



**SAVONIA** ■

# ERGOREST OY

Verhoilukoneen suunnittelu

TEKIJÄ: Santeri Hatara

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Santeri Hatara	
Työn nimi Verhoilukoneen suunnittelu	
Päiväys 1.4.2014	Sivumäärä/Liitteet 25/4
Ohjaaja(t) Lehtori Risto Rönkä	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Ergorest Oy, Siilinjärvi	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella täydellinen verhoilukone Ergorest Oy:lle kyynärtukien verhoiluun. Projektin edetessä työ jakautui kahdeksi erilliseksi koneeksi, joista tässä työssä keskityttiin leikkurin suunnitteluun. Lähtökohtana työlle toimi keskeneräinen verhoilukone, joka haluttiin saada valmiiksi. Laite nopeuttaa pehmusteiden verhoilua huomattavasti verrattuna käsin verhoiluun, joten työn lopputulos tulee hyödyttämään yritystä.</p> <p>Työssä suunniteltiin joitakin uusia osia ja muokattiin olemassa olevia osia SolidWorks 3D mallinnusohjelmalla. Lisäksi koneeseen suunniteltiin ohjausjärjestelmä ja valittiin sopivat komponentit toimivan kokonaisuuden aikaansaamiseksi. Turvallisuusmääräyksiin tutustuminen koneensuunnittelun näkökulmasta oli myös yksi osa opinnäytetyötä. Leikkurin lisäksi luonnosteltiin verhoiltavan nahan taivuttamiseen sopiva laite ideatasolla. Suunnittelussa keskityttiin toteuttamaan toimiva kone ja pitämään kustannukset alhaalla. Koska kyseessä on yksittäiskappaleena toteutettava laite, ei valmistettavuuteen kiinnitetty niin suurta huomiota.</p> <p>Työn tuloksina syntyivät 3D-mallit ja piirrustukset uusista osista, ohjausjärjestelmä ja lista tarvittavista osista.</p>	
Avainsanat verhoilu, verhoilukone, ohjausjärjestelmä	
Julkinen	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering			
Author(s) Santeri Hatara			
Title of Thesis Design of an Upholster Machine			
Date	April 1, 2014	Pages/Appendices	25/4
Supervisor(s) Mr Risto Rönkä, Principal Lecture			
Client Organisation /Partners Ergorest Oy, Siilinjärvi			
<p>Abstract</p> <p>The aim of this final year project was to design a complete upholster machine for upholstering elbow rests for Ergorest Ltd. When the project proceeded it was divided into two separate machines. This work concentrated on designing a cutter. The starting point for this project was an incomplete upholster machine which the company wanted to finish. The machine will remarkably speed up the padding upholstering compared to upholstering by hand, thus the result of this project will benefit both sides.</p> <p>In this project some new parts were designed and existing parts were modified with SolidWorks 3D modelling program. In addition, a new control system was designed and suitable components were chosen in order to create a functional machine. One part of this final year project was also studying safety regulations from the point of view of machine design. In addition to the cutter a machine to bend leather was sketched. The design only concentrated on creating a working machine and keeping costs low. Because this is a unique machine, attention was not paid to the actual manufacture of the machine.</p> <p>As a result of this project there were 3D-models and pictures of the new parts, a control system and a list of the required components.</p>			
Keywords upholster, upholster machine, control system			
public			

## ESIPUHE

Kiitän Ergorest Oy:n toimitusjohtaja Jarmo Hölttä ja varatoimitusjohtaja Anne Hölttä mielenkiintoisesta ja laaja-alaisesta projektista, joka syvensi konealan osaamistani huomattavasti. Kiitos kuuluu myös yliopettaja Risto Röngälle sekä laboratorioteknikko Reino Hyvöselle avusta ja ohjauksesta opinnäytetyön aikana. Haluan kiittää myös läheisiäni tuesta opiskelun ja erityisesti opinnäytetyöprosessin aikana.

Kouvolassa 01.04.2014

Santeri Hatara

## KÄSITTEET

**Pitopiiri** = Pitää ohjattavan toiminnon vaikutettuna herätteen jälkeen.

**Hätä-seispiiri** = Häätätilanteita varten kytketty, järjestelmän pysäyttävä piiri.

**Hajautettu logiikka** = Useasta ohjausjärjestelmästä koottu logiikka.

**Tehdastason ohjaus** = Tietokoneella toteutettu ylemmän tason ohjaus, joka taas ohjaa alemman tason ohjausjärjestelmiä.

**Kytkenäkaavio** = Komponenttien kytkennän avuksi tehtävä piirustus.

**Epäkesko** = Esine joka ei sijoitu symmetrisesti toiseen esineeseen nähden.

**Input** = Ohjaustiedon sisääntulo

**Output** = Ohjaustiedon ulostulo

## SISÄLTÖ

KÄSITTEET .....	5
1 JOHDANTO .....	7
2 ERGOREST.....	8
2.1 Yrityksen esittely.....	8
2.2 Kyynärvarsituet.....	8
3 OHJAUSJÄRJESTELMÄT.....	10
4 TURVALLISUUSMÄÄRÄYKSET .....	12
4.1 Yleistä tietoa turvallisuusmääräyksistä .....	12
4.2 Ohjausjärjestelmän turvallisuus .....	12
4.3 Liikkuvien osien suojaaminen.....	13
5 SUUNNITTELU .....	15
5.1 Lähtökohta .....	15
5.2 Painin.....	17
5.3 Taivuttimet.....	18
5.4 Leikkuri .....	21
5.5 Ohjausjärjestelmä .....	22
5.6 Komponenttien valinta .....	23
6 YHTEENVETO.....	24
LÄHTEET .....	25
LIITTEET .....	26
LIITE 1: LEIKKURIN MATKA-AIKAKAAVIO .....	26
LIITE 2: SIEMENS SIMATIC OHJELMA .....	27

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä suunnitellaan kyynärnojien verhoiluun tarkoitettu laite. Laite suunnitellaan Ergorest Oy:lle, joka valmistaa työergonomiaa parantavia apuvälineitä. Kyseistä laitetta tullaan käyttämään pitkän kyynärvarsituen pehmusteen verhoiluun. Laitteen tehtävänä on taivuttaa verhoilussa käytetty nahka pehmusteen takapuolelle ja siistiä nahan reuna leikkaamalla. Ergorest valmistaa kahta eripituista kyynärvarsitukea ja yrityksellä on jo lyhyemmän pehmusteen verhoiluun tarkoitettu kone, mutta pidempi versio verhoillaan ja viimeistellään tällä hetkellä käsin. Pidempää versiota varten on aikoinaan alettu tekemään laitetta, mutta se on jäänyt kesken, joten laitteen suunnittelu lähtee lähes puhtaalta pöydältä. Suunnittelussa tullaan kuitenkin hyödyntämään olemassa olevia osia keskenäisestä koneesta mahdollisimman paljon, jotta valmistuskustannukset pysyisivät kyllin alhaisina. Lyhyiden tukien verhoiluun tarkoitettua koneesta taas saa kopioitua joitakin ratkaisuja uuteen koneeseen, vaikka pituusero vaikuttaakin merkittävästi laitteiden toimintaan. Tästä syystä uusi laite on parempi suunnitella alusta alkaen eikä kopioida liikaa vanhoja laitteita. Osana laitteen suunnittelua on myös turvallisuusmääräyksiin tutustuminen ja niiden huomioon ottaminen työssä.

Suunniteltavalle laitteelle on tarvetta, sillä se lyhentäisi merkittävästi tuotantoon kuluvaan aikaa. Vertailukohtana voidaan pitää lyhyemmän tuen verhoiluun menevää aikaa, joka on koneella puolet lyhyempi kuin käsin tehtäessä. Tästä syystä Ergorest haluaakin saada suunniteltavan koneen mahdollisimman nopeasti käyttöön.

Koska Ergorest Oy:n valmistamat kyynärvarsituet ovat erikoistuotteita, ei niiden valmistamiseen löydy valmiita laitteita. Suunniteltavasta laitteesta tulee yksittäiskappale, eikä suunnittelussa tarvitse keskittyä massatuotannon vaatimuksiin.

## 2 ERGOREST

### 2.1 Yrityksen esittely

Ergorest on Siilinjärvellä vuonna 1978 perustettu toisessa polvessa toimiva perheyritys, joka tunnettiin vuoteen 1992 asti nimellä Siilin metalli. Nimen vaihdoksen yhteydessä yritysmuoto muuttui kommandiittiyhtiöstä osakeyhtiöksi. Yritys on alusta asti keskittynyt fysikaalisen hoidon ja työergonomiaa parantavien tuotteiden valmistamiseen. Aluksi yritys valmisti ihmisen kuntoutuksessa käytettäviä hoitopöytiä fysioterapian tarpeisiin, ja nämä tuotteet ovat pysyneet tuotannossa tähän päivään saakka. Kuvassa 1 näkyy tämänhetkinen malli hoitopöydästä. 80-luvun lopulla yritys ryhtyi työstämään ideaa kyynärvarsituen valmistamisesta, ja se käytti apunaan teollista muotoilijaa saadakseen aikaan mahdollisimman hyvän tuotteen. Tämänkin tuotteen peruskonstruktio on pysynyt samana tähän päivään asti, mutta siitä on kehitelty useita erilaisia malleja eri käyttötarkoituksiin. (Ergorest Oy a.)



KUVA 1. Ergorest hoitopöytä. (Ergorest Oy a.)

### 2.2 Kyynärvarsituet

Ergorestin valmistama kyynärvarsituki on käden ja hartioiden kannattelutarpeen poistava, työergonomiaa parantava apuväline, josta esimerkkejä kuvassa 2. Tuki liikkuu horisontaalisesti käden mukana täysin rajoittamattomasti ja sen korkeutta pystyy säätämään. Tuki kohdistuu nimen mukaisesti kyynärvarren alueelle, jolloin kyynär- ja olkapään rasitus vähenee. Markkinoilla on olemassa muitakin kyynärvarsitukia, mutta ne eivät liiku käden mukana, vaan ne ovat kiinteitä tasoja, jotka kiinnitetään pöytään. Kuvassa 3 näkyy esimerkki kilpailijan mallista. Niska- ja hartiakivut ovat erittäin yleinen vaiva nykypäivänä tietokoneella pitkään työskenteleville ihmisille, joten voidaan puhua tärkeästä työergonomiaa parantavasta tuotteesta. Ergorest valmistaa useaa eri mallia patentoimastaan kyynärvarsituesta eri käyttötarkoituksia varten. Kahden eripituisen pehmusteen lisäksi on valittavissa erimittaisia korkeudensäätötankoja, kiinteällä hiirimatolla varustettuja malleja sekä elektroniikkateollisuuden käyttöön tarkoitettuja, staattista sähköä johtavia malleja. Tämän lisäksi tuen verhoilu on valittavissa viidestä erivärisestä nahasta. Näin erilaisia mallivariaatioita on useita kymmeniä. Tukien käyttötarkoitus on hiirikäden tukeminen, mutta molempien käsien tukeminenkaan ei ole harvinaista, jos joudutaan käyttämään näppäimistöä pitkiä aikoja yhtäjaksoisesti. (Ergorest Oy b.)





KUVA 2. Ergorest kynnärvarsitukia. (Ergorest Oy b.)



KUVA 3. Ergonomic kynnärvarsituki. (Modeo.)

### 3 OHJAUSJÄRJESTELMÄT

Työssä suunniteltiin ohjausjärjestelmä, joka ohjaa laitteen toimintoja. Ohjausjärjestelmän suunnittelu kattaa logiikan- ja kytkentäkaavion suunnittelun sekä komponenttien valinnan.

Ohjausjärjestelmä tarkoittaa yksinkertaistettuna laitteen älyä, joka määritetään tekemään haluttuja toimintoja tietyssä järjestyksessä, tiettyyn aikaan. Ohjausjärjestelmä toimii käyttäjän ja koneen välisenä älynä, jotta käyttäjän ei tarvitse hallita kaikkia toimilaitteita erikseen. Ohjausjärjestelmän käyttöliittymänä toimivat painikkeet ja näytöt, joiden avulla konetta käytetään. Painikkeita ja näyttöjä voi olla lähes rajattomasti, sen mukaan paljonko koneen hallittu käyttäminen niitä vaatii. Niiden määrä kannattaa kuitenkin yleensä pitää minimissä, jotta laitteen käyttö olisi helppoa. Kaikkein yksinkertaisimmillaan käyttöliittymänä voi toimia yksittäinen katkaisija, jonka avulla ohjausjärjestelmä tekee halutut toiminnot itsenäisesti.

Ohjausjärjestelmän toteuttamiseen on monia eri tapoja, sen mukaan millaista laitetta järjestelmällä tullaan ohjaamaan. Perinteisin tapa toteuttaa ohjausjärjestelmä, on tehdä kiinteästi langoitettu logiikka, joka nimensä mukaisesti kytketään kiinteästi tekemään toimintoja ennalta määrätysti. Tämän tavan etuihin kuuluu käyttövarmuus, sillä järjestelmä ei pääse kaatumaan käytön aikana. Miinuspuolina voidaan pitää järjestelmän muutettavuutta ja johdotustyön suuruutta, sillä järjestelmän muuttaminen onnistuu vain uudelleen johdotuksella. Vaikka ohjelmoitavat logiikat ovat nykyään huomattavasti yleisempi vaihtoehto, toteutetaan hätä-seispiirit edelleen muusta ohjausjärjestelmästä erotettuna kiinteästi langoitettuna. Näin toimitaan nimenomaan toimintavarmuuden takia. Releet ovat tärkeä osa kiinteästi langoitettuja virtapiirejä, ja usein käytetäänkin nimitystä relelogiikka. (Keinänen, Kärkkäinen, Metso ja Putkonen 2001).

Nykyään hyvin yleinen tapa toteuttaa ohjausjärjestelmä on ohjelmoitavien logiikoiden käyttö. Alun perin ohjelmoitavat logiikat kehitettiin, jotta ohjausjärjestelmän logiikka voitiin ohjelmoida uudelleen pienellä vaivalla ja ilman johdotustöitä. Näin koneiden ja laitteiden toimintatapaa ja käyttöikää saatiin lisättyä huomattavasti, kun niitä on helppo muokata uutta käyttötarkoitusta varten. Ohjelmoitavien logiikoiden hinnat ovat kuitenkin tulleet viime aikoina niin paljon alaspäin, että niiden käyttö yksinkertaisissakin järjestelmissä on kannattavaa. Niiden yksikköhinnat ovat niin alhaiset, että muuttaman tunnin johdotustyöltä säästyminen tekee siitä kannattavan hankinnan. Ohjelmoitavan logiikan kohdalla järjestelmän kaatuminen on mahdollista, mutta tietokoneisiin verrattuna se on erittäin harvinaista ja käyttövarmuus on erittäin korkealla tasolla. (Keinänen, Kärkkäinen, Metso ja Putkonen 2001).

Seuraava askel ohjausjärjestelmien kehityksessä on tietokoneohjaus, joko sulautettuna järjestelmänä tai erillisellä tietokoneohjauksella. Sulautettu tietokoneohjausjärjestelmä toteutetaan räätälöidyllä ASIC-piirillä, joka toimii koneen aivoina. Tämä on kannattava toteutustapa, kun valmistussarjat ovat tuhansia kappaleita. Näin saadaan toteutettua logiikkapiirejä monimutkaisempia ohjausohjelmia automaattilaitteisiin. Erillistä tietokonetta käytetään, kun järjestelmän tilasta halutaan paljon informaatiota tai päättelyalgoritmi on todella monimutkainen. Tietokoneohjatulla järjestelmällä saadaan helposti myös kerättyä paljon tietoa järjestelmän toimintahistoriasta, ja näin vian etsintä helpottuu

huomattavasti. Tietokoneissa ei ole myöskään rajoitteita järjestelmän luomisessa, vaan niiden avulla pystytään luomaan erittäin monimutkaisia ja paljon älyä sisältäviä järjestelmiä. Tietokoneiden hinntakaan eivät ole suhteettoman korkeita niiden yleisyyden takia. Niiden ainoa ongelma ovat luotettavuus, sillä niiden vikatiheys on huomattavasti suurempi kuin muilla järjestelmillä. Asia kuitenkin paranee vähitellen tekniikan kehittyessä. (Keinänen, Kärkkäinen, Metso ja Putkonen 2001).

Viimeisenä ovat liikkeenohjausjärjestelmät, joilla tarkoitetaan sähköisten askel- ja servomoottoreiden ohjaukseen suunniteltuja ohjausjärjestelmiä. Tähän kategoriaan kuuluvat NC-ohjaukset, robottiohjaukset ja yleiset liikkeenohjausjärjestelmät. Liikkeenohjausjärjestelmiä käytetään harvoin ilman muita ohjausjärjestelmiä, sillä ne ovat apuneuvoja mielivaltaisten ohjelmoitavien automaattien rakentamiseen. Käyttäjää varten järjestelmä on varustettu ylemmän tason ohjauksella, joka on yleensä logiikka tai tietokone, joka taas ohjaa liikkeenohjausjärjestelmää. Ohjain vastaa moottoreiden ajoista ja takaisinkytkennöistä ylemmän ohjauksen mukaisesti. (Keinänen, Kärkkäinen, Metso ja Putkonen 2001).

Tarkoitukseen sopivan ohjausjärjestelmän valintaan vaikuttaa hyvin moni asia, kuten järjestelmän monimutkaisuus eli ohjattavien laitteiden määrä ja kerättävän tiedon määrä, valmistettavien tuotteiden määrä, käyttäjälle tulevan informaation määrä, turvallisuusmääräykset sekä järjestelmän mahdollinen muokattavuus. Monimutkaisuus vaikuttaa silloin, kun kyseessä on erittäin yksinkertainen tai monimutkainen järjestelmä, sillä yksinkertaiseen järjestelmään ei kannata sijoittaa kallista ohjausjärjestelmää, eikä monimutkaisia kannata toteuttaa alimitoitetulla ohjausjärjestelmällä. Monimutkaiset järjestelmät toteutetaan yleensä hajautetuilla logiikoilla tai tietokoneohjauksella. Monimutkaisista järjestelmistä hyvänä esimerkkinä ovat tehdastason ohjaukset. Yksinkertaisten ja monimutkaisten järjestelmien väliin jäävät järjestelmät hoidetaan yleensä ohjelmoitavilla logiikoilla. Järjestelmällä valmistettavien tuotteiden määrä tulee ottaa huomioon järjestelmää valittaessa, sillä kappaleiden määrän kohotessa tuhansiin, on kannattavinta rakentaa juuri kyseistä sovellusta varten suunniteltu ohjain. Tietokoneohjaus nousee käytännössä ainoaksi vaihtoehdoksi, kun käyttäjälle annettavan informaation määrä kasvaa suureksi tai halutaan kerätä historiatietoja järjestelmän toiminnasta. Aina järjestelmän rakentaminen ei ole näin yksiselitteistä. Suuremmissa järjestelmissä onkin yleistä, että ylemmän tason ohjaus hoidetaan tietokoneella ja alemmat tasot logiikoilla tai liikkeenohjausjärjestelmillä, joita ylempi taso ohjaa. Järjestelmien turvalaitteet toteutetaan edelleen kiinteästi langoitetuilla hätä-seis-piireillä, koska ne toimivat lähes kaikissa olosuhteissa. (Keinänen, Kärkkäinen, Metso ja Putkonen 2001.)

## 4 TURVALLISUUSMÄÄRÄYKSET

### 4.1 Yleistä tietoa turvallisuusmääräyksistä

Koneensuunnittelussa on huomioitava myös turvallisuus, jotta turhilta tapaturmilta vältyttäisiin konetta käytettäessä. Tämä on sekä Suomen laissa määrätty, että käyttäjän terveyttä ajatellen tärkeä osa laitteen suunnittelua. Hyvällä suunnittelulla pystytään vaikuttamaan merkittävästi tapaturmarisikien määrään, sillä jos laitetta väärin käyttämällä on mahdollista vahingoittaa käyttäjää, se todennäköisesti tapahtuu jossain vaiheessa koneen elinkaarta. Normaalityötilanteissa riskit ovat pienet kun kone toimii normaalisti ja käyttäjä on tottunut käyttämään konetta, mutta laitteen vikaantuessa tai kokemattoman käyttäjän käsissä laite muuttuu helposti jopa hengenvaaralliseksi. Onnettomuuteen riittää usein pelkkä inhimillinen virhe ja siksi näitä riskejä on kyettävä minimoimaan niin paljon kuin järkevästi on mahdollista. Tässä työssä keskityn pelkästään pienten laitteiden turvallisuuteen ja käsittelyn turvallisuutta suunniteltavan koneen näkökulmasta, joten en tutki esimerkiksi tietokone- ja langattomienohjauksien turvallisuusmääräyksiä. Ohjausjärjestelmän turvallisuuden lisäksi tulee laitteen suunnittelussa huomioida myös liikkuvien osien suojaaminen. (Siirilä 2009.)

### 4.2 Ohjausjärjestelmän turvallisuus

Kun ohjausjärjestelmää ryhdytään suunnittelemaan, on kaikki mahdolliset vaaratilanteet estettävä ja otettava huomioon. Tämä tarkoittaa suunnittelussa tai asennusvaiheessa syntyvien virheiden, järjestelmän vikaantumisen aiheuttamien vaaratilanteiden ja käyttäjän aiheuttamien vaaratilanteiden ehkäisyä. Näihin neljään vikatyyppeihin voidaan jakaa kaikki ohjausjärjestelmään liittyvät viat tai virheet. (Siirilä 2009.)

Suunnitteluvirheiden määrä lisääntyy sitä mukaa mitä monimutkaisempi järjestelmä on kyseessä ja niitä esiintyy erityisesti ohjelmoitavissa logiikoissa. Tärkein suunnittelussa huomioon otettava osa-alue on hätä-seis-järjestelmän luominen ja sen toiminnan varmistaminen kaikissa tilanteissa. Hätä-seis on myös toteutettava niin, että se ei aiheuta missään tilanteessa lisää vahinkoa ja kaikki toimilaitteet saatetaan turvalliseen asentoon. Suunnittelussa on otettava huomioon myös mahdollisten päällekkäisten toimintojen ensisijaisuusjärjestys, jotta ne eivät aiheuta keskenään ristiriitaisia ohjaustoimintoja. Muutenkin toimintojen järjestys on mietittävä tarkkaan ja otettava huomioon mahdolliset vikaantumistilanteet sekä estettävä niiden aiheuttamat virhetoiminnot. Suunnittelussa on myös varmistettava toimintojen mahdollisimman tarkka kuvaus, jotta käyttäjä osaa käyttää haluttua ohjainlaitetta oikeassa tilanteessa. Järjestelmän hallintalaitteiden asettelulla ja valinnalla on suuri merkitys käyttäjän turvallisuuteen, sillä esimerkiksi kahden käden kytkentä estää käyttäjää laittamasta kättään liikkuvien osien tielle. Joissain tapauksissa kädet taas täytyy pitää vapaana, jolloin kyseeseen tulee jalkatoiminen kytkin. Myös väärän käytön ehkäiseminen on tärkeää, sillä usein laitteita käytetään tehtäviin joihin niitä ei ole alun perin suunniteltu ja näin ollen riskien määrä kasvaa huomattavasti. Siksi onkin tärkeää ottaa huomioon mahdolliset väärinkäytökset. Suunniteltavan laitteen tapauksessa tämä voisi tarkoittaa väärän kokoisen tai mallisen pehmusteen laittamista laitteeseen.

Kyseinen toimenpide aiheuttaisi varmasti joko vaaratilanteen käyttäjälle tai laitteen rikkoontumisen. Myös kaikki ajatuskatkoksista ja huolimattomuudesta johtuvat vaaratilanteet tulee ehkäistä suunnitteluvaiheessa. (Siirilä 2009.)

Asennusvaiheen virheisiin voidaan suunnittelussa vaikuttaa tekemällä kytkentäkaavioista mahdollisimman tarkat ja kyseiseen laitteeseen sopivat. Usein uutta laitetta suunniteltaessa saatetaan hyväksikäyttää vanhemman laitteen piirustuksia, joita sitten muokataan uudella laitteelle sopivaksi. Tällaisessa tilanteessa piirustuksiin jää helposti väärää tietoa ja virheiden riski asennusvaiheessa kasvaa, kun asentaja joutuu pähkäilemään merkintöjen tarkoitusta. Kuvien tarkoitus on kuitenkin tehdä asennustyö mahdollisimman helpoksi ja jättää turha miettiminen sekä pohdiskelu asentamisesta pois. (Siirilä 2009.)

### 4.3 Liikkuvien osien suojaaminen

Toinen koneen turvallisuuteen vaikuttava tekijä ohjausjärjestelmän lisäksi on koneen suojaus erilaisilla turvalaitteilla. Koneessa tai laitteessa olevat liikkuvat osat tulee suunnitella ja rakentaa niin, että käyttäjä ei pääse vahingoittamaan itseään tahattomasti, tai vaihtoehtoisesti ne tulee suojata kansilla, rutilöillä tai plekseillä. Lähtökohtana pidetään, että liikkuviin osiin ei ole mahdollista koskettaa tai että koskettamisesta ei aiheudu vaaraa jos voima tai liike on pieni. Turvalaitteiden tarkoitus voi olla suojata aktiivisesti liikkuvilta osilta, jotka ovat käyttäjän lähellä tai laitteen rikkoutuessa lentäviltä osilta. Näin ollen suoja suunniteltaessa tulee ottaa huomioon myös mahdolliset häiriötilanteet ja niistä aiheutuvat vaaratilanteet. Ilman turvalaitteita jälki on yleensä erittäin pahaa johtuen suurista voimista, joita laitteissa käytetään. Laitteen vikaantuessa suoranaista vaaraa ei välttämättä ole, vaan vaaratilanne syntyy kun käyttäjä menee korjaamaan pysähtynyttä laitetta. Jos laitetta ei saada vaarattomaksi ohjausjärjestelmää suunniteltaessa, on se tehtävä muilla turvalaitteilla kuten mekaanisilla varmistimilla. Usein turvalaitteet sisältävät suoja sekä antureita, jotka ovat yhteydessä ohjausjärjestelmään ja näin saadaan varmistettua laitteen vaarattomuus käyttäjän ollessa vaara-alueella tekemässä huoltotöitä. Tällä tavoin estetään myös laitteen käyttäminen ilman suoja, kun sen käynnistyminen on estetty suojan ollessa auki. Tämä on tärkeää, sillä moni vaaratilanne johtuu kiireen, piittaamattomuuden, unohduksen tai muun vastaavan syyn takia auki jääneestä suojasta tai ohitetusta turvalaitteesta. Suojien varmistaminen antureilla riippuu siitä kuinka usein suoja joudutaan avaamaan käytön aikana. Mitä enemmän suoja joudutaan avaamaan, sitä suuremmalla todennäköisyydellä se jää auki ja aiheuttaa vaaratilanteita. Nyrkkisääntönä voidaan pitää, että pari kertaa vuodessa tai harvemmin tapahtuva avaaminen ei ole usein tapahtuvaa, jolloin suoja ei vaadi varmistuksia. (Siirilä 2009.)

Liikkuvan osan tyyppi ja voima vaikuttavat suuresti suojien ja turvalaitteiden tarpeeseen. Voimansiirron osat, jotka eivät ole koneen rakenteiden sisällä on suojattava standardin SFS-EN 953 mukaan kiinteillä tai ohjausjärjestelmään kytketyillä suojoilla. Suoja ei tarvita, jos koneessa olevista aukoista ei yletä voimansiirron osiin. Muiden liikkuvien osien suojaustarve ei ole yhtä suoraviivaista, mutta yleispätevänä sääntönä voidaan pitää sitä, että jos osista aiheutuu vammoja käyttäjälle tai ympärillä oleville ihmisille, on suojaus tehtävä. Usein kiinteä suojaus on myös halvempi vaihtoehto toteuttaa,

kuin ohjausjärjestelmään kytketty turvalaite. Suojausta ei tarvita jos liikkuva osa ei aiheuta puristumis-, tarttumis- tai leikkaantumisvaaraa. Liikkeen nopeudella ei ole juurikaan merkitystä onnettomuusriskiin, sillä usein käyttäjä huomaa vaaratilanteen vasta siinä vaiheessa, kun liikkuva osa osuu häneen. Siinä vaiheessa on yleensä jo liian myöhäistä, eikä ihmisen voimat riitä tilanteesta pois pääsemiseen, esimerkiksi jos hiha tarttuu pyörivään akseliin kiinni. (Siirilä 2009.)

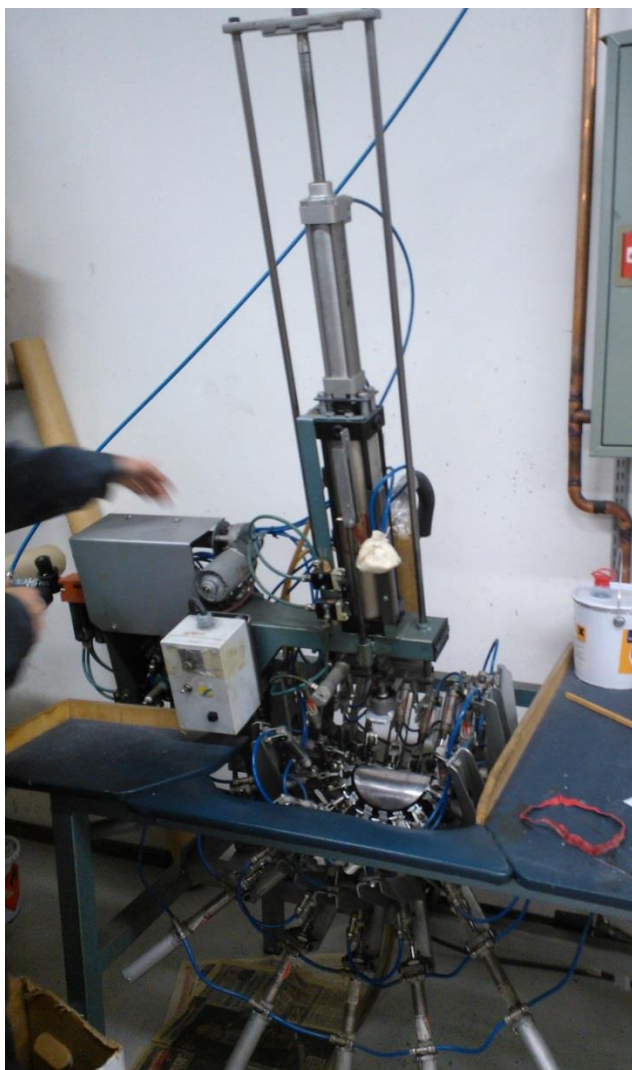
## 5 SUUNNITTELU

### 5.1 Lähtökohta

Työn lähtökohtana oli kuvassa 4 näkyvä, aiemmin aloitettu kone joka on jäänyt aikoinaan kesken sen tekijältä. Koneesta ei ollut olemassa minkäänlaisia piirustuksia, eikä kenelläkään ollut tarkkaa kuvaa sen toimintaperiaatteesta. Koneen rakentajakaan ei ollut enää tavoitettavissa, joten ensimmäinen tehtävä oli tutustua perusteellisesti koneen toimintaperiaatteeseen, jotta välttyttäisiin turhalta työltä eikä tarvitsisi keksiä niin sanotusti pyörää uudelleen. Samalla kun kartoitettiin koneen ominaisuuksia, tutkittiin mahdollisuuksia toteuttaa asiakkaan haluamat ominaisuudet valmiiseen koneeseen mahdollisimman helposti ja edullisesti. Mitä vähemmän konetta jouduttaisiin muuttamaan, sitä parempi, sillä asiakkaalle koituvat kulut pyritään pitämään minimissä, jotta kone olisi järkevää rakentaa loppuun ja ottaa käyttöön. Raakilekoneen lisäksi apuna suunnittelussa oli pienempien tukien verhoiluun käytettävä kone, joka näkyy kuvassa 5. Tästä sai vinkkejä uuden koneen suunnitteluun ja lisäksi siitä selvisi tarkasti halutut toiminnot.



KUVA 4. Suunnittelun lähtökohtana toimiva kone. (Hatara 2013.)



KUVA 5. Pienempien pehmusteiden verhoiluun tarkoitettu kone. (Hatara 2013.)

Kone oli leikkurin osalta suunniteltu lähes valmiiksi, ja alustalle oli toteutettu liikeradat paineilmasylinterin ja sähkömoottorin avulla. Siihen osa-alueeseen ei siis tarvittu parannusta, elleivät muut ominaisuudet vaatisi sen uudelleen suunnittelua. Koneeseen oli myös hahmotteltu ohjausjärjestelmää sekä vedetty johtoja ja letkuja, mutta itse logiikka oli jätetty suunnittelematta eikä siitä löytynyt minkäänlaisia hahmotelmia tai kuvia joten se oli myös tehtävälisalla. Koneessa oleva painin, joka painaa verhoiltavan kappaleen alustaa vasten, oli myös suunniteltava uudelleen, sillä olemassa olevaa versiota oli vaikea kohdistaa oikeaan kohtaan. Tavoitteena oli suunnitella mahdollisimman helpokäyttöinen ja helposti kohdistettava painin. Suurimmaksi puutteeksi koneessa lukeutui nahan tai vuttimien puuttuminen, eikä niitä ollut suunniteltu koneeseen ollenkaan. Tätä ominaisuutta ei pystytty suoraan kopioimaan olemassa olevasta koneesta, verhoiltavien kappaleiden muotoeron takia. Toinen syy kopiomisen välttämiseen oli vanhan koneen mekanismien monimutkaisuus, huollettavuus ja komponenttien suuri määrä. Tämä oli siis lähtötilanne ja tehtävälisä projektin alkaessa.



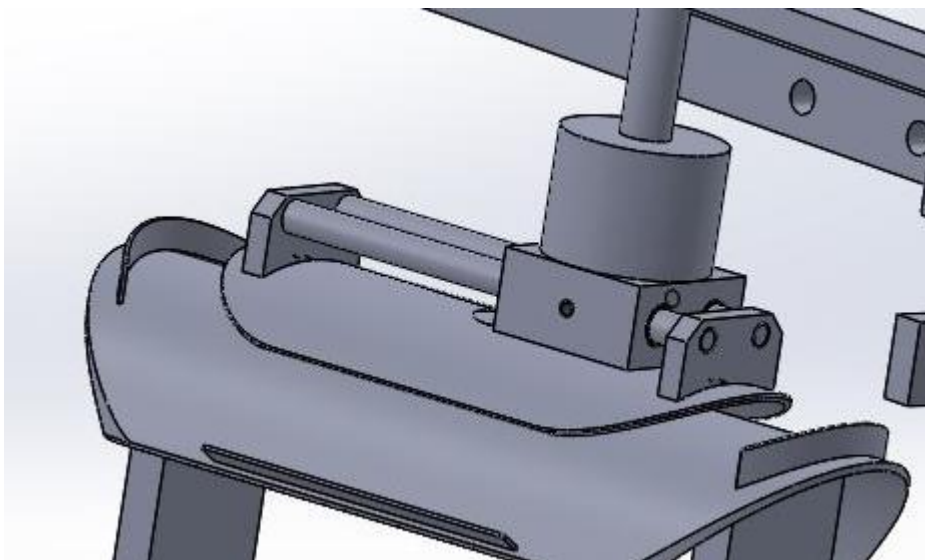
## 5.2 Painin

Painimen ongelmana oli sen kohdistus verhoiltavan kappaleen selkäpuolella olevaan reikään. Painimen liike tapahtuu paineilmakäyttöisellä sylinterillä, joka toimii on/off-tyyppisesti. Tästä syystä sen ohjaamisen oikeaan kohtaan tulee olla mahdollisimman helppoa ja rakenteen mieluiten mahdollisimman itseohjautuva. Haasteen suunnittelulle asettaa alustan liike, joka tapahtuu horisontaalisesti edestakaisin ja päädyissä akselin ympäri 180° pyörähtäen. Alkuperäisessä versiossa, joka näkyy kuvassa 6, painin oli nivelletty kahdesta kohdasta, jotta se toimisi epäkeskon alustan kanssa. Tämä versio toimisi muuten, mutta sen kohdistaminen oikeaan kohtaan tulisi olemaan lähes mahdotonta.

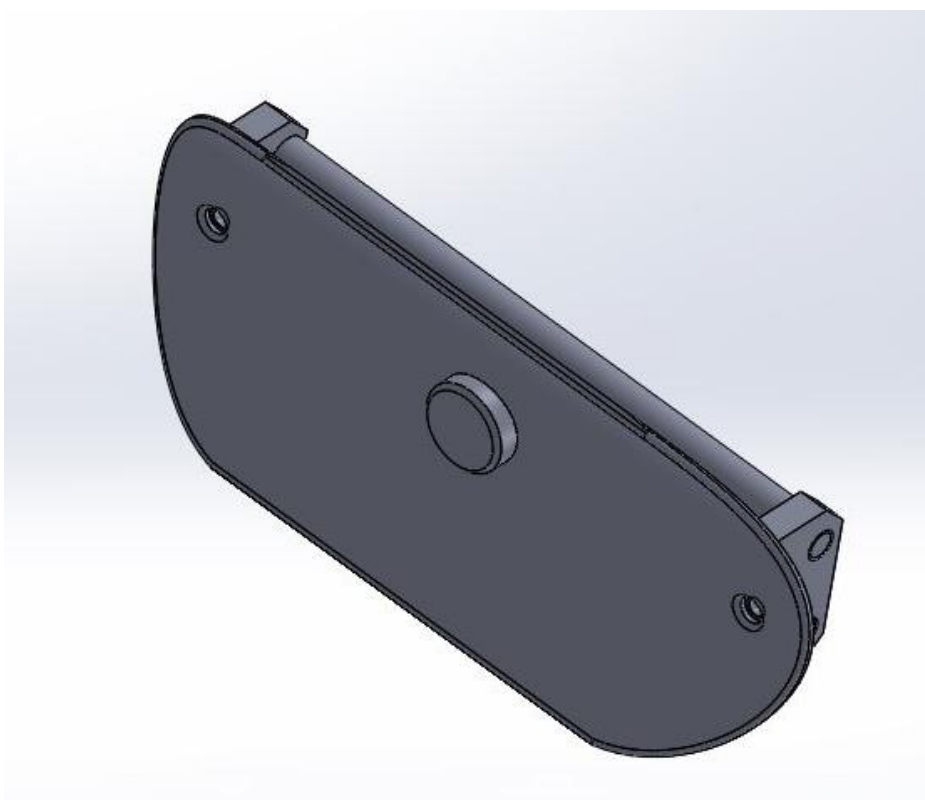


KUVA 6. Alkuperäinen painin. (Hatara 2013.)

Ensimmäinen idea ongelman ratkaisemiseksi oli nivelten lukitseminen alaslaskun ajaksi, mutta lukituksen vapauttaminen sylinterin ollessa alhaalla osoittautui liian monimutkaiseksi ja se olisi sisältänyt paljon pieniä liikkuvia osia, jolloin vikaantumisen riski olisi kasvanut huomattavasti. Näistä syistä idea hylättiin. Lopulta parhaaksi ratkaisuksi valikoitui alustan mukainen kiskorakenne, jossa sylinterin pää on kiinnitetty sylinterinvarren akselin suuntaisesti laakeroituun liukukelkkaan. Liukukelkka taas liukuu sen läpi menevillä tangoilla, kun alustan sylinteri työntää kokonaisuutta sivusuunnassa. Liukutangot ovat kiinni verhoiltavan kappaleen selkäpuolen muotoa mukailevassa kappaleessa. Kappaleen keskelle tulee myös kohdistustappi, jotta painin ei osuisi leikkuriin. Liukukelkka on varustettu liukulaakereilla ja rasvanipoilla toimivuuden ja kestävyuden varmistamiseksi. Uudelleen suunniteltu painin näkyy kuvissa 7 ja 8. Painimesta tehtiin myös valmistuspiirrustukset, jotka jäävät yrityksen käyttöön.



KUVA 7. Uudelleen suunniteltu painin.

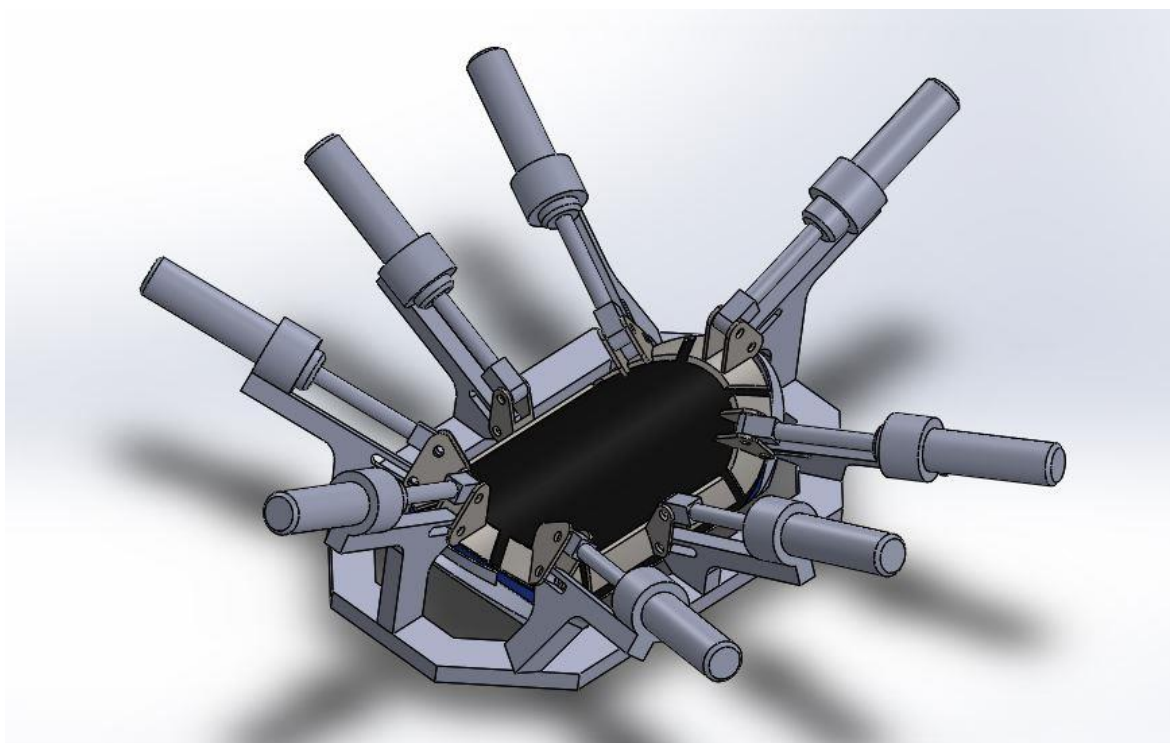


KUVA 8. Uudelleen suunniteltu painin alapuolelta.

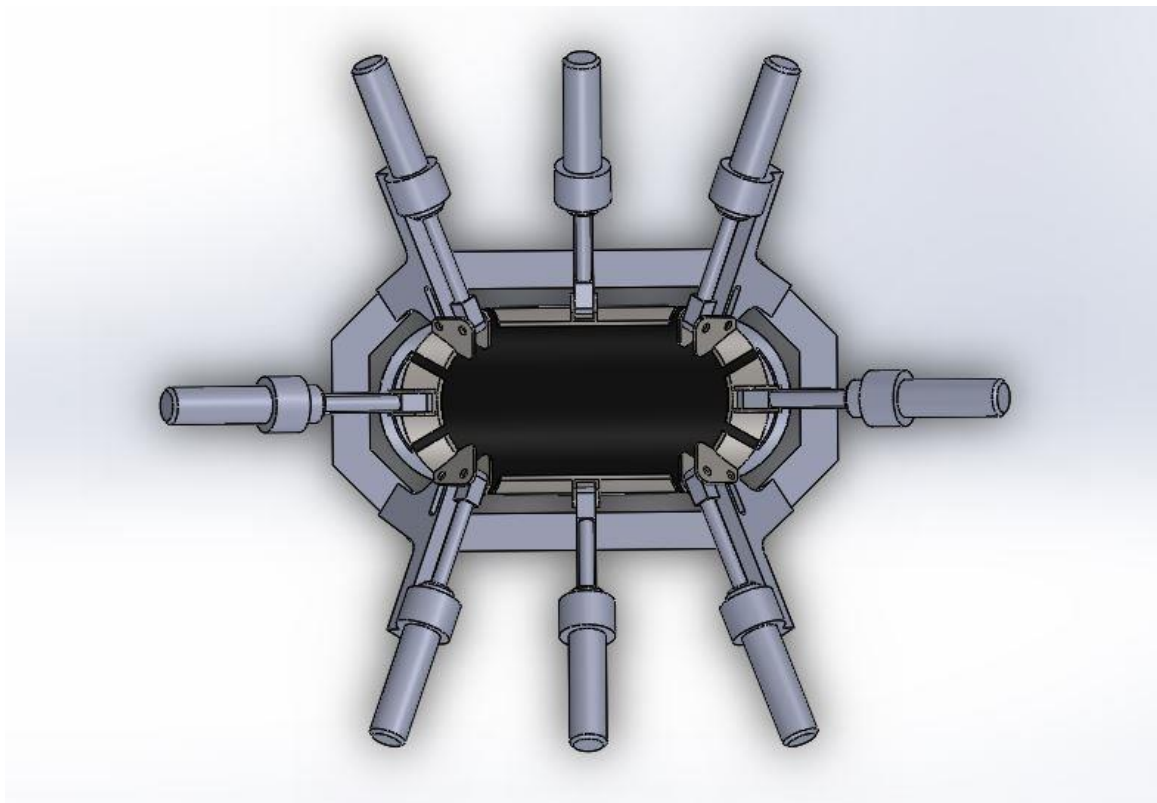
### 5.3 Taivuttimet

Keskeneräisessä koneessa ei ollut lainkaan nahan taivutukseen tarkoitettuja toimilaitteita, ja tästä syystä niiden suunnittelu voitiin aloittaa täysin alusta. Niiden toimintaperiaatteen olisi voinut kopioida olemassa olevasta koneesta, mutta siinä taivuttimet oli toteutettu erittäin monimutkaisesti ja ne tekivät myös turhia liikkeitä prosessin aikana. Kyseisessä koneessa taivutusprosessi on toteutettu 48 sylinterin avulla ja niiden määrää haluttiin karsia huomattavasti toimintavarmuuden parantamiseksi sekä kulujen laskemiseksi. Pienempi kone myös venyttää nahkaa ennen sen taittamista kappaleen selkäpuolelle, mutta tämän todettiin olevan turha ominaisuus, sillä nahka jää tarpeeksi kireälle jo pelkästään painimen puristaessa sitä alasinta vasten.

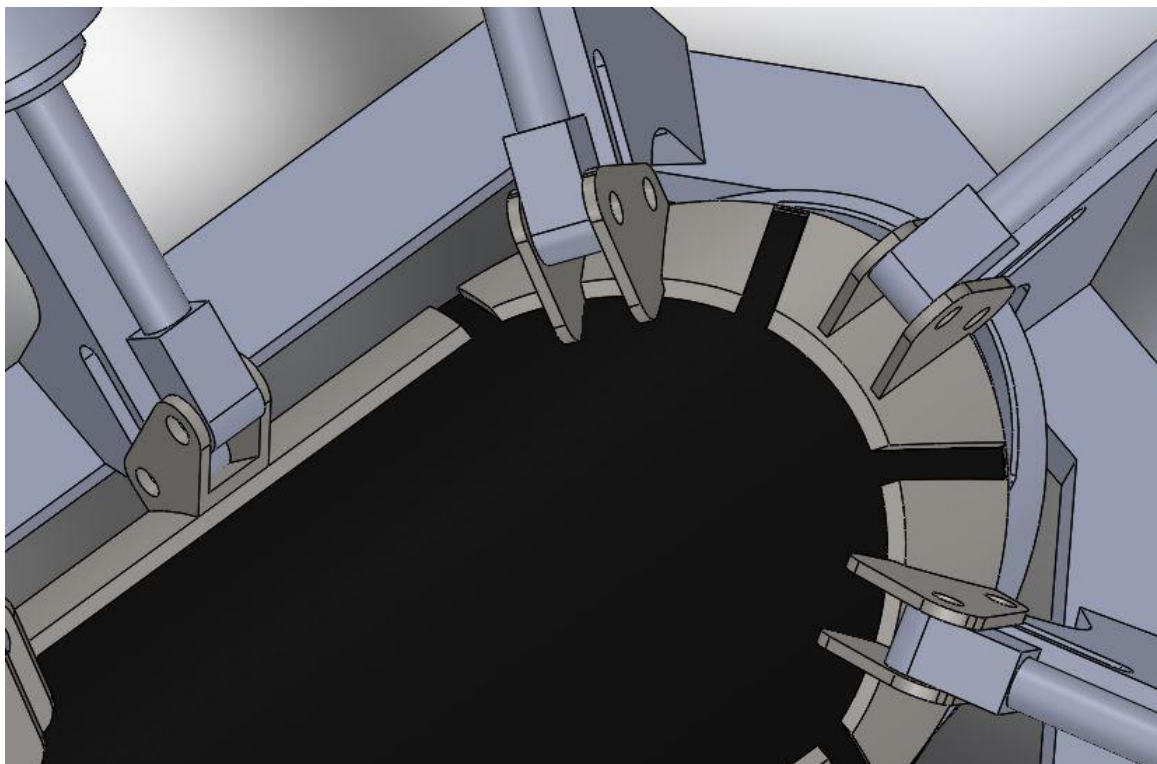
Haasteen taivuttimen suunnittelussa asetti kappaleen kaarevat osuudet, jotka vaativat useamman taivutustyökalun, kun taas tasaisille sivuille riittää yksi työkalu puolta kohden. Pienemmässä koneessa kaarevat osuudet on toteutettu viidellä työkalulla päätyä kohden, mutta määrää haluttiin vähentää vielä tästä. Kokeilujen perusteella todettiin kolmen työkalun riittävän yhteen päätyyn ja sivuille riittää yhdet pitkät. Näistä jokainen toimii yhdellä paineilmatoimisella sylinterillä, joten yhteensä sylintereitä tarvitaan vain kahdeksan, aikaisemman 48:n sijaan. Yksinkertaistaminen siis onnistui, kuten alun perin haluttiin. Kun taivutinmekanismi oli suunniteltu, täytyi se vielä sovittaa muun kokonaisuuden kanssa yhteen. Tässä vaiheessa törmättiin ongelmiin, sillä työasennosta siirryttäessä taivutin törmäisi joka suunnassa johonkin toiseen osaan koneessa. Ylöspäin nostettaessa se osuisi leikkuriin ja alaspäin laskiessa se olisi alasimen tiellä leikkausprosessin aikana. Horisontaalisesti siirryttäessäkin taivutin osuisi joko runkoon tai leikkuriin. Lukuun ottamatta käyttäjää päin siirrettäessä, mutta siinäkin tielle tulee painimen sylinterinvarsi, joka menee taivuttimen läpi. Tässä vaiheessa olisi ollut mahdollista suunnitella koko laite uudelleen taivuttimen ehdoilla, mutta sitä ei nähty järkeväksi koska olemassa oleva kone oli jo lähes valmis. Parhaaksi ratkaisuksi todettiin jättää taivutin kokonaan pois tästä koneesta, sillä se olisi helpoin toteuttaa erillisenä koneena. Kuvista 9, 10 ja 11 näkyy uudelleen suunniteltu taivutin.



KUVA 9. Uudelleen suunniteltu taivutin.



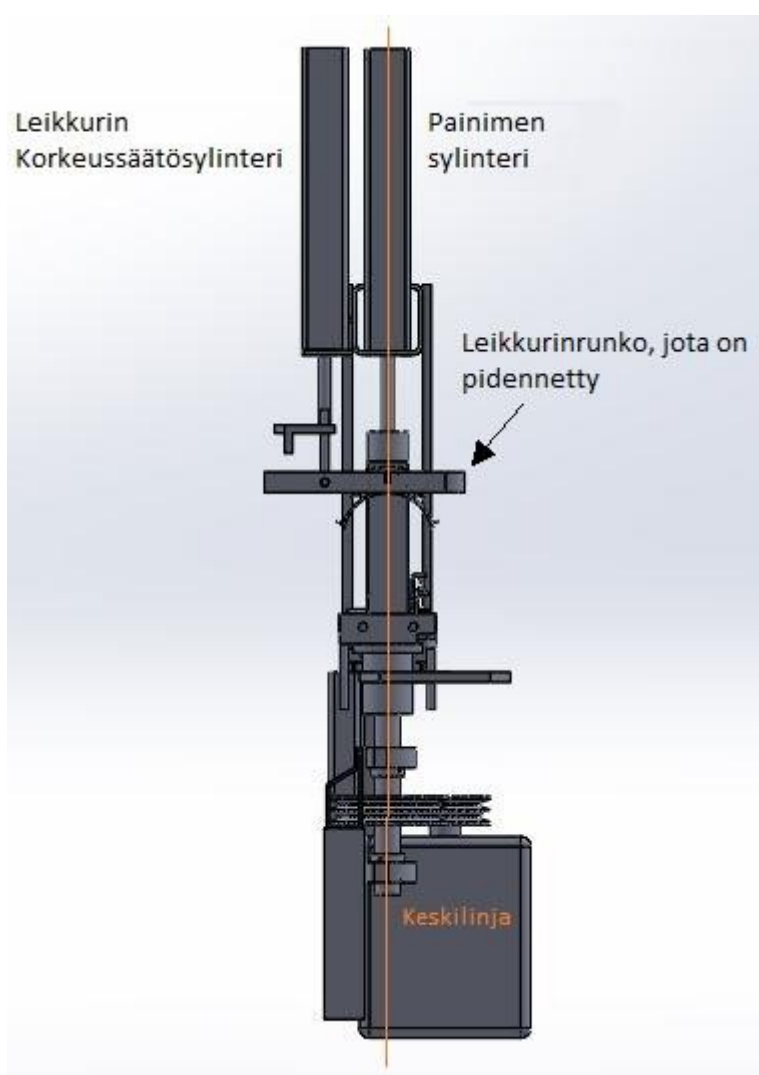
KUVA 10. Uudelleen suunniteltu taivutin yläpuolelta.



KUVA 11. Uudelleen suunniteltu taivutin.

## 5.4 Leikkuri

Leikkurin toimintaan ei tarvinnut suoranaisesti puuttua. Ainoa syy, miksi siihen piti tehdä muutoksia, oli uudelleen suunniteltu painin. Leikkuri toimii korkeussäätösylinterin avulla, joka taas on kiinnitetty kelluvaan runkoon, jossa leikkuri on kiinni. Sylinteri vastaa leikkurin asettamisesta työasentoon ja jousikuormitteinen kelluva mekanismi seuraa leikattavan kappaleen pinnanmuotoa. Alun perin Leikkurin korkeussäätösylinteri oli sijoitettu suoraan alasimen päälle, sijaiten samalla linjalla sen kanssa. Painimen sylinteri sijaitsi taas leikkurin korkeussäätösylinterin vieressä sivussa keskilinjasta. Aiemmallalla konstruktiolla tämä järjestely toimi, mutta uudelleen suunniteltu painin toimii vain sen sijaitessa laitteen keskilinjalla ja alasimen kanssa samalla linjalla. Näin ollen painimen ja leikkurin korkeussäädön sylinterit vaihdettiin päittäin toistensa paikoille ja leikkurin rungosta tehtiin pidempi, jotta leikkurin paikka säilyi ennallaan muutoksen jälkeen.



KUVA 12. Uudelleensijoitetut sylinterit, joista painimen sylinteri sijaitsee laitteen keskilinjalla.

## 5.5 Ohjausjärjestelmä

Ohjausjärjestelmän suunnittelu aloitettiin vaadittavien rajojen määrittämisellä. Rajojen määrä pyrittiin pitämään mahdollisimman pienenä, jotta ohjausjärjestelmä pysyy yksinkertaisena. Rajoja täytyy olla kuitenkin riittävästi, että järjestelmä toimii sujuvasti ja virheettömästi.

Painimen sylinteri päätettiin varustaa painekeytkimellä, jota käytetään sylinterin ala-asennon määrittämiseen. Kun paine sylinterissä kasvaa riittävän suureksi, ilmoittaa katkaisija sen ohjausjärjestelmälle. Painimeen ei tarvita muita rajoja. Leikkurin sylinteri varustetaan yleisesti käytetyillä asentotunnistimilla, jotka tunnistavat leikkurin ylä- ja työasennon. Alasimen sivuttaissiirto ja kääntötoiminto varustettiin aluksi ainoastaan kahdella rajalla. Toinen raja ilmoittaa sivuttaissiirron päättymisen ja toinen käännön päättymisen. Tällä ratkaisulla olisi riski, että alasin törmäisi käännön aikana sylinteriin, ennen sen sisään vetäytymistä. Ongelma ratkaistiin lisäämällä asentotunnistin sylinteriin, kun sylinteri on vaikuttamatta.

Kun tarvittavat rajat oli määritetty, tehtiin laitteen toiminnoista matka-aikakaavio, josta selviää toimintojen järjestys, kesto ja toistojen määrät. Kaaviossa on mukana toimilaitteet, rajat, muistit, erikoistoiminnot, startit sekä stop. Toimilaitteet on merkitty A-alkuisilla ja rajat sekä muut ohjaustiedot E-alkuisilla merkeillä. Tiedot on erotettu toisistaan juoksevalla numeroinnilla. Muistit on merkitty M-merkillä ja erikoistoiminnot omilla merkeillään, kuten tässä tapauksessa laskuri on merkitty Z1:llä. Matka-aikakaaviosta selviää jos prosessissa on monta samanlaista ohjaustietokohtaa. Jos näin on, ne täytyy erottaa toisistaan muistien tai erikoistoimintojen avulla. Kyseessä oleva ohjausjärjestelmä päädyttiin varustamaan alaspäin laskevalla laskurilla sekä yhdellä muistilla. Laskuri ilmoittaa missä vaiheessa sivuttaissiirto ja moottori lopettavat työnsä. Muisti lisättiin ohjelman loppuun, jotta välttäisiin niin sanotulta pitkältä startilta. Kyseinen ilmaus tarkoittaa käynnistysnapin jäämistä pohjaan, tai tarpeettoman pitkää napin painallusta. Stop-nappi taas deaktivoi kaikki toimilaitteet. Start-nappeja järjestelmään tuli poikkeuksellisesti kaksi kappaletta. Ensimmäinen startti ohjaa pelkästään painimensylinteriä ja kun sen rajatieto ilmoittaa järjestelmälle sylinterin olevan alhaalla, käynnistyy loppu prosessi toista start-nappia painamalla. Tämä järjestely tehtiin, jotta prosessi voidaan keskeyttää, jos painin sijoittuu väärin verhoiltavaan kappaleeseen nähden. Järjestelmän matka-aikakaavio löytyy liitteestä 1.

Ohjausjärjestelmää lähdettiin rakentamaan Siemensin LOGO!:n pohjalle, sen yleisyyden, edullisuuden ja käytettävyyden vuoksi. LOGO!:n yleisyyden vuoksi sen ohjelmoimiseen ja kytkemiseen on helppo löytää tekijä verrattuna johonkin harvinaisempaan ohjausjärjestelmään. Ensin täytyi kuitenkin tutkia LOGO!:n soveltuvuus kyseiseen laitteeseen. Soveltuvuuteen vaikutti lähinnä vaadittavien in/output:ien määrä ja toiminnot. Vaatimuksina ohjausjärjestelmälle oli laskurin käyttömahdollisuus, 8 outputtia ja 9 inputtia. Yksi vaihtoehto LOGO!:lle olisi ollut Omronin CPM2C ohjelmoitava logiikka, josta löytyy myös vaadittavat ominaisuudet. (Omron Suomi.) Edellä mainituista syistä valinta kuitenkin kohdistui LOGO!:on, sillä kenelläkään projektissa mukana olleista ei ollut kokemusta Omronin tuotteesta. LOGO!:on tehty ohjelma testattiin koulun automaatiolaboratoriossa Simaticin avulla. Simatic on myös Siemensin valmistama ohjausjärjestelmä ja ohjelma päätettiin testata sillä, koska se

oli tutumpi. Näin saatiin minimoitua ohjelmointivirheet. Ohjelma toimi todistetusti lavastetussa tilanteessa ohjaavan opettajan läsnäollessa. Ainut lisäys joka ohjelmaan piti tehdä, oli pulssin lisäys start 2:en estämään pitkä startti. Pulssi antaa haluttua ohjaustietoa vain sallitun ajan, vaikka se jäisikin päälle. Tässä tapauksessa pulssilla sallittiin 2 sekunnin pituinen ohjaustieto startilta. Häätä-seis-kytkentä toteutuu katkaisemalla virran syöttö kaikilta toimilaitteilta. Näin sylinterit jäävät siihen asentoon missä ne olivatkin napin painalluksen aikana ja leikkuri sekä moottori pysähtyvät. Sylinterit varustetaan bistabiileilla 5/2-venttiileillä, jotta ne jäävät virran katketessa paikoilleen. Leikkuria taas ohjataan jousikuormitteisella venttiilillä, jotta se saadaan vaarattomaksi hätätilanteessa. Pneumatiikkakomponenteille tehtiin kytkentäkaavio, joka jää yrityksen käyttöön.

## 5.6 Komponenttien valinta

Kaikkia laitteessa tarvittavia komponentteja ei tarvitse hankkia, sillä kesken olevassa koneessa oli jo kaksi kappaletta bistabiileja 5/2-suuntaventtiileitä, yksi jousikuormitteinen 3/2-suuntaventtiili sekä kaikki tarvittavat rajat lukuun ottamatta painekeytkintä. Myös kaikki sylinterit, leikkuri ja sähkömoottori löytyvät Ergorestilta jo valmiiksi. Hankittaviksi komponenteiksi jäivät siis LOGO!:n virtayksikkö, ohjauslaite ja lisäosa, painekeytkin, yksi 5/2-suuntaventtiili, painonappeja sekä hätä-seis-painonappi. Tarvittavat komponentit on listattu kuvan 13 taulukkoon, josta selviää tuotenumero, tarvittavat määrät sekä hinnat. LOGO! vaatii tässä kokoonpanossa toimiakseen kolme erillistä osaa. Virtayksikkö muuntaa jännitteen oikeaksi ohjauslaitetta varten, joka on tässä tapauksessa 24 V. Ohjauslaitteeksi valittiin näytöllinen versio, koska siitä on helppo tarkastaa järjestelmän tila käytön aikana. Lisäosa vaaditaan, koska ohjauslaitteessa on vain 4 outputtia ja 8 inputtia. Lisäosalla outputtien määrä nousee 8:an ja inputtien määrä 12. (LOGO!.)

Järjestelmän komponentit				
Tuote	Selitys	Tuotenumero	Määrä (kpl)	Hinta yhteensä (€)
LOGO! Power 2,5 A 6EP1332-1SH42 24V/2,5A	Virtayksikkö	2702037	1	87.06
LOGO! 12/24RC 6ED1052-1MD00-0BA6 DC 12/2V	Ohjauslaite	2702003	1	162.69
LOGO! DM8 24 R 6ED105J-1HB00-0BA0 AC/DC 24V	Lisäosa	3581624	1	86.43
Painekeytkin 1...10 bar	Painekeytkin	0166 407 031 027	1	35.50
Pneumatiikka venttiili 5/2	Venttiili	5122-454-3-24DC	1	84.32
Painonappi hetkellinen vihreä	Painonappi	35-522-36	2	20.20
Painonappi hetkellinen punainen	Painonappi	35-522-35	1	10.10
Hätä-seis-painonappi	Hätä-seis	61-3440.4/1	1	33.90
			<b>Yhteensä</b>	<b>520.20</b>

KUVA 13. Lista tarvittavista komponenteista ja niiden hinnat. (SLO.) (Elfa distrelec Suomi.) (Hydrauliikkakauppa.)

## 6 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella toimiva verhoilukone kyynärnojien pehmusteiden verhoiluun. Alun perin tarkoituksena oli toteuttaa koko verhoiluprosessi yhdellä koneella, mutta lopulta työssä keskityttiin toimivan reunaleikkurin suunnitteluun ja nahantaivuttimen ideointiin. Vaikka alkuperäiseen tavoitteeseen ei päästy, oli Ergorestin toiveena saada edes toimiva leikkuri nopeuttamaan verhoilutyötä. Se lyhentää tuotteiden läpimenoaikaa huomattavasti, joten siitä on hyötyä yritykselle, eikä opinnäytetyössä näin ole tehty turhaa työtä. Yhtenä projektin tavoitteena oli pitää koneen valmistuskustannukset alhaisena ja tässä onnistuttiin, sillä uusia komponentteja ei tarvitse juurikaan hankkia. Myös taivutinlaitteen ideoinnissa onnistuttiin, sillä komponenttien määrää saatiin karsittua yli 80 %. Tämä on todella suuri vähennys siihen nähden, että laitteen on tarkoitus tehdä edelleen sama työ kuin ennen. Projektia on myös mahdollista jatkaa erillisen taivutinkoneen suunnittelulla, jolloin koko verhoiluprosessi saataisiin tehtyä koneiden avulla. Jatkotoimenpiteistä päättää Ergorestin henkilökunta.

Leikkuri suunniteltiin loppuun ja sen puuttuvista osista tehtiin 3D-mallit sekä piirustukset SolidWorks-mallinnusohjelmalla. Ohjausjärjestelmästä tehtiin kytkentä- ja logiikkakaaviot sekä valittiin puuttuvat komponentit koneen valmiiksi saamiseksi. Työn tulokset on luovutettu Ergorestille ja he aikovat toteuttaa suunnitelmat mahdollisimman nopeasti. He olivat tyytyväisiä työn tuloksiin ja projektin nopeaan etenemiseen.

Leikkurin valmiiksi saattaminen ei kuulunut opinnäytetyöhön ja sen toteuttamisesta vastaa Ergorestin oma henkilökunta. Valmistettavat osat ja vaadittavat muutokset on suunniteltu, niin, että ne on mahdollista valmistaa mahdollisimman vähäisellä työkaluvalikoimalla ja ilman erikoislaitteita. Näin koneen rakentamisessa tarvitsee käyttää mahdollisimman vähän ulkopuolista työvoimaa ja lisäkustannuksilta vältytään.

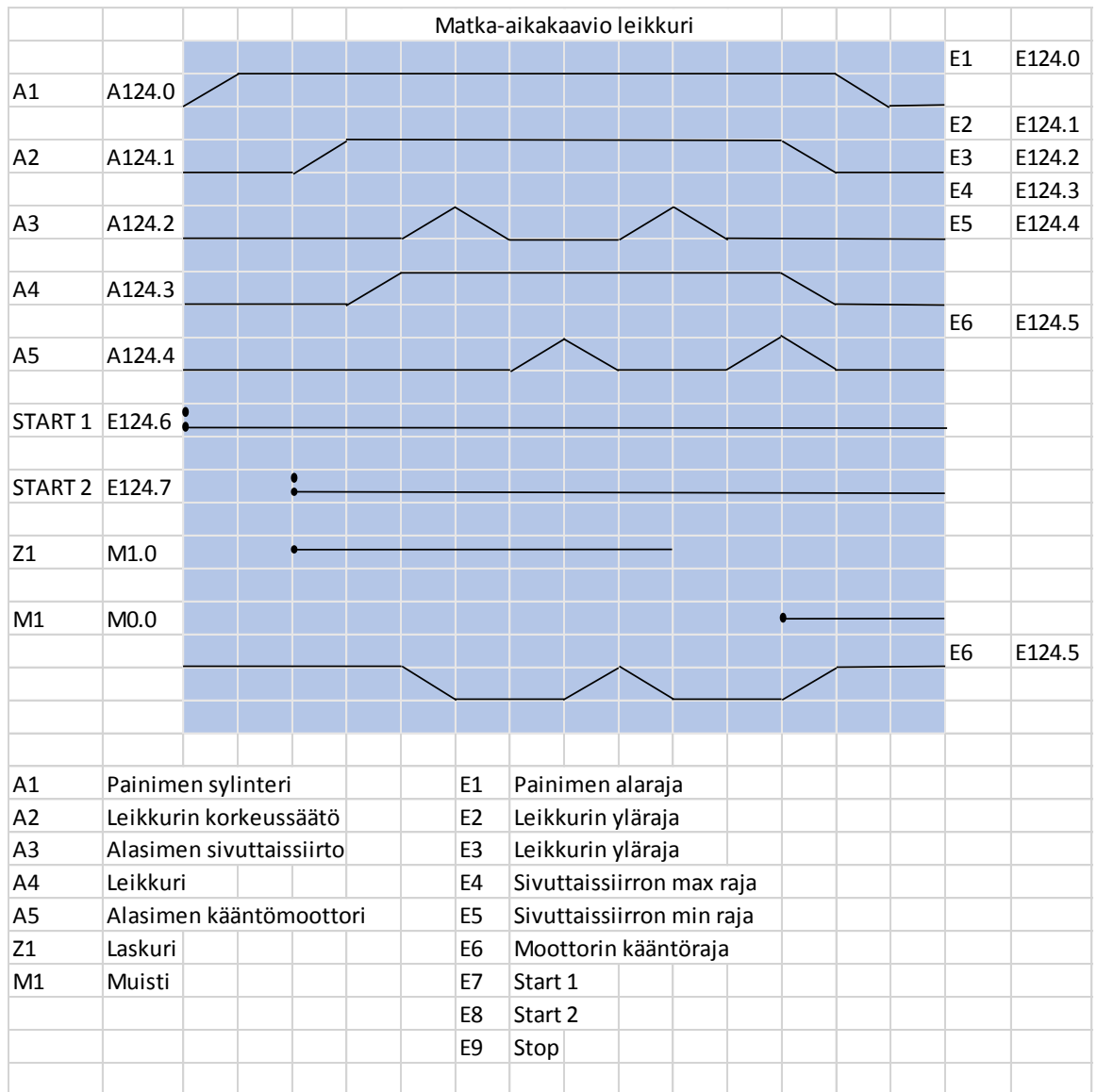


## LÄHTEET

- Elfa Distrelec Suomi. Elektroniikka- ja automaatiotuotteet. [Viitattu 2014-03-31]. Saatavissa: [https://www.elfaelektronikka.fi/elfa3~fi\\_fi/elfa/init.do?item=54-540-04&toc=19347](https://www.elfaelektronikka.fi/elfa3~fi_fi/elfa/init.do?item=54-540-04&toc=19347)
- Ergorest Oy a. Yritys. [Viitattu 2014-01-13]. Saatavissa: <http://www.ergorest.fi/fi/yritys/>
- Ergorest Oy b. Kyynärvarsituet. [Viitattu 2014-01-13]. Saatavissa: <http://www.ergorest.fi/fi/tuotteet/kyynarvarsituet/>
- Hydrauliikkakauppa. Pneumatiikkaventtiilit. [Viitattu 2014-04-01]. Saatavissa: <http://www.hydrauliikkakauppa.fi/5122454324dc-p-2201.html>
- KEINÄNEN, Toimi, KÄRKKÄINEN, Pentti, METSO, Tommi, PUTKONEN, Kari, WSOY 2001. Logiikat ja ohjausjärjestelmät, Koneautomaatio 2. Vantaa: Tummavuoren kirjapaino, 1.
- LOGO!. Siemens Suomi. [Viitattu 2014-03-30]. Saatavissa: [http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden\\_tuotteet\\_ja\\_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat\\_logiikat\\_simatic/logo.htm](http://www.siemens.fi/fi/industry/teollisuuden_tuotteet_ja_ratkaisut/tuotesivut/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat_simatic/logo.htm)
- LOGO! Käsikirja versio 0ba5. Siemens Suomi. [Viitattu 2014-03-30]. Saatavissa: [http://www.siemens.fi/pool/products/industry/iadt\\_is/tuotteet/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat\\_logiikat/logo/logo-kasikirja-versio-0ba5.pdf](http://www.siemens.fi/pool/products/industry/iadt_is/tuotteet/automaatiotekniikka/ohjelmoitavat_logiikat/logo/logo-kasikirja-versio-0ba5.pdf)
- Modeo. Ergonomiatuotteet. [Viitattu 2014-04-01]. Saatavissa: <http://modeo.fi/fi/kalusteet/ergonomiatuotteet/kyynar-ja-rannetuet/proergo-kyynarvarsituki-ergonomic-soft-lycra.html>
- Omron Suomi. Ohjausjärjestelmät. Ohjelmoitavat logiikat. [Viitattu 2014-03-31]. Saatavissa: [http://industrial.omron.fi/fi/products/catalogue/automation\\_systems/programmable\\_logic\\_controller/compact\\_plc\\_series/cpm2c/default.html](http://industrial.omron.fi/fi/products/catalogue/automation_systems/programmable_logic_controller/compact_plc_series/cpm2c/default.html)
- SIIRILÄ, Tapio, Inspecta 2009. Koneturvallisuus, Ohjausjärjestelmät ja turvalaitteet. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy, 2.
- SLO. Hinnastot ja tuotetiedot. [Viitattu 2014-03-31]. Saatavissa: <http://www.slo.fi/www/fi/Tuotteet/Hinnastot/Sivut/default.aspx>

## LIITTEET

## LIITE 1: LEIKKURIN MATKA-AIKAKAAVIO



## LIITE 2: SIEMENS SIMATIC OHJELMA

SIMATIC

ergorest\

03/21/2014 12:40:22 PM

SIMATIC 300 (1)\CPU 312IFM\...\OB1 - &lt;offline&gt;

## OB1 - &lt;offline&gt;

""

Name: Family:  
 Author: Version: 0.1  
 Block version: 2  
 Time stamp Code: 03/21/2014 12:40:00 PM  
 Interface: 02/15/1996 04:51:12 PM  
 Lengths (block/logic/data): 00310 00182 00020

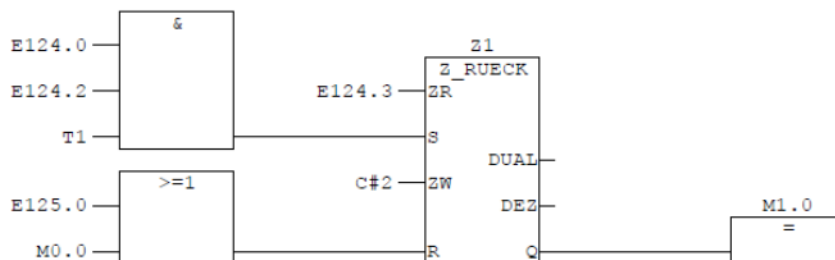
Name	Data Type	Address	Comment
TEMP		0.0	
OB1_EV_CLASS	Byte	0.0	Bits 0-3 = 1 (Coming event), Bits 4-7 = 1 (Event class 1)
OB1_SCAN_1	Byte	1.0	1 (Cold restart scan 1 of OB 1), 3 (Scan 2-n of OB 1)
OB1_PRIORITY	Byte	2.0	Priority of OB Execution
OB1_OB_NUMBR	Byte	3.0	1 (Organization block 1, OB1)
OB1_RESERVED_1	Byte	4.0	Reserved for system
OB1_RESERVED_2	Byte	5.0	Reserved for system
OB1_PREV_CYCLE	Int	6.0	Cycle time of previous OB1 scan (milliseconds)
OB1_MIN_CYCLE	Int	8.0	Minimum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_MAX_CYCLE	Int	10.0	Maximum cycle time of OB1 (milliseconds)
OB1_DATE_TIME	Date_And_Time	12.0	Date and time OB1 started

Block: OB1 "Main Program Sweep (Cycle)"

Ergorest - Leikkuri

Network: 1

Laskuri - alaspäin laskeva



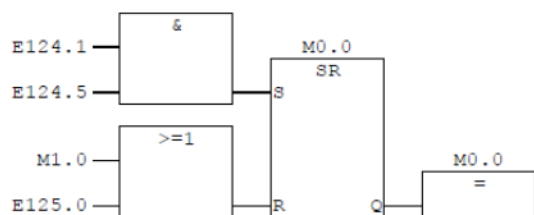
SIMATIC

ergorest\  
SIMATIC 300(1)\CPU 312IFM...\OB1 - <offline>

03/21/2014 12:40:22 PM

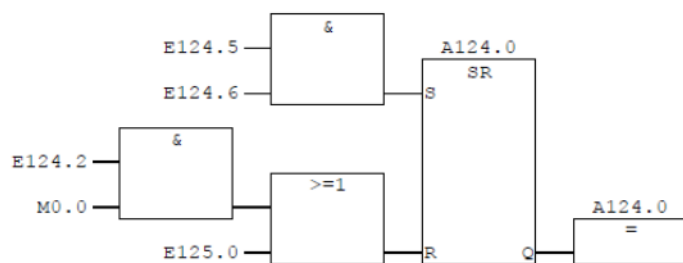
Network: 2

Muisti 1.



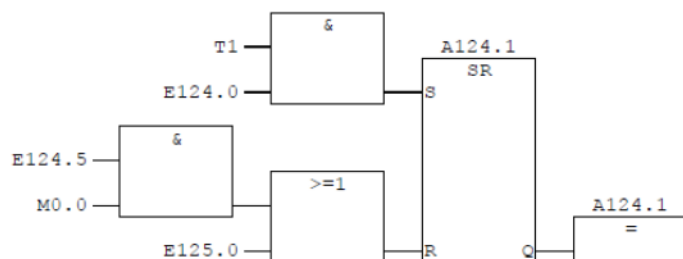
Network: 3

Sylinteri 1.

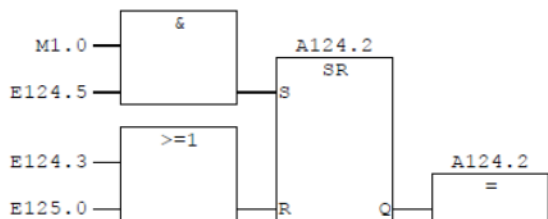


Network: 4

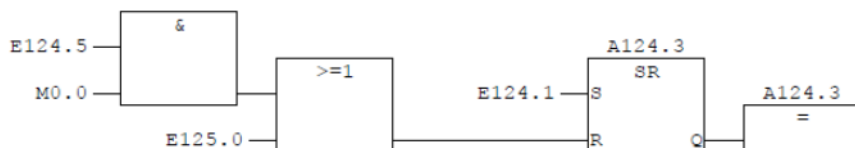
Sylinteri 2.



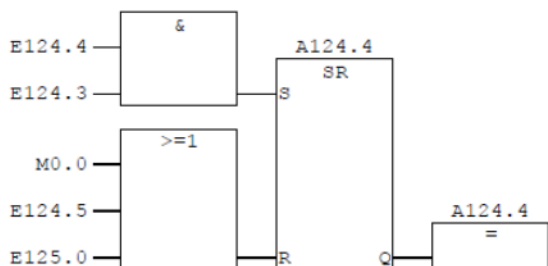
Network: 5  
Sylinteri 3.



Network: 6  
Saha



Network: 7  
Kääntömoottori



Network: 8  
Pulssi pitkän startin estämiseksi.

