

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Kone- ja tuotantotekniikka

Riku Hyttinen

PULVERIMAALINPOISTOLAITTEISTON SUUNNITTELU

Opinnäytetyö
Toukokuu 2017



OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2017
Kone- ja tuotantotekniikka

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
p. (013) 260 6800 p. (013) 260 6906

Tekijä
Riku Hyttinen

Nimeke
Pulverimaalinpoistolaitteiston suunnittelu

Toimeksiantaja
Kesla Oyj, Ari Pirhonen

Tiivistelmä

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehitellä pulverimaalattujen kappaleiden maalinpoistoon soveltuva laitteisto. Työn tarkoituksena oli parantaa maalauksessa käytettyjen suojakappaleiden toimivuutta ja pidentää niiden käyttöikää mahdollistamalla niiden ajoittainen puhdistus.

Suunnitteluprosessissa sovellettiin vapaasti VDI 2222 -suunnittelumetodia erilaisten vaihtoehtojen vertailuun ja valintaan. Tarvittava 3D-mallinnus toteutettiin Creo Parametric 2.0 -ohjelmalla ja ohjelmoitavan logiikan suunnitteluun käytettiin Omronin ZENTool -ohjelmaa.

Opinnäytetyö koostuu erilaisten vaihtoehtojen vertailusta ja valinnasta, suunnittelun eri vaiheista sekä ohjelmoitavan logiikkaohjelman suunnittelusta. Tuloksena tästä työstä saatiin tarvittavat osa- ja kokoonpanopiirustukset laitteiston rakentamiseksi ja logiikkaohjelma laitteiston käyttöä varten.

Kieli

suomi

Sivuja 44

Liitteet 4

Asiasanat

Maalinpoisto, pulverimaalaus, VDI 2222, konetekniikka



THESIS
May 2017
Kone- ja tuotantotekniikka

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
Finland
p. (013) 260 6800 p. (013) 260 6906

Author
Riku Hyttinen

Title
Designing of powder coat removal device

Commissioned by
Kesla Oyj, Ari Pirhonen

Abstract

The aim of this thesis was to design a device, which would be able to remove coating from powder coated metal pieces. The goal was to improve functionality and working life of paint masking parts allowing clean them occasionally.

VDI 2222 –designing method was used in the designing process to compare and make choices between different options. The necessary 3-D modelling process was made using Creo Parametric 2.0 software and the programmable logic control designing was made using Omron ZENTool software.

Thesis consists of comparing different options and choices, different stages of designing and designing of programmable logic control. Results of this thesis are part and assembly drawings for building the device and programmable logic control for using the device.

Language

Finnish

Pages 44

Appendices 4

Keywords

Paint stripping, powder coating, VDI 2222, mechanical engineering

Sisältö

1 Johdanto	6
1.1 Opinnäytetyön esittely	6
1.2 Taustatietoa	7
1.3 Kesla Oyj	9
2 Systemaattinen suunnittelumetodi VDI 2222	10
2.1 Tehtävänasettelun selvittely	10
2.2 Luonnostelu.....	11
2.3 Kehittely.....	12
2.4 Viimeistely	12
3 Ohjelmoitava logiikka	12
3.1 Tulot ja lähdöt.....	13
3.2 Apumuisti.....	14
3.3 Ajastin.....	14
3.4 Omron ZEN -ohjelmisto	14
4 Maalaus ja maalinpoisto	15
4.1 Pulverimaalaus.....	15
4.2 Maalinpoisto.....	16
5 Rakenteen suunnittelu	18
5.1 Tehtävänasettelun selvittelyvaihe.....	18
5.2 Luonnosteluvaihe.....	19
5.2.1 Toimintorakenne.....	19
5.2.2 Layout	20
5.2.3 Laitteen kapasiteetti	21
5.2.4 Kuljetinvaihtoehtojen kartoittaminen.....	21
5.2.5 Liuotuksen toteuttaminen	25
5.2.6 Pesutoiminnon toteuttaminen.....	25
5.2.7 Liuotuskammion ja pesukammion ovien toiminta	26
5.3 Kehittelyvaihe	26
5.3.1 Korin suunnittelu.....	26
5.3.2 Radan suunnittelu	27
5.3.3 Liuotusaltaan suunnittelu.....	29

5.3.4	Saksinostimen suunnittelu.....	30
5.3.5	Nosto-ovien suunnittelu.....	31
5.3.6	Pesukammion pohjan suunnittelu.....	33
5.3.7	Kammioiden koteloinnin suunnittelu.....	35
5.3.8	Huuhtelun suunnittelu.....	37
5.3.9	Siirtosylinterien kiinnityksen suunnittelu	39
5.3.10	Välikokoonpano.....	40
5.3.11	Turvakoteloinnin suunnittelu	41
5.4	Viimeistelyvaihe	42
5.4.1	Piirustusten laatiminen	42
5.4.2	Pneumatiikan toiminta ja ohjauskaavio	42
5.4.3	Logiikkaohjelman suunnittelu	43
6	Pohdinta.....	47
	Lähteet.....	49
	Liitteet	

1 Johdanto

1.1 Opinnäytetyön esittely

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella sekä pohtia erilaisia vaihtoehtoja jauhemaalain poistamiseksi metallisista kappaleista automaattisen pesulinjan avulla. Kartoitin työssä erilaisia vaihtoehtoja laitteen kapasiteettiin, kappaleiden liikuttamiseen, nostamis- ja laskemistoimintoihin, jauhemaalain liuottamiseen sekä huuhteluprosessiin. Päällimmäisenä tarkoituksena työssä oli suunnitella toimiva ja helppokäyttöinen pesulinja helpottamaan jauhemaalattujen kappaleiden puhdistamista.

Laitteisto suunniteltiin toimivaksi verkkovirralla ja paineilmalla, koska sen sijoituspaikkana ovat teollisuushallin maalaamotilat.

Sovelsin työssä VDI 2222 -suunnittelumetodia. VDI 2222:sta käytettiin kartoittamaan suunniteltavan laitteiston vaatimukset sekä vertailemaan erilaisia laitevaihtoehtoja pisteytyksien avulla.

Käytin suunnittelussa Creo Parametric 2.0 -mallinnusohjelmaa. Kyseinen ohjelma valittiin mallinnukseen, koska olemme sitä opiskelleet ja käyttäneet opinnoissa. Ohjelma mahdollisti 3D-suunnittelun sekä vaadittavien piirustusten laatimisen.

1.2 Taustatietoa

Idea työhön syntyi kesällä 2015 ollessani työharjoittelussa Kesla Oyj:n Joensuun tehtaalla. Työtehtäväni oli työskennellä jauhemaalaukselinjastolla maalarien apuna sekä kehittää jauhemaalattavien kappaleiden suojausta. Maalauslinjan ongelmana oli maalin pääseminen tarkasti koneistettuihin uloketappeihin, akseleihin, laakeripesiin, tappien reikiin sekä kierteisiin.

Tarkoituksena oli alun perin kehittää parempia suojaratkaisuja. Kokeilimme erilaisia suojausmenetelmiä käyttämällä metallisia ja silikonisia suojakappaleita sekä erityistä jauhemaalaukseen kehitettyä teippiä.



Kuva 1. Silikonisia suojatulppia reikien ja kierteiden suojaukseen.

Ylläolevassa kuvassa 1. näkyvät silikoniset tulpat toimivat hyvin pienemmissä alle 20 mm:n halkaisijalla olevissa rei'issä sekä kierteissä. Suurissa yli 50 mm:n halkaisijalla olevissa rei'issä käytetyt silikoniset suojakappaleet pyrkivät kutistumaan jauhemaalauksuunin lämmön vaikutuksesta, eivätkä pysyneet enää paikoillaan. Lisäksi jauhemaalattavat kappaleet kulkevat ennen maalausta sinkokuulapuhalluksen lävitse, joka kykenee irrottamaan löysästi paikoillaan olevat suojakappaleet. Kokeilujen tuloksena päädyttiin käyttämään metallisia

suojakappaleita sellaisissa suojauskohteissa, joissa silikoniset suojat eivät pysyneet.

Myös teipin käyttöä kokeiltiin, mutta reikien ja kierteiden teippaaminen osoittautui hankalaksi. Uloketappeja ja akseleita voitiin teipata helpostikin, mutta ajallisesti on kannattavampaa suojata nekin helposti asennettavilla metallikappaleilla. Varsinkin teipin irrottaminen osoittautui aikaa vieväksi, koska teippi pyrki kovettumaan ja irrotettaessa teippiä se repeili pieniksi paloiksi.



Kuva 2. Teräksisiä suojakappaleita, joissa kertyneenä useampia maalikerroksia.

Metallisten suojakappaleiden ongelmana ilmeni paksun maalikerrostuman kertyminen kappaleiden pintaan niiden kiertäessä maalauslinjaston lävitse

useita kertoja (kuva 2). Paksu maalikerros pyrki sulamaan polttouunissa ja kiinnittymään suojattavaan kohteeseen lujasti ja aiheuttaen valumia maalattuihin kappaleisiin. Suojakappaleet eivät myöskään asettuneet enää tiiviisti maalattaviin kappaleisiin ja maalia pääsi kohteisiin, joissa sitä ei saanut olla. Tällaisia paikkoja olivat esimerkiksi laakeripesät ja tappien reiät.

Lopulta päädyttiin kokeilemaan jauhemaalien liuottamista suojakappaleista. Kokeiltiin kahta erilaista maalinpoistoliuotinta, joista toinen lopulta kykeni irrottamaan maalin vaaditulla tavalla. Näiden toimenpiteiden jälkeen alettiin miettiä suojakappaleiden puhdistamista automaattisesti liuottamalla, jotta suoja voitaisiin käyttää useita kertoja eikä suojakappaleita tarvitsisi heittää pois ja tehdä tilalle uusia. Tästä syntyi idea kehittää erityinen pesulinjasto suojakappaleiden puhdistamiseksi.

1.3 Kesla Oyj

Kesla Oyj on suomalainen pörssiyritys, joka on erikoistunut metsäteknologian kehittämiseen, valmistukseen ja markkinointiin. Keslan tuotteisiin kuuluvat mm. puutavara-, metsäkone- ja kierrätysnosturit, harvesteri- ja puutavarakourat, hakkurit sekä metsäperävaunut. Yritys on perustettu alunperin vuonna 1960 Rantasalmelle, mutta nykyisin kotipaikkana on Joensuu. Muita Keslan toimipaikkoja ovat Kesälahti, Tohmajärvi, Ilomantsi sekä Sinzheim Saksassa. Kesla Oyj työllistää 261 henkilöä. Yrityksen liikevaihto vuonna 2016 oli 42,0 miljoonaa euroa. [1.]

2 Systemaattinen suunnittelumetodi VDI 2222

Systemaattinen suunnittelumetodi VDI 2222 on saksalaisten kehittämiä suunnitteluohjeisto. VDI 2222:n tarkoituksena on ohjata koneensuunnitteluprosessia. VDI 2222 jakautuu tämän työn kohdalla neljään eri perusvaiheeseen. Nämä neljä vaihetta ovat tehtävänasettelun selvittely, luonnostelu, kehittäminen ja viimeistely.

2.1 Tehtävänasettelun selvittely

Ensimmäinen vaihe alkaa ongelman kohtaamisella. Selvitetään mihin ongelmiin haetaan ratkaisuja ja mitä vaatimuksia nämä ratkaisut sisältävät. Ratkaisujen pohjalta laaditaan vaatimuslista, johon laaditaan vaatimukset ja toivomukset. Esimerkki vaatimuslistasta sivulla 11 olevassa kuviossa 1. Listassa määritellään kiinteät vaatimukset (KV), vähimmäisvaatimukset (VV) sekä toivomukset (T). Kiinteiden vaatimuksien tulee täytyä kaikissa olosuhteissa ja vähimmäisvaatimusten tiettyjen rajojen sisällä. Toivomukset otetaan huomioon mahdollisuuksien mukaan, sillä varauksella, että ylimääräiset kustannukset ovat sallittuja. [2, s. 54–64.]

Muutos pvm.	KV, VV, T	VAATIMUS	Tärkeys
		GEOMETRIA	
		KINEMATIikka	
		VOIMAT	
		ENERGIA	
		AINE	
		TURVALLISUUS	
		VALMISTUS	
		TARKASTUS	
		KULJETUS	
		KÄYTTÖ	
		KUNNOSSAPITO	
		KUSTANNUKSET	
		TOIMITUSAIKA	

KV = kiinteä vaatimus, VV = vähimmäisvaatimus, T = toivomus

Kuvio 1. Vaatimuslista [3.]

2.2 Luonnostelu

Tehtävänselvittelyä seuraava vaihe on luonnostelu. Tähän vaiheeseen kuuluu abstrahointi, toimintorakenteen laatiminen sekä sopivien vaikutusperiaatteiden ja niiden yhdistelmien etsiminen.

Abstrahointi eli pelkistäminen tarkoittaa olennaisten ongelmien tunnistamista. Ongelma puretaan ydintekijöihinsä ja määritellään tarkasti, mihin ongelmiin haetaan ratkaisuja ja mitä ominaisuuksia voidaan hylätä. Näin päästään ongelman ytimeen, joka mahdollistaa uusien ratkaisumallien tutkimisen, kehittämisen ja soveltamisen. [2, s. 72–80.]

Abstrahoinnin jälkeen kokonaistoiminto jaetaan osatoimintoihin, jotta ratkaisujen selvittäminen olisi helpompaa. Jokaiseen osatoimintoon kartoitetaan erilaisia ratkaisuja ja pyritään löytämään paras mahdollinen vaihtoehto kyseessä olevan ongelman ratkaisuun. [2, s. 81–83.]

2.3 Kehittely

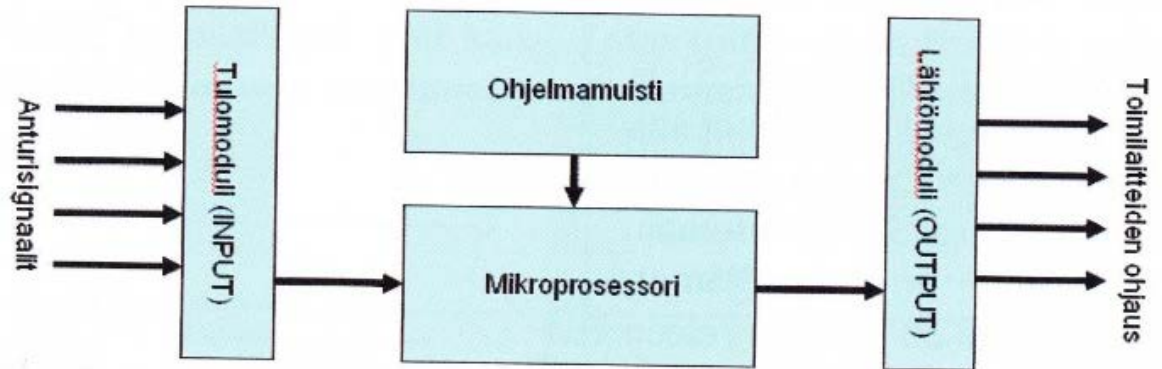
Kehittelyvaiheessa teknisen tuotteen rakennetta ja toteuttamista käytännössä aletaan suunnittelemaan. Kehittelyssä huomioidaan teknisen tuotteen rakenteen toteutukseen vaikuttavat tekijät kuten valmistus- ja työstötavat sekä tekniset ja taloudelliset näkökulmat. [2, s. 176–396.]

2.4 Viimeistely

Viimeistelyvaiheessa teknisen tuotteen kokoonpanorakenne täydennetään lopullisilla määräyksillä. Nämä määräykset koskevat kaikkien yksittäisosien muotoa, mitoitusta, pinnanlaatua, valmistusmahdollisuutta ja kustannuksia. Viimeistelyvaiheen painopiste on siis toisin sanoen valmistusasiakirjojen eli osa-, työ- ja kokoonpanopiirustusten, osaluetteloiden sekä käyttöohjeiden laatimisessa. Viimeistelyn jälkeen tuotteen varsinainen tuotanto voidaan aloittaa. [2, s. 458–483.]

3 Ohjelmoitava logiikka

Ohjelmoitava logiikka eli PLC on alun perin autoteollisuuden käyttöönottama ohjausjärjestelmä. PLC on lyhennys sanoista Programmable Logic Controller, ja tarkoittaa suomeksi ohjelmoitavaa loogista ohjausjärjestelmää. PLC on pienikokoinen mikroprosessorilla varustettu tietokone. Sitä käytetään reaaliaikaisten automaatioprosessien, kuten koneiden ja tuotantolaitteiden ohjaukseen. Logiikalla yksinkertaistetaan ohjausta korvaamalla useita aiemmin käytettyjä releitä sekä ajastimia. PLC:n käyttö helpottaa huomattavasti toiminnallisten muutosten tekemistä ja vikatilanteiden selvittämistä. [4, s. 212.]



Kuvio 2. Ohjelmoitavan logiikan rakenne. [4, s. 212.]

Kaikki logiikan käytössä olevat toimilaitteet on kytketty tulo- ja lähtöportteihin (kuvio 2). Logiikka ohjaa toimilaitteita tehdyn ohjelman ja anturitietojen perusteella.

3.1 Tulot ja lähdöt

Ohjelmoitavassa logiikassa tuloihin kytketään järjestelmän tilaa havainnoivat anturit ja lähestymiskytkimet. Lähtöihin kytketään toimilaitteet, kuten sähkömoottorit, releet ja venttiilit. [4, s. 223.]

Tulot ja lähdöt ryhmitellään yleensä rinnakkaisiksi bittiryhmiksi eli tavuiksi ja sanoiksi. Tavusta käytetään lyhennettä B (Byte) ja sanasta W (Word). Tavu on kahdeksan rinnakkaista bittiä ja sana kaksi tavuryhmää eli 16 bittiä. Tulot voidaan ymmärtää tavanomaisessa ohjelmoinnissa riviliitinryhmänä, jonka numerointijärjestelmä vaihtelee logiikkamerkin mukaan. [4, s. 227.]

3.2 Apumuisti

Apumuistit ovat logiikan sisäisiä muistipaikkoja, jotka toimivat mekaanisten releiden tavoin. Apumuisteja kutsutaan sisäisiksi releiksi, lipuiksi ja merkkereiksi. Apumuistilla on kaksi erilaista tilaa, joko varattuna – 1 tai ei käytössä – 0. [4, s. 228.]

3.3 Ajastin

Ohjelmoitavien logiikoiden ajastimia käytetään lisäämään viivettä, jotta jokin tietty työvaihe ehtii tapahtua. Ajastin käynnistää kellonsa jollakin tuloehdolla eli se on vetohidasteinen. [4, s. 229.]

3.4 Omron ZEN -ohjelmisto

Käytän loogisen ohjauksen suunnitteluun Omron ZENTool -ohjelmaa, joka on tarkoitettu Omron ZEN -releen ohjelmointiin. Ohjelma toimii tikapuukaavio-periaatteella. Ohjelman toimintaperiaate on sama kuin CX-Programmerissa, jota olemme käyttäneet opinnoissa, mutta Omron ZENTool on paljon rajoittuneempi.

Valitaan kyseinen ohjelma, koska se on sopivan yksinkertainen kyseisen laitteen toimintojen ohjelmointiin sekä minulla on mahdollista saada opastusta ohjelman käyttöön erään edellisen työpaikan toimesta.

4 Maalaus ja maalinpoisto

4.1 Pulverimaalaus

Pulverimaalaus on ympäristöystävällinen sekä kustannustehokas kuivamaalausmenetelmä, jota käytetään pääasiallisesti metallien maalaukseen. Pulverimaalauksessa kappaleen pintaan ruiskutetaan muovijauhetta, joka pysyy kappaleen pinnalla staattisen sähkön avulla. Ruiskutuksen jälkeen tapahtuu uunitus, jossa jauhekerros sulaa ja verkkoutuu kappaleen pintaan. Kappaleen pintaan muodostuu kova, kulutusta kestävä muovikalvo. [5, s. 120.]

Pulverimaalauksen etuina märkämaalaukseen verrattuna ovat muun muassa maalipinnan sitkeys ja kovuus. Sähköstaattisen jauheen ansiosta maalijauhe vetäytyy hyvin kappaleeseen ja täyttää myös hankalasti ruiskutettavissa olevat pinnat. Ohitse menevä jauhe kerätään talteen ja se voidaan käyttää uudelleen. Pulverimaalin käytössä ei tarvita liuottimia, eikä siitä synny myöskään VOC-päästöjä. [5, s. 120.]

Pulverimaaleja valmistetaan useista eri materiaaleista. Yleisimpiä Suomessa käytössä olevia pulverimaaleja ovat epoksi-, polyesteri- tai epoksi-polyesteriseosjauhe. Materiaali valitaan maalattavan kohteen käyttötarkoituksen mukaan. Jauhemaalimateriaalin valintaan vaikuttavat esimerkiksi haluttu kappaleen pinnan kiilto, mekaanisen rasituksen kesto, kuumankesto tai korroosionkesto. [6.]

Kesla Oyj:n pulverimaalauslinjalla on käytössä pohjamaalauksessa sinkkiepoksijauhe ja pintamaalina polyesterijauhe.

Epoksijauhe kestää erinomaisesti kemikaaleja, liuottimia sekä mekaanista rasiusta. Epoksijauhetta käytetään pääsääntöisesti sisäkäyttöön tarkoitetuissa tuotteissa, koska maalipinta pyrkii menettämään kiiltoonsa ja liituuntuu UV-säteilystä johtuen. [5, s. 123.]

Polyesterijauhe vastaa mekaaniselta kestävyydeltään epoksia, mutta se sietää huomattavasti kemikaaleja ja liuottimia. Polyesterijauhetta käytetään pääosin ulkokäyttöön suunnitelluissa tuotteissa, koska sillä on hyvä UV-säteilynkesto. [5, s. 124.]

Sinkkipölypitoisella maalilla parannetaan korroosionestokykyä. Sinkkipölyjauhe sopii erinomaisesti pohjamaaliksi ulkokäyttöön suunniteltuihin tuotteisiin. [5, s. 124–125.]

4.2 Maalinpoisto

Pulverimaali verkkoutuu eli polymerisoituu uunissa kovaksi muovikalvoksi kappaleen pinnalle. Tästä syystä maalin irrottaminen pulverimaalattun kappaleen pinnasta on huomattavasti hankalampaa kuin märkämaalattusta kappaleesta. Vaaditaan voimakkaampia liuottimia tai kovempaa mekaanista työtä maalin poistamiseksi.

Maalin poistamiseksi suojakappaleista tehtiin kokeita kahdella erilaisella maalinpoistoliuksella. Suojakappaleet laitettiin liuotinkylpyyn yön ajaksi. Kappaleet nostettiin seuraavana päivänä pois ja pestiin painepesurilla. Ensin kokeiltiin EnviroStripp Chemicals'n STRIPP®-S3F -maalinpoistoliuosta, joka kykeni irrottamaan maalia kerroksen kerrallaan. Tulos ei ollut riittävä, joten kokeiluun otettiin seuraavaksi AD Chemicals'n STRIPP MMA –maalinpoistoliuos (sama tuote kuin Henkel'n BONDERITE S-ST 6776 LO AERO). Tämä liuotin kykeni irrottamaan kaikki maalikerrokset suojakappaleista kerralla.

EnviroStripp Chemicals'n STRIPP®-S3F -maalinhoistoliuos on bentsyylialkoholipohjainen ja sisältää bentsyylialkoholia eli fenyyliimetaanolia 80–90 prosenttia. Muista vaikuttavista ainesosista ei käyttöturvatiedoissa kerrota. Liuos on hapanta, ja sen pH-arvo on alle 3. [7.]

AD Chemicals'n STRIPP MMA -liuos on myös bentsyylialkoholipohjainen, mutta se sisältää lisäksi muun muassa muurahaishappoa. Liuotin sisältää bentsyylialkoholia 10–30 prosenttia, bentsyyliformiaattia 5–10 prosenttia, muurahaishappoa 5–10 prosenttia, 1–5 prosenttia bentseenin c10–c16-alkyylijohdannaisia sekä 0,1–1 prosenttia 2-merkaptobentsotiatsolia. Liuos on hapanta, ja sen pH-arvo on 2–3. [8.]

Kyseisten tietojen pohjalta ja koulutukseni kemian oppimäärällä on hankala sanoa, mistä erot näiden liuottimen maalinirrotusominaisuuksissa johtuvat. Lähes pelkästään bentsyylialkoholia sisältävä STRIPP®-S3F -liuos puree luultavasti hyvin heikommin kemikaaleja kestävään polyesterimaaliin, mutta jättää epoksikerroksen lähes ehyeksi. Tämän takia se ilmeisesti kykenee irrottamaan maalia kerroksittain. Kokeen avulla pyrittiin löytämään toimiva maalinpoistaja ja siihen sopiva liuotusaine löydettiin.

5 Rakenteen suunnittelu

5.1 Tehtävänasettelun selvittelyvaihe

Työ aloitetaan laatimalla vaatimuslista.

Muutos pvm.	KV, VV, T	VAATIMUS
		GEOMETRIA
VV T		- Laitteiston oltava mahdollisimman kompakti - Pesukorin mitat oltava n. 400 mm x 300 mm x 200 mm
		KINEMATIikka
KV KV		- Pesukorin päästävä liikkumaan eteenpäin - Pesualtaan nostaminen/laskeminen
		VOIMAT
KV		- Kantokyky n. 30 kg
		ENERGIA
KV		- Verkkovirta - Paineilma
		AINE
KV VV		- Perusraaka-aineena ruostumaton teräs - Liutoitena AD Chemicals'n STRIPP MMA
		TURVALLISUUS
KV KV		- Liike katkaistavissa turvakytkimillä - Laitteen toiminta suunniteltava niin, ettei koneen käyttäjä joudu vaaraan - Liuotinhöyryjen poisto
		VALMISTUS
VV T T		- Yksinkertainen rakenne - Hitsausliitokset - Pulttiliitokset
		KULJETUS
T T		- Ei tarvetta siirtää - Kasataan paikalleen
		KÄYTTÖ
KV KV		- Teollisuushallin maalaamotilat - Jauhemaalain poisto metallisista kappaleista
		KUNNOSSAPITO
KV KV KV KV		- Liuotinaineen sihdin puhdistus - Liuotinaineen vaihto - Huuhteluveden suodatus ja veden erotus öljynerotuskaivoperiaatteella - Liuotinkammion, altaan ja huuhtelukammion ajoittainen puhdistus
		KIERRÄTYS
KV		- Käytetty liuotusaine maalijätteeseen
		KUSTANNUKSET
VV		- Pidettävä mahdollisimman alhaisena
		SUUNNITTELUN VALMISTUMINEN
VV		- Kevät 2017

KV = kiinteä vaatimus, VV = vähimmäisvaatimus, T = toivomus

Kuvio 3. Vaatimuslista täydennettynä.

5.2 Luonnosteluvaihe

5.2.1 Toimintorakenne

Luonnostelu aloitetaan laatimalla suunniteltavalle laitteelle toimintorakenne.

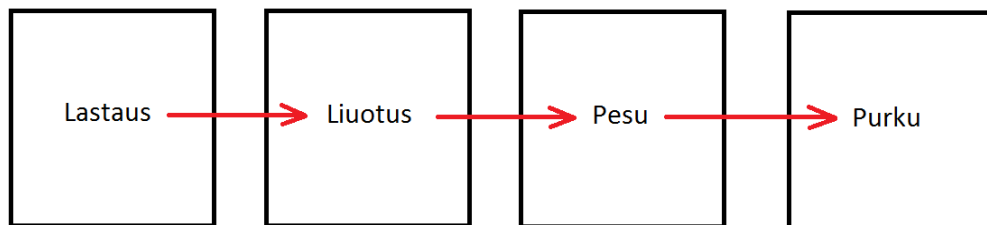
Toimintorakenne:

1. Korin lastaus linjalle käsin
2. Ovien avaus
3. Korin siirto liuotuskammioon
4. Ovien sulkeminen
5. Liuotusaltaan nosto korin upottamiseksi
6. Liuotus
7. Liuotusaltaan lasku
8. Valutus
9. Ovien avaus
10. Korin siirto pesukammioon
11. Ovien sulkeminen
12. Pesutapahtuma (Suuttimet pyörivät ja suihkuttavat kuumaa vesijohtovettä)
13. Valutus
14. Ovien avaus
15. Korin siirto purkupaikalle
16. Ovien sulkeminen

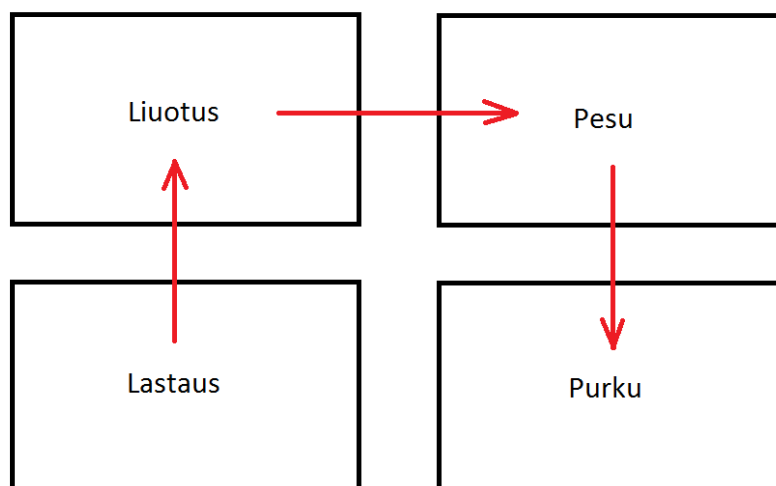
5.2.2 Layout

Hahmotellaan erilaisia layout -vaihtoehtoja toimintorakenteen pohjalta. Karkeasti voidaan ajatella layoutin jakautuvan neljään perusvaiheeseen:

1. Lastaus
2. Liuotus
3. Pesu
4. Purku



Kuvio 4. Suoraviivainen layoutrakenteen.

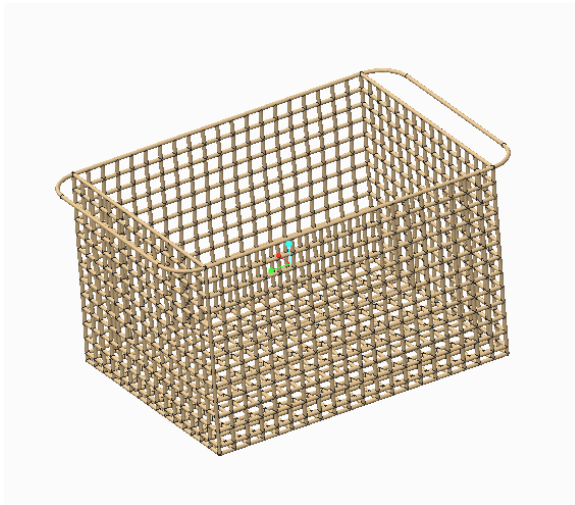


Kuvio 5. Kiertävä layoutrakenteen.

Liikkeen yksinkertaistamisen ja laitteen toimivuuden helpottamiseksi valitaan layoutiksi suoraviivainen rakenne.

5.2.3 Laitteen kapasiteetti

Koska pestävien kappaleiden määrää sekä liuotuksen kestoa on hankala arvioida tarkasti ja laitteiston koko pyritään pitämään mahdollisimman pienenä, asetetaan alustavasti maalinpoistolinjan kapasiteetiksi yksi pestävä kori kerrallaan. Pesukorin mitoituksi asetetaan 400 mm * 300 mm * 250 mm. Mitat ovat korkeutta lukuun ottamatta samat kuin yrityksen käyttämissä muovisissa säilytyslaatikoissa (400 mm * 300 mm * 200 mm), joissa puhdistettavia suojakappaleitakin säilytetään.



Kuva 3. Pesukori alustavasti mallinnettuna.

5.2.4 Kuljetinvaihtoehtojen kartoittaminen

Mallinnetaan yksinkertainen rata, jossa kori etenee liukumalla seuraavaan toimintoon.

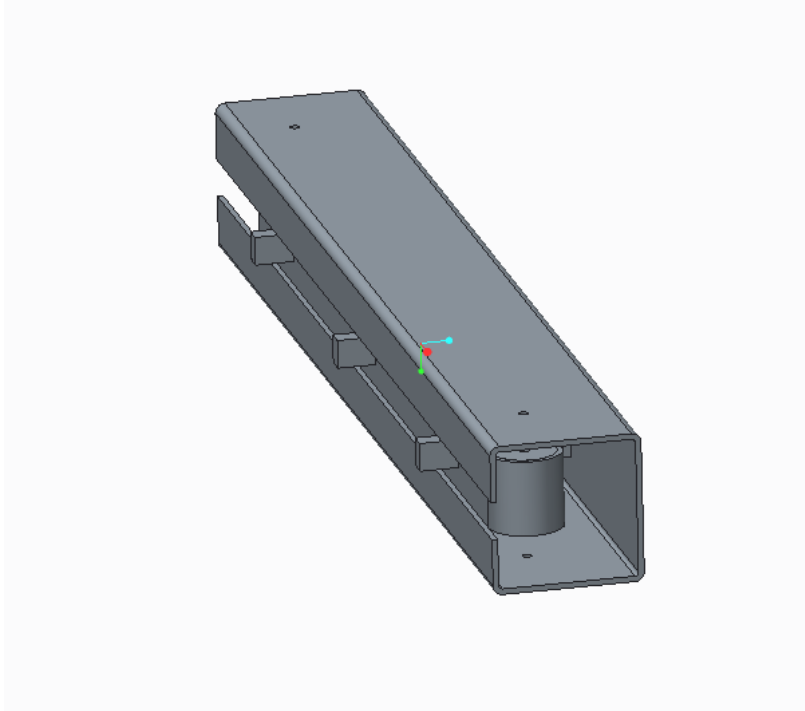


Kuva 4. Karkea mallinnus kuljetuslinjasta.

Valitaan neljä erilaista kuljetinvaihtoehtoa korin siirtämiseksi.

Vaihtoehdot:

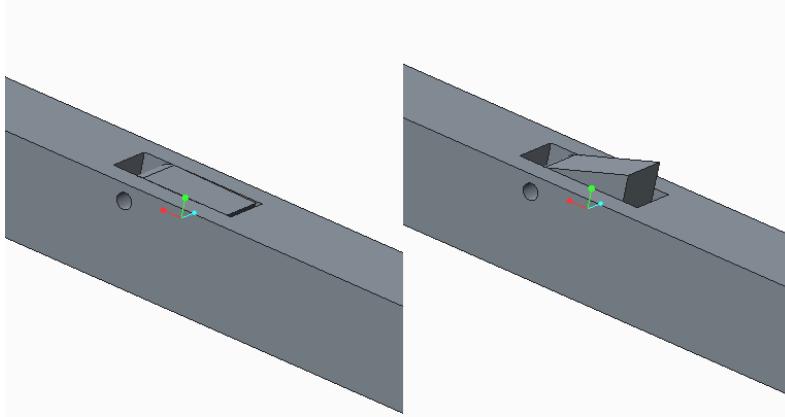
1. Hihna vastekappaleilla liukukiskon sisään kyljelleen (kuva 5)
2. Ketju vastekappaleilla liukukiskon sisään kyljelleen (sama periaate kuin kuvassa 5, mutta ketju korvaa hihnan)
3. Hihnakuljettimet altapäin (kuva 6)
4. Edestakaisin liikkuva tanko liukukiskon sisään, jossa sisään painuvat työntövasteet. Liike tapahtuu pneumaattisylinterillä (kuva 7)



Kuva 5. Mallinnus liukuhihnasta kiskon sisällä.



Kuva 6. Kaksihihnavainen hihnakuuljetin. [9.]



Kuva 7. Liukukiskon sisään tuleva tanko, jossa sisään painuva työnnin. Työntimen sisään painuminen mahdollistaa tangon edestakaisen liikkeen. Työnnin työntää koria ollessaan yläasennossa (oikea kuva) ja liukuu kappaleen alta ala-asennossa (vasen kuva). Liipaisimen alla jousi, joka nostaa liipaisinta. Liukukiskoa liikuttaa pneumaattinen sylinteri.

Vertaillaan kuljettimia yksinkertaisen taulukon avulla. Annetaan pisteitä asteikolla 1-5 p. 5 pistettä on paras mahdollinen vastaavuus kyseiseen vaatimukseen ja 1 piste huonoin. Käytetään painotuskertoimena lukuja 1-3.

Vaatimukset	Painotuskerroin	Rakennevaihtoehdot			
		1	2	3	4
Liikkeen tarkkuus	2	5	5	5	5
Koko	3	5	5	5	5
Huollon tarve	2	4	3	4	5
Turvallisuus	2	5	4	5	5
Valmistettavuus	2	3	3	5	4
Yksinkertaisuus	3	3	3	4	4
Kosteudenkesto	3	3	2	3	5
Kemikaalinkesto	3	3	2	3	5
Kustannukset	2	3	3	3	5
Yhteensä:		82	72	89	105

Kuvio 6. Kuljettimet taulukossa vertailtuna.

Kuten taulukosta nähdään, kuljetinvaihtoehto neljä vastaa parhaiten haluttuja ominaisuuksia. Päädytään käyttämään liukukiskokuljetinta pneumaattisella sylinterillä laitteen suunnittelussa.

5.2.5 Liuotuksen toteuttaminen

Kun pesukorit liikkuvat laitteistossa jo yhteen suuntaan, nähdään helpompana toteuttaa liuotus mieluummin liuotusallasta nostamalla kuin pesukoria laskemalla.

Liuotuksen on tapahduttava suljetussa tilassa, josta liuotinhöyryt imetään pois.

Koska päädyimme käyttämään kuljettimessa pneumaattista sylinteriä, valitaan myös liuotinaltaan nostoon pneumaattinen sylinteri yhdenmukaisuuden ja kytkennän helppouden takia. Myös kosteuden kesto pneumaattisessa vaihtoehdossa on etuna verrattuna sähköiseen aktuaattoriin. Käytetään nostoon saksinostinta, koska se on vaihtoehtona edullinen valmistaa, helppo toteuttaa ja saadaan mahtumaan pieneen tilaan.

5.2.6 Pesutoiminnon toteuttaminen

Pesuun tarvitaan suljettu kammio, jotta estetään roiskeveden ja liuotinjäämien pääsy ulos. Toteutetaan pesu mahdollisimman kuumalla vesijohtovedellä toimeksiantajan pyynnöstä. Yksinkertaisuuden ja pesukammion tilan minimoiseksi suihkutetaan vettä ylä- ja alapuolelta pesukoriin nähden. Suihkutukseen on ideana käyttää vedenpainetta ja suihkutussuunnan avulla pyöriviä suihkuttimia.

5.2.7 Liotuskammion ja pesukammion ovien toiminta

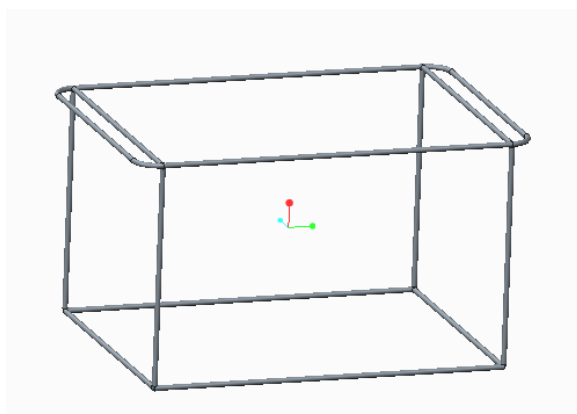
Parhaiten toimivaksi ratkaisuksi toimeksiantajan kanssa todetaan pneumaattisella sylinterillä nousevat nosto-ovet liotinkammion eteen, liutin- ja pesukammion väliin sekä pesukammion taakse. Turvallisuuden kannalta toiminta on parasta toteuttaa niin, että sylinteri laskee oven jousitoimisesti ja oven nousu taas tapahtuu paineen avulla. Näin vältetään mahdollisilta litistymisiltä.

5.3 Kehittelyvaihe

Kehittelyvaiheessa paneudutaan laitteen ja sen toimintojen suunnitteluun ja 3D-mallinnukseen.

5.3.1 Korin suunnittelu

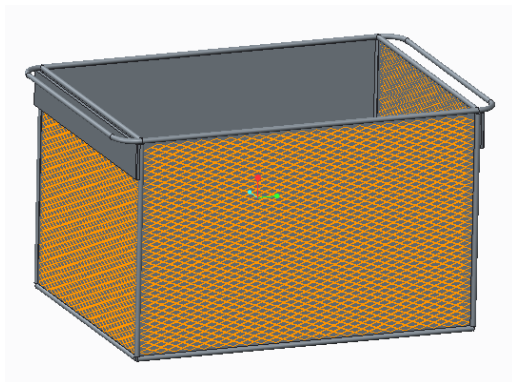
Suunnitellaan aluksi korille kehikko 6 mm ruostumattomasta tangosta.



Kuva 8. Korin kehikko mallinnettuna.

Etsitään korille verkkolevyt, joissa on sopiva silmäjako. Käytetään perinteistä salmiakkikuviollista verkkolevyä. Sopiva silmäjako on 16x6 mm ja verkko tehty 1x1 mm säikeestä. Valmistuksessa voidaan käyttää myös hieman eri kokoisella ja jakoisella silmällä saatavaa verkkolevyä riippuen tavarantoimituksen saatavuudesta.

Lisätään korin kehikkoon verkkolevyt sekä korin kylkiin kahvojen alle latat helpottamaan liukutangon liipaisinten tarttumista koriin ja korin liukumista kiskojen välissä.



Kuva 9. Kori valmiiksi mallinnettuna.

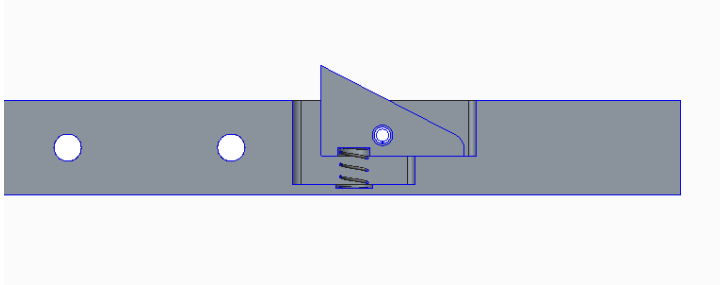
5.3.2 Radan suunnittelu

Suunnitellaan liukukiskoilla toimiva kuljetusrata, jonka päällä pesukorit liukuvat.



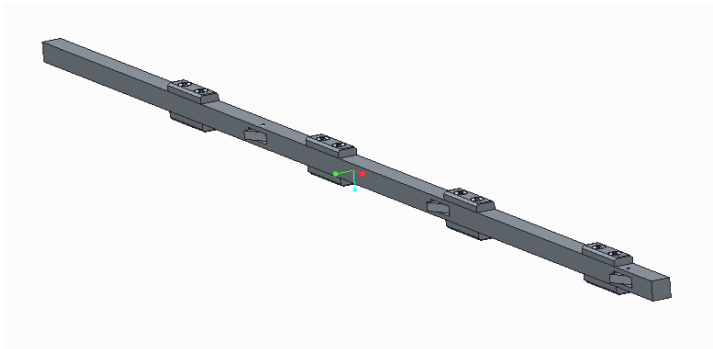
Kuva 10. Alustava kuljetusradan runko mallinnettuna.

Suunnitellaan koria liikuttavat liikutangot, jotka asettuvat radan c-profiilien sisään.

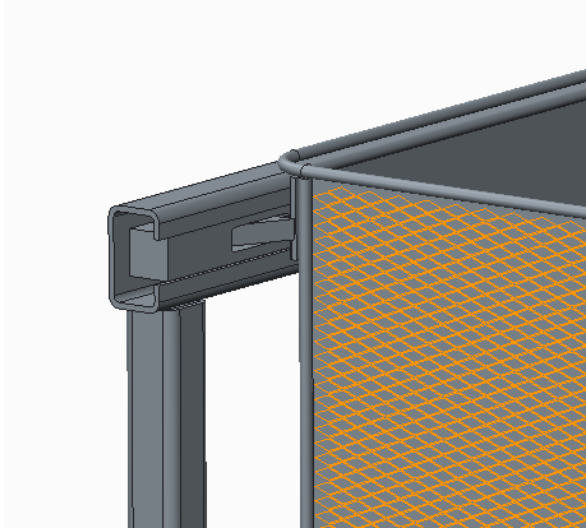


Kuva 11. Halkaistu sivuprofiili liukukiskosta, jossa koria työntävä liipaisin.

Lisätään liukukiskoon vielä polyamidiset liukupalat.



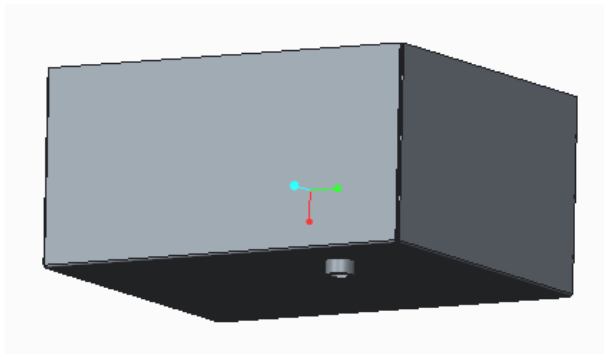
Kuva 12. Mallinnettu liikutanko, jossa paikallaan liipaisimet sekä liukupalat.



Kuva 13. Liukutango paikallaan rungossa korin kanssa.

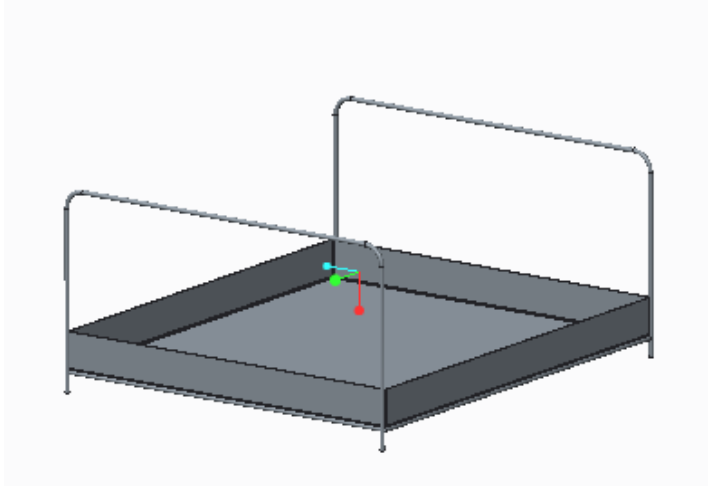
5.3.3 Liuotusaltan suunnittelu

Mallinnetaan yksinkertainen allas 1 mm vahvuisesta levystä ja lisätään pohjaan kierreholkki tyhjennystä varten.



Kuva 14. Liuotusallas mallinettuna.

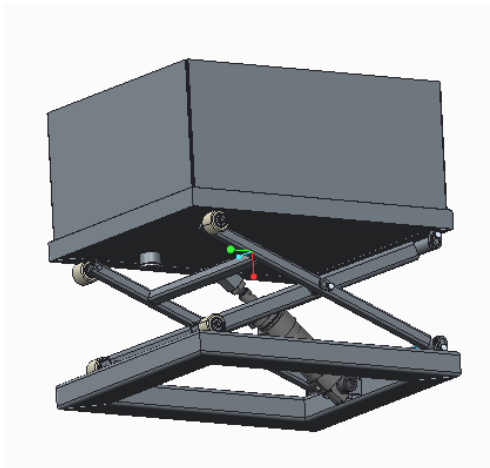
Mallinnetaan altaan pohjaan sihti, jonka on tarkoitus kerätä irronneet maalikalvot. Sihdin reikälevyn reikien halkaisija on 3–6 mm ja reikäjako 4–8 mm riippuen levyaihion saatavuudesta.



Kuva 15. Liuotusaltaan pohjalle asetettava sihti mallinnettuna.

5.3.4 Saksinostimen suunnittelu

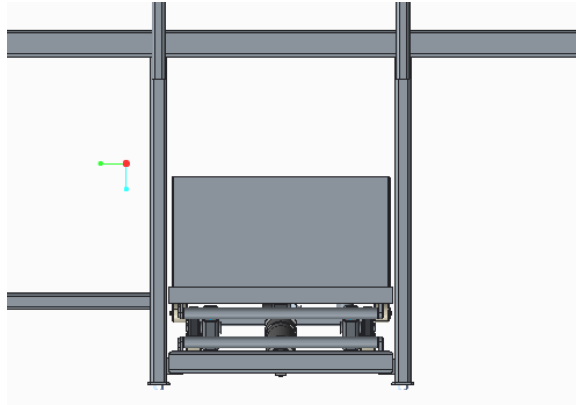
Aloitetaan saksinostimen suunnittelu mallintamalla kulmarautoista altaalle pohjakehikko. Seuraavaksi mallinnetaan saksinostimelle pohjakehikko ja nostimen nostovarret. Lisätään kokoonpanoon pyörät varsien liikkumiseksi, nylonholkit varsien nivelten laakereiksi, tapit pitämään rakenteen kasassa sekä sopiva yksitoiminen paineilmasylinteri liikuttamaan nostinta.



Kuva 16. Saksinostin altainen mallinnettuna.

Lopuksi sovitetaan saksinostin altainen kuljetusrunkoon niin, että saksinostimen pohja asettuu runkoon hitsattujen kulmarautojen päälle. Näin

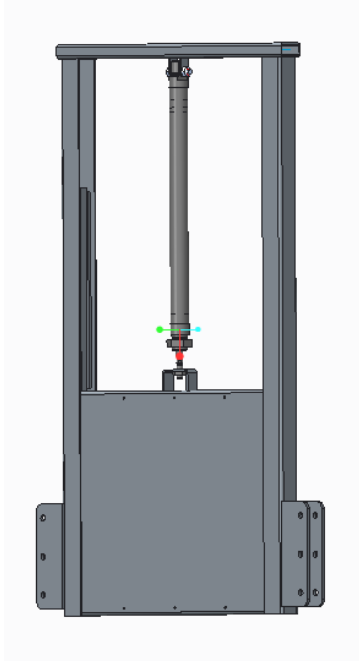
saadaan tarvittaessa vedettyä nostin altainen ulos rungosta. Lukitaan saksinostin vielä kahdella pultilla kulmarautoihin.



Kuva 17. Saksinostin sovitettuna runkoon sivustapäin kuvattuna.

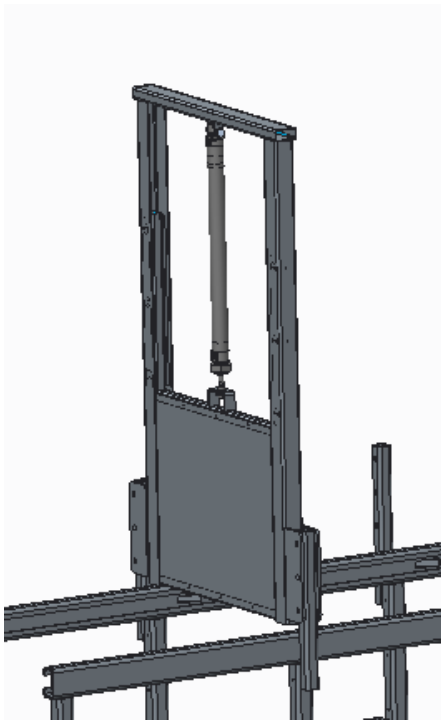
5.3.5 Nosto-ovien suunnittelu

Aloitetaan nosto-ovien suunnittelu mallintamalla putkesta u-profiilien sisällä liukuovi. Lisätään oveen polyamidiset liukupalat, levyt oven etu- ja takapuolelle sekä kiinnike paineilmasynteristä varten. Seuraavaksi mallinnetaan runko oven ympärille. Runkoon mallinnetaan levyosista kiinnikkeet kuljetusrunkoon kiinnitystä varten. Tehdään ovesta ja rungosta sekä paineilmasynteristä kokoonpano. Toteutetaan kaikkien kolmen oven nosto yhdellä sylinterillä, joka asetetaan keskimmäiseen nosto-oveen.



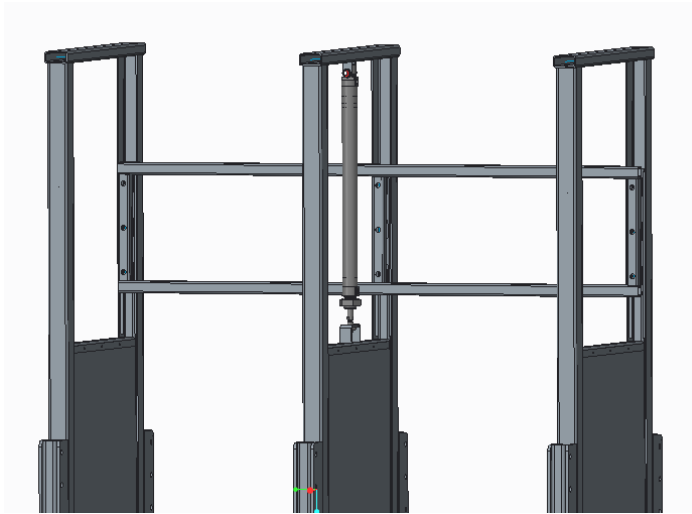
Kuva 18. Keskimmäinen nosto-ovi mallinnettuna.

Lisätään seuraavaksi kuljetusradan runkoon kiinnikkeet oville ja sovitetaan ovi runkoon.



Kuva 19. Nosto-ovi sovitettuna runkoon.

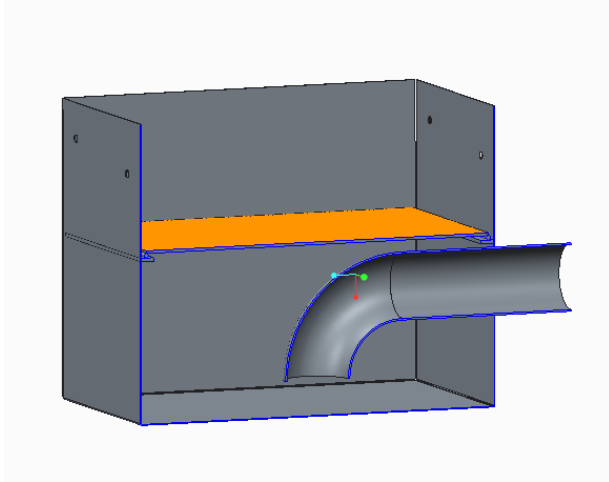
Suunnitellaan seuraavaksi apurunko, jolla kaikki nosto-ovet ovat yhteydessä toisiinsa ja liikkuvat näin ollen yhtäaikaaisesti.



Kuva 20. Nostoapurunko sovitettuna nosto-oviin.

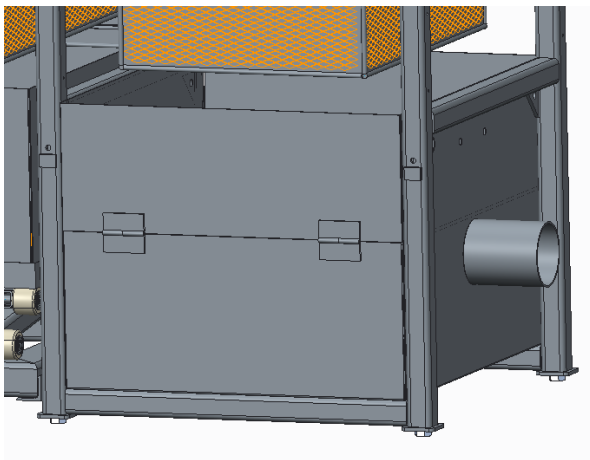
5.3.6 Pesukammion pohjan suunnittelu

Mallinnetaan yksinkertainen allas 1 mm vahvuisesta levystä. Huomioidaan, että myös pesualtaan pohjalle tarvitaan sihti irtoavan maalijätteen poistamiseksi. Sihtin tulee olla irrottavissa helposti, joten suunnitellaan altaan kylkeen saranoitu luukku, josta sihti voidaan vetää ulos. Lisätään altaan kylkeen poistoputki, joka toimii samalla periaatteella kuin öljynerotuskaivo. Näin ollen poistoputki tyhjentää mahdollisimman paljon pelkkää vettä, joka voidaan laskea suoraan viemäriin. Mallinnetaan vain lyhyt putki, jota voi jatkaa sopivaan suuntaan kun laite joskus mahdollisesti valmistetaan. Lisätään altaaseen vielä pohjapropu tyhjennystä varten.



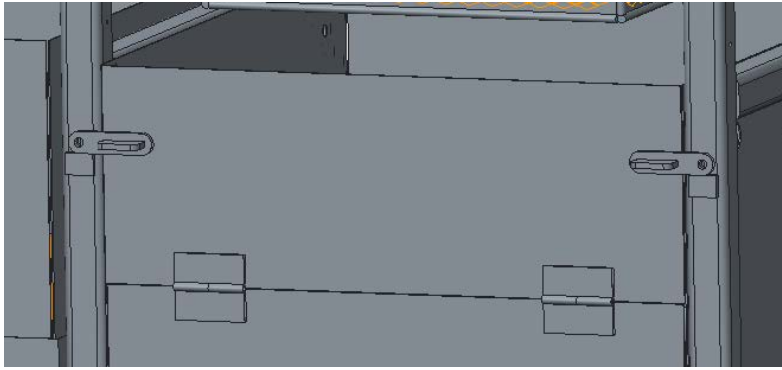
Kuva 21. Halkaisukuva mallinnetusta pesukammion pohja-altaasta.

Lisätään runkoon palkit tukemaan altaan alle sekä kiinnitykset altaalle ja sovitetaan se runkoon.



Kuva 22. Allas sovitettuna runkoon.

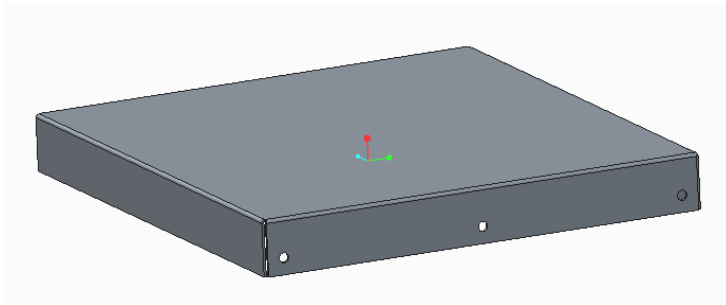
Runkoon täytyy lisätä vielä salvat pitämään luukkua kiinni. Suunnitellaan yksinkertaiset pulttikiinnitteiset salvat levyosista ja lisätään ne runkoon.



Kuva 23. Luukun salvat mallinnettuna ja kiinni rungossa.

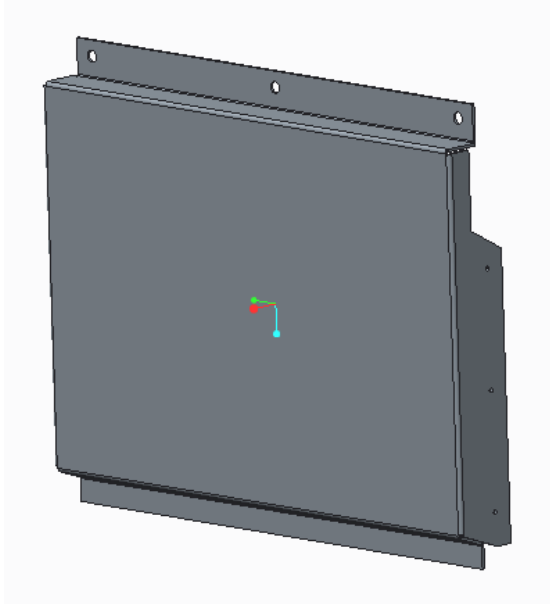
5.3.7 Kammioiden koteloinnin suunnittelu

Mallinnetaan liuotus- ja pesukammioille aluksi samanlaiset yksinkertaiset kannet 1 mm vahvuisesta levystä kantattuna.



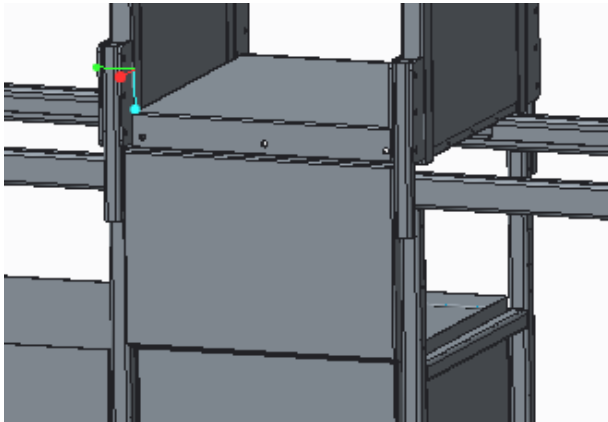
Kuva 24. Kansipelti alustavasti mallinnettuna.

Seuraavaksi mallinnetaan alustavasti liuotus- ja pesukammioille keskenään samanlaiset sivupellitykset 1 mm vahvuisesta levystä. Sovitellaan peltiä runkoon ja tehdään peltiin sekä runkoon kiinnitysreiät vetoniittejä varten. Tehdään pellin yläosaan reiät kannen kiinnitystä varten ja lisätään myöhemmin hitsimutterit.



Kuva 25. Sivupeltti mallinnettuna.

Sovitetaan sivu- ja kansipeltiä runkoon aluksi pelkän liuotustoiminnon kohdalle.



Kuva 26. Sivu- ja kansipeltti sovitettuna runkoon.

Liuotuskammion kansipeltiin täytyy tehdä vielä reikä liuotinhöyryjen poistoa varten. Tehdään keskelle kansipeltiä 200 mm halkaisijalla oleva reikä, johon voidaan asentaa lähtö ilmastointiputkelle.

5.3.8 Huuhtelun suunnittelu

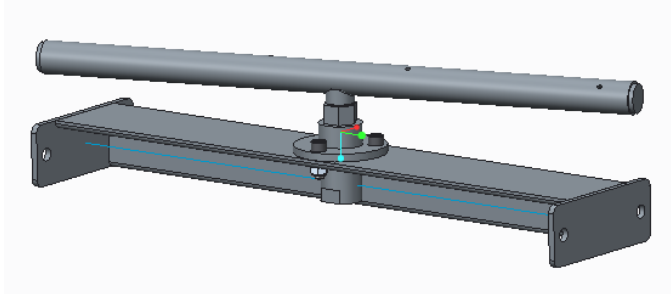
Huuhtelu on tarkoitus toteuttaa kahdella pyörivällä suihkuttimella. Käytetään suihkuttimen pyörittämiseen alun perin letkukeloihin tarkoitettua laakeroitua niveltä. Kyseinen nivel (Moshmatic DGF 35.001) löytyy Moshmaticin valikoimasta. Vaihtoehtona on myös käyttää valmiita suihkutinkomponenttejä, mutta ne tulevat huomattavan paljon kalliimmaksi kuin itse valmistetut suihkuttimet, joten suunnitellaan itse valmistettavat suihkuttimet. Huomioidaan, että suihkuttimen pyörintä tapahtuu suihkutettavan veden paineella, joten suihkutusreiät on porattava viistosti. Suihkutin mallinnetaan putkesta ja siihen lisätään hitsattavat tulpat päihin sekä kierreholkki niveleen kiinnitystä varten.

Suihkutus suunnitellaan tässä työssä tapahtuvaksi vesijohtovesiverkon paineella, mutta järjestelmään on mahdollista lisätä tarvittaessa painepesujärjestelmä. Pesuveden tuloa ohjaamaan käytetään magneettiventtiiliä.



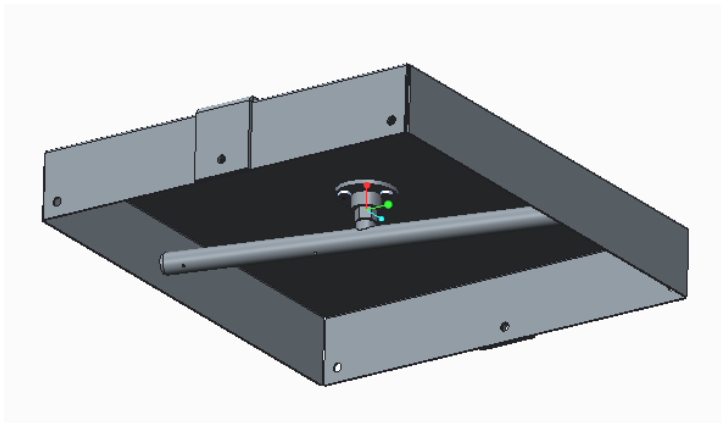
Kuva 27. Suihkutin mallinnettuna.

Seuraavaksi suunnitellaan suihkuttimen kiinnitys pesualtaan yläosaan. Mallinnetaan yksinkertainen kiinnitysrunko kulmaraudasta ja levyosista. Kiinnitys tapahtuu pulteilla pesualtaaseen.



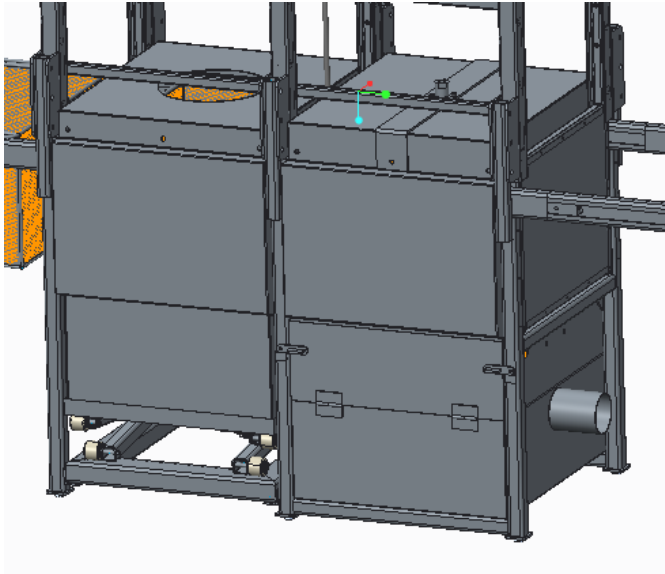
Kuva 28. Alapesuri runkoineen mallinnettuna.

Tämän jälkeen samanlainen suihkutin täytyy saada kiinnitettyä myös pesukammion kansipeltiin. Kansipeltiä täytyy korottaa sekä siihen on mallinnettava lattaraudasta taivutettu vahvike estämään mahdollisia värinöitä.



Kuva 29. Kansipelti, johon lisätty suihkutin sekä vahvikelatta.

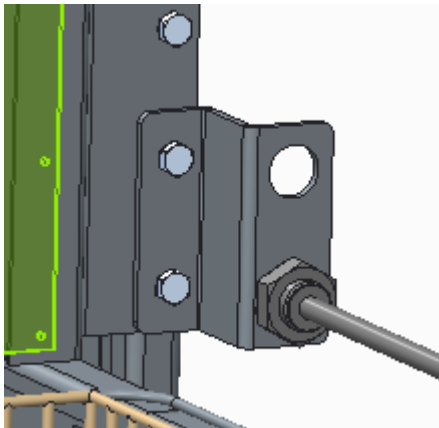
Tämän jälkeen saadaan pesukammioon sovitettua sivupellit, joita täytyy hieman muokata liuotuskammion pelleistä. Lisätään tässä vaiheessa kaikkiin sivupelteihin myös hitsimutterit kansien kiinnitystä varten.



Kuva 30. Kammioiden kotelointi valmiina.

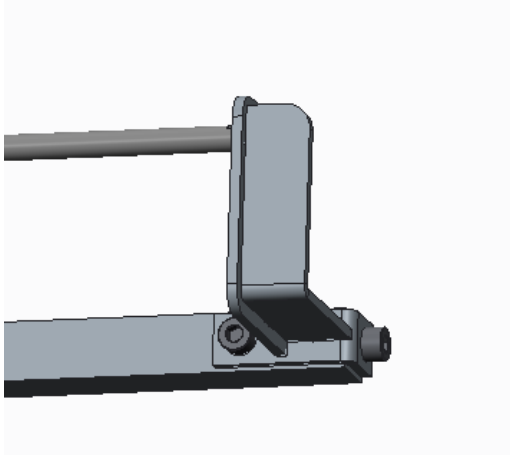
5.3.9 Siirtosylinterien kiinnityksen suunnittelu

Suunnitellaan sylintereille nosto-ovien kiinnitysreikiin sopivat kiinnikkeet levyosista. Tehdään kiinnikkeistä symmetriset, jotta samoja kiinnikkeitä voidaan käyttää sylinterin molemmissa päissä sekä molemmin puolin runkoa.



Kuva 31. Siirtosylinterin kiinnike mallinnettuna paikoillaan.

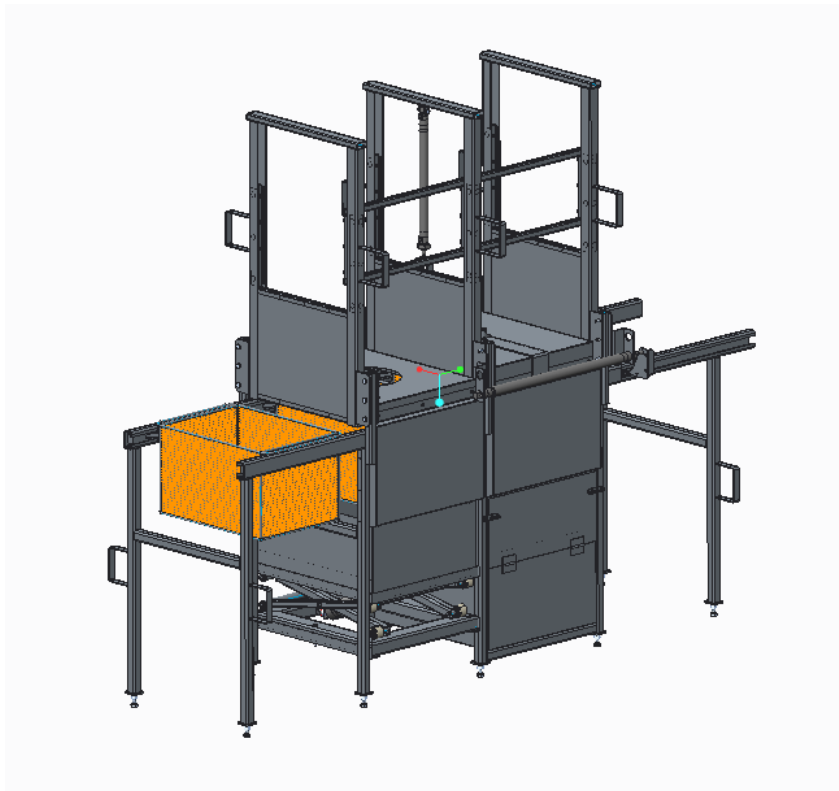
Seuraavaksi suunnitellaan sylinterin männän kiinnitys liukukiskoon. Mallinnetaan sopivat kiinnikeosakokoonpanot molemmille puolille levyosista.



Kuva 32. Liukukiskon ja sylinterin männän välinen kiinnike mallinnettuna ja sovitettuna.

5.3.10 Välikokoonpano

Kasataan tähän asti mallinnettu kokoonpano ja lisätään runkoon säätöjalat.

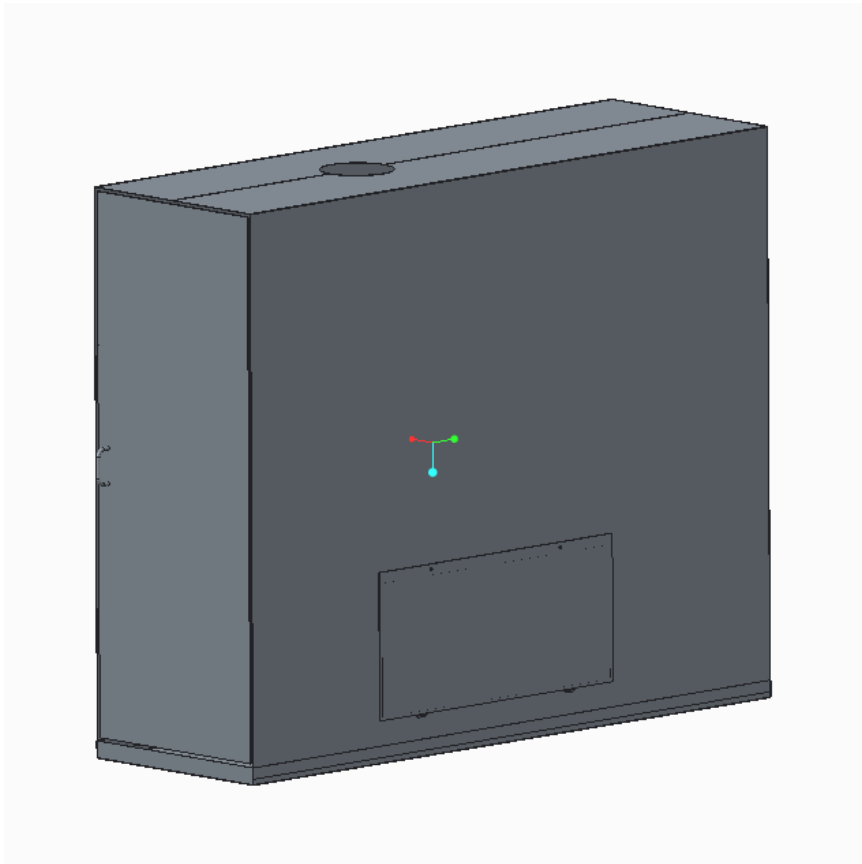


Kuva 33. Puhdistuslinja mallinnettuna.

5.3.11 Turvakoteloinnin suunnittelu

Laitteiston ympärille tarvitaan kotelointi, jotta laitteen käyttö olisi turvallista. Mallinnetaan 1 mm levyistä kuoret laitteen molemmin puolin ja pätyihin pleksiset ovet. Kun oviin lisätään vielä turvaovikytkimet, estetään käyttäjän pääsy laitteeseen sen ollessa käynnissä. Valitaan turvaovikytkimiksi Omron F3S-TGR-KM15 ja salvoiksi Omron F39-TGR-KAM.

Lisätään laitteiston alle tässä vaiheessa vielä valuma-allas sekä runkoon kiinnikkeet kuoripeltejä varten. Oikeanpuoleiseen kuoripeltiin tehdään vielä huoltoluukku liuotusaltan sekä pesualtan puhdistusta ja huoltotoimenpiteitä varten.



Kuva 34. Turvakotelointi mallinnettuna puhdistuslinjan päälle.

5.4 Viimeistelyvaihe

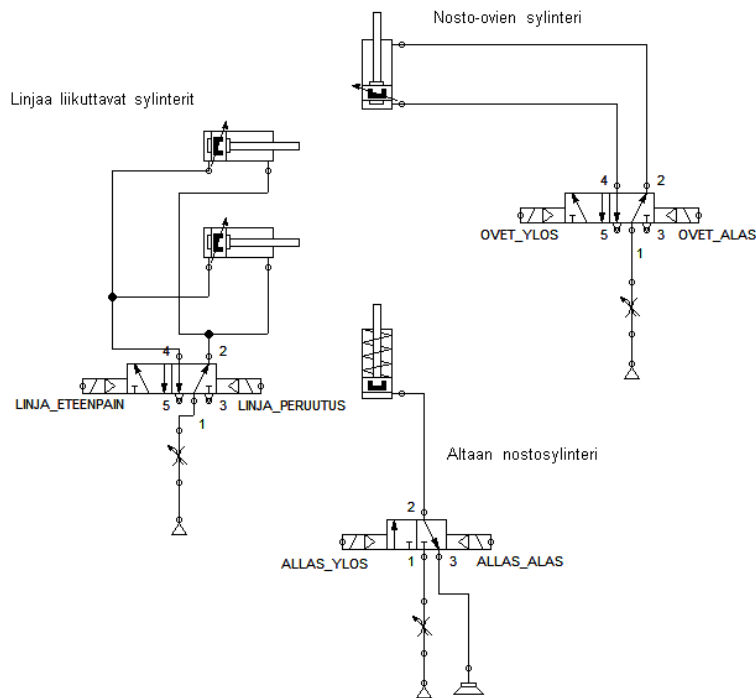
5.4.1 Piirustusten laatiminen

Viimeistelyvaiheessa laaditaan tarvittavat valmistuspiirustukset laitteiston rakentamista varten. Kyseisiä valmistuspiirustuksia on esitetty esimerkkinä työn loppuosassa liitteissä.

5.4.2 Pneumatiikan toiminta ja ohjauskaavio

Pneumaattisten toimilaitteiden osalta laitteeseen tulee linjaa liikuttavat kaksi kaksitoimista sylinteriä, nosto-ovien nostoon yksi kaksitoiminen sylinteri sekä liuotusaltaan nostoon yksi yksitoiminen sylinteri. Linjaa liikuttavia sylintereitä sekä nosto-ovisyylinteriä ohjaamaan tulee kelaohjatut 5/2-suuntaventtiilit ja altaan nostosylinterille kelaohjattu 3/2-suuntaventtiili. Sopivan liikenopeuden saavuttamiseksi täytyy toimilaitteisiin kytkeä myös kuristimet.

Havainnollistetaan laitteiston pneumaattisten toimilaitteiden käyttöä laatimalla pneumatiikalle ohjauskaavio. Käytetään ohjauskaavion suunnitteluun Festo FluidSIM Pneumatics -ohjelmaa.

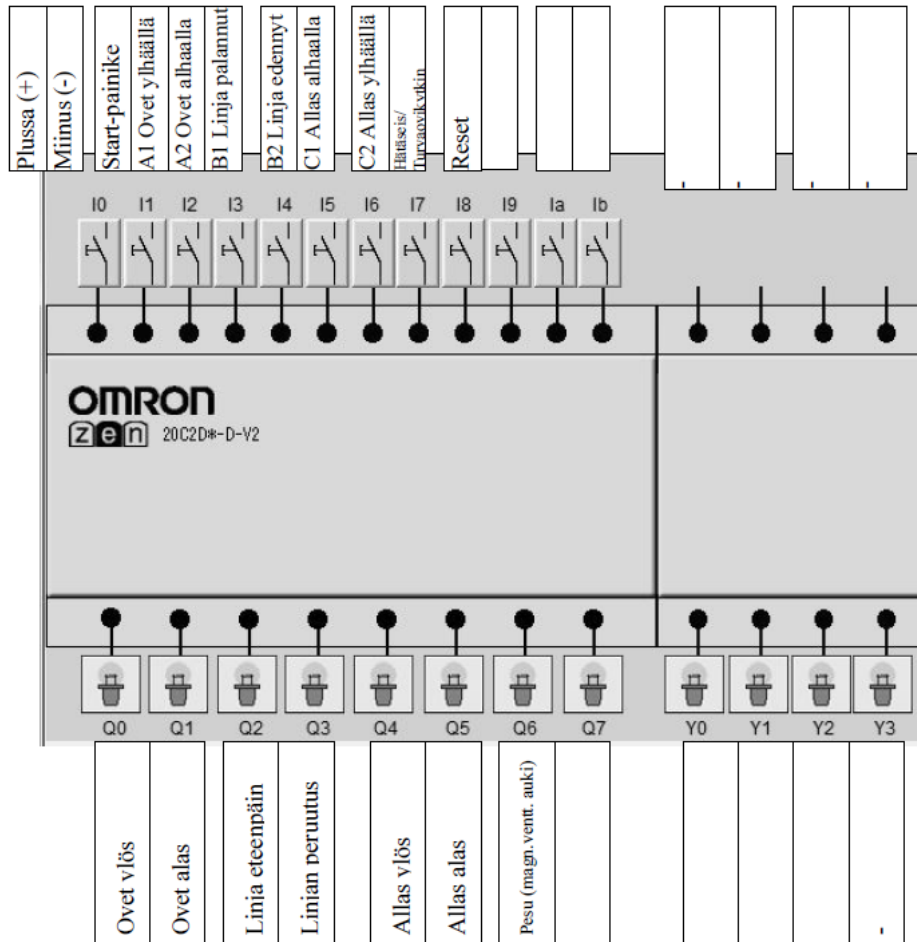


Kuvio 7. Pneumatiikkakaavio laadittuna.

5.4.3 Logiikkaohjelman suunnittelu

Laitetta ohjaamaan valitaan Omron ZEN-10C -ohjelmoitava rele. Valitaan kyseinen rele sen yksinkertaisuuden sekä helpon ohjelmoitavuuden takia. Käytetään ohjelmoinnissa Omronin ZENTool -sovellusta.

Aloitetaan logiikan suunnittelu määräämällä lähdöt ja tulot ohjauskortille.



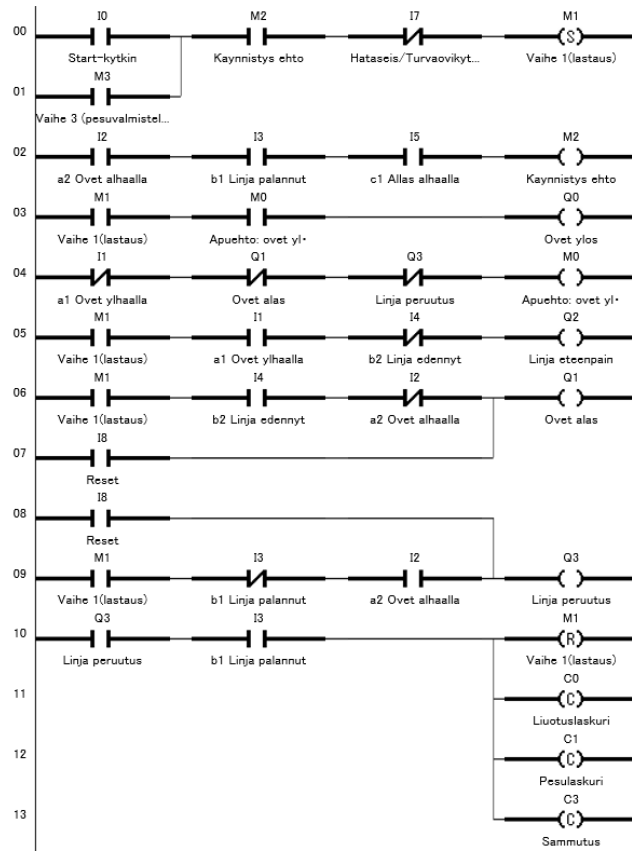
Kuvio 8. Logiikan ohjauskortin lähdöt ja tulot. Tulopuolella pneumatiikkasyliinterien rajat sekä start-, hätäseis-, turvaovi- ja resetkytkimet. Lähtöpuolella käskyt, jotka ohjaavat toimilaitteita.

Laaditaan ohjelman tekemistä varten työkierto. Käytetään apuna kohdassa 2.2.1 hahmoteltua toimintorakennetta.

Työkierto ehtoineen:

1. Kori lastataan linjalle. Silloin etummainen turvaovi on auki, nosto-ovet ovat alhaalla ja linjaa liikuttavat sylinterit ovat alussa.
2. Turvaovi laitetaan kiinni.
3. Laite käynnistetään start-painikkeesta. Silloin nosto-ovet nousevat
4. Kun ovet ovat ylhäällä, linjaa liikuttavat sylinterit työntävät koria eteenpäin.
5. Kun linja on edennyt, saavat nosto-ovet laskeutua.
6. Kun ovet ovat laskeutuneet, saa linja palata.
7. Kun linja on palannut, saa altaannostosylinteri nostaa altaan.
8. Allasta pidetään ylhäällä ajastimella.
9. Kun ajastin on valmis, saa allas laskeutua.
10. Kun allas on laskeutunut, käynnistyy ajastin valutusta varten.
11. Kun ajastin on valmis, saavat nosto-ovet nousta.
12. Kun ovet ovat nousseet, saa linja edetä.
13. Kun linja on edennyt, saavat ovet laskeutua.
14. Kun ovet ovat laskeutuneet, saa linja palata.
15. Kun linja on palannut, voidaan käynnistää pesu eli magneettiventtiili voidaan avata.
16. Magneettiventtiiliä pidetään auki ajastimella.
17. Kun ajastin on valmis, saavat nosto-ovet nousta.
18. Kun ovet ovat nousseet, saa linja edetä.
19. Kun linja on edennyt, saavat ovet laskeutua.
20. Kun ovet ovat laskeutuneet, työkierto on valmis ja takaturvaovi voidaan avata ja kori poistaa laitteistosta. Uusi työkierto on nyt mahdollista aloittaa.

Näiden pohjalta laaditaan Omron ZENTool -ohjelmalla logiikkaohjelma. Otetaan huomioon, ettei laitetta saa käynnistettyä turvaovien ollessa auki ja laite on pysäytettävissä hätäseisäkytkimellä. Reset-toiminnolla voidaan palauttaa järjestelmä lähtötilanteeseen, jotta kori saadaan poistettua laitteesta ja aloitettua työkierto uudelleen.



Kuvio 9. Osa ohjelmasta laadittuna.

6 Pohdinta

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehitellä ja suunnitella pulverimaalattujen kappaleiden maalinpoistoon soveltuva laitteisto. Työ rajattiin tarvittavan laitteiston suunnitteluun, 3D-mallinnukseen, valmistuspiirustusten laatimiseen sekä laitteiston käyttämän logiikkaohjelman suunnittelemiseen. Laitteiston valmistus ja testaus olisivat olleet mielenkiintoista sisällyttää työhön, mutta aikataulun takia ne jäivät projektin ulkopuolelle.

Haasteena opinnäytetyötä aloittaessa oli valita lähtökohdat, kun laitteisto pyrittiin pitämään mahdollisimman yksinkertaisena. Korin liikuttaminen yhdessä liuotustoiminnon kanssa asettivat haasteita suunnittelussa, koska yksinkertaisten komponenttien kanssa liikerata on lähes poikkeuksetta suoraviivainen. Suurin osa ajasta kului kyseisen ongelman ratkaisemiseen. Sopiva ratkaisu kuitenkin löydettiin lopulta käyttämällä yksinkertaista suoraviivaista rataa ja lisäämällä siihen nouseva liuotusallas.

Työ eteni pääsääntöisesti suunnittelumetodi VDI 2222:sen mukaan jakautuen neljään eri vaiheeseen. Työ alkaa tehtävänasettelun selvittelyllä, josta se jatkuu luonnostelu-, kehittäely- ja viimeistelyvaiheisiin. Erilaisia suunnittelun ratkaisuvaihtoehtoja vertailtiin yksinkertaisten arvostelutaulukoiden avulla. Näiden suunnittelumetodien avulla työ eteni halutulla ja hyväksi todetulla tavalla.

Opinnäytetyö antaa mielestäni hyvät lähtökohdat laitteiston toteuttamiseen, mutta laitteen todellinen toimivuus voidaan todeta vasta mahdollisessa koekäytössä. Koekäytön jälkeen on nähtävissä mahdolliset kehityskohteet.

Koen opinnäytetyön erittäin hyödylliseksi oman kehittymiseni kannalta. Työ oli mielenkiintoinen, mutta se toi esiin myös paljon haasteita sopivia ratkaisuja etsiessä. Suunnittelutyö oli varsin monipuolista ja kiteytti hyvin opintojen aikana opittuja asioita. Tämä työ antoi runsaasti itseluottamusta ja kokemusta tulevaisuuden työuralle.

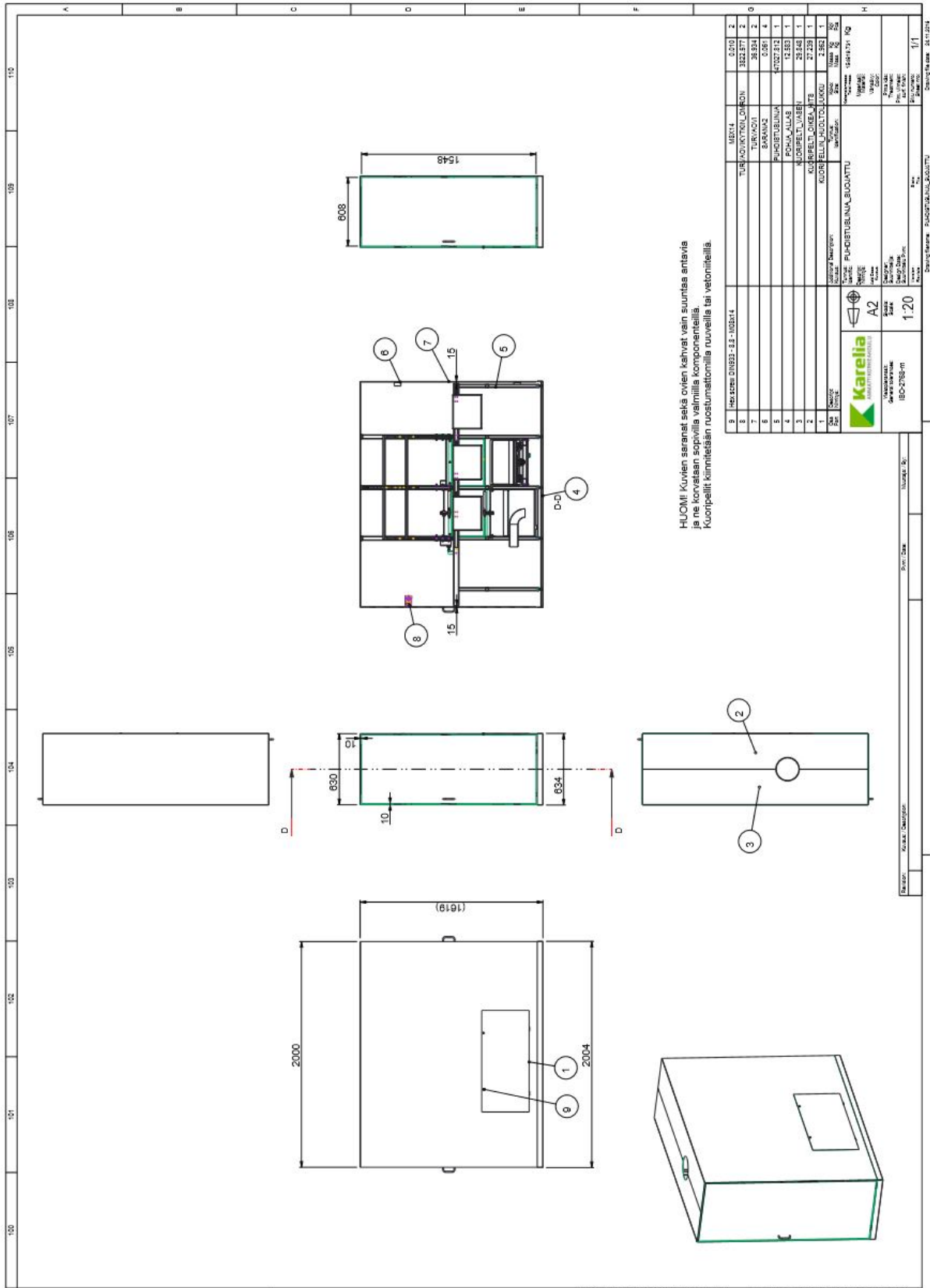
Lähteet

1. Kesla Oyj. Yritys. 2017. <http://www.kesla.fi/fi/yritys/> 8.3.2017.
2. Pahl, G. & Beitz, W. 1990. Koneensuunnitteluoppi. 2. painos. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy
3. Mertanen, J. 2014. Tuotekehitys kurssin opintomateriaali. Karelia-Ammattikorkeakoulu
4. Keinänen, T. Kärkkäinen, P. Lähetkangas, M. & Sumujärvi, M. 2007. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. 1. painos. Helsinki: WSOY Oppimateriaalit Oy
5. Jokinen, I. Kuusela, A. & Nikkari, T. 2001. Metallituotteiden maalaus. 1. painos. Helsinki: Opetushallitus
6. Perecolor Oy. Yleistä jauhemaalauksesta. 2017. <http://www.perecolor.fi/fi/yleista-jauhemaalauksesta.html> 3.3.2017.
7. EnviroStripp Chemicals AB. 2010. Stripp-S3F. Käyttöturvallisuustiedote. [http://www.powdertech.fi/pdf/Stripp-S3F%20\[MSDS%20ESC%201130%20Apr%202010\].pdf](http://www.powdertech.fi/pdf/Stripp-S3F%20[MSDS%20ESC%201130%20Apr%202010].pdf) 2.2.2017.
8. Henkel Corporation. 2014. BONDERITE S-ST 6776 LO AERO. Käyttöturvallisuustiedote. <http://site.skygeek.com/MSDS/henkel-597105-turco-6776-lo-paint-stripper-5-gal.pdf> 2.2.2017.
9. Elcom SAS. FLAT BELT CONVEYOR 40 CENTRAL DRIVE DOUBLE BELT. 2017. <http://elcom-automation.com/conveyors/flat-belt-conveyors-2/flat-belt-conveyor-40> 1.2.2017.

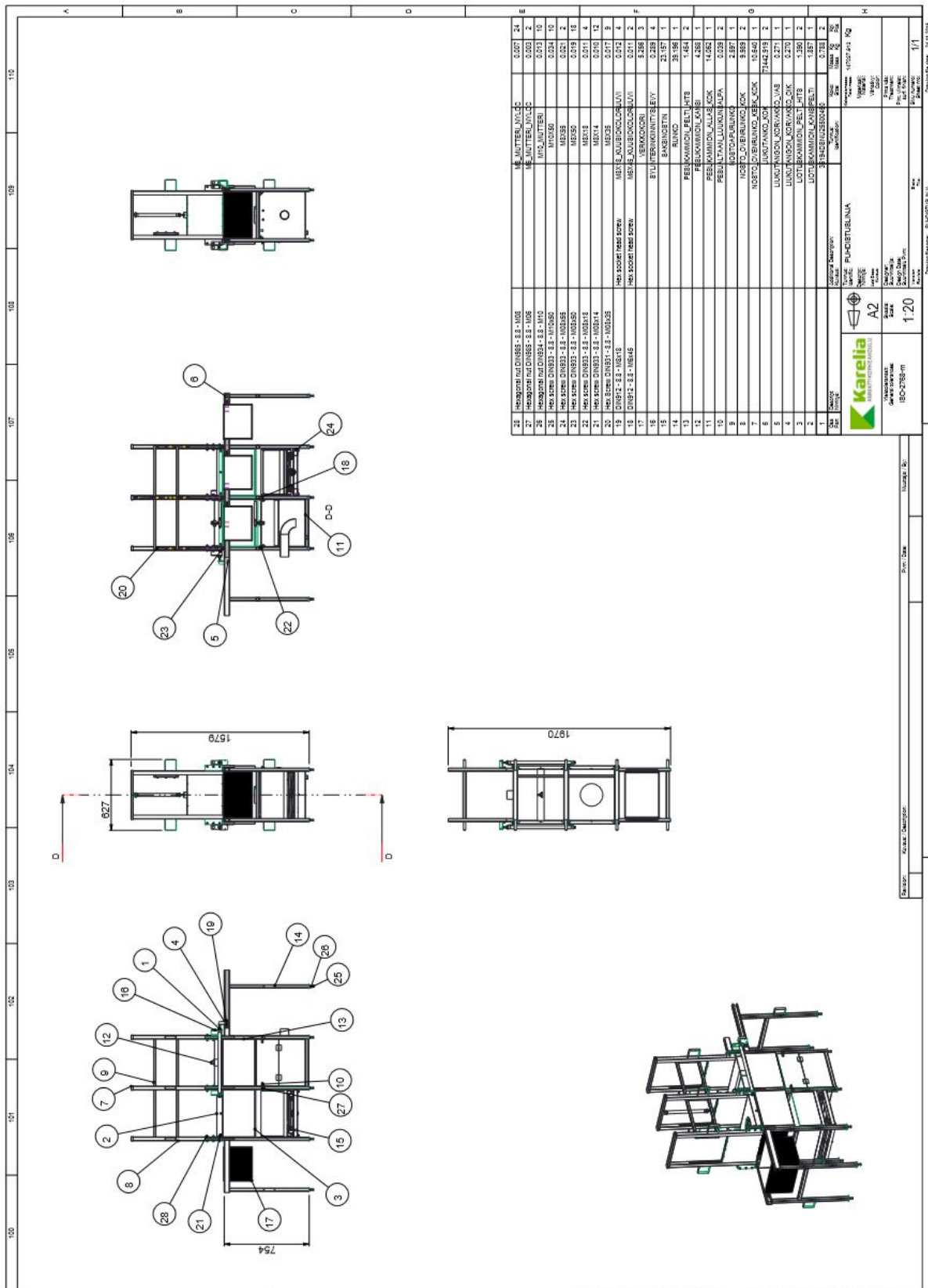
Liitteet

Liite 1	Puhdistuslaitteiston valmistuspiirustuksia
Liite 2	Logiikkaohjelma
Liite 3	Logiikkakaavio
Liite 4	Pneumatiikkakaavio

Puhdistuslaitteiston valmistuspiirustuksia

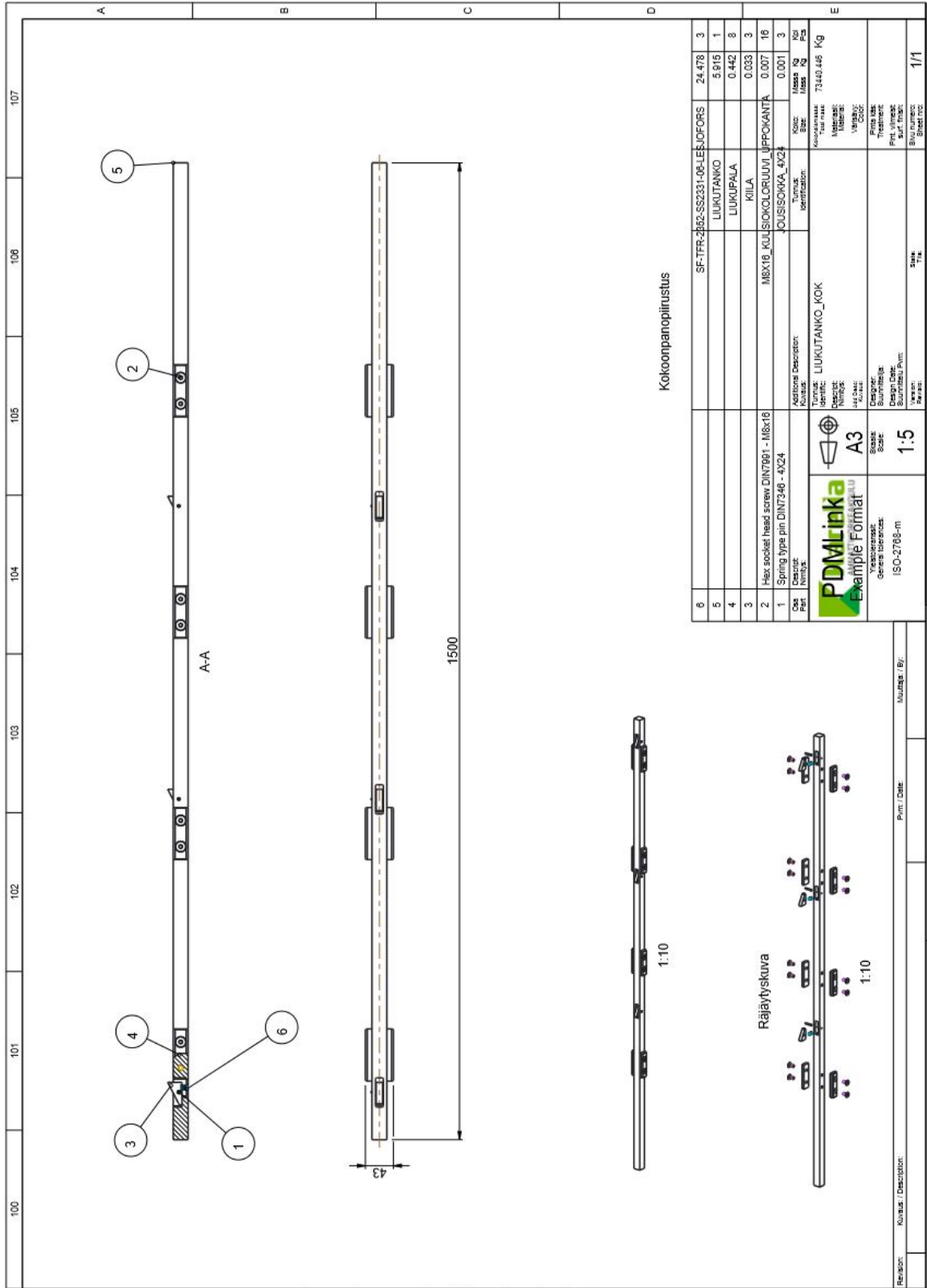


Puhdistuslaitteiston valmistuspiirustuksia



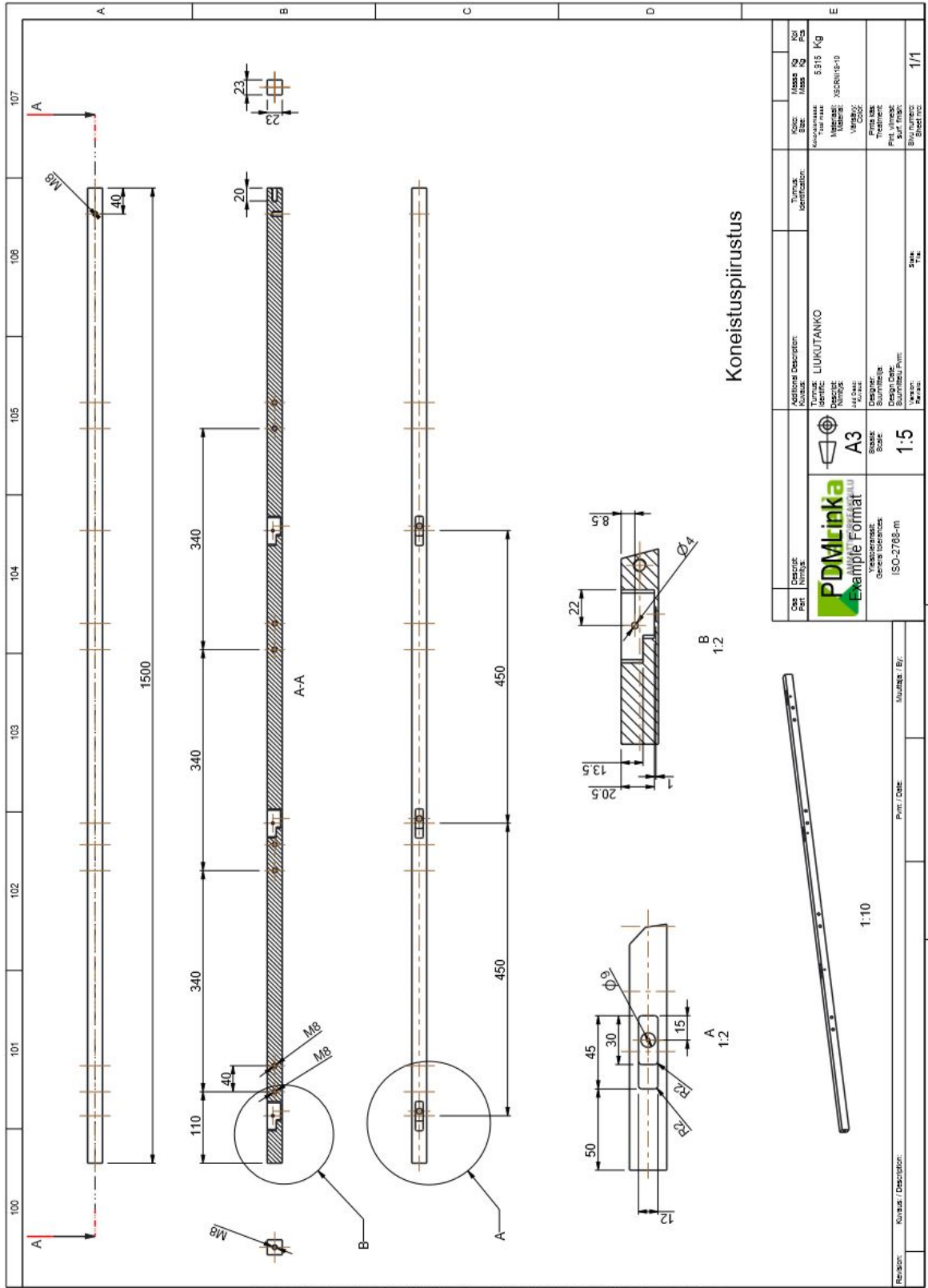
Small text at the bottom of the page, likely a disclaimer or copyright notice.

Puhdistuslaitteiston valmistuspiirustuksia



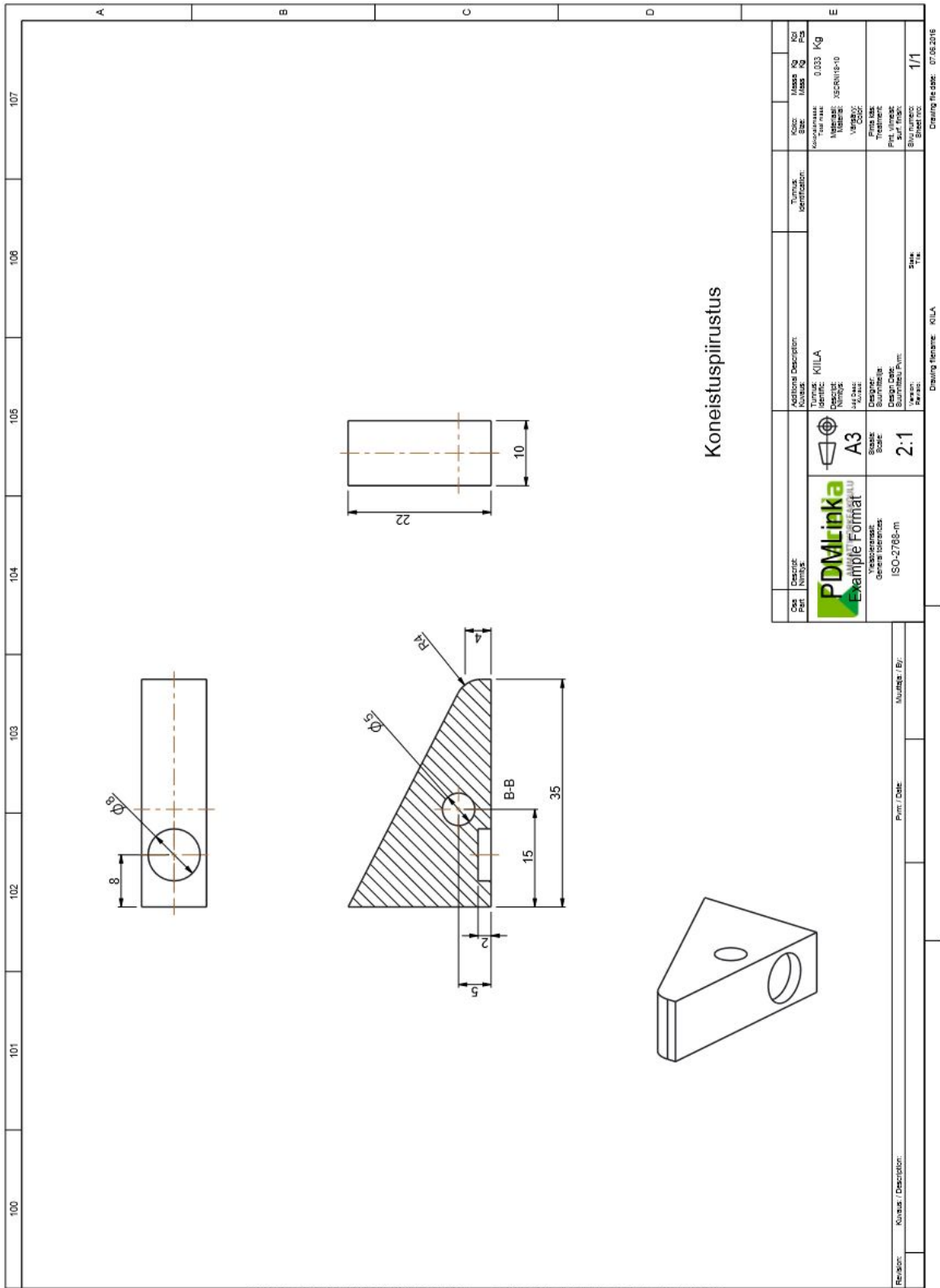
This document is a technical drawing. It is not to be used for manufacturing without the written permission of the author.

Puhdistuslaitteiston valmistuspiirustuksia



Koneistuspierustus

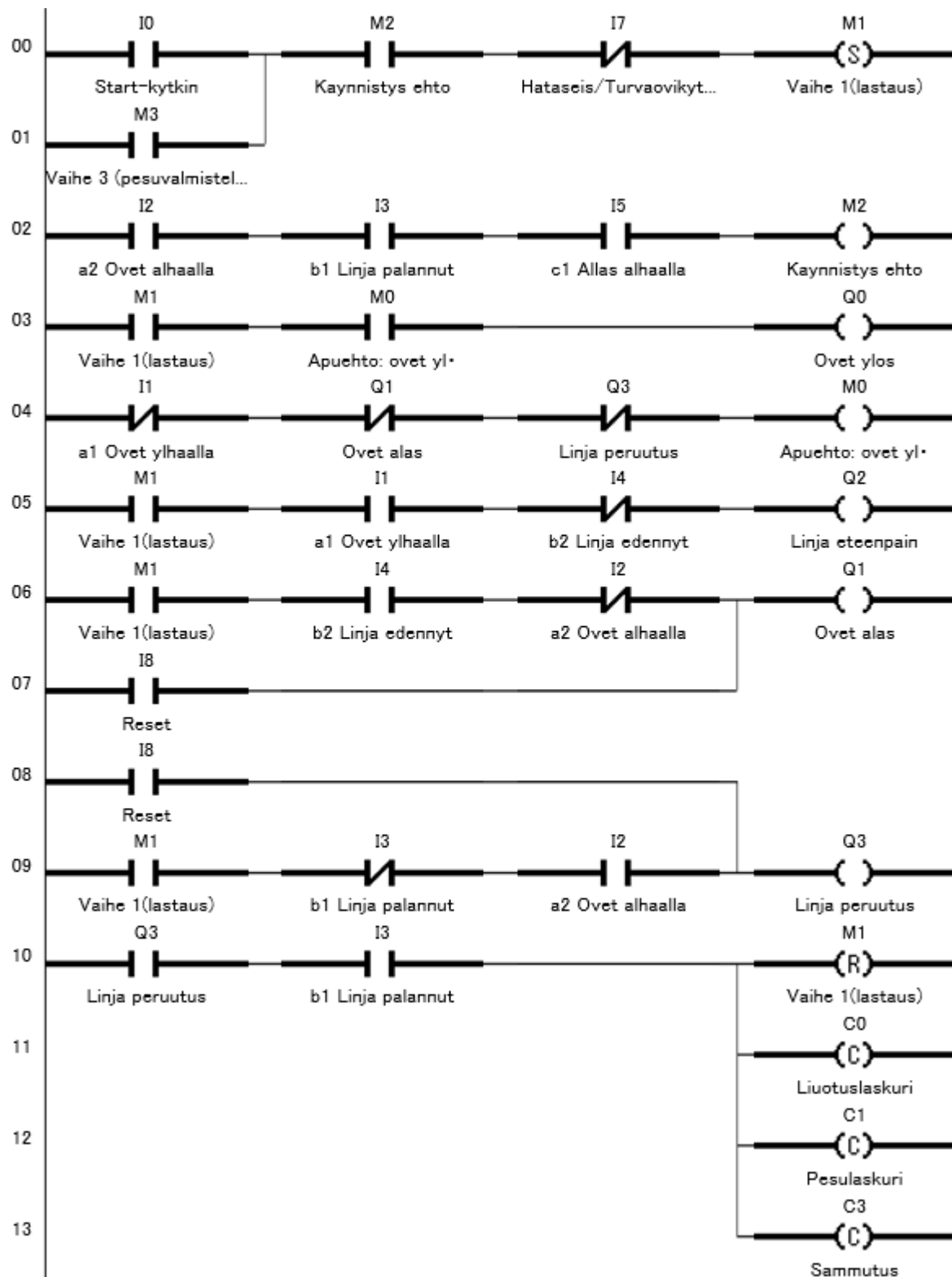
 PDMliikla Example Formät	Description: LUKUTANKO	Code: Name: LUKUTANKO Size: 5315 Kg Material: X52CR010 Treatment: VÄRKOÖ
Case Part: A3 Scale: 1:5 Version: ISO-2768-m	Designer: Suunnittelija: Suunnittelija Pvm: Version:	Print Job: Treatment: Size: A3 Sheet No: 1/1
Reference: Kuvauk. / Description: Pvm: / Date: Muuttaja: / By:	Drawing Name: LUKUTANKO	Drawing file name: 07.06.2016



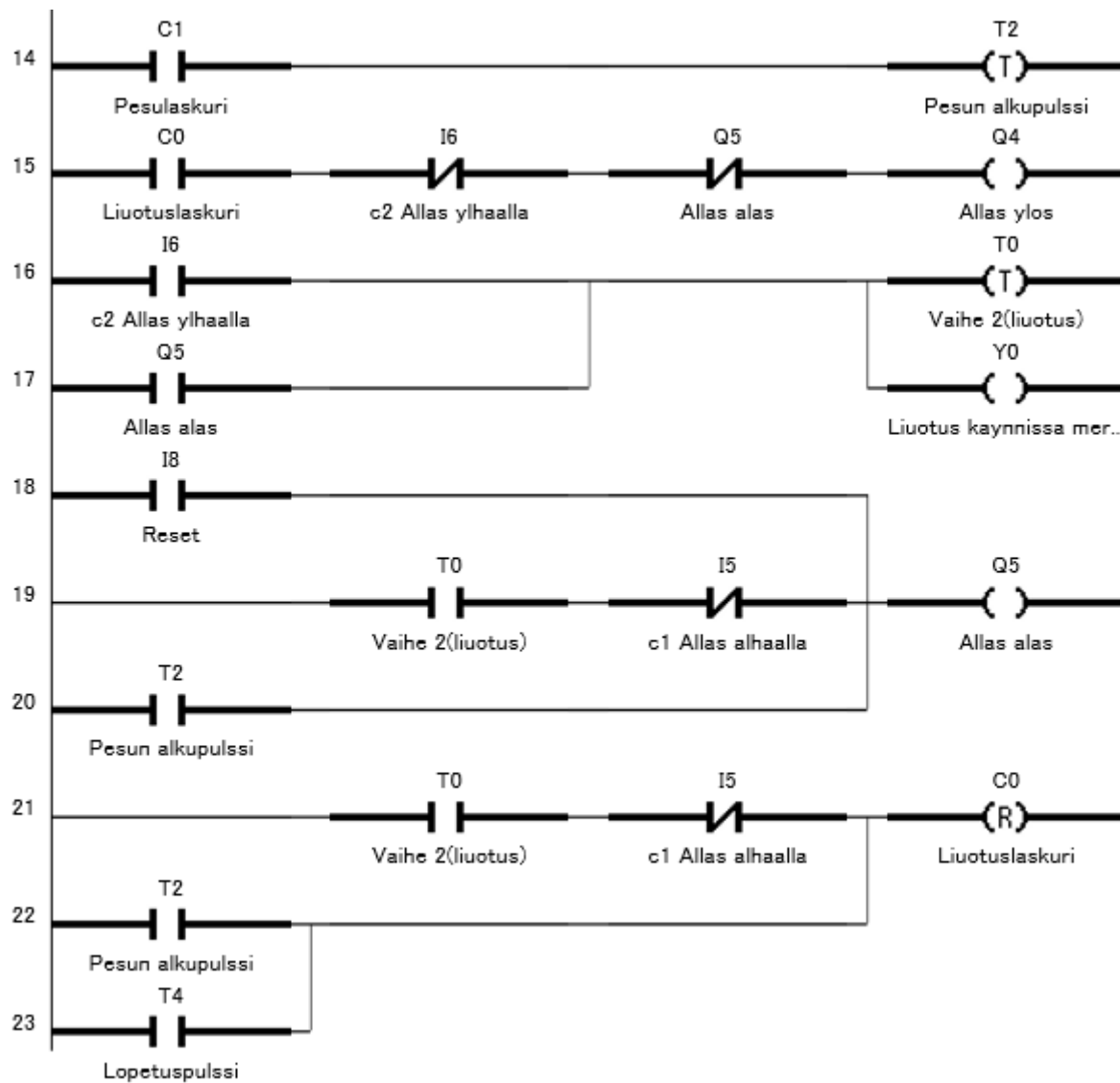
Drawing Name: Drawing Number: Drawing Date: Drawing Scale:	Drawing Description: Title: Identific. No.: Drawing Code: Drawing Size: Drawing Format:	Drawing Unit: Drawing Weight: Drawing Material: Drawing Color: Drawing Finish: Drawing Surface: Drawing Thickness:	Drawing Date: Drawing Scale: Drawing Unit: Drawing Weight:
Drawing Name: Drawing Number: Drawing Date: Drawing Scale:	Drawing Description: Title: KULLA Identific. No.: Drawing Code: XSERIIE-10 Drawing Size: 100x100 Drawing Format: A3	Drawing Unit: kg Drawing Weight: 0.002 Drawing Material: XSERIIE-10 Drawing Color: COOR Drawing Finish: PHT Drawing Surface: surffin Drawing Thickness: 1/1	Drawing Date: 07.05.2016 Drawing Scale: 2:1 Drawing Unit: mm Drawing Weight: 1/1

This document is a part of a set of documents. It is not to be used in isolation. It is intended for use as a reference only. It is not to be used as a basis for any other drawings or documents. It is not to be used as a basis for any other drawings or documents. It is not to be used as a basis for any other drawings or documents.

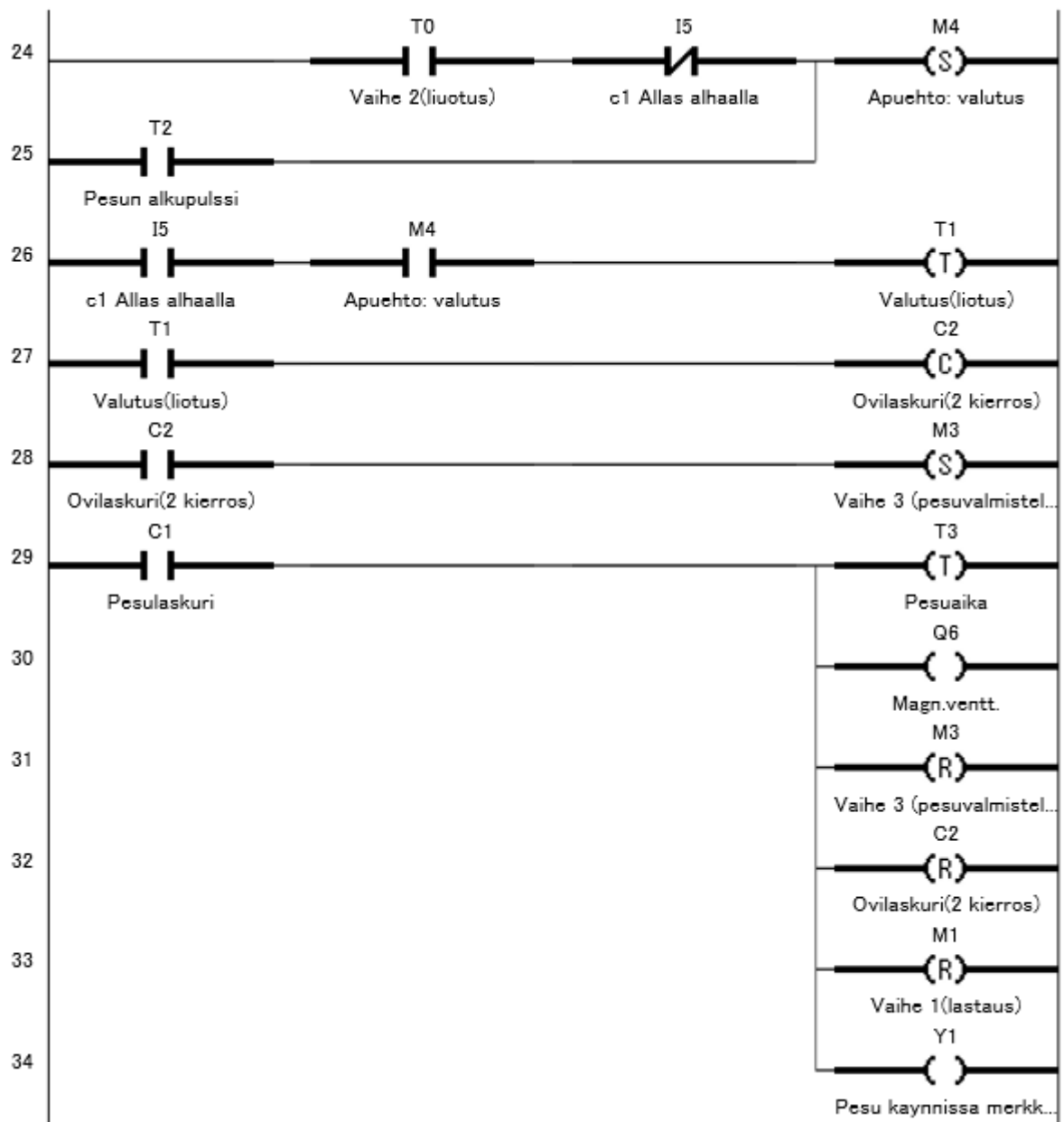
Logiikkaohjelma



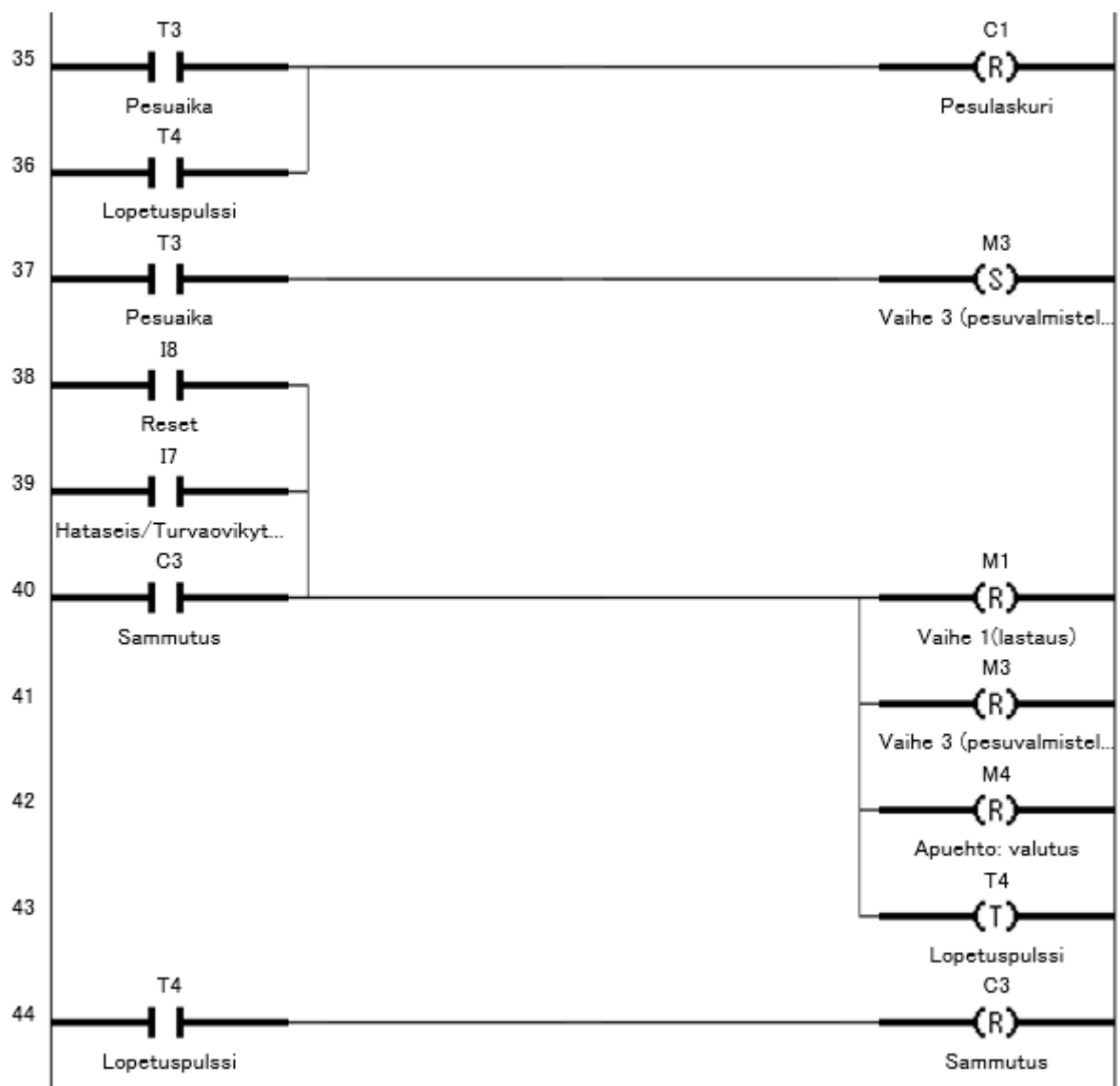
Logiikkaohjelma



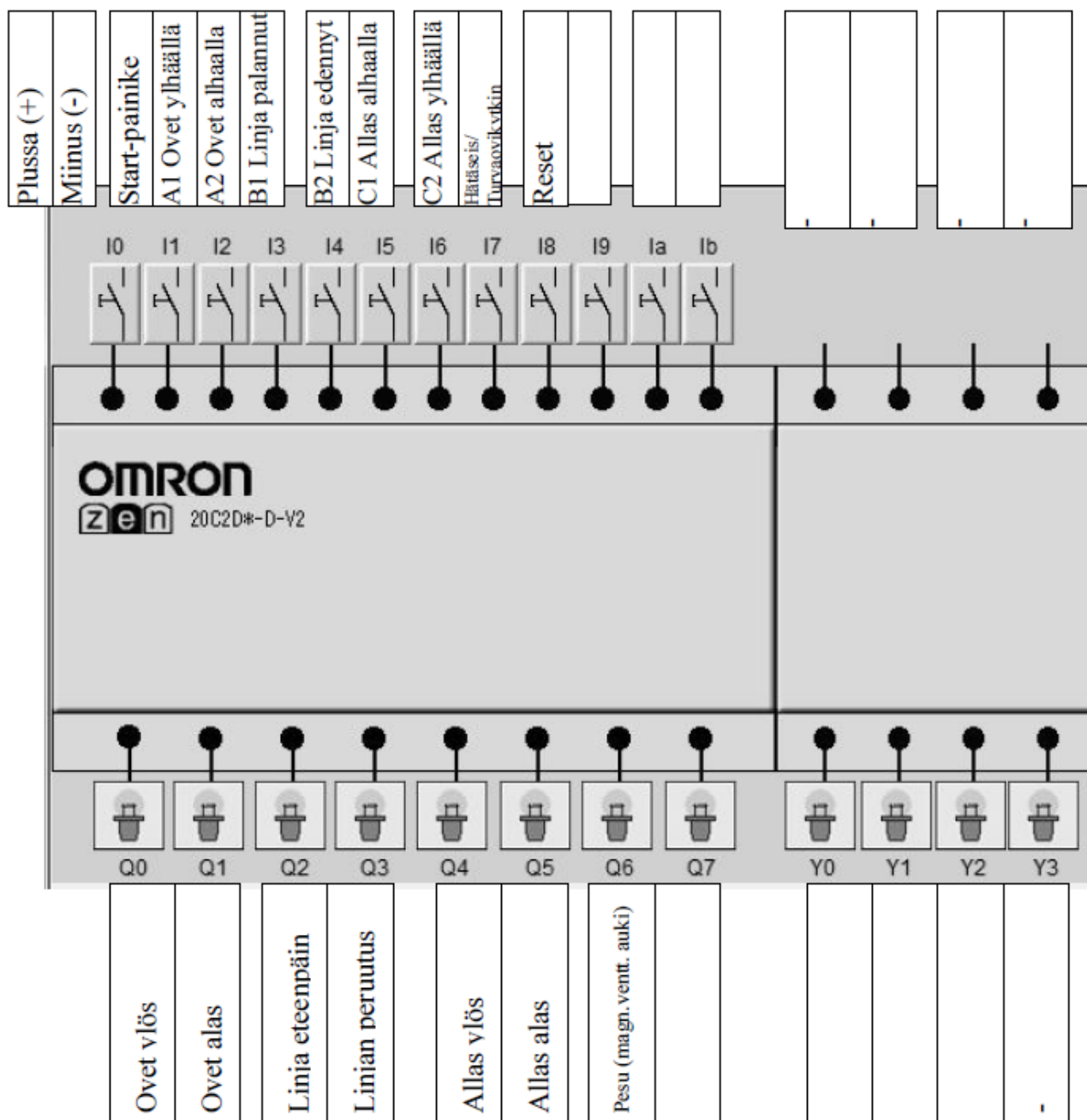
Logiikkaohjelma



Logiikkaohjelma



Logiikkakaavio



Pneumatiikkakaavio

