

Saimaan ammattikorkeakoulu
Tekniikan toimiala Lappeenranta
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Kunnossapidon suuntautumisvaihtoehto

Matias Lampinen

Hydrauliikkapuristimen muutostyön toteutus ja dokumentointi

Opinnäytetyö 2015

Tiivistelmä

Matias Lampinen

Hydrauliikkapuristimen muutostyön toteutus ja dokumentointi, 34 sivua, 12 liitettä

Saimaan ammattikorkeakoulu

Tekniikka Lappeenranta

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Tuotantotekniikka ja kunnossapito

Opinnäytetyö 2015

Ohjaajat: lehtori Veli-Pekka Jurvanen, Saimaan ammattikorkeakoulu, toimitusjohtaja Ari Henttonen, Ecopulp Finland Oy

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli dokumentoida ja toteuttaa hydrauliikkapuristimen muutostyö, jossa vanha automaattisesti toimiva puristin muutettiin toimimaan manuaalisesti. Muutostyö piti sisällään vanhan konstruktion purkamista, uuden rakenteen suunnittelua sekä sen toteuttamista ja käyttöönottoa. Työn valmistumiselle ei määritetty varsinaista takarajaa, mutta tarkoituksena oli saada puristin mahdollisimman nopeasti tuotannon käytettäväksi. Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Kouvolassa sijaitseva Ecopulp Oy, joka valmistaa ja myy kuitupakkauksia.

Muutostyö toteutettiin tehtaan työntekijöiden sekä työnjohdon kanssa. Lisäksi puristimen logiikan rakentamisessa toimi apuna alkuperäisen logiikan tehnyt ulkopuolinen työntekijä. Opinnäytetyön runko rakentuu muutostyön aikana kerättyneestä tiedosta. Tiedot ovat tulleet sekä keskusteluista että käytännön työstä. Lisäksi opinnäytetyöhön on kerätty tietoa hydrauliikan perusteista ja koneturvallisuudesta.

Muutostyö toteutettiin mahdollisimman pienellä budjetilla hyödyntämällä purkaessa ylijääviä osia. Muutostyö tehtiin siten, että konstruktio on mahdollista palauttaa myös alkuperäiseen kuntoon, jos tällaiselle tarvetta on. Tästä opinnäytetyöstä selviää yksityiskohtaisesti muutostyön eri vaiheet, jotta tehtaassa muut vastaavanlaiset puristimet voidaan myös muuttaa toimimaan manuaalisesti.

Asiasanat: muutostyö, hydrauliikka, puristin, koneturvallisuus

Abstract

Matias Lampinen

Implement and documentation of the hydraulic press modification , 34 Pages,
12 Appendices

Saimaa University of Applied Sciences

Technology Lappeenranta

Degree Programme in Mechanical Engineering

Maintenance and Production Technology

Bachelor's Thesis 2015

Instructors: Mr. Veli-Pekka Jurvanen, Saimaa University of Applied Sciences,
Mr. Ari Henttonen, CEO, Ecopulp Finland Oy

The purpose of this thesis was to document and implement a hydraulic press modification, in which the old automatically operated press was changed to operate manually. The modification included disassembly of the old construction, planning the new design as well as carrying it out and after these modifications deployment of the new press. There was no specific deadline when all modifications had to be done, but the intention was to get the press as fast as possible for use in production. The work was commissioned by Ecopulp Oy which is located in Kouvola. Ecopulp manufactures and sells all kinds of ecological fibre based applications.

Modifications of the press were carried out with the help of workers and management. For formal logics of the press we got help from the outside worker who had also done the logics of the original press. The frame of this thesis is build from the data collected during the modifications. Also information has been added about the basics of the hydraulics and machine safety.

The modification was carried out with as small budget as possible. To achieve that also the dissembled parts were utilized. Modifications were made so that the work could also be undone if there is a need for that. This thesis includes detailed descriptions of the parts of the modifications. With the data of this thesis other presses of the same kind in the factory could also be modified to be operated manually.

Keywords: modification, hydraulics, press, machine safety

Sisältö

1	Johdanto.....	5
2	Yritysesittely	6
3	Hydrauliikkapuristimet.....	7
3.1	Hydrauliikan komponentit.....	7
3.2	Toiminta.....	8
3.3	Hydrauliikkapuristimen edut	9
3.4	Hydrauliikkapuristintyytit	10
4	Koneturvallisuus	11
4.1	Mikä on kone	11
4.2	Riskien arviointi.....	11
4.2.1	Riskitekijöiden tunnistaminen	12
4.2.2	Riskin vakavuuden arviointi	13
4.2.3	Riski	14
5	Muutostyön suunnittelu	15
5.1	Nykyinen toiminta	15
5.2	Suunniteltu toiminta	16
5.3	Aikataulu.....	16
6	Muutostyön suorittaminen.....	17
6.1	Purkaminen	18
6.2	Syöttöpöydän rakentaminen	19
6.3	Syöttöpöydän asennus puristimen runkoon	22
6.4	Turvallisuus	24
6.5	Logiikan ohjelmointi	26
6.6	Käyttöönotto	27
6.7	Muutostyön päätös	29
7	Tuoterakenne	30
8	Yhteenvedo ja pohdinta	32
	Kuvat	33
	Kuviot	33
	Taulukot.....	33
	Lähteet	34

Liitteet

- Liite 1. Alalevy
- Liite 2. Ylälevy
- Liite 3. Latta 1
- Liite 4. Männänkiinnityslatta
- Liite 5. Kelkka
- Liite 6. Liikkuva pöytä
- Liite 7. Vastinosa 1
- Liite 8. Vastinosa 2
- Liite 9. Vastinosa 3
- Liite 10. Alapöytä
- Liite 11. Levy painikkeille
- Liite 12. Syöttöpöytä

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on toteuttaa ja dokumentoida hydraulikkapuristimen muutostyön suunnittelu ja toteutus Kouvolassa sijaitsevalle Ecopulp Finland Oy:lle. Muutostyössä on tarkoituksena hyödyntää mahdollisimman paljon komponentteja, jotka vapautuvat muutostöiden edistyessä. Näin ollen projekti on tarkoitus viedä läpi mahdollisimman pienellä budjetilla, kuitenkin laadusta karsimatta.

Ennen muutosta hydraulikkapuristin toimii täysin automatisoidusti ja työn loppuvaiheessa toiminta tulee tapahtumaan manuaalisesti. Tämän tarkoituksena on vähentää muotin vaihtamiseen kuluva aikaa ja siten mahdollistaa pienempien eräkokojen puristaminen taloudellisesti.

Muutostyön syynä onkin juuri pienentyneet eräkoot. Aiemmin puristimella saatettiin valmistaa viikkojen ajan samaa tuotetta, jolloin jopa kaksi päivää kestävä muotin vaihto oli taloudellisesti kannattavaa. Nyt yhdenlaista tuotetta saatetaan tuottaa vain päivän tai kahden päivän ajan. Taloudellisesti on kuitenkin kannattavampaa tehdä puristimesta käsisyöttöinen kuin ohjelmoida sitä jatkuvasti, jotta automaatio toimisi.

Manuaaliseen puristimeen siirtyminen ei ole Ecopulp Oy:llä täysin vierasta, sillä muutostyön kohteena ollut täysin automaattinen puristin on seissyt lähes kymmenen vuotta kahden manuaalisen puristimen syrjäyttämänä. Kuitenkin yhtenä muutostyön prioriteettina on säilyttää tarvittaessa mahdollisuus toteuttaa projekti myös toiseen suuntaan nopeasti. Näin ollen mitään peruuttamatonta ei tehdä.

2 Yritysesittely

Ecopulp Finland Oy on Kouvolan Koriolla toimiva pieni paperitehdas, joka työllistää tällä hetkellä alle kymmenen työntekijää. Ecopulp kehittää, suunnittelee ja tuottaa biohajoavia kuitupakkauksia, jotka valmistetaan suurimmaksi osaksi kierrätyskuidusta. Kierrätyskuidun ohella käytetään myös kuituvaloksesta riippuen erilaisia puukuituja, turvetta, viljan korsia tai muita täysin biohajoavia materiaaleja. (1.)

Pakkauksissa käytettävä biohajoava materiaali valmistetaan siten, että kuitua sisältävää materiaalia liotetaan vedessä, jotta siitä saadaan hieno kuitu irti. Tämän jälkeen kuitua sisältävä vesi siirretään altaaseen, josta seos imetään alipaineen avulla muotteihin. Seoksessa mukana oleva vesi kulkeutuu muotin läpi, jolloin muotteihin jää vain kosteasta massasta muodostuva lopullisen tuotteen ulkomitat omaava kappale. Viimeiseksi kappale puristetaan lopulliseen muotoonsa ja kuivataan. Ecopulpin tuotteiden ekologisuutta lisää se, että valmistuksessa käytettävä vesi kiertää suljetussa järjestelmässä, joten jätevettä ei prosessissa synny. (1.)

Kuitupakkaukset eritellään karkeisiin ja sileisiin. Erona näissä kahdessa tuoteryhmässä on viimeistely. Karkeita pakkauksia ei puristeta enää kuivauksen jälkeen uudelleen, sen sijaan sileissä pakkauksissa lopputuote puristetaan uudelleen kuumassa kaksipuolisessa muotissa. Pidemmälle jalostetut tuotteet omaavat ohuemman seinämäpaksuuden ollen silti tukevia, sileäpintaisia ja painatuskelpoisia. Kuvassa 1 näkyy puristimen kautta valmistettu tuote. (1.)



Kuva 1. Kuitupakkaus (1)

Kierrätyskuidusta valmistettujen pakkausten etuja ovat mm. kustannustehokkuus, biohajoavuus, pinottavuus ja varastointitehokkuus, kestävyys, 3D -muotoiltavuus sekä se, että paketti ei naarmuta tai hio pakattua tuotetta. (1.)

3 Hydrauliiikkapuristimet

Hydrauliikkapuristin on mekaanisesti toimiva laite, joka on kehitetty puristamaan aihiot oikeaan muotoonsa. Hydrauliikkapuristimen keksijä on englantilainen maanviljelijä Joseph Bramah, joka sai keksinnölleen patentin vuonna 1795. 1700-luvulla hydrauliiikan käyttö teollisuudessa oli vielä lähes tuntematonta, mutta Bramahin keksinnön jälkeen hydrauliiikan käyttö lisääntyi ja kehittyi huomattavasti. Hydrauliikkapuristimen periaate on pysynyt lähes ennallaan keksinnön alkupäivistä lähtien. (2.)

3.1 Hydrauliiikan komponentit

Yksinkertaisimmillaan hydrauliikkajärjestelmä rakentuu kahdesta sylinteristä sekä niitä yhdistävästä hydrauliiKANesteellä täytetystä letkusta. HydrauliiKassa sylinteriin kohdistuva paine-energia muutetaan lineaariseksi liike-energiaksi, jolla sylinterin edestakainen liike saadaan aikaiseksi. Sylinterit rakentuvat pääsääntöisesti männästä, männänvarresta, sylinteriputkesta sekä sylinteripäädyistä. Lisäksi konstruktion tarvi-taan erilaisia tiivisteitä sekä ohjaimia. (3; 4, s. 158.)

HydrauliiKKasy-lintereitä on kolmentyyppisiä: yksitoimiset, kaksitoimiset sekä erikoissylinterit, joista kaksitoimisia sylintereitä käytetään eniten. Yksitoimisilla sylintereillä saadaan aikaiseksi vain liike toiseen suuntaan hydrauliiKANesteen avulla. Jotta mäntä saadaan liikkumaan myös toiseen suuntaan täytyy lisäksi olla ulkoinen voima esim. gravitaatio tai jousi. Kaksitoimisissa sylintereissä hydrauliiKANesteen kulkua ohjataan venttiileillä, joilla saadaan aikaan se, että nesteen kulkeutuessa vuoronperään sylinterin etu- ja takapäätyihin tekee mäntä edestakaista liikettä. Erikoissylinterit on rakennettu muokkaamalla yksi- ja kaksitoimisia sylintereitä, jotta ne soveltuvat erikoiskohteisiin. Muutamana esimerkkinä erikoissylintereistä ovat moniasento-, teleskooppi- ja vääntö-sylinterit. (4, s 159–166.)

Sylinterien ohella toinen merkittävä tekijä hydrauliiKKajärjestelmissä on pumput, joilla järjestelmiin saadaan painetta. Paine muuttuu letkuissa voimaksi, jolla männän liike saadaan aikaiseksi. Näin ollen pumpun pyöriessä siihen tuotu mekaaninen energia muuttuu hydrauliseksi energiaksi. Kun tiedetään pumpun pyörimisnopeus sekä kierrostilavuus, voidaan laskea tilavuusvirta. Tietämällä tila-

vuusvirta, voidaan vastaavasti laskea männän liikenopeus. Pumpputyypit voidaan jakaa neljään pääryhmään, jotka ovat hammaspyörä-, ruuvi-, siipi- ja mäntäpumput. Lisäksi jokainen näistä ryhmistä voidaan jakaa useaan alaryhmään. (5, s. 120-123.)

Hydrauliikan komponenteista voidaan mainita myös erilaiset venttiilit, joilla saadaan ohjattua ja säädettyä järjestelmän toimintaa. Venttiilien avulla voidaan vaihtaa hydrauliikkamoottorin pyörimissuuntaa ja ohjata männän edestakaista liikettä. Myös järjestelmien paineeseen ja tilavuusvirtoihin voidaan vaikuttaa venttiilien avulla. Venttiilit jaetaan toimintojen mukaan neljään kategoriaan, jotka ovat paineventtiilit, virtaventtiilit, suuntaventtiilit ja erikoisventtiilit. Jokaisesta hydrauliikkajärjestelmästä löytyy vähintään yksi paineventtiili, jolla rajoitetaan järjestelmän paine haluttuun maksimiarvoon. Tämän venttiilin tarkoituksena on estää komponenttien vauriot, jotka voisivat aiheutua liian suuresta ylipaineesta. Paineventtiileillä voidaan siis yleisesti säätää ja ohjata painetta ja toimintaa. Virtaventtiileillä voidaan pienentää tilavuusvirtaa, jolloin esimerkiksi männän liikettä saadaan hidastettua. Suuntaventtiileistä useimmiten käytössä on venttiilit, joita ohjaamalla saadaan hydrauliikkaneste siirtymään joko sylinterin etu- tai takapuolelle. Muita suuntaventtiileitä ovat sulkuventtiilit sekä vastaventtiilit. Ensimmäisellä voidaan estää hydrauliikkanesteen kulku kokonaan ja jälkimmäisellä sallia virtaussuunta toiseen suuntaan, mutta estää toiseen. (5, s.176-196.)

3.2 Toiminta

Kaikkien hydrauliikkajärjestelmien perustana on siirtää yhteen pisteeseen kohdistuva voima toisaalle käyttäen puristumatonta nestettä, joka on useimmiten jotain öljyseosta. Järjestelmän sisällä siirrettävä voima kertautuu, jolloin ulos saatava teho on suurempi kuin tehty työ. Koska hydrauliikassa käytetään puristumatonta nestettä, on järjestelmien hyötysuhde todella hyvä eli toiseen mäntään tehty teho siirtyy lähes kokonaan toiseen mäntään. Hydrauliikan hyvänä puolena pidetään sitä, että mäntien välinen letku voi olla teoriassa minkä tahansa pituinen ja muotoinen. Lisäksi letku voi haaroittua, jolloin yhdellä sylinterillä voidaan ohjata useampaa toisiosylinteriä. Hydrauliikan avulla on myös helppo tuottaa haluttu voima. Ulos saatavan voiman suuruuteen pystytään vaikuttamaan muuttamalla ensiö- ja toisiosylinterin kokojen suhdetta. Kun halutaan

kasvattaa ulos saatavaa voimaa suhteessa tuotettuun tehoon, täytyy toisosylinterin olla suurempi kuin ensiosylinterin. (3.)

Hydrauliikkapuristin rakentuu hydrauliiikan peruskomponenteista: sylintereistä, letkuista, pumpusta, moottorista ja venttiileistä. Kyseisen laitteen toiminta on periaatteiltaan melko yksinkertainen; pienempään mäntään tuotetaan ulkoista voimaa, joka siirtyy hydrauliikkanesteessä suurempaan mäntään tuottaen siihen suuremman voiman. Venttiileitä ohjaamalla saadaan sylinterin mäntä tekemään edestakaista liikettä. Hydrauliikkapuristimia käytetään lähes kaikilla teollisuuden toimialoilla. Pääasiallinen käyttökohde on metallien muovaamisessa, mutta sitä käytetään niin lasin ohentamisessa kuin tablettien valmistuksessaakin. (6.)

3.3 Hydrauliikkapuristimen edut

Hydrauliikkapuristimen vaihtoehtona on usein mekaanisesti toimiva epäkeskopuristin. Yksi suurimmista eduista mekaaniseen puristimeen verrattuna on puristusvoiman pysyvyys vakiona koko iskunpituuden matkalla, kun taas epäkeskopuristin saavuttaa maksimivoiman puristuksen loppuvaiheessa. Tämä lisää toiminnan joustavuutta ja mahdollisuutta valmistaa erimuotoisia ja -kokoisia tuotteita. Mekaaniset puristimet valmistetaan pääosin standardien mukaan, joten vastinosan koko ja puristusvoima kulkevat käsi kädessä eikä niitä usein saada täsmälleen halutunlaisina. Hydrauliikkapuristimet sitä vastoin valmistetaan asiakkaan toiveiden mukaisesti, joten ne saadaan optimoitua kohteen mukaan. Tämä lisää hydrauliikkapuristimien suosittavuutta etenkin tuotannoissa, joissa tarvitaan suurta puristusvoimaa pienelle alueelle. (7.)

Hydrauliikkapuristinten käyttö tulee usein pidemmässä käytössä paljon halvemmaksi kuin mekaanisten. Tämä johtuu siitä, että puristinten muotoilu on yksinkertainen ja yleiset hydraulikassa käytetyt osat ovat standardisoituja.. Tämän ansiosta ne ovat helposti ja nopeasti saatavilla. Mekaanisten puristimien osat kuten kiertokanget, kytkimet, jarrusysteemit yms. ovat kalliita ja monesti juuri kyseiseen laitteeseen valmistettuja. Näin ollen hinnan lisäksi myös toimitusajat lisäävät aiheutuvia kustannuksia. Viimeinen etu mekaaniseen puristimeen verrattuna on huomattavasti pienempi tilantarve. Verrattaessa saman pu-

ristusvoiman omaavia puristimia, tarvitsee hydraulinen puristin vain noin puolet mekaanisen vaatimasta tilasta. (7.)

Hydrauliikkapuristimen muita hyviä puolia ovat ylipainesuoja, mahdollisuus rakentaa erilaisia ohjauksia, tarkkuus sekä muotoilun vapaus. Hydrauliikkapuristimiin on lisätty joko takaisiniskuventtiili tai jokin vastaava systeemi, jolla estetään ylipaineen mahdollisuus. Näin ollen puristin ei koskaan voi tuottaa suurempaa puristusvoimaa kuin halutaan. Hydrauliikkapuristimen ohjaus voidaan toteuttaa tavallisilla releillä tai monimutkaisilla PLC tai PC ohjatuilla ohjelmilla. Puristusvoimaa ja liikkeitä ohjelmoimalla voidaan saavuttaa parempilaatuisia tuotteita kuin useimmilla erityyppisillä puristimilla. Lisäksi säätämällä epätasapainossa olevien ja epäkeskeisten aihoiden aiheuttamaa sivusuuntaista liikettä voidaan saavuttaa vielä tarkempia toleransseja sekä parempilaatuisia tuotteita. Hydrauliikan käyttö mahdollistaa luovan muotoilun. Puristimista voidaan rakentaa joko perinteisiä alaspäin toimivia tai vaihtoehtoisesti on mahdollista rakentaa myös puristimia, joissa männän liike tapahtuu ylös tai sivusuuntaan. Lisäksi virtalähteet ja muut toimilaitteet voidaan sijoittaa haluttuun paikkaan. (7.)

3.4 Hydrauliikkapuristintyytit

Yleisimmät hydrauliikkatoimiset puristimet ovat pilari-, C- ja H-mallisia. Nämä tyytit on nimetty niiden muodon perusteella. Muita käytössä olevia puristintyypejä ovat mm. suurteollisuudessa käytettävä puristin sekä käsikäyttöinen laminoitipuristin. (8.)

Pilarimalliset puristimet antavat työntekijälle mahdollisuuden työskennellä kolmelta sivulta. Ne on suunniteltu erityisesti syvävetoa ja vertikaalista ruiskuvalua varten. Kyseiset puristimet tuottavat jopa 1000 tonnin voiman. C- ja H- mallin puristimet eroavat muotoilun lisäksi toisistaan myös ominaisuuksiltaan. C-puristin tarvitsee paljon vähemmän tilaa, kun taas H-puristin vastaavasti on järeämpi ja sitä voidaan käyttää useampaan työhön. H-puristimilla voidaan suorittaa esimerkiksi taivutusta, vetoa ja lävistystä ja C-puristinta käytetään vain yksinkertaisissa toiminnoissa kuten vetämisissä ja suoristamisissa. Myös kapasiteetissa on eroa, C-puristimen puristusvoima on noin 300 tonnia, kun H-puristimella saadaan aikaan jopa 1500 tonnin puristusvoima. (8.)

4 Koneturvallisuus

Tässä luvussa käydään läpi koneen määritelmä sekä vaarallisen koneen riskien arviointia.

4.1 Mikä on kone

Koneen suunnitteluun ja rakentamiseen on olemassa erilaisia standardeja ja vaatimuksia, jotka täytyy täyttää, jotta kone on varmasti turvallinen. Konepäättöksen soveltamisalueeseen kuuluvat kaikki laitteet, jotka täyttävät koneen määritelmän. Määritelmän mukaisesti kone on laite, joka on yhdistelmä toisiinsa liitettyjä osia sekä komponentteja, joista vähintään yhden osan on liikuttava, laitteesta täytyy löytyä ohjaus- ja energiansyöttöpiirit ja se on valmistettu tiettyä tarkoitusta varten. Esimerkkejä koneista ovat mm. ruohonleikkurit, sorvit ja muu-
tostyön kohteena oleva puristin. Määritelmän ulkopuolella olevia laitteita on myös siirretty konepäättöksen soveltamisalueeseen. Konepäättös on asetettu koskemaan myös koneyhdistelmiä, jotka on rakennettu ja ohjattu toimimaan yhtenä isona koneena, esimerkiksi paperikone on tällainen laite. Myös turvakomponentit ja koneeseen liitettävät laitteet, jotka muuttavat koneen toimintaa kuuluvat konepäättöksen alaisuuteen. Näin ollen esimerkiksi traktoriin liitettävät laitteet, kuten lumilinko ja turvaloverho luetaan edellä mainittuihin. (9.)

Osalle konepäättöksen alaisuuteen kuuluville koneille on laadittu omat direktiivit tai ne on jätetty soveltamisalueen ulkopuolelle jostain muusta syystä. Yleisimpiä koneita, joille on omat direktiivit, ovat höyrykattilat ja erilaiset hissit. Muusta syystä direktiivin ulkopuolelle jääviä laitteita ovat esimerkiksi henkilö- ja kuorma-autot sekä traktorit. Myös laitteet, jotka aiheuttavat pääosin sähköstä johtuvaa vaaraa eivät kuulu konepäättöksen piiriin. Näistä laitteista yleisimpiä ovat erilaiset kodinkoneet. Näihin laitteisiin käytetään pienjännitedirektiiviä, johon kuuluu vaatimuksia myös laitteen mekaanisesta turvallisuudesta. (9.)

4.2 Riskien arviointi

Jokaiselle uudelle koneelle täytyy tehdä riskien arviointi. Riskejä arvioidessa tavoitteena on kartoittaa koneen käyttöaikana mahdolliset tapaturmaan johtavat skenaarit. Tapaturmavaarat arvioidaan yksitellen seurausten vakavuuden ja

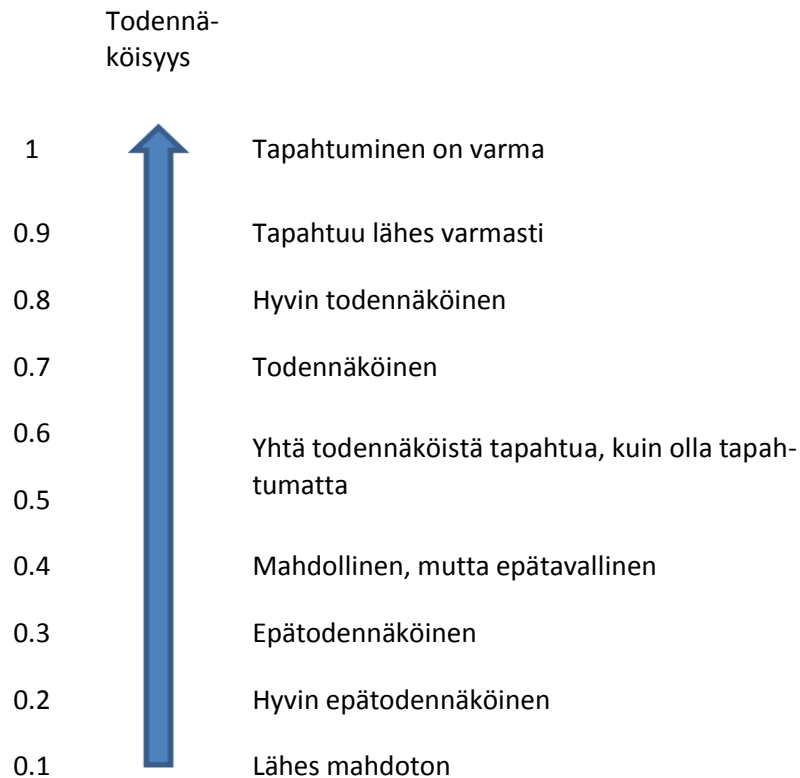
tapahtuman todennäköisyyden perusteella. Kertomalla edelliset keskenään saadaan tulona lopullinen riski. Säädösten teknisissä vaatimuksissa ei ole varsinaisesti määritelty mitään tiettyä turvallisuustasoa. Lopputuloksen on kuitenkin oltava sellainen, että kone on riittävän turvallinen käyttää. Tapaturmavaaroja aiheuttavat koneen liikkuvien osien lisäksi myös mahdollisesti mm. melu ja puutteet ergonomiassa. (10, s. 28–29.)

Työturvallisuutta pyritään parantamaan säätämällä lakeja, joissa mm. vaaditaan, että työsuhteesta johtuvia riskejä pyritään jatkuvasti vähentämään sekä poistamaan ne kokonaan. Näin ollen työnantajan velvollisuutena on jatkuvasti tarkkailla ja arvioida turvallisuusriskejä. Työturvallisuutta parannettaessa ei riitä, että koneiden alkuperäisiä turvalaitteita pidetään kunnossa, vaan työnantajan on otettava huomioon turvalaitteiden kehittyminen ja etenkin vanhojen koneiden turvallisuutta on helppo parantaa päivittämällä alkuperäisiä turvalaitteita. (11.)

4.2.1 Riskitekijöiden tunnistaminen

Riskitekijöiden tunnistaminen tapahtuu jo koneen suunnittelun alkaessa. Tällöin koneen valmistajan on suoritettava riskien arviointi ja suunniteltava kone nämä epäkohdat huomioon ottaen. Riskitekijöiksi listataan kaikki mahdolliset ja osin myös mahdottomilta tuntuvia asioita. Jotta koneen turvallisuuteen voitaisiin puuttua, täytyy kaikki skenaariot ottaa huomioon. Tavallisesti koneen vaaratekijät ovat mm. mekaanisia vaaroja kuten iskuvaaroja ja puristumisvaaroja, sähköstä aiheutuvia vaaroja, meluhaittoja sekä ergonomian huomioita jättäminen suunnittelussa. (10, s. 32–34.)

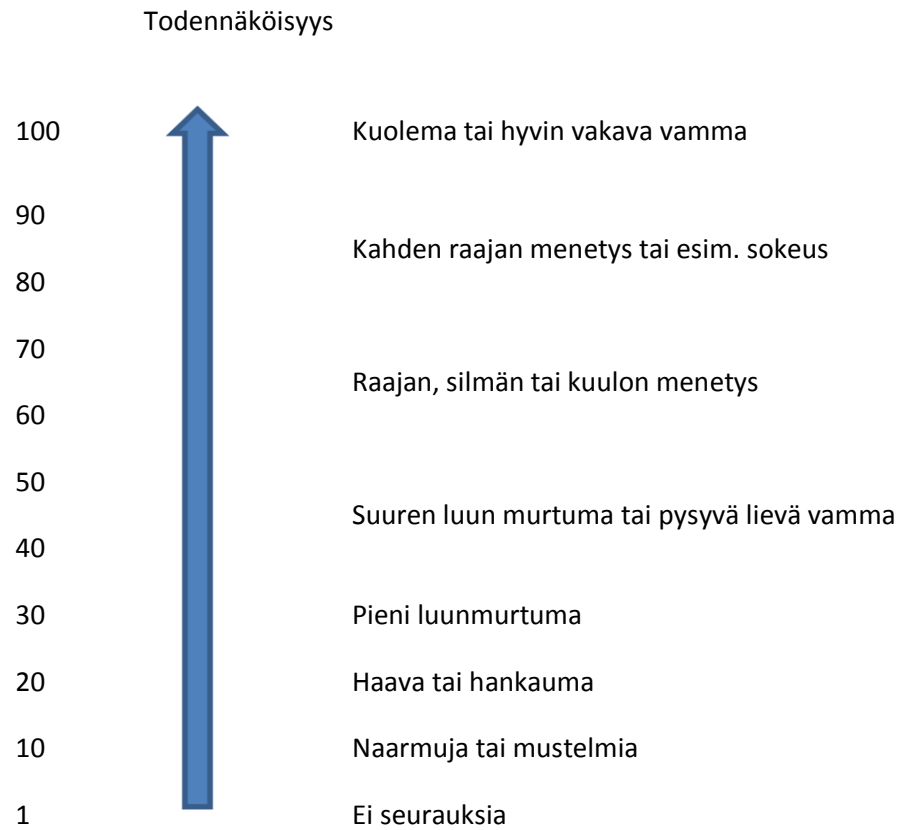
Kun kaikki riskit on saatu hahmotettua, täytyy jokaisella riskille arvioida tapahtuman todennäköisyys koneen elinkaaren aikana. Useimmiten riskien arviointi tapahtuu ryhmätyönä, koska jokaisella voi olla hieman eri käsitys tapahtuman todennäköisyydestä. Riskien määrittelyyn on erilaisia asteikkoja, mutta todennäköisyyttä voidaan arvioida esimerkiksi asteikolla 0.1-1 kuvion 1 mukaisesti. (10, s. 35–36.)



Kuvio 1. Vaaratilanteen tapahtumisen todennäköisyys (10.)

4.2.2 Riskin vakavuuden arviointi

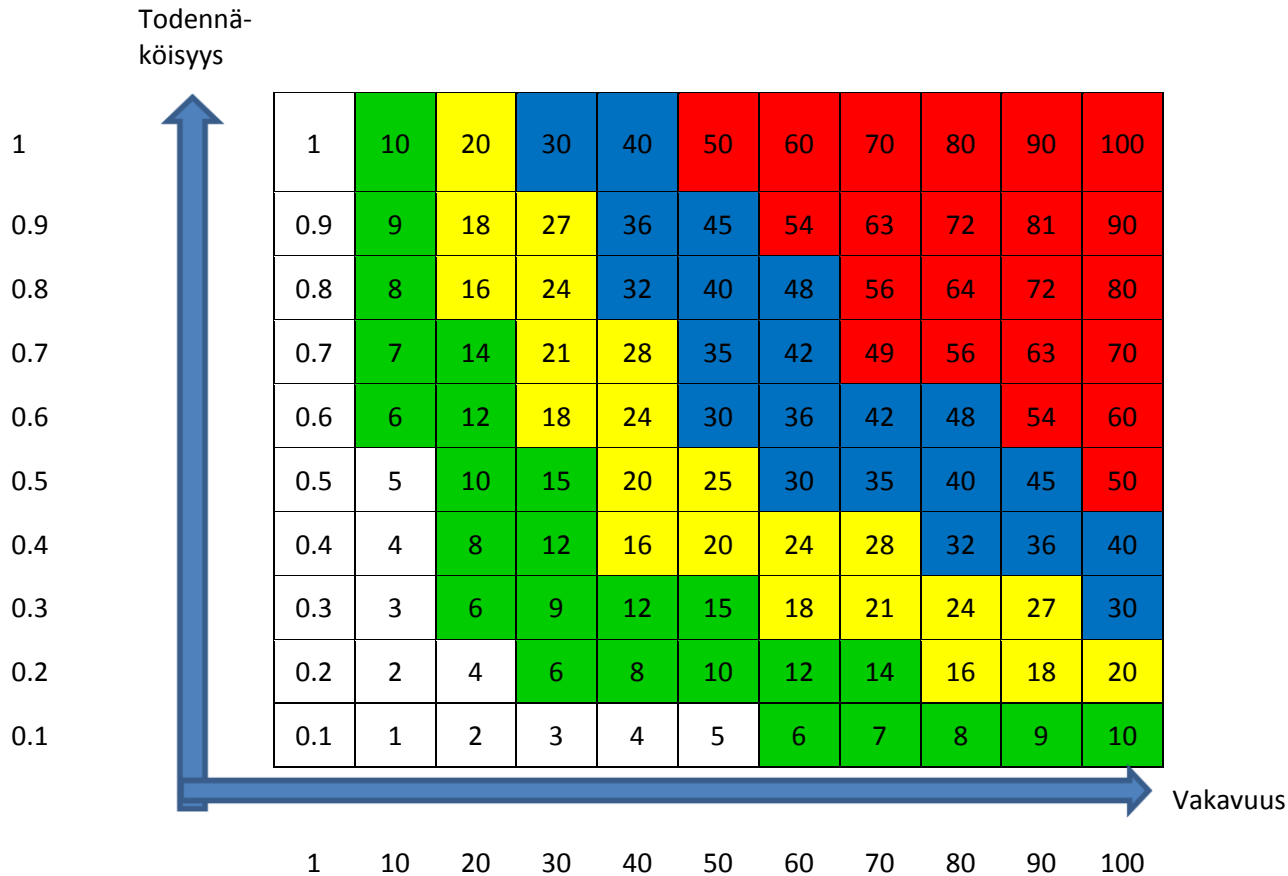
Toisessa vaiheessa edellä listatut riskitekijät arvioidaan seurausten vakavuuden kannalta. Tapaturman vakavuuteen vaikuttavia asioita ovat mm. koneen koko, liikkuko kone kokonaan vai vain joku sen osa sekä liikkuvien osien nopeus. Koneen koon vaikutus riskin suuruuteen lisääntyy jos koneen koko on sellainen, että käyttäjä voi pahimmillaan joutua koneen puristamaksi. Vastaavasti jos koko kone liikkuessaan törmää henkilöön on aiheutuva vaara pahempi kuin jos vain koneen pienestä liikkuvasta osasta aiheutuva törmäysvoima kohdistuu samaan kohteeseen. Kuitenkin nopeuden kasvaessa myös pienen osan aiheuttama kiineellinen energia voi kasvaa kuolettavaksi. Jotta tuloksia on helpompi verrata keskenään, arvioidaan seurausten vakavuus myös numeroarvoin. Kuviossa 2 tapaturman vakavuudet on arvioitu yhden ja sadan välille. (10, s. 46–48.)



Kuvio 2. Tapaturman vakavuus (10.)

4.2.3 Riski

Viimeisessä vaiheessa kerrotaan riskin todennäköisyys ja seurausten vakavuus ja lukuarvoja vertaamalla päätetään onko riski hyväksyttävä vai täytyykö turvallisuuden eteen tehdä toimenpiteitä. Edellisten taulukkojen mukaisesti pienin mahdollinen lukuarvo saadaan, kun riskin todennäköisyys on lähes mahdoton ja vaikka se tapahtuisi, ei siitä olisi seurauksia. Näin ollen pienin lukuarvo on 0.1 ja vastaavasti suurin arvo 100. Kun kaikille vaaratekijöille on saatu riskin lukuarvo, voidaan esimerkiksi taulukon 1 mukaisesta kuvasta katsoa riskin vakavuus. (10, s. 47.)



Taulukko 1. Riskin vakavuus (10.)

Taulukossa arvot on jaoteltu viiteen ryhmään numeroarvon perusteella. Valkoisella ja vihreällä pohjalla olevat arvot ovat sellaisia, että riski on vähäinen tai siedettävä eikä vaadi erikseen toimenpiteitä. Keltaisella pohjalla olevat arvot ovat kohtalaisia, sinisellä pohjalla merkittäviä ja punaisella olevat sietämättömiä riskejä. (10, s. 47.)

5 Muutostyön suunnittelu

Muutoksen kohteena oleva hydraulikkatoiminen puristin on tarkoitus muuttaa toimimaan puoliautomaattisesti. Usein kehittymisen kulku menee automaattisempaan suuntaan, joten muutostyö on siltä osin harvinainen.

5.1 Nykyinen toiminta

Ennen muutostyön toteuttamista on puristin toiminut täysin automatisoidusti. Toiminta on tapahtunut siten, että ensin aihio on siirretty hihnakuljettimella pu-

ristimen välittömään läheisyyteen. Tämän jälkeen paineilmatarttijat siirtyvät aihion yläpuolelle ja tarttuvat ohjelmoiduista kohdista kiinni ja siirtävät aihion puristusosan alapuolelle kiinnitetyn muotin päälle. Puristuksen jälkeen aihio poistetaan muotista toisten paineilmatarttujien avulla. Tämä liike kokonaisuudessaan toistuu kunnes kaikki aihiot on ajettu puristimen läpi.

Tuotteen vaihtuessa toiseen täytyy puristimen muotti vaihtaa ja lisäksi paineilmatarttijat täytyy ohjelmoida uudelleen, sillä käytännössä kaikki kuitupakkaukset ovat erimuotoisia ja näin ollen tarttumispinnat sijaitsevat eri kohdissa. Ohjelmointi ei tapahdu hetkessä, vaan sen suorittaminen voi viedä koko työpäivän. Kun nämä toimenpiteet on suoritettu, on puristimen toiminta varmaa ja tehokasta. Ohjelmoinnin viemä aika ei ole haitannut, kun eräkoot ovat olleet sellaisia, että samaa tuotetta on valmistettu jopa viikkoja. Nykyään tilausmäärät eivät ole olleet kuin joitain tuhansia kappaleita ja ne saadaan muovattua tilaukseen kelpaaviksi päivissä. Näin ollen on kannattavampaa välttää aikaa vievää ohjelmointia.

5.2 Suunniteltu toiminta

Muutostyön päätarkoituksena on viedä pois eniten aikaa vievä vaihe, ohjelmointi. Tämä onnistuu, kun puristin muutetaan toimimaan siten, että paineilmatarttijat korvataan työntekijällä. Lisäksi tarkoituksena on, että jos eräkoot tulevaisuudessa tulevat jälleen kasvamaan, on puristin vielä mahdollista muuttaa myös takaisin täysin automatisoiduksi.

Puristimen uusi työkierto tulee tapahtumaan siten, että työntekijä asettaa aihion muotin päälle, jonka jälkeen työkierto käynnistetään. Muotti on kiinni liikkuvassa levyssä, jota liikutetaan paineilmasylinterin avulla. Ensimmäisessä vaiheessa muotti siirtyy hydraulikkasyylinterin alle. Tämän jälkeen aihio puristetaan muotin mukaiseen muotoon. Viimeisessä vaiheessa levyssä kiinni oleva muotti palautuu alkuperäiseen asemaansa, josta työntekijän on helppo poistaa valmis tuote.

5.3 Aikataulu

Puristimen käyttöönotolla ei ole varsinaista kiirettä, joten muutostyön eri osaluille varataan riittävästi aikaa. Jottei muutostyöhön käytettävä aika kuiten-

kaan venyisi kohtuuttomaksi, määritellään sen osa-alueille realistiset kestoajat. Muutostyön aikataulu on kuvattuna taulukossa 2. Aikataulusta selviää työn aloitusajankohta, muutostyön osa-alueet, niiden kestot sekä työn päättymisen.

Muutostyön aikataulu	Vko 50.	Vko 51.	Vko 52.	Vko 1.	Vko 2.	Vko 3.	Vko 4.	Vko 5.	Vko 6.
Sähkö- ja pneumaattikka-kytkentöjen purkaminen	X								
Mekaanisten osien purkaminen	X	X							
Suunnitteleminen			X	X					
Rakentaminen					X	X			
Konstruktion kiinnittäminen						X			
Sähkö- ja pneumaattikka-kytkentöjen tekeminen						X	X		
Logiikan ohjelmointi								X	
Koekäyttö									X

Taulukko 2. Aikataulu

Työ alkaa nykyisen rakenteen purkamisella, johon on varattu kaksi viikkoa. Seuraaville viikoille osuu joulun ja vuoden vaihde, jolloin tehtaalla ei ole toimintaa. Näin ollen nämä viikot on varattu suunnittelulle. Alkuvuodesta työ jatkuu konstruktion rakentamisella ja uuden rakenteen kiinnittämisellä puristimeen. Aikataulun viimeiset viikot on varattu sähkö- ja pneumaattikkakytkentöjen tekemiselle, logiikan ohjelmoinnille ja muutostyön lopuksi tehtävälle koekäytölle.

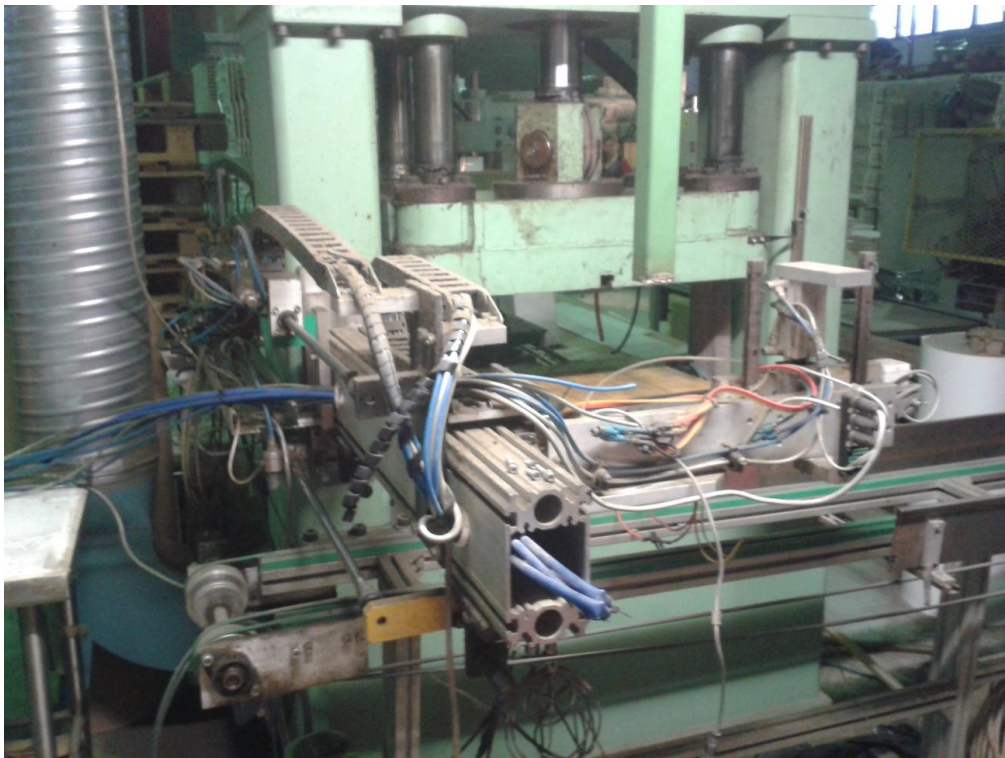
6 Muutostyön suorittaminen

Muutostyön kulku on tässä luvussa eritelty aikatauluun, purkamiseen, syöttöpöydän rakentamiseen ja sen asennukseen, logiikan ohjelmointiin, turvallisuuden ja lopulta puristimen käyttöönottoon. Puristimesta rakennetaan sellainen, että sitä voidaan käyttää ergonomisesti, turvallisesti sekä tehokkaasti.

6.1 Purkaminen

Muutostyö aloitettiin pohtimalla, kummalla puolella lopullinen työskentely tulee tapahtumaan. Tässä otettiin huomioon työskentelyn tilantarve, raaka-aineen saanti sujuvasti lähelle sekä se kummalle puolelle uuden syöttöpöydän rakentaminen onnistuu vähemmällä purkamisella. Viimeiselle kohdalle annettiin kohtuullisen suuri painoarvo, sillä tarkoituksena on, että muutostyö on helppo toteuttaa myös toiseen suuntaan. Puristin on tarkoitus palauttaa takaisin alkuperäiskuntoon, jos tilauskanta palautuu siihen, että samoja tuotteita halutaan jälleen suuria eriä.

Tehtyämme päätöksen siitä, kummalle puolelle uusi syöttöasema tehdään, alkoi nykyisen rakenteen purkaminen siltä osin, kun se oli välttämätöntä. Muutostyön alkutilanne selviää kuvasta 2. Ensimmäiseksi varmistimme turvallisen työskentelyn asentamalla turvalukon päävirtakatkaisijaan ja tukemalla hydraulikkasylinlerin yläasentoon. Tämän jälkeen otimme tarvittavat johdot irti, jotta nykyinen automaattisyöttäjä oli mahdollista purkaa. Myös syöttäjän liikettä ohjaava pneumatiikkasylinteri oli tarkoitus ottaa nykyisestä rakenteesta irti. Tämä sylinteri otetaan uusiokäyttöön uutta syöttöpöytää rakentaessa.



Kuva 2. Hydraulikkapuristimen käyttöpuoli

Hihnakuljetinta, jonka tarkoitus on ollut tuoda puristimelle uusi aihio, ei tarvinnut purkaa. Kuljettimessa oli riittävästi säätövaraa, jotta sitä sai laskettua riittävästi uuden syöttöpöydän tieltä. Lopuksi irrotimme vielä puristimen toiselta puolelta uudessa konstruktiossa hyödyttömiksi käyvät lineaarijohteet ja niissä kiinni olevat lineaarilaakereiden varassa olevat kelkat, joita pneumatiikkasynterinin ohella tullaan käyttämään uudessa rakenteessa. Kuva 3 on otettu, kun purkutyö on edennyt pisteeseen, jossa rakentaminen voitiin aloittaa.



Kuva 3. Hydraulikkapuristimen runko

6.2 Syöttöpöydän rakentaminen

Uuden syöttöpöydän rakentamisessa päädyimme rakenteeseen, jossa puristimen puristusosan kokoinen levy kulkee lineaarijohteiden varassa puristimen ja käyttäjän väliä. Liike toteutetaan yhdellä pneumaattisesti toimivalla sylinterillä. Tarkoituksena on näin ollen rakentaa konstruktio, johon kuuluu levy, joka kiinnitetään puristimeen, pneumatiikkasynterini, johteet sekä liikkuva levy. Muutostyöstä on tarkoitus selvittää mahdollisimman pienellä budjetilla, joten mahdollisuuksien mukaan valmistetaan tarvittavat osat jo olemassa olevia osia muok-

kaamalla sekä käytetään valmiina olevia komponentteja. Valmistettujen osien valmistuskuvat ovat työn lopussa liitteenä.

Rakentaminen aloitettiin levystä, joka tulee kiinni puristimeen. Puristimen pöydässä on jyrkittä urat T-uramuttereille, joten valmistettavaan levyyn porattiin reiät neljälle pultille kiinnityksen mahdollistamiseksi. Lisäksi levyyn oli tarkoituksena kiinnittää lineaarijohteet. Johteiden kiinnitys tapahtui ensin poraamalla reiät, jonka jälkeen syntyneisiin läpäreikiin tehtiin kierteet.

Tässä vaiheessa täytyi pohtia, miten liikkuvan levyn konstruktio saadaan mahdollisimman toimivaksi. Ongelmana oli miten puristimesta aiheutuva voima saadaan kohdistumaan lineaarilaakereiden sijaan jo valmistettuun levyyn. Ratkaisimme ongelman valmistamalla vanhoista alumiinimuoteista neljä vastinosaa, jotka kiinnitettiin isompaan levyyn. Vastinosien tarkoitus on ottaa vastaan hydraulikkasynterin aiheuttama puristusvoima kuormittamatta lineaarilaakereita. Muotit, joita käytetään vastinosina, eivät olleet suoraan valmiina kiinnitettäviksi, vaan niitä täytyi hieman muokata. Ensimmäiset muotteja täytyi leikata sopivamman kokoisiksi, jotta saatiin mahdollisimman paljon pintaa, joka ottaa puristusvoiman vastaan. Muotit olivat myös liian korkeita, jotta levy olisi pystynyt liikkumaan niiden yli. Näin ollen kaikki muotit täytyi jyrkittää halutun korkuiseksi. Lopuksi muotteihin tehtiin reiät kiinnittämistä varten. Myös isoon levyyn kierteitettiin reiät talloja varten.

Lisäksi päätimme kiinnittää johteilla liikkuvan kelkan ja pienemmän levyn väliin kumityyny, jotka joustavat muutamia millijä. Näin pienempi levy palautuu puristuksen jälkeen halutulle korkeudelle ja liikkuu tallojen yli sujuvasti. Jotta kumityyny saatiin kiinnitettyä kelkkaan, täytyi väliin valmistaa alumiininen kappale, johon porattiin neljä reikää kelkkaan kiinnittämistä varten ja yksi kierteitetty reikä kumityynyä varten.

Viimeiseksi valmistettiin johteiden varassa liikkuva levy. Tähän levyyn on vastaisuudessa tarkoitus kiinnittää erimallisia muotteja, joiden avulla aiheet puristetaan halutun muotoisiksi. Muottien koko ja määrä vaihtelevat, joten kiinnitysmahdollisuuksia täytyy olla reilusti. Muotit kiinnitetään pulteilla, joiden kierre on M10. Kokemusten myötä päädyimme poraamaan ja kierteittämään yhteensä 32

reikää eripuolille levyä mahdollistamaan kaikkien muottien kiinnittämisen. Lisäksi levyyn tehtiin kierteitetyt reiät, joihin kumityynyt kiinnitettiin. Kun saimme myös tämän levyn valmiiksi, varmistimme sen liikkuvuuden kiinnittämällä jo valmiiksi saadut osat keskenään. Kuvassa 4 on esitettynä rakenteilla oleva syöttöpöytä.



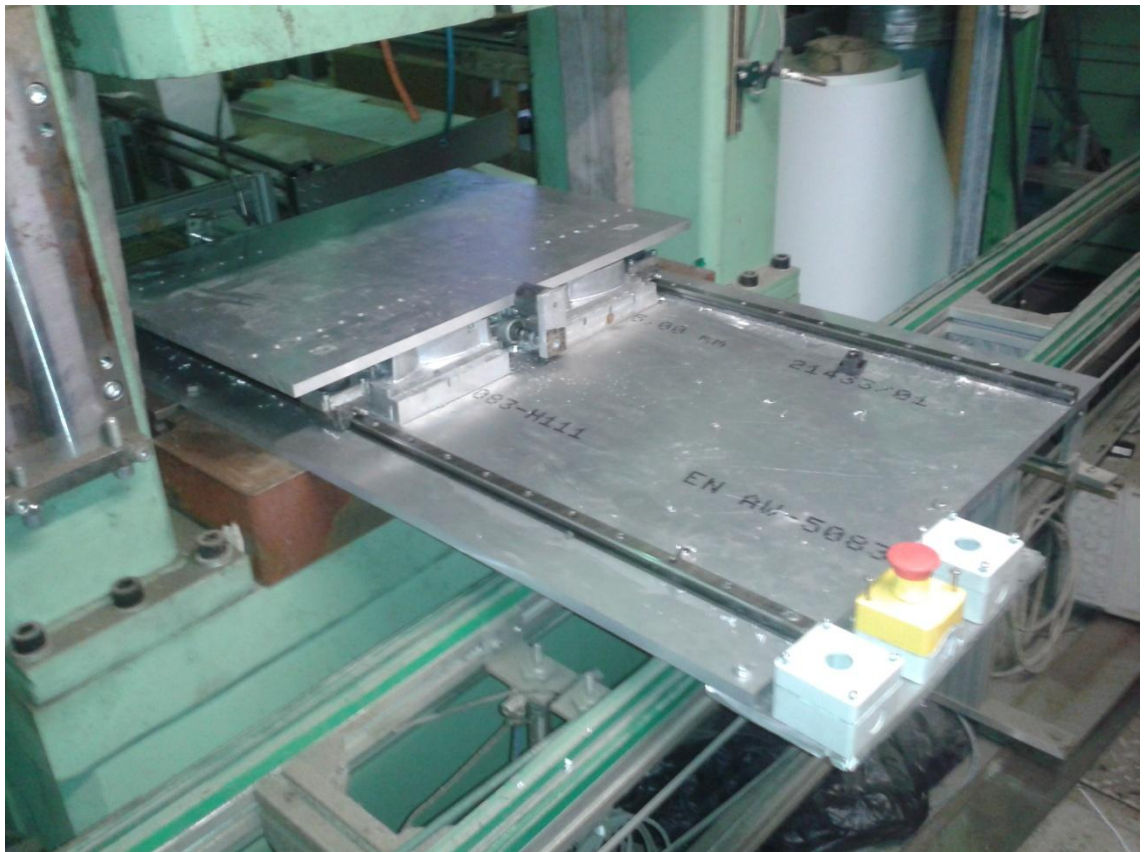
Kuva 4. Rakenteilla oleva syöttöpöytä

Tässä vaiheessa konstruktion kuuluvat osat olivat valmiina, mutta ennen lopukokoonpanoa täytyi vielä pohtia pneumatiikkasynterin kiinnittäminen. Synterin kiinnitys oli tehtävä molempiin päihin. Synterin iskunpituus oli niin pitkä, että sen pään kiinnitys täytyi toteuttaa ison levyn ulkopuolelle. Näin ollen helppoin kiinnitystapa oli toteuttaa se kiinnittämällä kierretangot talloihin ja kiinnittämällä synteri kierretankoihin. Jotta levyn liike saatiin aikaiseksi, täytyi synterin mäntä kiinnittää siihen. Päädyimme valmistamaan kiinnikkeen pienestä alumiinikappaleesta. Lisäksi lisäsimme levyn ja pienen kappaleen väliin vielä yhden kumityynyn, jottei mäntä vahingoittuisi, kun puristusvoimat työntävät levyä alas-päin.

6.3 Syöttöpöydän asennus puristimen runkoon

Osien valmistuttua oli vuorossa konstruktion siirtäminen työasemalle. Syöttöpöytä asennettiin paikalleen kiinnittämällä ensin isompi levy johteineen neljän T-mutterin avulla puristimen tasoon. Seuraavaksi levyn päälle kiinnitettiin vastinosat ja pneumaattikasylinteri asennettiin paikalleen. Lopuksi pienempi pöytä, johon oli kiinnitetty johteilla kulkevat kelkat kumityynyineen, työnnettiin paikalleen ja kiinnitettiin sylinterin mäntään.

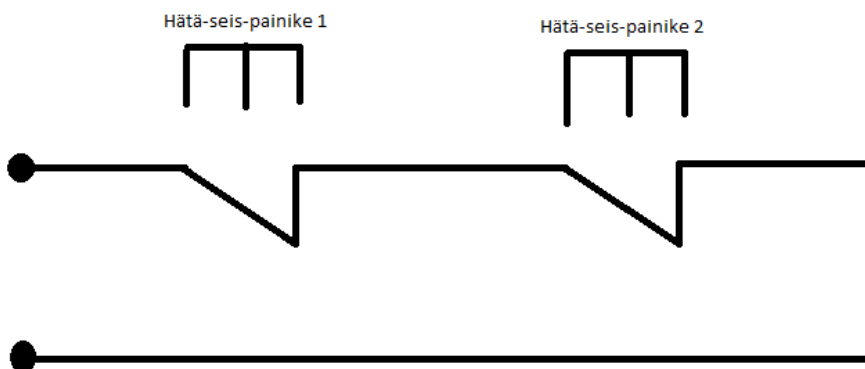
Syöttöpöydän asennuksen jälkeen pohdimme sopivat paikat hätä-seis- ja käynnistys-painikkeille. Painikkeiden sijainti on tärkeä tekijä käyttömukavuuden ja turvallisuuden kannalta. Jos painikkeet sijoitetaan huonosti, voidaan konetta muokata epäturvallisemmaksi käyttömukavuuden kustannuksella. Valmistimme alumiinista uuden levyn, jonka kiinnitimme isoon levyyn työaseman välittömään läheisyyteen. Tähän levyyn porattiin reiät kahdelle käynnistys- ja yhdelle hätä-seis-painikkeelle, jonka jälkeen painikkeet kiinnitettiin paikalleen. Kuvassa 5 on esitettynä syöttöpöytä asennettuna puristimen runkoon.



Kuva 5. Syöttöpöytä asennettuna

Kun varsinaiset syöttöpöydän osat olivat paikallaan painikkeita myöten, oli vuorossa sähkö- ja pneumatiikkaosien kytkennät. Pneumatiikkakytkentöjä ei tarvinnut tehdä kuin paineilmalla toimivaan sylinteriin. Kyseessä on kaksitoiminen sylinteri, joten sylinterin molempiin päihin liitettiin paineilmaletku. Paineilmaletkujen toiset päät kiinnitettiin venttiiliin, jonka liikettä ohjaamalla saadaan sylinterin mäntä liikkumaan halutulla tavalla. Sähkökytkentöjä konstruktion piti tehdä enemmän. Pneumatiikkasynterinin iskun säätämiseksi asennettiin kaksi optista anturia, joista toinen antaa signaalin männän saavuttaessa ääriasennon. Myös hydraulikkasynterinin liikettä täytyy seurata, joten sen liikkeen seuraamiseksi kiinnitimme puristimen runkoon induktiiviset anturit, jotka antavat signaalia, kun ne havaitsevat metallin. Viimeisenä rakensimme hätä-seis- ja työkierronkäynnistys -piirit.

Hätä-seis-painike rakentuu kotelosta, jonka sisällä on normaalisti suljettu kytkin sekä itse painikkeesta. Työkierron ollessa päällä virta kulkee kytkimen läpi. Kun painiketta painetaan, jää se pohjaan katkaisten virran kulun. Rakensimme hätä-seis-piirin hyödyntäen toista puristimesta löytyvää hätä-seis-painiketta. Kuvassa 6 näkyy piirin lopullinen kytkentäkaavio.

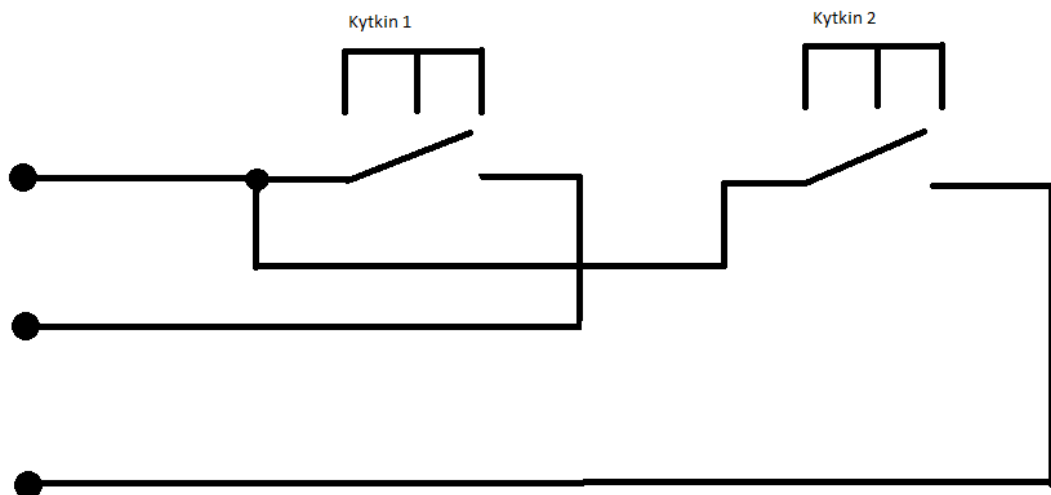


Kuva 6. Hätä-seis-piirin kytkentäkaavio

Kytkenässä on kaksi hätä-seis-painiketta kytkettynä sarjaan. Näin ollen työkierron pysäyttämiseksi riittää, kun toista painikkeista painetaan.

Toisessa muodostetuista sähköpiireistä on kaksi käynnistyspainiketta. Tarkoituksena on, että työkierto käynnistyy, kun molemmat painikkeet ovat yhtäaikai-

sesti painettuna. Tämän piirin kytkentäkaavio on Kuvassa 7.



Kuva 7. Kaksinkäsilaukaisupiirin kytkentäkaavio

Tämän kytkentäkaavion mukaisesti molemmilta kytkimiltä lähtee oma signaali logiikalle, mikä tekee molempien kytkimien yhtäaikaisesta painamisesta välttämätöntä sähkön kierron kannalta.

6.4 Turvallisuus

Puristimen muokkaus pyrittiin tekemään siten, että konetta on turvallista käyttää myös muutostyön jälkeen, ilman pelkoa onnettomuudesta. Puristimessa ei alkuperäiskunnossa ollut varsinaisia turvalaitteita, sillä täysautomaattisuuden vuoksi ei sen välittömässä läheisyydessä ole ollut tarvetta työskennellä. Nyt kun työskentelyasema siirtyy hydraulikkatoimisen sylinterin lähelle, täytyy onnettomuuksien välttämiseksi pohtia myös turvalaitteita. Mahdollisten turvalaitteiden tarvetta pohdimme käyttämällä apunamme neljännessä luvussa käsiteltyä riskien arviointitekniikkaa. Menetelmän mukaisesti listasimme mahdolliset vaarateki-jät ja pohdimme tapahtumien todennäköisyyttä sekä niiden mahdollisesti aiheut-tamia vammoja. Lopputulokset on luettavissa taulukosta 3.

Vaaratekijä		Riski alkujaan		
		Seuraukset	Todennäköisyys	Riski
1	Ruumiinosan joutuminen puristimen väliin	70	0,4	28
2	Pöydän edestakaisen liikkeen aiheuttama isku	10	0,7	7
3	Hydrauliikkaneeste vuoto	20	0,3	6
4	Syöttöpöydän irtoaminen puristimesta	30	0,1	3
5	Huono työskentelyasento	20	0,4	8
6	Muottien putoaminen	20	0,2	4

Taulukko 3. Riskin arviointi

Taulukosta näkyy, että suurin vaara käyttäjälle aiheutuu ruumiinosan joutumisesta puristimen väliin. Muiden vaaratekijöiden aiheuttama riski on hyväksyttävissä rajoissa. Jotta kohdan yksi riskiä saataisiin pienemmäksi, päätimme parantaa hydrauliikkapuristimen turvalaitteita lisäämällä käyttöpuolelle turvaloverhon estämään ruumiinosien joutumista koneen väliin. Taustapuolelle kiinnitetään kiinteä metalliverkko ja varmuuden vuoksi päätimme myös, että työkierron käyntiin laittamiseksi olisi hyvä suosia kaksinkäsihallintalaitetta.

Työtapaturman vaara on mahdollinen, jos puristimella työskentelevä työntekijä havaitsee, että muotin ja puristinosa välillä on jotain muutakin kuin aihio. Tässä tilanteessa käyttäjä voi reagoida siten, että yrittää nopeasti poistaa ylimääräisen kappaleen. Tämän onnettomuuden ehkäisemiseksi puristimen työskentelypuolelle asennettiin turvaloverho. Valoverho asennettiin kiinni puristimen alkuperäiseen runkoon ja sen tehtävänä on keskeyttää työkierto heti jos optinen säde kahden kennon välillä katkeaa. Näin sormia ei pääse vahingossakaan laittamaan puristimen väliin.

Turvavaloverhoja käytetään useaan tarkoitukseen. Tiheimmissä valoverhoissa optisia säteitä on 14 mm välein ja seuraavien resoluutiot, eli optisten säteiden välimatkat, ovat 30 mm ja 40 mm. Myös isomman resoluution omaavia valoverhoja valmistetaan erilaisia käyttötarkoituksia varten. Käyttötarkoituksia ovat mm. sormi-, käsi- ja henkilönsuojaus sekä kulunvalvonta. Eri toimintoihin käytettävillä valoverhoilla ei ole muuta eroa kuin resoluutio, eli kuinka tiheästi optisia säteitä kulkee. Pääsääntöisesti valoverhot eivät sovellu työkohteisiin, joissa verhon edestä voi lentää lastuja tai muita kiinteitä kappaleita. Erityisesti sahoilla käytettävät valoverhot on kuitenkin valmistettu siten, että optiset säteet kulkevat pareittain, jonka ansiosta virta katkeaa vasta, kun molemmat säteet katkeavat. (12.)

Valitsimme puristimeen turvavaloverhon, jonka resoluutio on 40 mm, joka riittää laitteille, joiden turvaluokka on 2 ja joka on selvästi pienemmän resoluution omaavaa halvempi. 40 mm turvavaloverho toimii hyvin käsisuojauksena. Kuitenkin säteiden väli on tarpeeksi iso sille, että sormen voi onnistua työntämään säteiden välistä. Näin ollen täytyy valoverho sijoittaa siten, että etäisyys vaaralliseen laitteeseen on riittävä.

Myöskään puristimen taustapuolella ei ollut minkäänlaisia turvalaitteita. Taustapuolelta ei ole tarkoitus työskennellä, mutta koska taustalla on kuitenkin avoin tila, päätimme suojata tämänkin puolen työtaturmien välttämiseksi. Taustapuolelta ei tarvitse päästä puristimeen käsiksi, joten asensimme taustapuolen suojaavan teräsverkon.

Jotta saisimme työntekijän kädet varmasti suojattua, asensimme vielä työkierron käyntiin laittamiseen kaksinkäsihallintalaitteen. Tämä tarkoittaa sitä, että ohjelmoidun logiikan käyntiin saamiseksi täytyy molempia käynnistyspainikkeita painaa yhtäaikaisesti. Näin kädet ovat takuulla turvallisessa paikassa työkierron aikana.

6.5 Logiikan ohjelmointi

Muutostyön tultua siihen pisteeseen, että rakenne oli lähes täysin valmis, täytyi puristimen uutta liikettä alkaa kehittää. Hydrauliiikkapuristimen liikkeitä on aikaansaatu Mitsubishin logiikalla. Logiikan laatimista varten paikalle saatiin au-

tomaatioasentaja, joka oli laatinut myös puristimen aiemmin käyttämän logiikan. Logiikan kannalta tärkeimmät komponentit ovat sekä sylinterit että niihin liitettävät raja-anturit, joilla sekä hydraulikka- että pneumaattikasylinlerin liikettä pystytään tarkkailemaan.

Uutta työkiertoa laadittaessa jo olemassa olevaa ohjelmaa voitiin hyödyntää. Ensin vanhasta ohjelmasta poistettiin nykyisessä konstruktiossa hyödyttömäksi jäävät rivit, joilla ohjattiin mm. pneumaattisten tarttujien liikettä. Kun ylimääräiset liikkeet saatiin pois, päästiin kokeilemaan konstruktion yksittäisten komponenttien liikkeitä manuaalisesti. Kun hydraulikkasylinlerin ja pneumaattisen sylinterin toiminta saatiin varmistettua, päästiin viimeiseen vaiheeseen, jossa liikkeet yhdistettiin.

Uuden ohjelman luominen ei kestänyt kuin reilun päivän, koska vanhaa ohjelmaa voitiin käyttää paljon apuna. Hydraulikkapuristimen lopullinen työkierto saatiin toimimaan tavoitteen mukaisesti. Ensin molempia käynnistyspainikkeita täytyy painaa samanaikaisesti puolen sekunnin ajan. Tämän jälkeen pneumaattikasylinteri siirtää muotin ja aihion puristimen alle samalla kun hydraulikkasylinlerin mäntä painuu alaspäin. Kun optinen anturi saa signaalin, että puristin on ala-asennossa, tapahtuvat liikkeet vastakkaiseen suuntaan, jonka jälkeen työkierto on mahdollista käynnistää uudelleen.

6.6 Käyttöönotto

Ennen käyttöönottoa suoritettiin koeajo mahdollisten vikojen ja epäkohtien havaitsemiseksi. Koekäytön aikaan turvavaloverho ei ollut vielä saapunut, mutta muuten konstruktio oli lopullinen. Koeajoa varten puristimeen kiinnitettiin muotit, jotka näkyvät kuvassa 8. Suorittamalla koeajon muottien kanssa saimme selville myös muotin aiheuttaman painon vaikutuksen rakenteeseen.



Kuva 8. Koekäytön valmistelu

Työkierto laitettiin päälle painamalla käynnistuspainikkeet alas. Kierrossa ilmeni, etteivät sylinterit toimineet halutulla tavalla. Tämä kuitenkin saatiin korjattua säätämällä paineilmasylinterin rajoja. Muuten logiikka toimi kohtalaisen hyvin. Pientä häiriötä aiheutui myös hätä-seis-painikkeista. Toinen epäkohdista oli, että kun hätä-seis-painiketta painettiin työkierron aikana, täytyi pneumatiikkasyylinterin liitos avata, jotta sylinterin sai takaisin työkierron alkuun. Ennen työkierron uudelleen käynnistämistä oli painettava hätä-seis-painike myös logiikkayksiköstä, joka näkyy kuvassa 9.



Kuva 9. Logikkayksikkö

Kun edellä mainitut häiriöt saatiin hallintaan, pystyttiin puristinta kokeilemaan osana tuotantoa. Työasemaan perehdyttämisen ja muutaman puristuksen jälkeen mittasimme työhön kuluvaan aikaan. Työkierron kesto oli alle 12 sekuntia, eikä kokonaisaika aihion muottiin asettamisen ja poistamisen välillä kestänyt paljon yli 20:tä sekuntia. Ennen muutostyötä puristimella tuotettiin noin neljä kappaletta minuutissa. Verrattuna puristimen aikaisempaan kapasiteettiin ei eroa tullut paljon.

6.7 Muutostyön päätös

Muutostyö saatiin lopulta päätökseen viikolla 10. Muutostyössä pysyttiin aikataulussa aina koekäyttöön asti, mutta turvavaloverhojen toimituksen viivästymisen seurauksena saimme puristimen muutostyön valmiiksi aikataulusta jäljessä. Muuten työ sujui halutulla tavalla ja valmis tuote täytti ennakkoon asetetut kriteerit. Muokatun puristimen tehokkuus on suunnilleen sama kuin kahden muun tehtaassa olevan manuaalisen-puristimen, joten viikosta 11 lähtien tuotannon käytössä on kahden puristimen sijasta kolme. Myös budjetin pitäminen pieneänä onnistui, sillä oikeastaan ainoat ostettavat tarvikkeet olivat muttereiden ja pultti-

en ohella turvalaitteet ja alumiinilevyt, joista syöttöpöytä rakentui. Muut osat saatiin purkamalla alkuperäistä rakennetta. Muokattu puristin turvalaitteineen näkyy kuvassa 10.

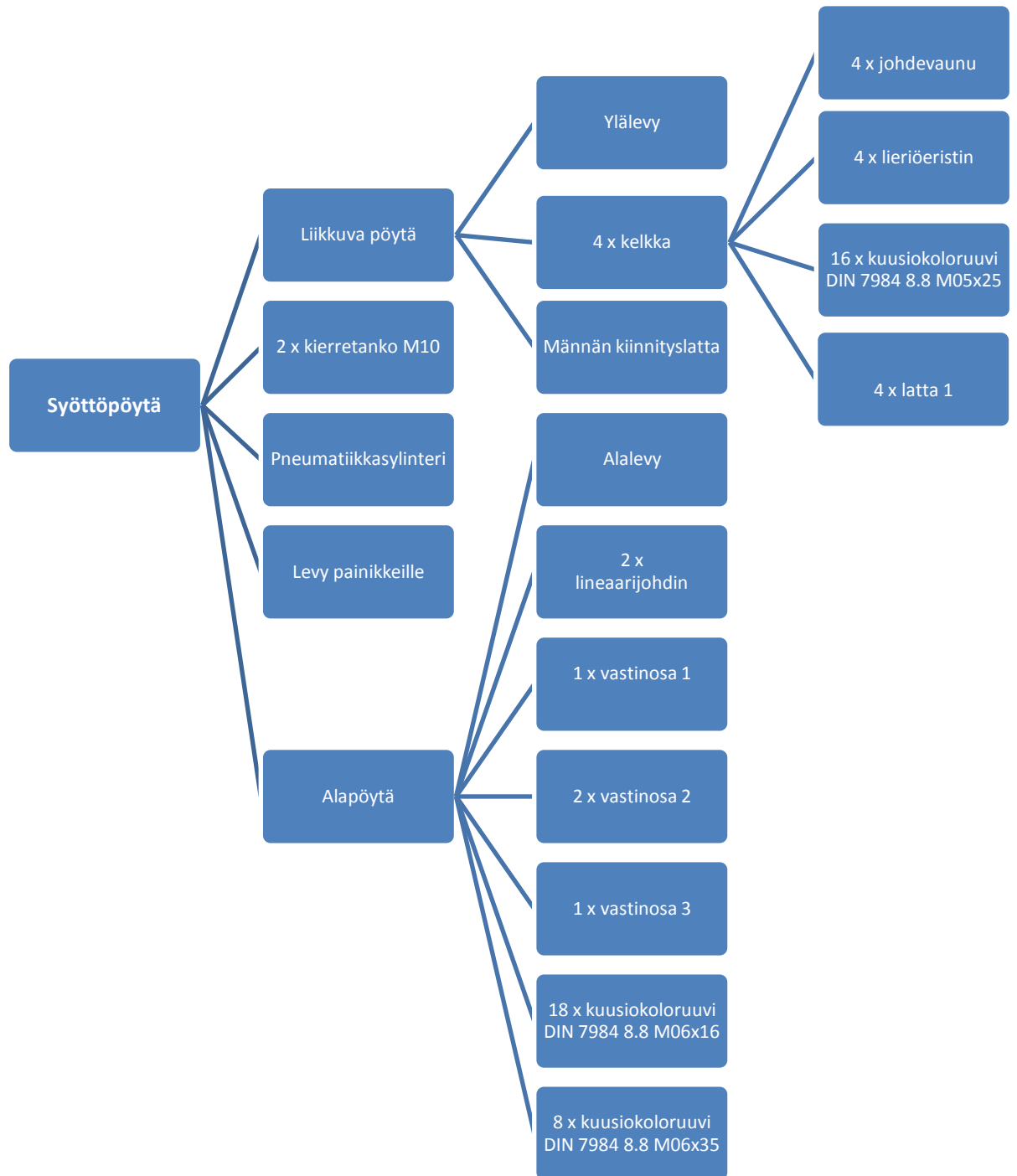


Kuva 10. Hydraulikkapuristin käyttövalmiina

7 Tuoterakenne

Muutostyö poikkesi monin tavoin varsinaisesta projektista, sillä etukäteen tehdyt suunnitelmat eivät olleet mitenkään tarkkoja, vaan työn edistyessä myös suunnitelmat tarkentuivat. Koska kyseinen muutostyö toteutettiin käytännönläheisesti kokeilemalla, ei lopullista tuoterakennetta eikä valmistuskuvia voitu tehdä etukäteen. Työn tultua päätökseen tehtiin valmistetuista osista valmistuskuvat ja laadittiin tuoterakenne, jotta myös muiden automaattisten puristimien muuttaminen puoliautomaattisiksi onnistuisi vaivattomasti. Lopullinen tuoterakenne selviää kuviossa 3. Kuviossa vasemmalla on valmis tuote, joka rakentuu pääosin kahdesta kokoonpanosta, joista toinen on vastaavasti koottu yhden alikokoonpanon

pohjalta. Lisäksi tuoterakenteesta selviää tarvittavien komponenttien määrät sekä valmiina ostettavien osien tiedot.



Kuvio 3. Tuoterakenne

8 Yhteenveto ja pohdinta

Opinnäytetyö koostui sekä teoriasta että käytännöstä. Teoriaosuudessa käsiteltiin hydrauliiikan periaatteita sekä siinä käytettäviä komponentteja. Toinen teorialuku käsitteli koneturvallisuutta yleisesti. Teoriaosuus toteutettiin tutkimalla alan kirjallisuutta sekä Internet-lähteitä. Opinnäytetyön päätavoitteena oli toteuttaa sekä dokumentoida hydrauliiikapuristimen muutostyö, joka on raportoitu käytännön osuudessa.

Muutostyön tarkoituksena oli muokata automaattisesti toimivaa puristinta siten, että sitä voidaan käyttää käsikäyttöisenä. Tämän muokkauksen tarkoituksena oli poistaa automaattisen ohjauksen laatimisen viemä aika ja näin ollen lisätä käytön tehokkuutta. Työn fyysisen suorittamisen lisäksi tehtävänä oli dokumentoida muutokset sekä piirtää valmistuskuvat, jotta tarpeen vaatiessa myös muille vastaavanlaisille puristimille voitaisiin tehdä samat muutokset. Muutostyö toteutettiin mahdollisimman pienellä budjetilla. Tähän pyrittiin kierrättämällä osia, jotka vapautuivat käyttöön muutostyön purkuvaiheessa.

Muutostyö oli aikataulun mukaisesti tarkoitus suorittaa yhdeksän viikon aikana. Aikataulussa pysyttiinkin hyvin aina koekäyttöön asti, mutta johtuen turvavaloverhojen toimitusajoista venyi päättymispäivä siten, että työn lopullinen kesto lähestyi 15:tä viikkoa. Viivästyksestä huolimatta muutostyön toteutus onnistui hyvin ilman suurempia ongelmia.

Muutostyötä toteuttaessa kävi selväksi, että kierrätettyjen osien käyttäminen ei aina ole kaikkein selkein ratkaisu. Etenkin vanhojen muottien käyttäminen puristuksen vastinosana aiheutti reilusti työtä. Työtä teetti erityisesti muottien jyrsiminen haluttuun korkeuteen.

Opinnäytetyön tekeminen oli kokonaisuudessaan hyvin opettavainen kokemus, jonka aikana opittua teoriaa pääsi soveltamaan käytännön työhön. Erityisesti käytännön sovellukset automaation, pneumatiikan ja hydrauliiikan parissa tulivat opinnäytetyötä tehdessä tutummiksi.

Kuvat

- Kuva 1. Kuitupakkaus, s. 6
- Kuva 2. Hydrauliiikkapuristimen käyttöpuoli, s. 18
- Kuva 3. Hydrauliikkapuristimen runko, s. 19
- Kuva 4. Rakenteilla oleva syöttöpöytä, s. 21
- Kuva 5. Syöttöpöytä asennettuna, s. 22
- Kuva 6. Häätä-seis-piirin kytkentäkaavio, s. 23
- Kuva 7. Kaksinkäsilaukaisupiirin kytkentäkaavio, s. 24
- Kuva 8. Koekäytön valmistelu, s. 28
- Kuva 9. Logiikkayksikkö, s. 29
- Kuva 10. Hydrauliikkapuristin käyttövalmiina, s. 30

Kuviot

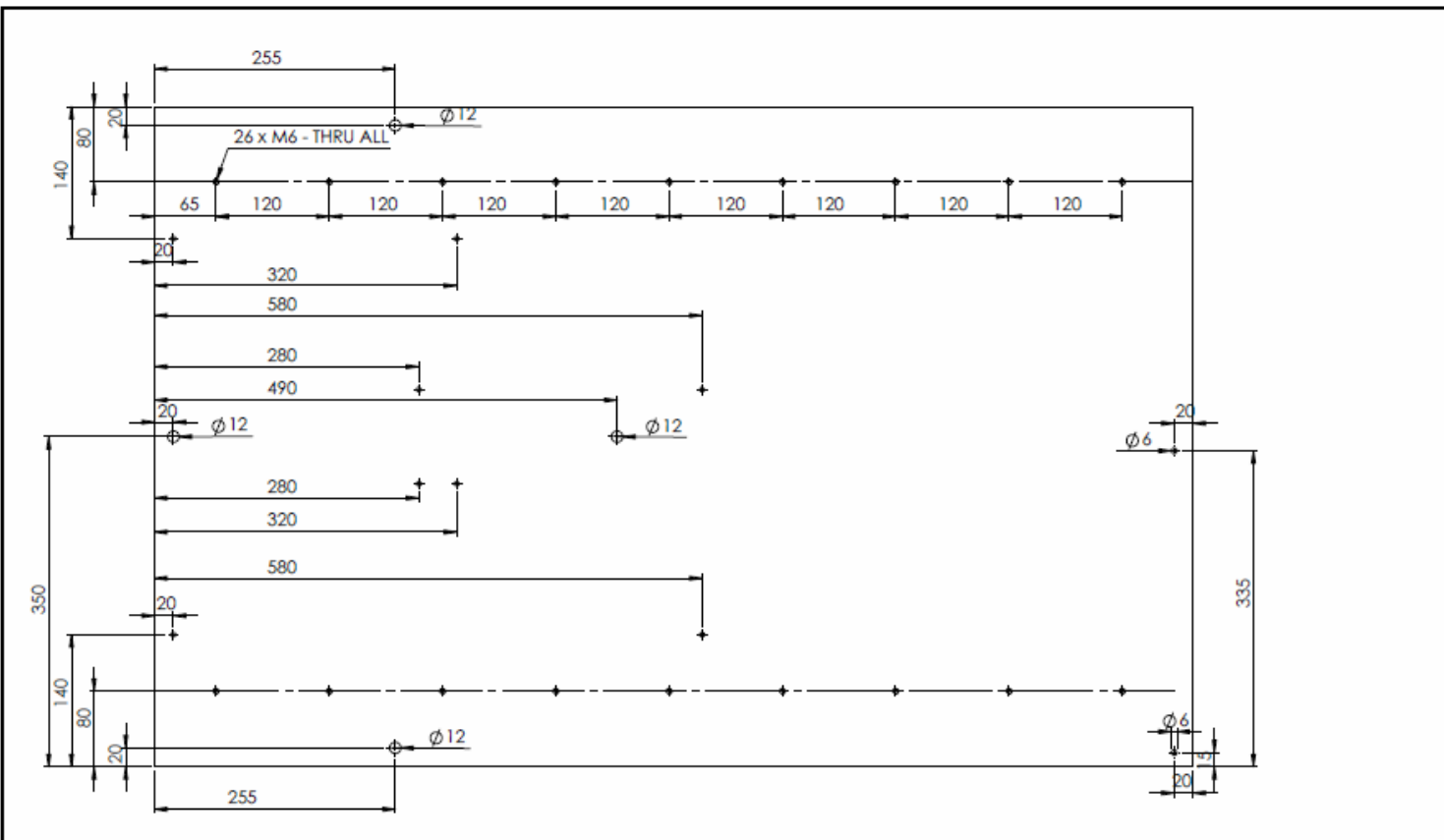
- Kuvio 1. Vaaratilanteen tapahtumisen todennäköisyys, s. 13
- Kuvio 2. Tapaturman vakavuus, s. 14
- Kuvio 3. Tuoterakenne, s. 31

Taulukot

- Taulukko 1. Riskin vakavuus, s. 15
- Taulukko 2. Aikataulu, s. 17
- Taulukko 3. Riskin arviointi, s. 25

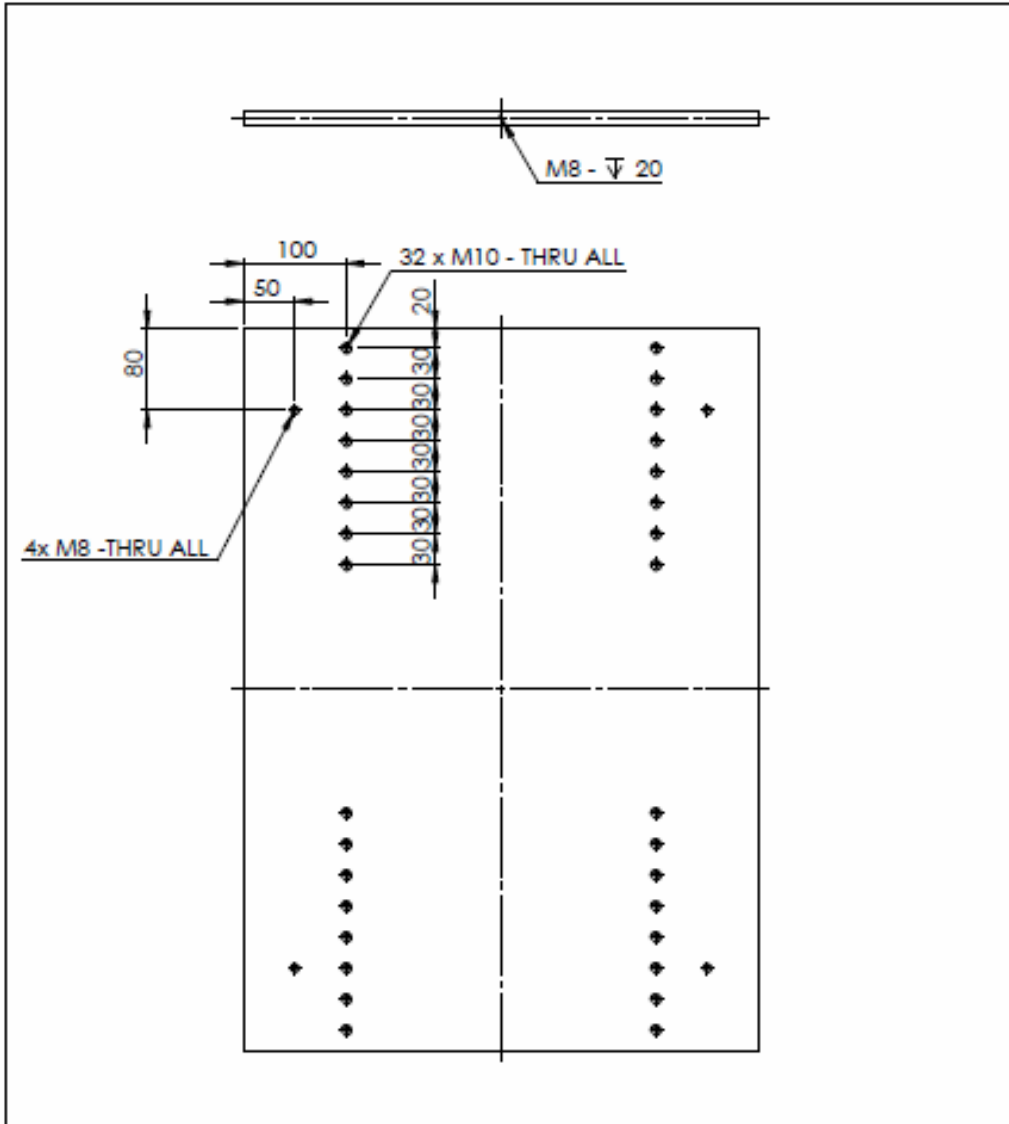
Lähteet

1. Ecopulp. Ecopulp yrityksenä.
<http://www.ecopulp.fi/fi/submenu/yritys/> Luettu 3.1.2015
2. Hydrauliikkapuristimet. Hydrauliikkapuristimien historia.
<http://thewerkscandc.com/history-hydraulic-press/> Luettu 16.2.2015
3. Hydrauliiikka. Hydrauliikkapuristimien toiminta.
<http://science.howstuffworks.com/transport/engines-equipment/hydraulic1.htm>
Luettu 18.2.2015
4. Korhonen, E. 1991. Hydrauliiikan komponenttien oppi- ja käsikirja. Jyväskylä: Teknolit.
5. Keinänen, T. 1997. Hydrauliiikka ja pneumatiikka. Porvoo: WSOY.
6. Hydrauliikkapuristimet. Erilaiset puristinmallit.
http://www.hydraulicmania.com/hydraulic_press.htm Luettu 17.1.2015
7. Hydrauliiikka. Puristimien hyvät puolet.
<http://www.beckwoodpress.com/company/benefits/> Luettu 22.1.2015
8. Tyypit. Hydrauliikkapuristimet.
http://www.ehow.com/list_6910968_types-hydraulic-presses.html Luettu 17.1.2015
9. Direktiivit. Koneen määritelmä.
<http://www.hse.gov.uk/work-equipment-machinery/machinery-directive-definition.htm> Luettu 18.2.2015
10. Siirilä, T. 2007. Koneturvallisuuden perusteet. Keuruu: Otava.
11. Työturvalaki. Työturvalain sovellutukset.
http://www.tyoturva.fi/files/1196/Tyoturvalaki_suomi.pdf Luettu 23.2.2015
12. Lehto, J. 2015. Aluemyynti Etelä- ja Itä-Suomi. Sähköyritys. Kouvola. Haastattelu 20.1.2015.



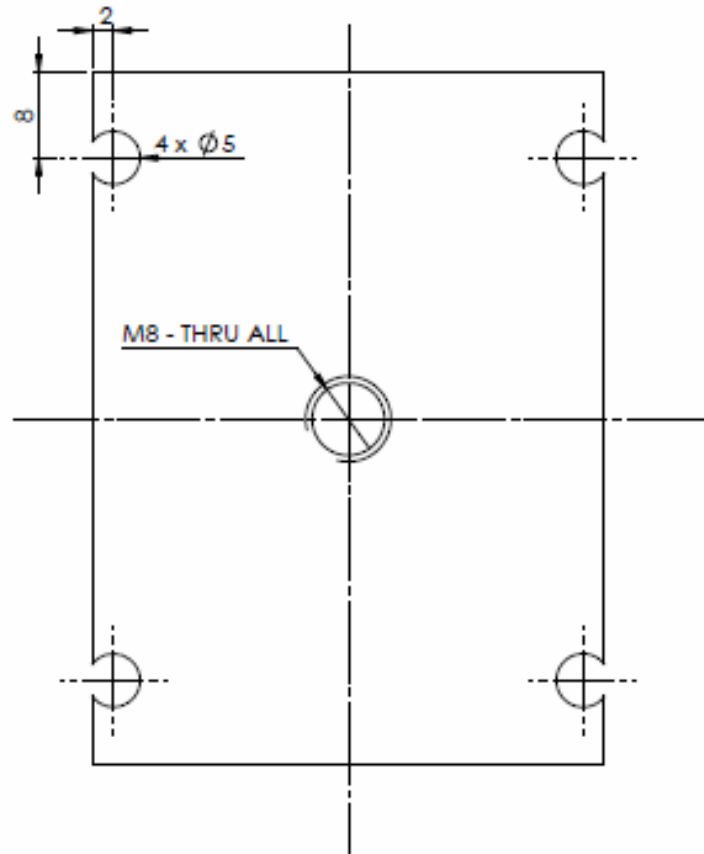
SolidWorks Student License
Academic Use Only

Description		1100 x 700 x 15		FILED OTHERWISE SPECIFIED DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH TOLERANCES: ISO 2789-A CHAMF: ANGULAR:		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
DRAWN	MOZELLO/MPH/AS	SIGNATURE		DATE	26.1.2010	TITLE							
CHKD						Alalevy							
APPRV						MATERIAL							
ENG						Alumini EN AW-6082							
ELA						DWG NO.							
						1							
								SCALE: 1:1				SHEET 1 OF 1	



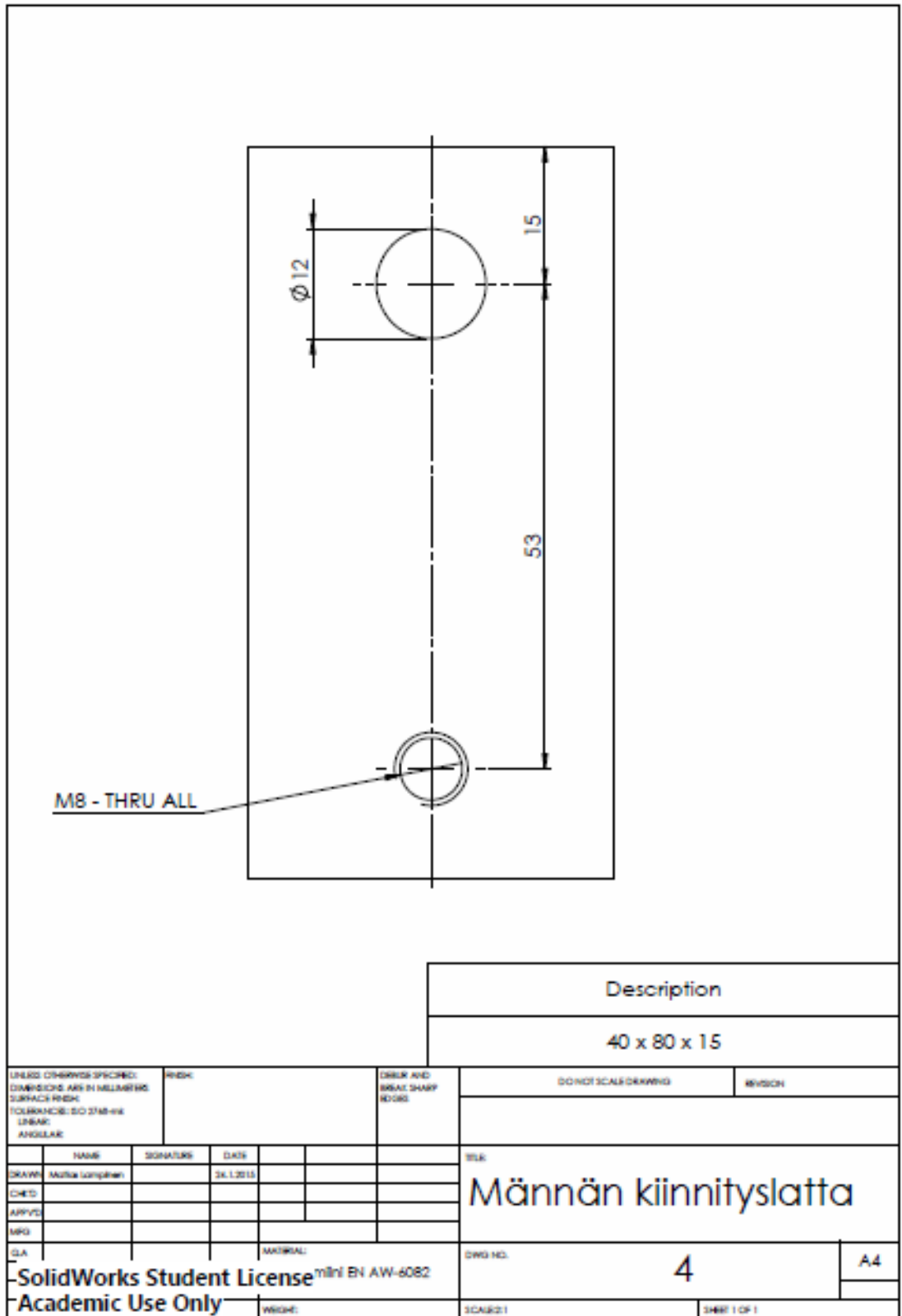
Description
500 x 700 x 15

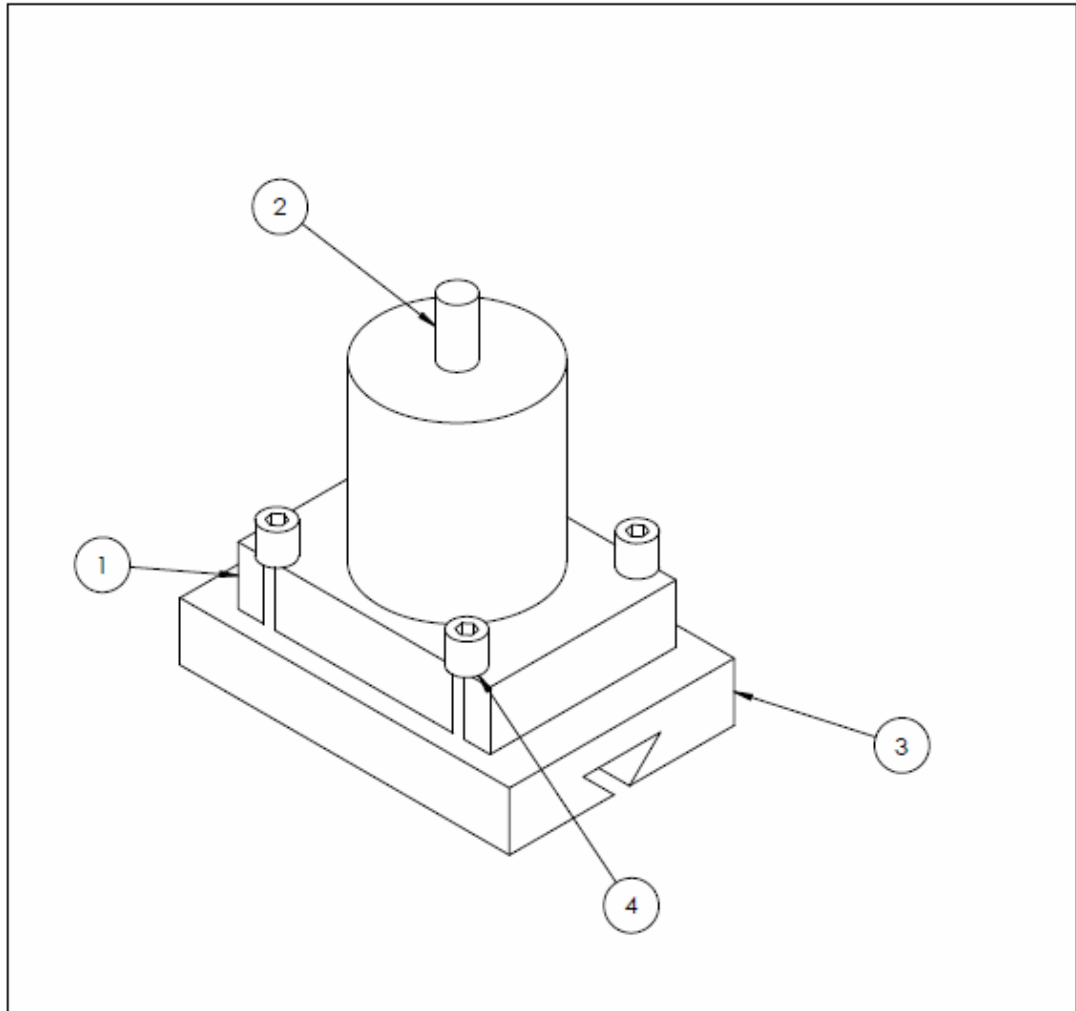
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: ±0.250 UNLESS INDICATED ANGULAR		FINISH:	CORNER AND EDGE SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
NAME	SIGNATURE	DATE			<p>Ylälevy</p>	
DRAWN	MATKA (signature)	22.1.2015				
CHECKED						
APPROVED						
MFG.						
QUANTITY			MATERIAL:	DWG NO.	2	A4
-SolidWorks Student License -Academic Use Only			milli EN AW-6082	WEIGHT:	SCALE:	SHEET 1 OF 1



Description
48 x 65 x 15

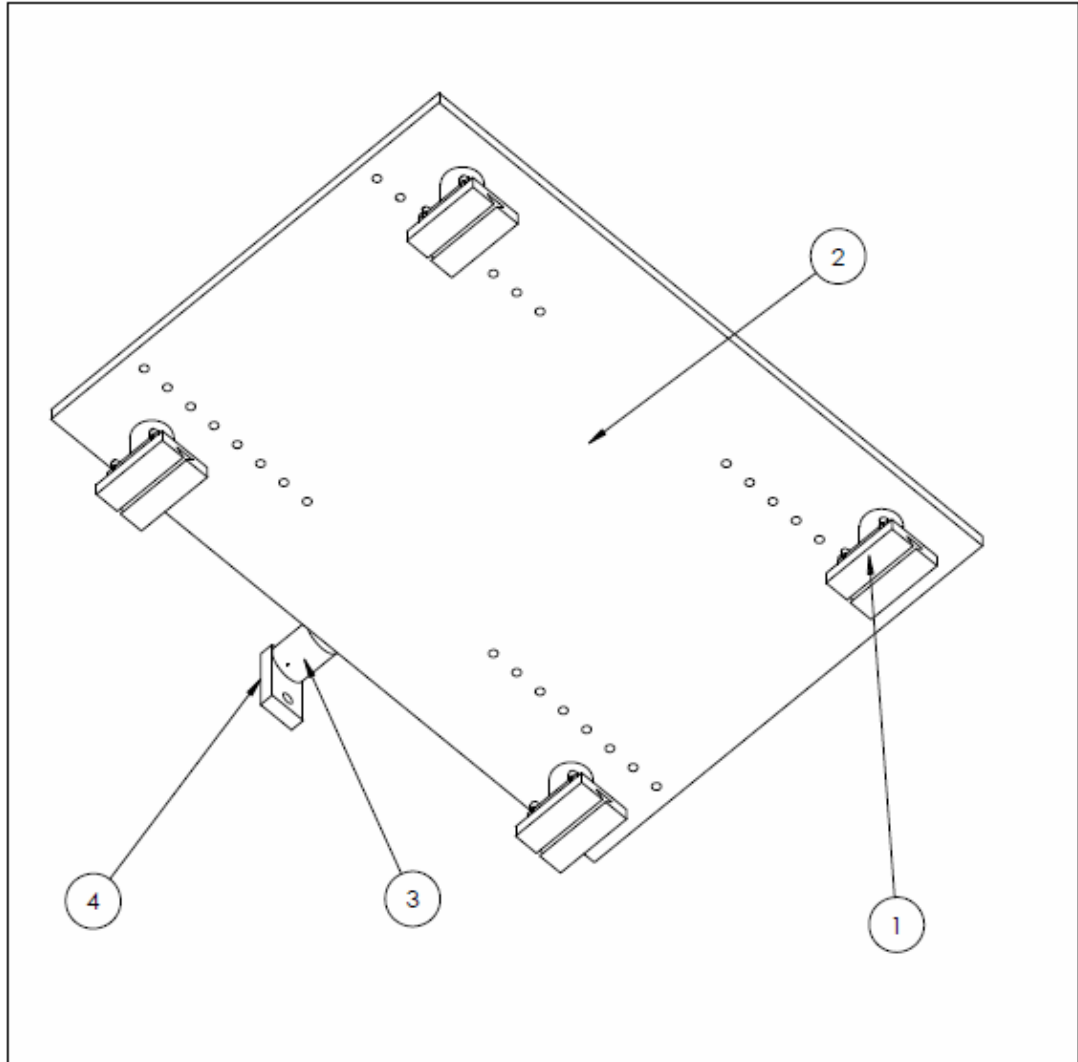
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: ISO 278-1/16 LINEAR: ANGULAR:		FINISH:	ORDER AND GREAT SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION	
DRAWN: Antti Luopajarvi CHECKED: APPROVED: MFG:	NAME:	SIGNATURE:	DATE: 30.1.2015	TITLE: <h1>Latta 1</h1>		
DLA:	MATERIAL:		DWG NO.:			3
-SolidWorks Student License - Academic Use Only			SCALE: 1:1			SHEET 1 OF 1
-SolidWorks Student License - Academic Use Only			WEIGHT:			A4





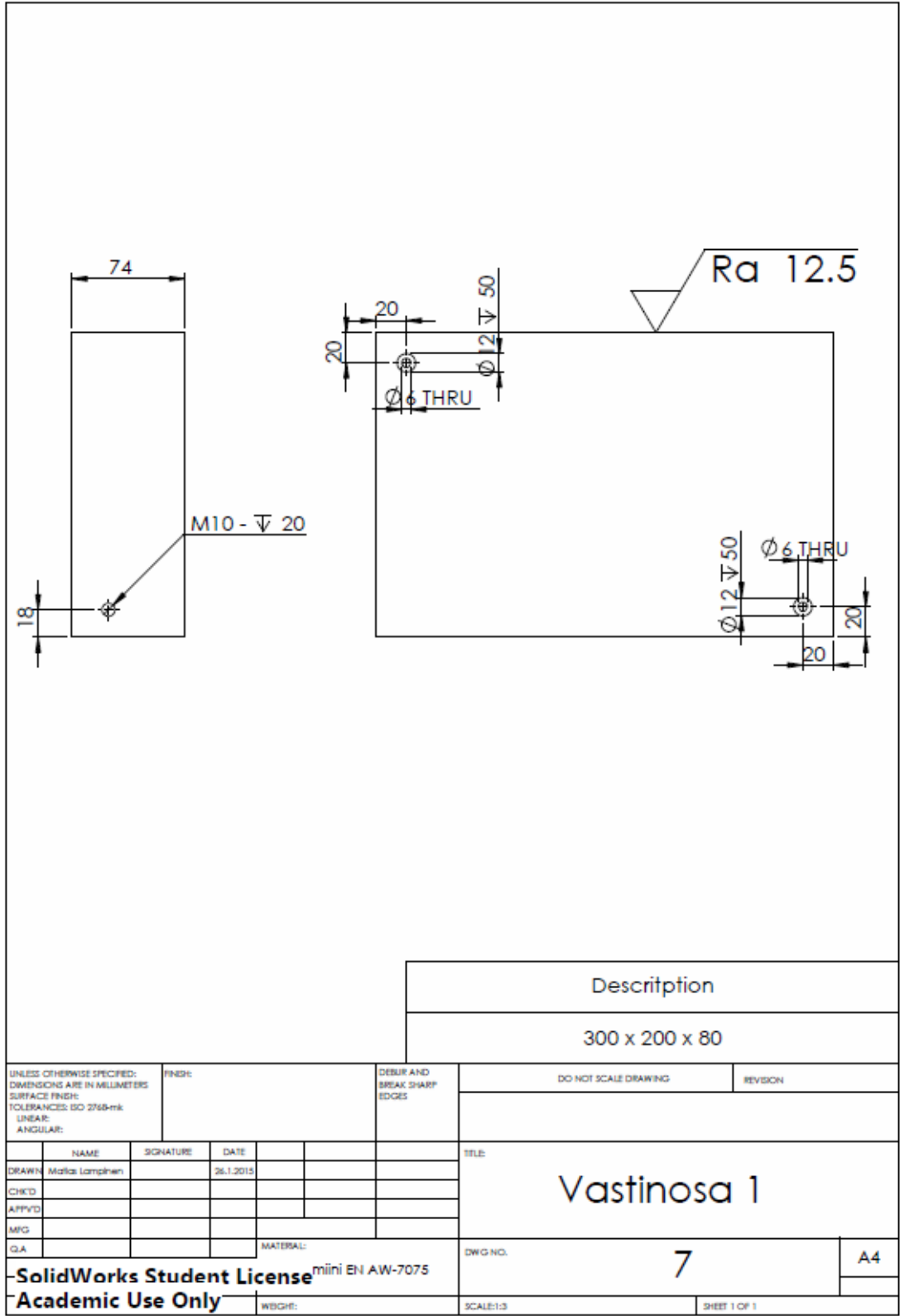
ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	3	Latta 1	1
2		Lieriöeristin uk/uk 30/15-A M8x20	1
3		Johdevaunu-SB30KK-K1-Rollco	1
4		Kuusiokoloruuvi DIN 7984 8.8 M05x25	4

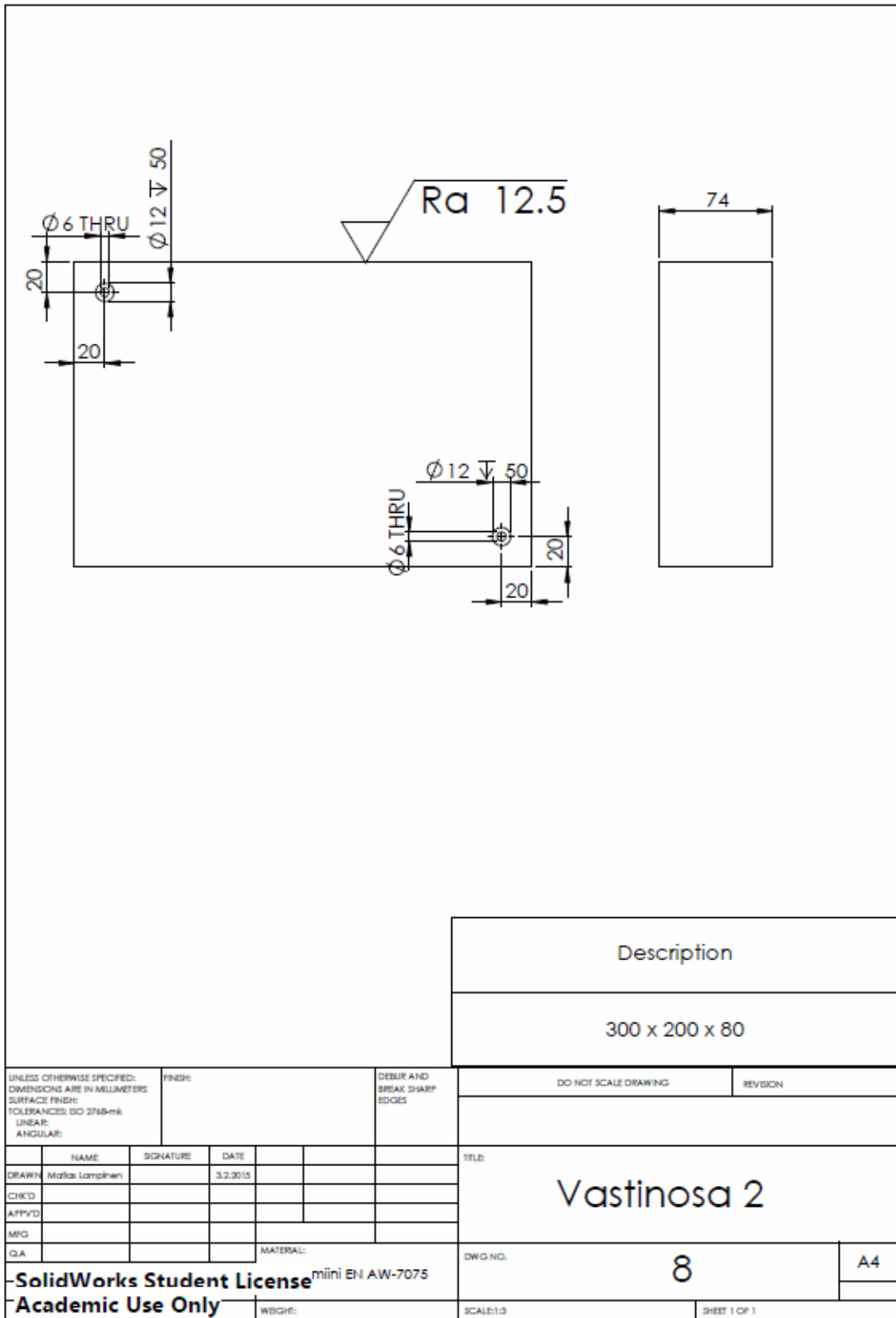
UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:	DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
NAME	SIGNATURE	DATE	TITLE:			
DRAWN: Matti Lampinen		30.1.2015	<h1>Kelkka</h1>			
CHKD:						
APPVD:						
MFG:						
QA:			MATERIAL:	DWG NO.	5	A4
SolidWorks Student License			WEIGHT:	SCALE:	SHEET 1 OF 1	
Academic Use Only						



ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	5	Kelkka	4
2	2	Ylälevy	1
3		Lieriöeristin uk/uk 30/15-A M8x20	1
4	4	Männänkiinnityslatta	1

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE			
DRAWN		Matias Lamphén		30.1.2015		Liikkuva pöytä			
CHECKED									
APPROVED									
MFG									
Q.A.				MATERIAL:		DWG NO.		6	
A4									
SolidWorks Student License				WEIGHT:		SCALE:1:20		SHEET 1 OF 1	
Academic Use Only									





Description
300 x 200 x 80

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
 DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
 SURFACE FINISH:
 TOLERANCES: ISO 2768-mk
 LINEAR:
 ANGULAR:

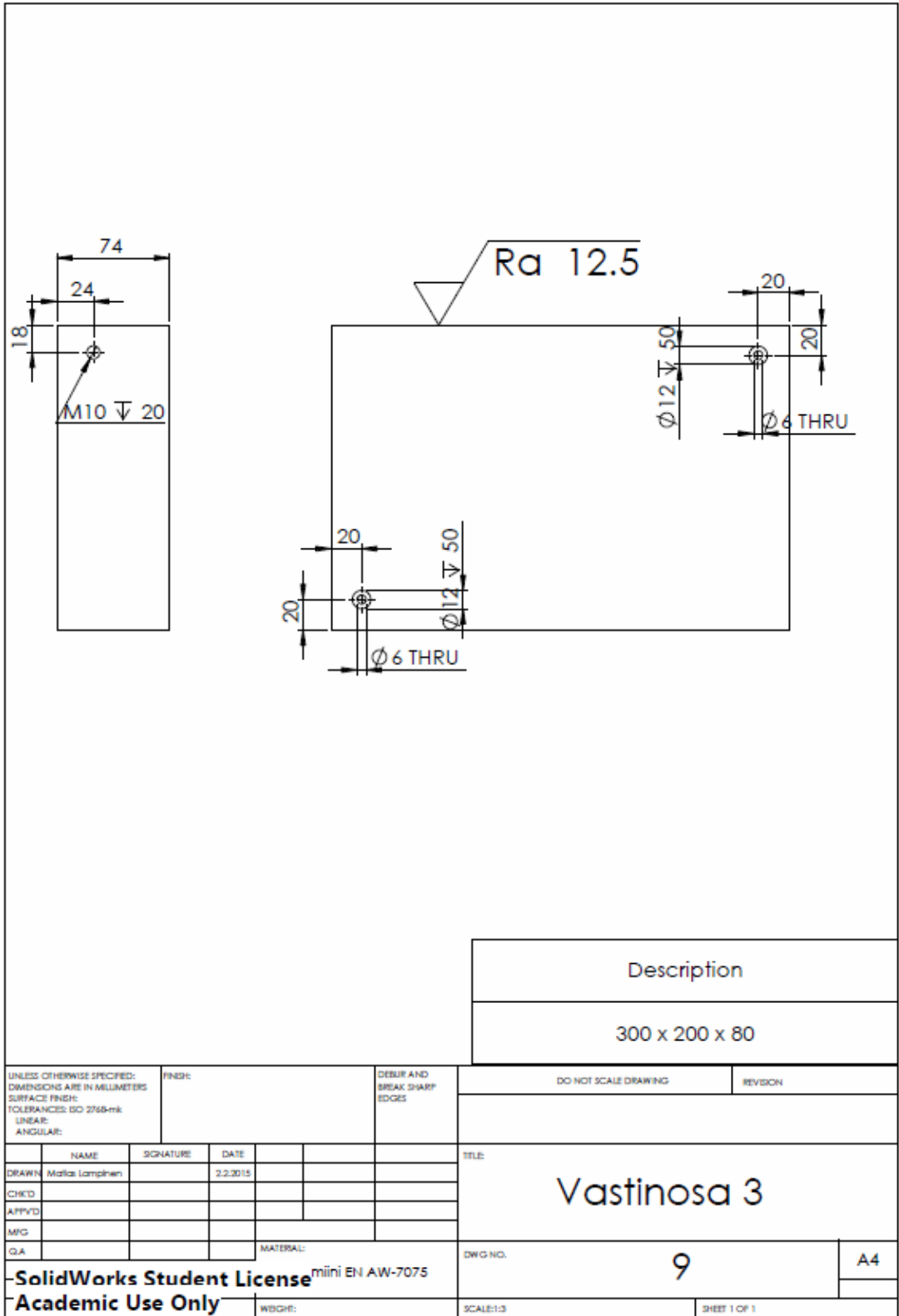
DO NOT SCALE DRAWING REVISION

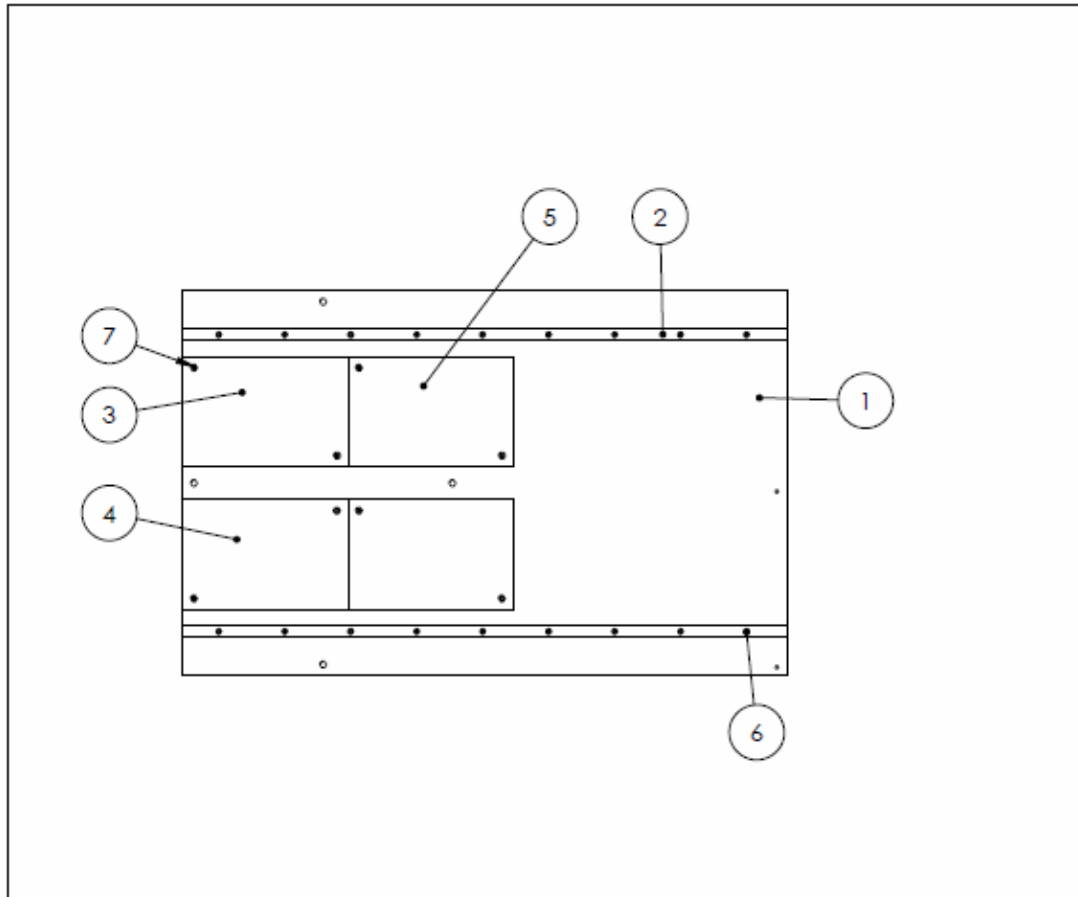
NAME	SIGNATURE	DATE
DRAWN: Matias Lamphien		3.2.2015
CHKD:		
APPVD:		
MFG:		
Q.A:		

TITLE:
Vastinosa 2

SolidWorks Student License mini EN AW-7075
Academic Use Only

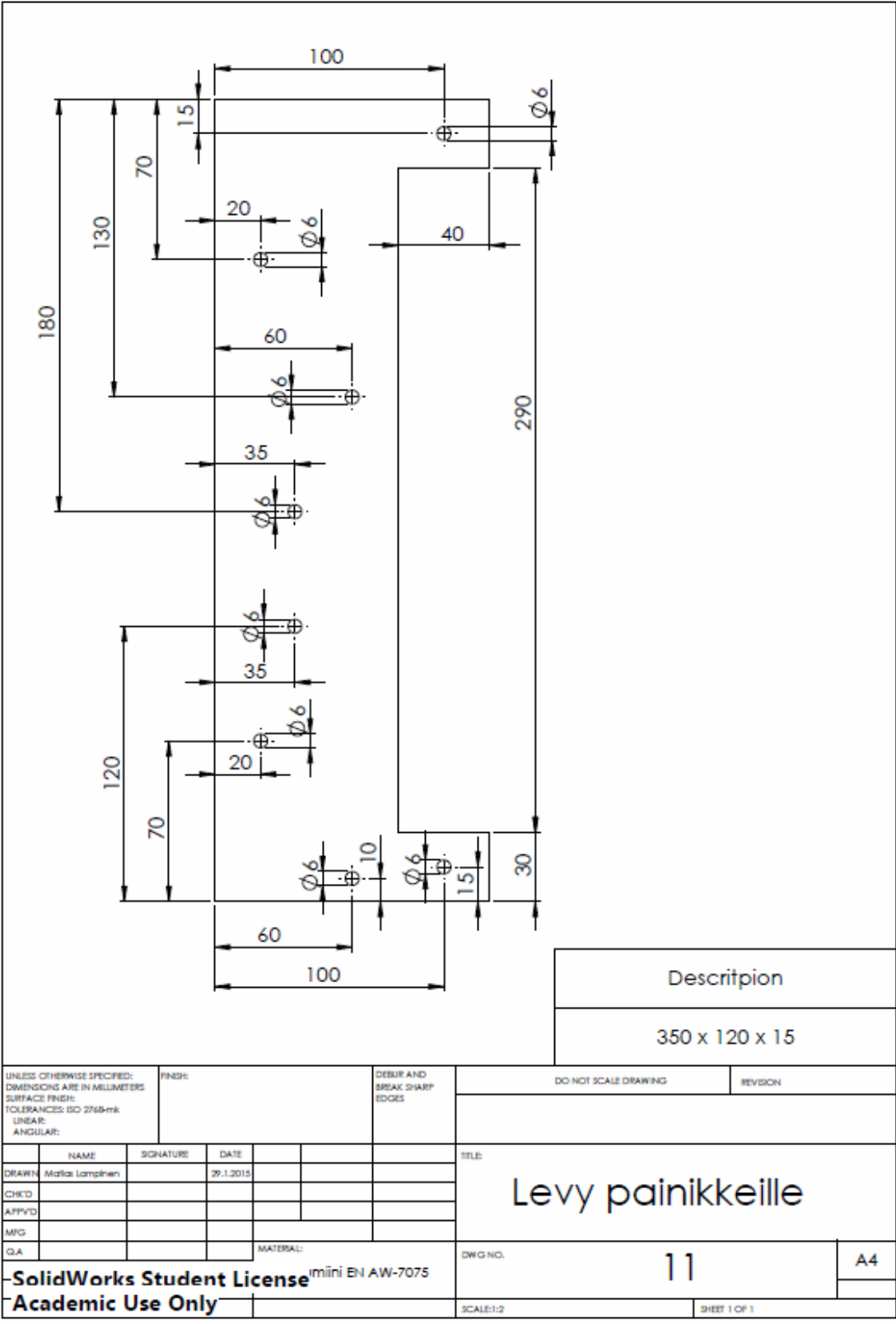
DWG NO. **8** A4
 SCALE:1:3 SHEET 1 OF 1

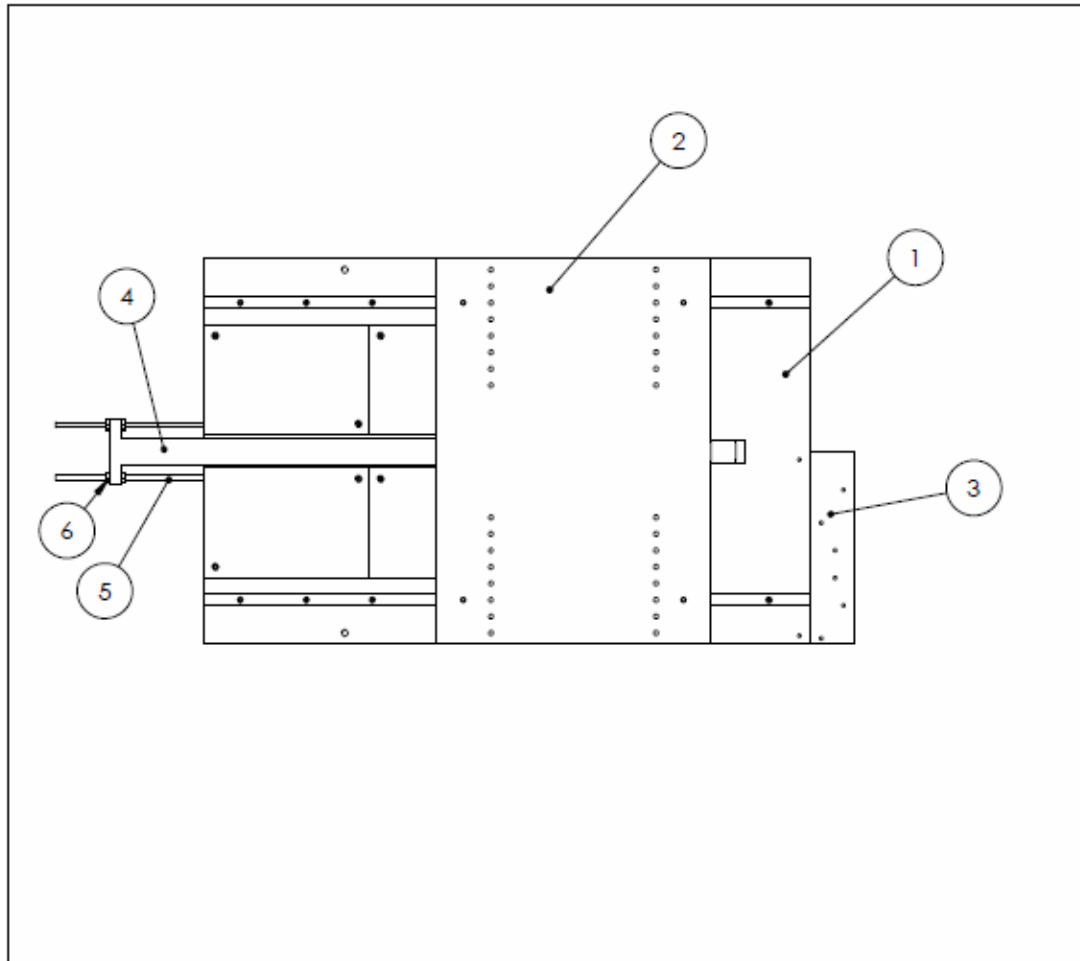




ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	1	Alalevy	1
2		Johde-SBG30-500-10-10-Rollco	2
3	7	Vastinosa 1	1
4	9	Vastinosa 3	1
5	8	Vastinosa 2	2
6		Kuusiokoloruuvi DIN 7984 8.8 M06x16	18
7		kuusiokoloruuvi DIN 7984 8.8 M06x035	8

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:			
DRAWN: Mattias Lampinen				3.2.2015		<h1>Alapöytä</h1>			
CHECKED:									
APPROVED:									
MFG:									
QA:				MATERIAL:		DWG NO. 10		A4	
-SolidWorks Student License				WEIGHT:		SCALE:1:30		SHEET 1 OF 1	
Academic Use Only									





ITEM NO.	PART NUMBER	DESCRIPTION	QTY.
1	10	Alapöytä	1
2	6	Liikkuva pöytä	1
3	11	Levy painikkeille	1
4		Pneumatiikkasyylinteri, asennuspituus 500mm, iskunpituus 300mm	1
5		Kierretanko 8.8 M10 x 850	2
6		Mutteri DIN-934/8 M10	4

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
NAME		SIGNATURE		DATE		TITLE:			
DRAWN: Matti Lamphen				3.2.2015		<h1>Syöttöpöytä</h1>			
CHKD:									
APPVD:									
MFG:									
G.A.				MATERIAL:		DWG NO. 12		A4	
SolidWorks Student License				WSGH:		SCALE:1:10		SHEET 1 OF 1	
Academic Use Only									