratory of wood technology. In addition, it was aiming to find solutions for different agendas, which may occur in the design and construction process.

The problem occurred after the laboratory of wood technology decided to buy veneer-peeling line from Finland, University of Aalto. In addition, there were more problems to solve, like how to provide necessary connections and conditions for the equipment.

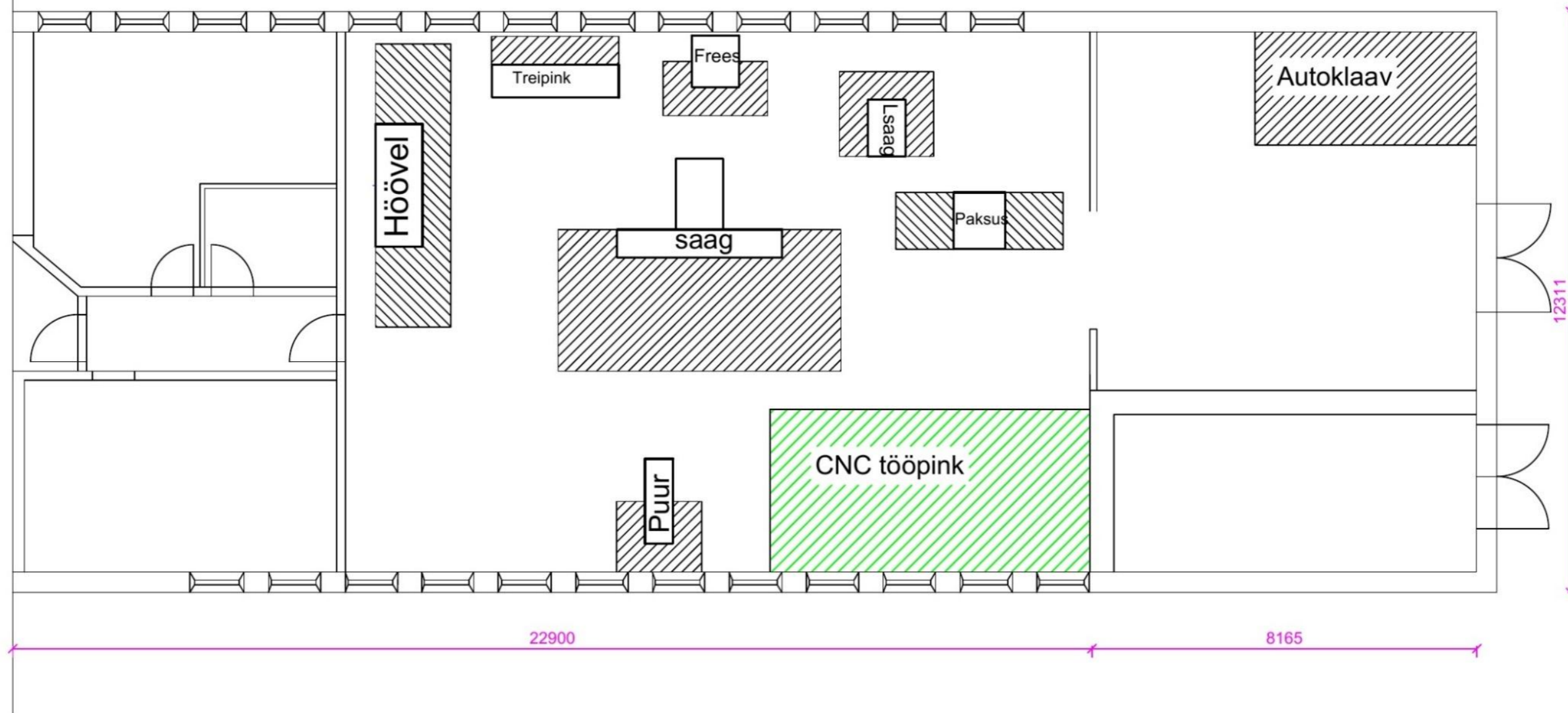
During the work progress, several AutoCAD drawings were created, to visualize and analyze different versions of the layouts. After consulting with different parties, the best layout was selected. This layout was selected because, the locations of the veneer peeling equipment's lined up with the manufacturing progress of plywood. Also, in this work solutions, it has been proposed, how to rebuild the foundation of the building and where to build ventilation of the veneer sheet dryer, compressed air pipeline, hydraulics room and second floor.


Lastly, in this work, there are a few proposals on how to carry out equipment removal and construction process.

Kasutatud kirjandus

1. SKLEJKA - MULTI S.A koduleht. <http://www.sklejka.pl/plywood-production-process?language=en> (09.06.2016)
2. UPM-Kymmene Otepää AS koduleht. <http://www.wisaplywood.com/Products/about-plywood/Pages/default.aspx> (09.06.2016)
3. Ketassae tehnilinepass. SC 1400-SC32 Panel saw, Instructions CODE 3650088 001
4. Lintsae tehniline pass. SNA 400/500/600/700/800, SNAC 440/540/640/740/840/940, Seghe a nastro in acciaio carenate, Instructions
5. Spoonikoorimistreipingi tehniline pass. TKK, Teknillinen korkeakoulu Otaniemi, Espoo, Tekniset asiapaperit sorvin modernisointi (EX VIIALA 3HV 66)
6. Liimvaltside tehniline pass. Operating instructions and service manual „ 22-D Glue Spreader series 500“ Serial #97940
7. Cramo Estonia AS koduleht. <https://www.cramo.com/et-EE/>(08.06.2016)
8. Ramirent Baltic AS koduleht <http://www.ramirent.ee/>(08.06.2016)

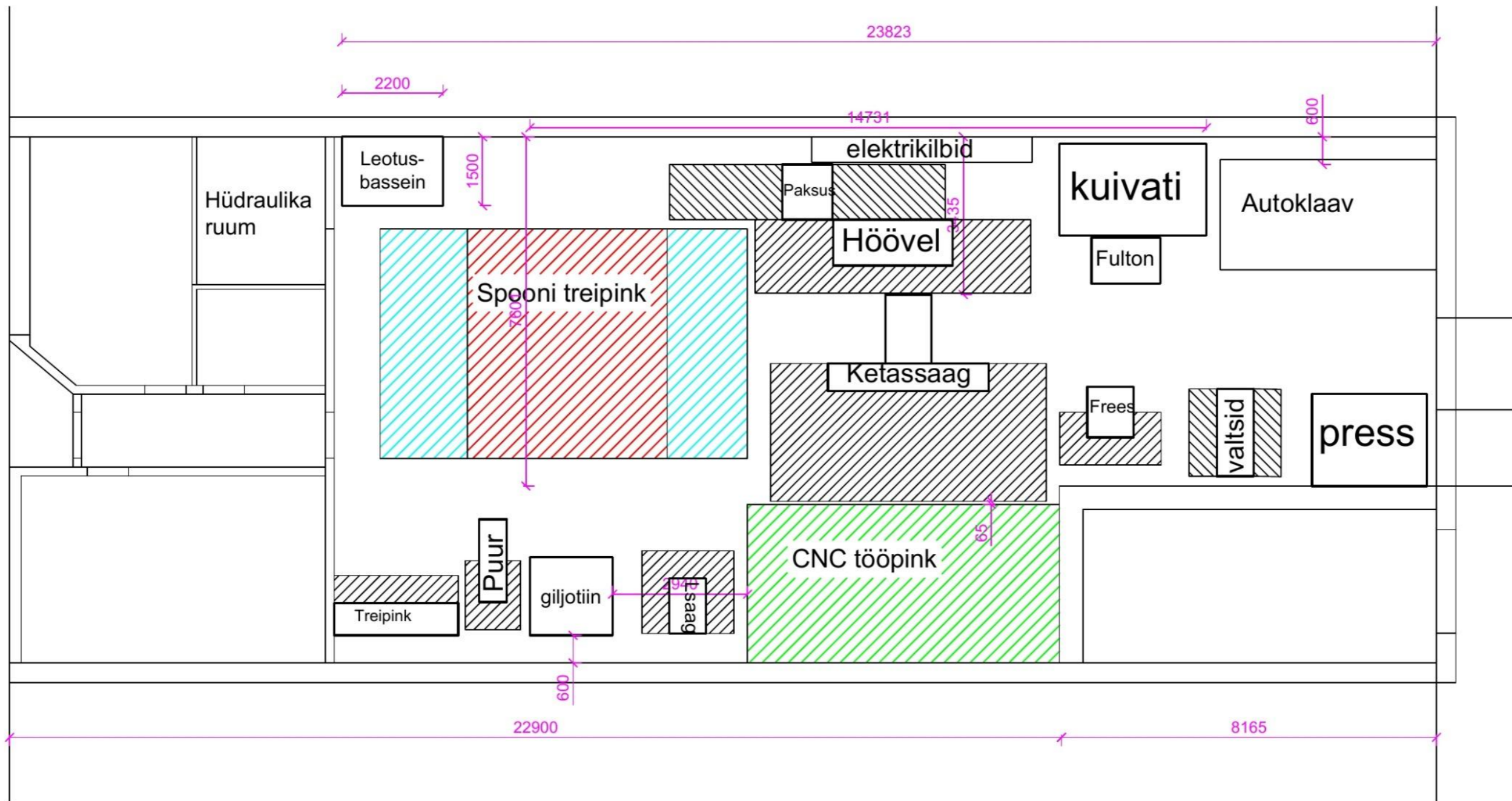
Lisa 1

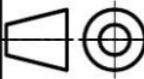


Tolerantsi klass	Joonise tolerantsid							Nurgad
	Mõõtmed \geq							
	30	120	315	1000	2000	4000	8000	Vastavalt ISO tolerantsi süsteemile
Keskmine (Ra<6.3)	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2	± 3	
Keskmine (Ra ≥ 6.3)	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2	± 3	± 4	± 5	
	Materjal:				Märkimata piirhälbed:		Mass:	Mõõt:
Teostas:	Kert Randla 05.06.2017			Nimetus:				
Kontrollis:	Jaan Kers			Õppetöökoja seadmete praegune paigutus				
Kinnitas:	Jaan Kers							
Tallinna Tehnikaülikool Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituut Puidutehnoloogia labor				Leht:	Joonise nr:			
				1/1	Joonis 1			

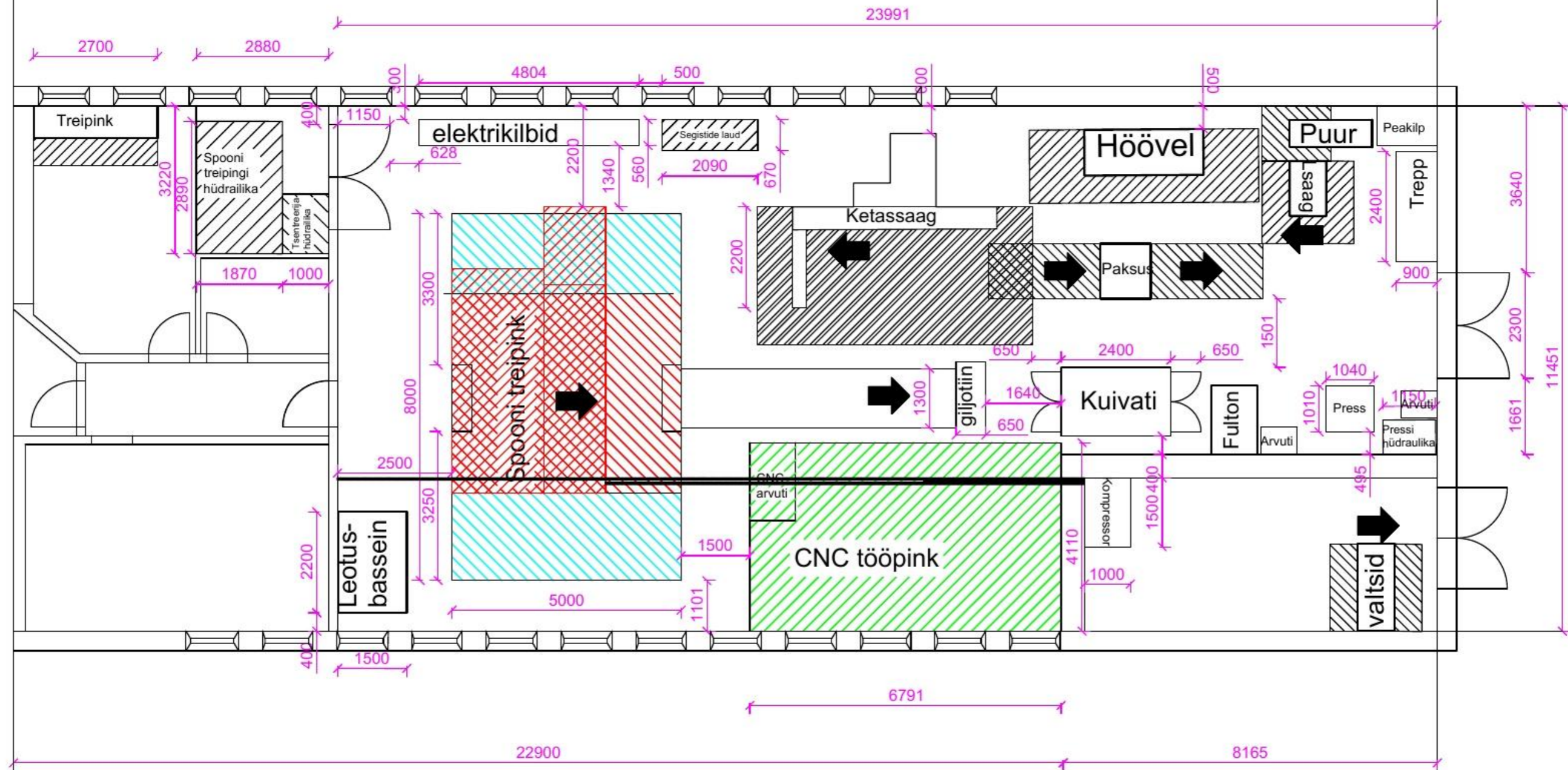
 Aken

Lisa 2



Tolerantsi klass	Joonise tolerantsid							Nurgad	
	Mõõtmed \geq								
	30	120	315	1000	2000	4000	8000	Vastavalt ISO tolerantsi süsteemile	
Keskmine (Ra<6.3)	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2	± 3		
Keskmine (Ra ≥ 6.3)	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2	± 3	± 4	± 5		
	Materjal:				Märkimata piirhälbed:			Mass:	Mõõt:
Teostas:	Kert Randla 05.06.2017				Nimetus:				
Kontrollis:	Jaan Kers				Õppetöökoja seadmete paigutuse esmane kava				
Kinnitas:	Jaan Kers								
Tallinna Tehnikaülikool Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituut Puidutehnoloogia labor					Leht:	Joonise nr:			
					1/1	Joonis 2			

Lisa 3

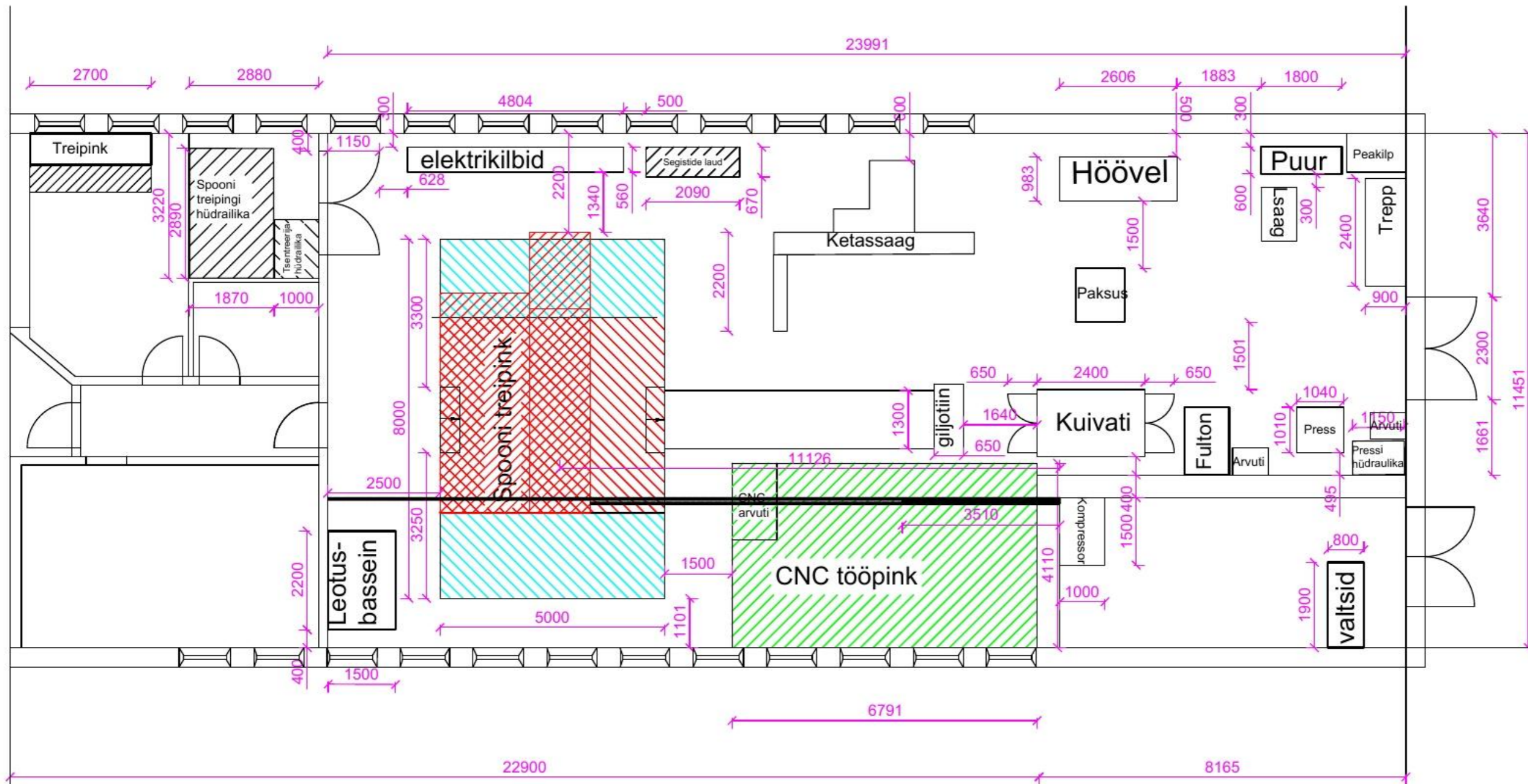


➔ Tööprotsessi suund

▭ Aken

Tolerantsi klass	Joonise tolerantsid							Nurgad	
	Mõõtmed ≥								
Keskmine (Ra<6.3)	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	Vastavalt ISO tolerantsi süsteemile	
Keskmine (Ra≥6.3)	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4	±5		
	Materjal:				Märkimata piirhälbed:			Mass:	Mõõt:
Teostas:	Kert Randla 05.06.2017				Nimetus:				
Kontrollis:	Jaan Kers				Õppetöökoja seadmete paigutuse üldplaan varjant 1				
Kinnitas:	Jaan Kers				Leht:		Joonise nr:		
Tallinna Tehnikaülikool Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituut Puidutehnoloogia labor					1/1		Joonis 3		

Lisa 4

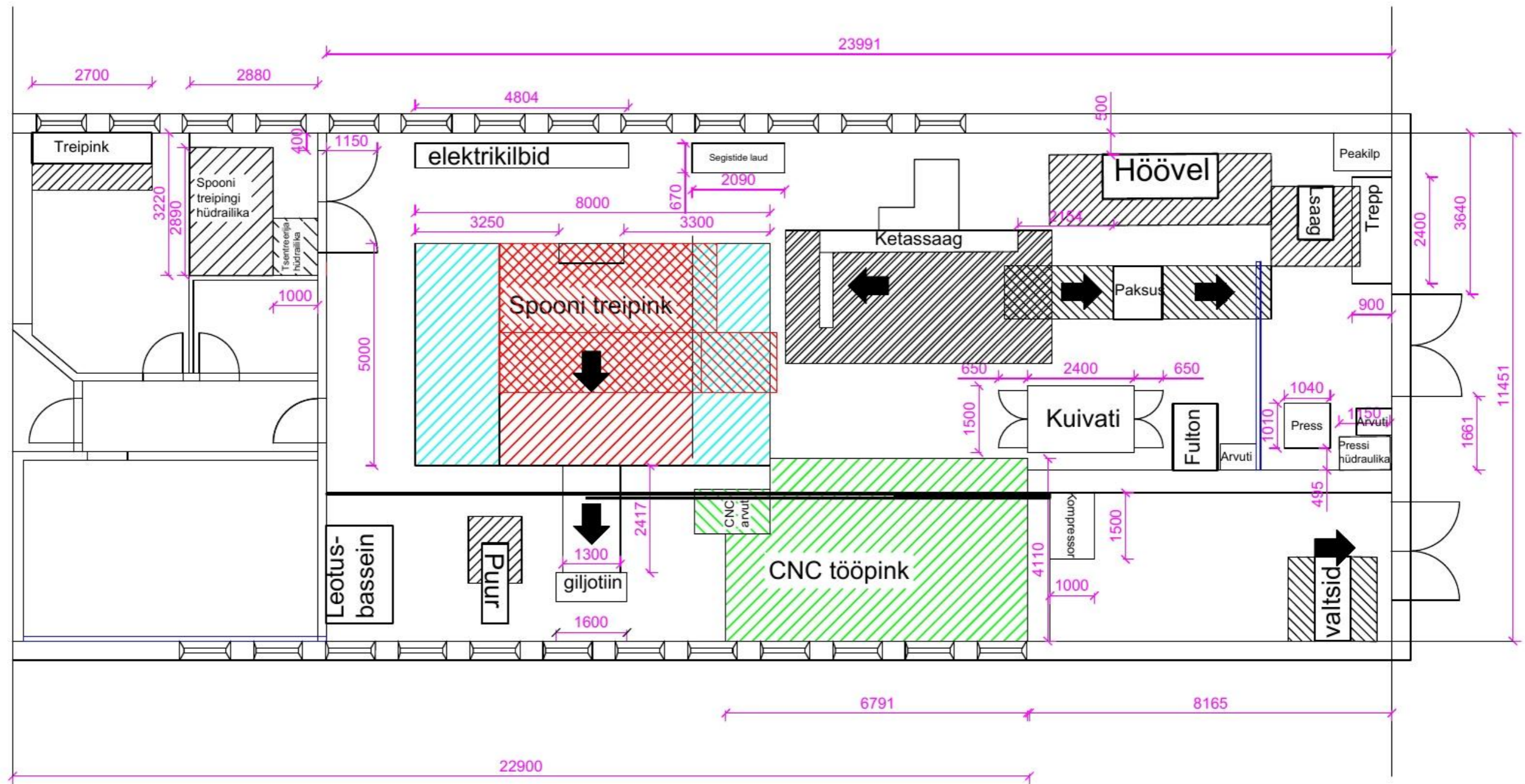


Tolerantsi klass	Joonise tolerantsid							Nurgad
	Mõõtmed \geq							
Keskmine (Ra<6.3)	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	Vastavalt ISO tolerantsi süsteemile
Keskmine (Ra≥6.3)	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4	±5	
	Materjal:				Märkimata piirhälbed:		Mass:	Mõõt: 1:100
Teostas:	Kert Randla 05.06.2017			Nimetus:				
Kontrollis:	Jaan Kers			Õppetöökoja seadmete paigutuse üldplaan variant1				
Kinnitas:	Jaan Kers							
Tallinna Tehnikaülikool Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituut Puidutehnoloogia labor				Leht:	Joonise nr:			
				1/1	Joonis 4			



Aken

Lisa 5

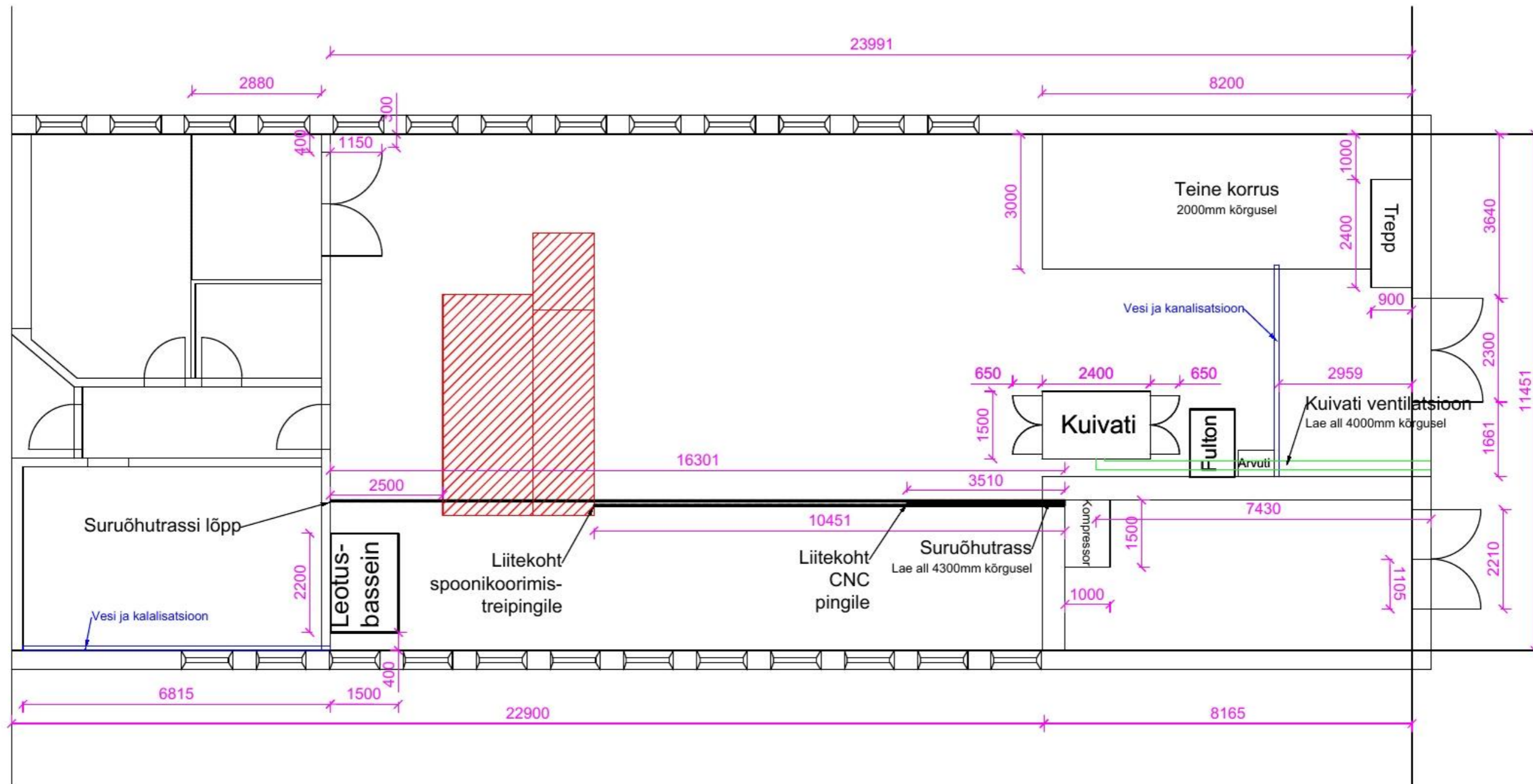


➔ Tööprotsessi suund

▭ Aken

Tolerantsi klass	Joonise tolerantsid							Nurgad	
	Mõõtmed \geq								
Keskmine (Ra<6.3)	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	Vastavalt ISO tolerantsi süsteemile	
Keskmine (Ra≥6.3)	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4	±5		
	Materjal:				Märkimata piirhälbed:			Mass:	Mõõt:
Teostas:	Kert Randla 05.06.2017				Nimetus:				
Kontrollis:	Jaan Kers				Õppetöökoja seadmete paigutuse üldplaan variant 2				
Kinnitas:	Jaan Kers								
Tallinna Tehnikaülikool Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituut Puidutehnoloogia labor					Leht:	Joonise nr:			
					1/1	Joonis 5			

Lisa 6

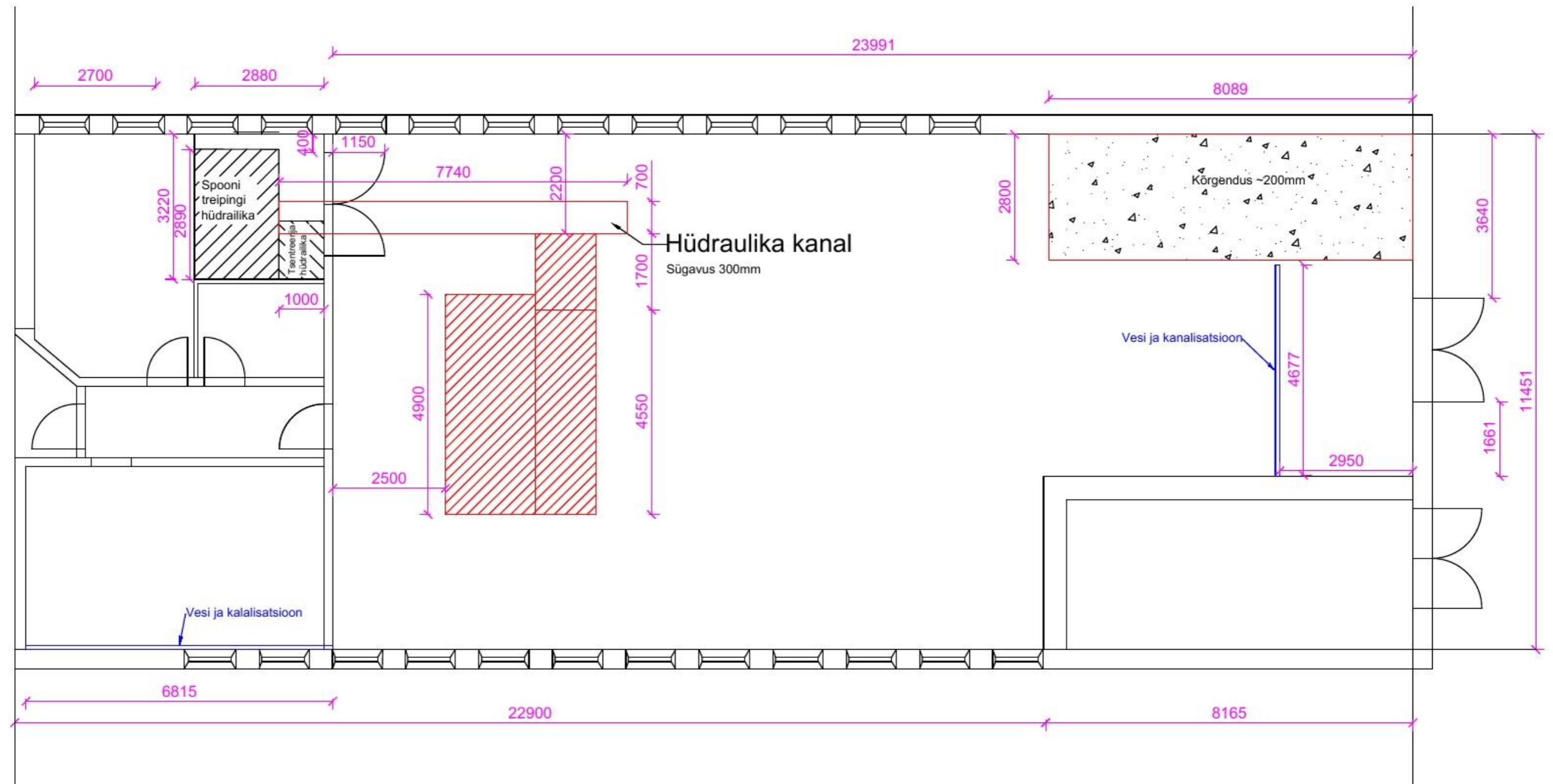


Tolerantsi klass	Joonise tolerantsid							Nurgad	
	Mõõtmed ≥								
Keskmine (Ra<6.3)	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	Vastavalt ISO tolerantsi süsteemile	
Keskmine (Ra≥6.3)	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4	±5		
	Materjal:				Märkimata piirhälbed:			Mass:	Mõõt:
Teostas:	Kert Randla 05.06.2017				Nimetus:				
Kontrollis:	Jaan Kers				Õppetöökoja ümberehitused				
Kinnitas:	Jaan Kers								
Tallinna Tehnikaülikool Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituut Puidutehnoloogia labor					Leht:	Joonise nr:			
					1/1	Joonis 6			



Aken

Lisa 7

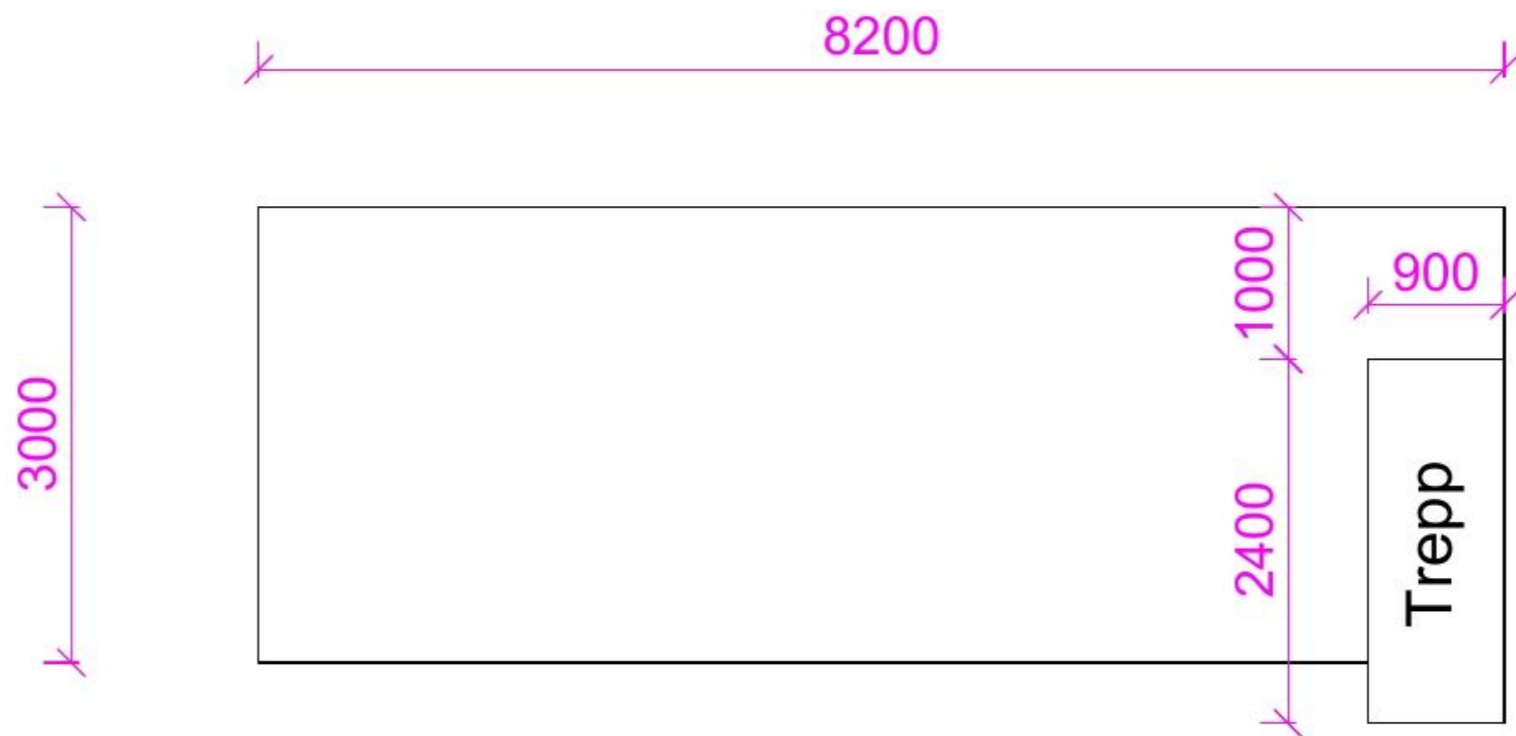
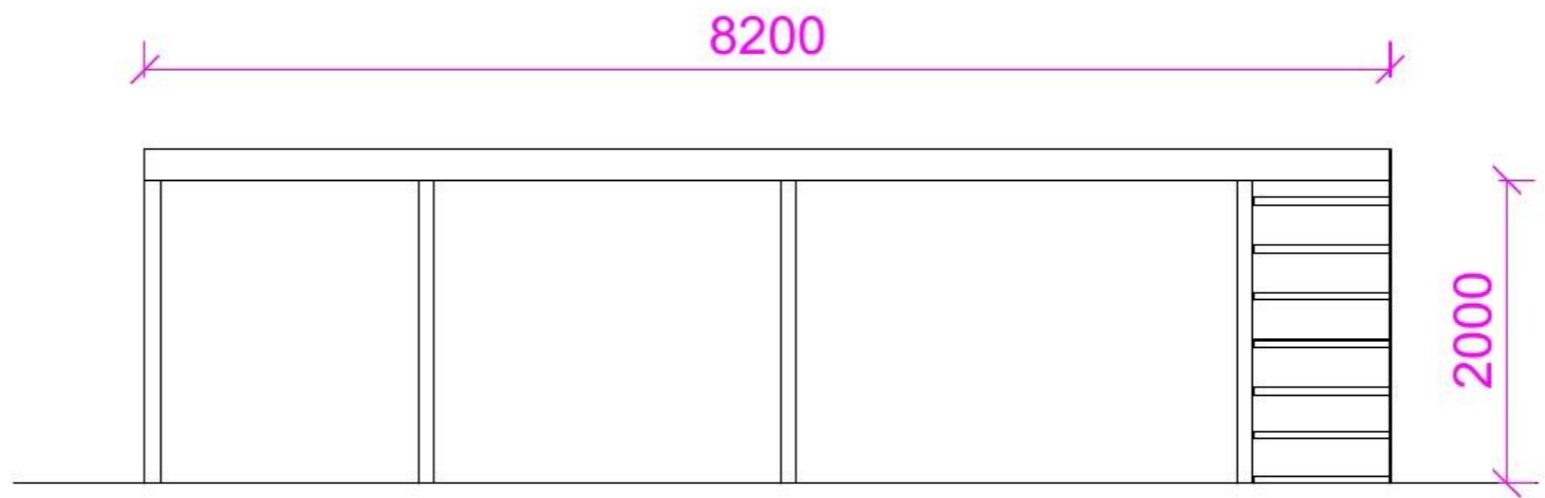
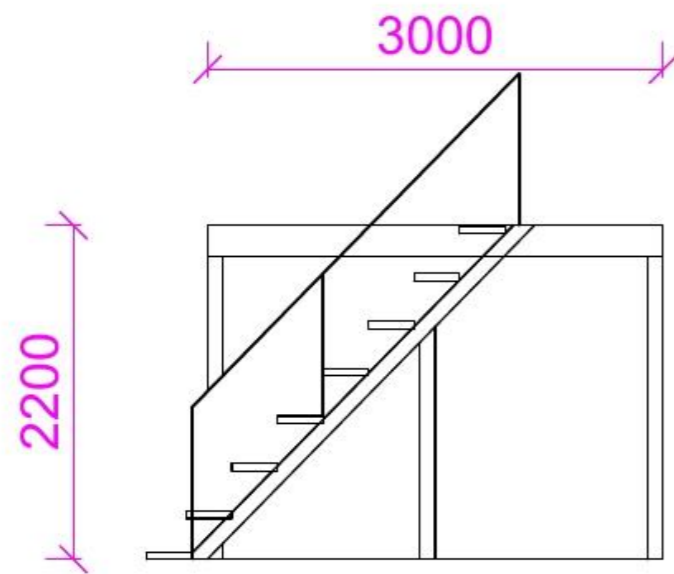


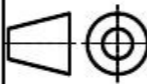
Tolerantsi klass	Joonise tolerantsid							Nurgad
	Mõõtmed \geq							
	30	120	315	1000	2000	4000	8000	Vastavalt ISO tolerantsi süsteemile
Keskmine (Ra<6.3)	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2	± 3	
Keskmine (Ra ≥ 6.3)	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2	± 3	± 4	± 5	
	Materjal:				Märkimata piirhälbed:		Mass:	Mõõt: 1:100
Teostas:	Kert Randla 05.06.2017			Nimetus:				
Kontrollis:	Jaan Kers			Õppetöökoja vundamendi ümberehitus variant 1				
Kinnitas:	Jaan Kers							
Tallinna Tehnikaülikool Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituut Puidutehnoloogia labor				Leht: 1/1	Joonise nr: Joonis 7			



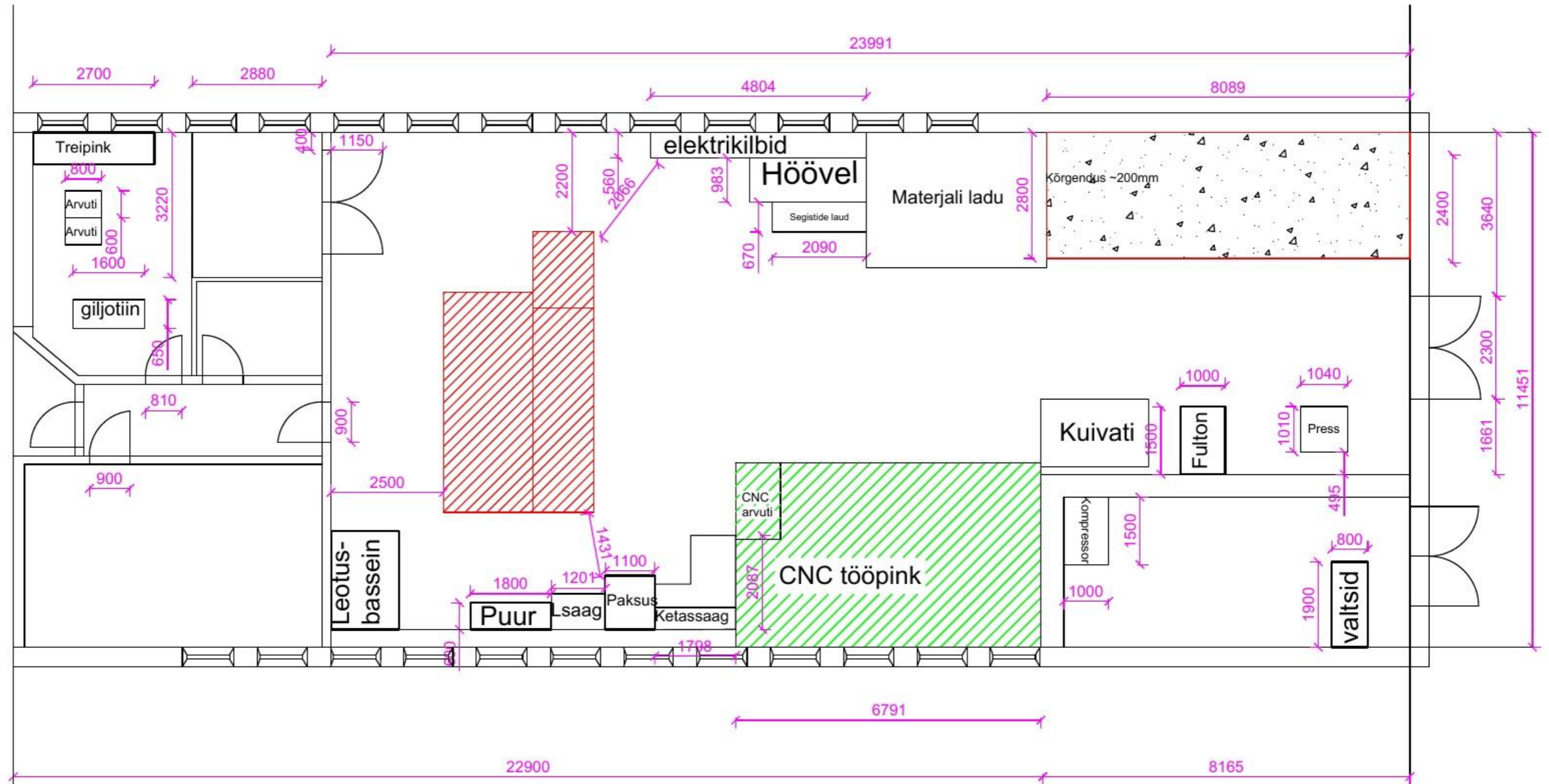
Lisa 8

Lisa 9



Tolerantsi klass	Joonise tolerantsid							Nurgad
	Mõõtmed \geq							
	30	120	315	1000	2000	4000	8000	Vastavalt ISO tolerantsi süsteemile
Keskmine (Ra<6.3)	± 0.2	± 0.3	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2	± 3	
Keskmine (Ra ≥ 6.3)	± 0.5	± 0.8	± 1.2	± 2	± 3	± 4	± 5	
	Materjal:				Märkimata piirhälbed:		Mass:	Mõõt: 1:50
Teostas:	Kert Randla 05.06.2017			Nimetus:				
Kontrollis:	Jaan Kers			Õppetöökoja 2.korrus				
Kinnitas:	Jaan Kers							
Tallinna Tehnikaülikool Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituut Puidutehnoloogia labor				Leht:	Joonise nr:			
				1/1	Joonis 9			

Lisa 10



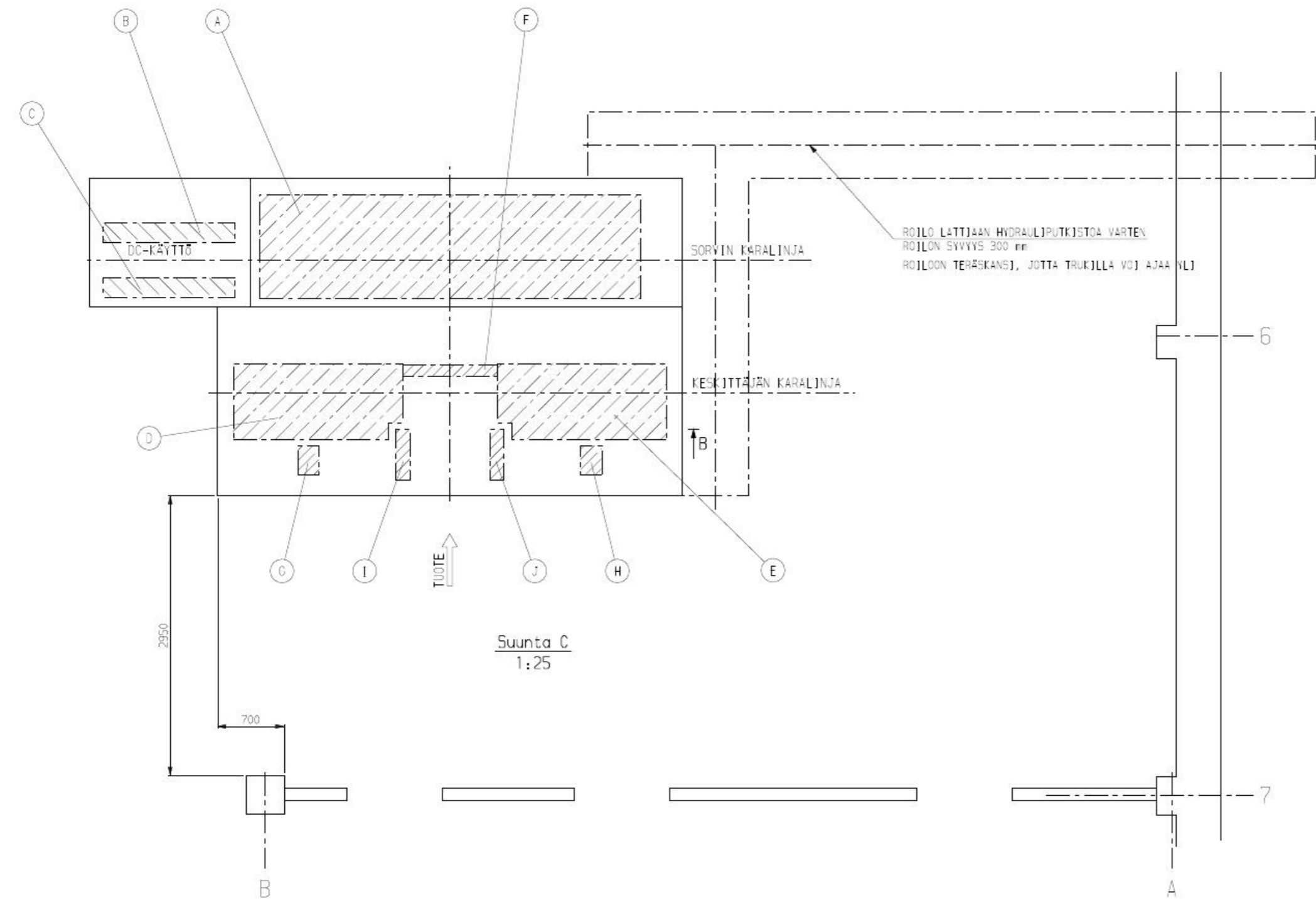
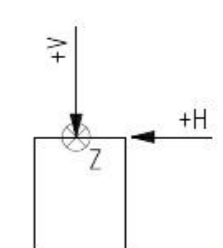
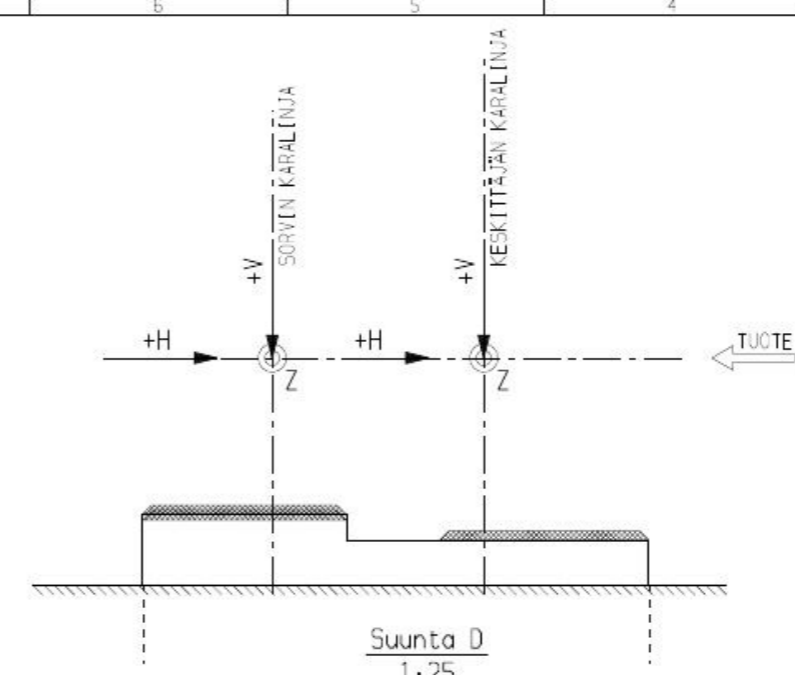
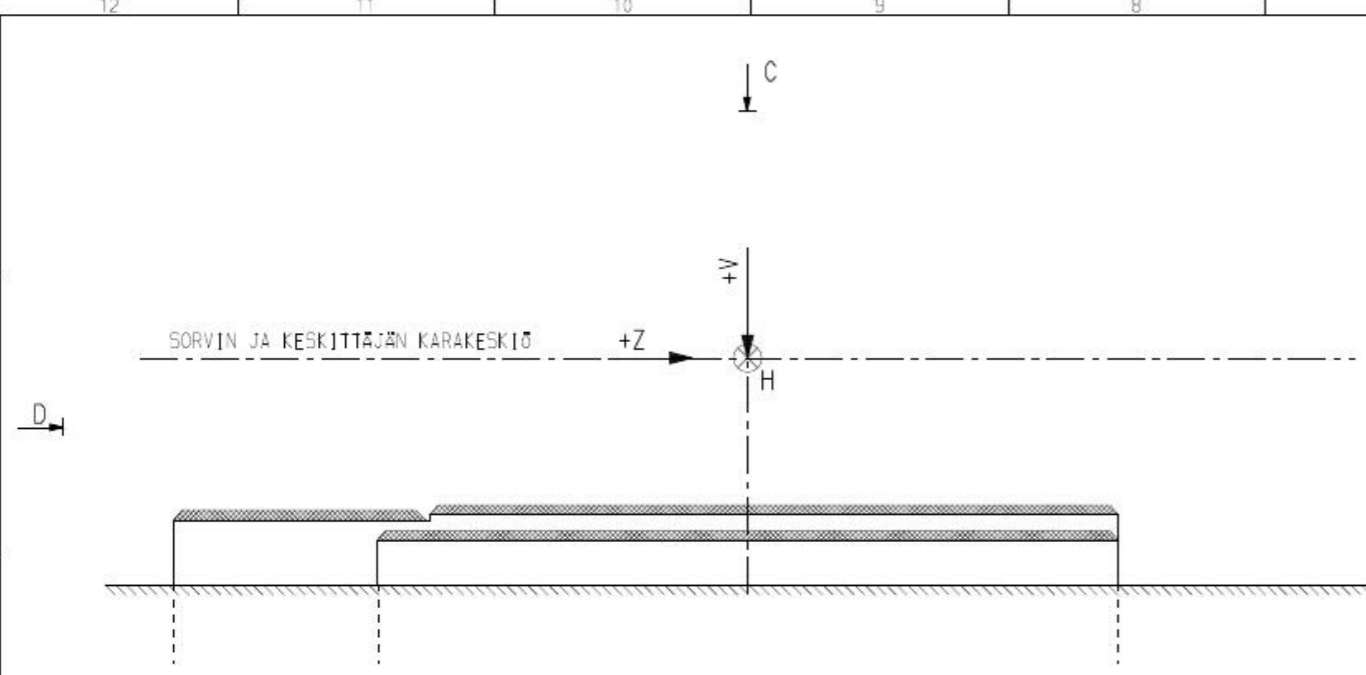
Tolerantsi klass	Joonise tolerantsid							Nurgad	
	Mõõtmed \geq								
Keskmine (Ra<6.3)	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	Vastavalt ISO tolerantsi süsteemile	
Keskmine (Ra≥6.3)	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4	±5		
	Materjal:				Märkimata piirhälbed:			Mass:	Mõõt:
Teostas:	Kert Randla 06.06.2017				Nimetus:				
Kontrollis:	Jaan Kers				Õppetöökoja seadmete paigutus ehitustööde ajaks				
Kinnitas:	Jaan Kers								
Tallinna Tehnikaülikool Materjali- ja keskkonnatehnoloogia instituut Puidutehnoloogia labor				Leht:	Joonise nr:				
				1/1	Joonis 10				



Aken

Lisa 11

Lisa 12



ALUE	V KUORMA per ALUE /N	KOKO /mm	LAITE	PAINO /kg
A	175 000	1100 x 4010	SORVI	17000
B	5 250	200 x 1390	DC -KÄYTTÖ	1050
C	5 250	200 x 1390	DC -KÄYTTÖ	-
D	50 000	795 x 1785	XY-KESKITTÄJÄ	10000
E	50 000	795 x 1785	XY-KESKITTÄJÄ	-
F	7 000	120 x 1000	XY-KESKITTÄJÄ	-
G	1 250	220 x 300	XY-KESKITTÄJÄ	-
H	1 250	220 x 300	XY-KESKITTÄJÄ	-
I	2 750	150 x 540	XY-KESKITTÄJÄ	-
J	2 750	150 x 540	XY-KESKITTÄJÄ	-

-MASSAT SISÄLTÄVÄT KONEIDEN OMAN PAINON JA PÖLTIEN PAINON, PÖLLEJÄ KÄSITELTÄESSÄ LEVYJEN VAAKA SUUNTAISET (H,Z) VOIMAT N. 30% PYSTY VOIMISTA ELLEI PIIRUSTUKSESSA OLE MUUTA MERKITYY
 -VAAKASUUNT. (H,Z) VOIMAT VAIKUTTAVAT TARTUNTALEVYJEN PINNASSA KESKELLÄ, ELLEI PIIRUSTUKSESSA OLE MUUTA MAINITTU
 -DYNAAMINEN KUORMITUSKERROIN 1,5, ELLEI PIIRUSTUKSESSA OLE MUUTA MERKITYY
 H-SUUNTAISET VOIMAT VAIN YHTEEN SUUNTAAN KERRALLAAN
 Z-SUUNTAISET VOIMAT MOLEMPIIN SUUNTIIN YHT'AIKAA

PERUSTUKSIIN KÄYTETTÄVÄN BETONIN LAATUVAATIMUS:
 K30 (2942N/cm2) / DIN1045

LOPULLINEN 07.04.2006

Part	Part Name	Code	Quantity	Dimensions	Qty.	Standard	Is																								
<table border="1"> <tr> <td>Tolerance Class</td> <td>Tolerance</td> <td>Asm. To Prod. Process</td> <td>ISO 4011</td> <td>Projection</td> <td>Scale</td> <td>Date</td> <td>Note</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1:25</td> <td>06-04-07</td> <td>LYYI</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>(1:10)</td> <td>06-04-07</td> <td>SALT</td> </tr> </table>								Tolerance Class	Tolerance	Asm. To Prod. Process	ISO 4011	Projection	Scale	Date	Note						1:25	06-04-07	LYYI						(1:10)	06-04-07	SALT
Tolerance Class	Tolerance	Asm. To Prod. Process	ISO 4011	Projection	Scale	Date	Note																								
					1:25	06-04-07	LYYI																								
					(1:10)	06-04-07	SALT																								
PERUSTUSPIIRUSTUS VOIMAT PRO BHV / PCL 600-1700 TKK, OTANIEMI																															
1R667272B																															

This drawing and all information thereon is the sole property of Raute Oy.
 Any reproduction, duplication or use of information derived from this drawing
 is prohibited unless specifically approved in writing by Raute Oy.