

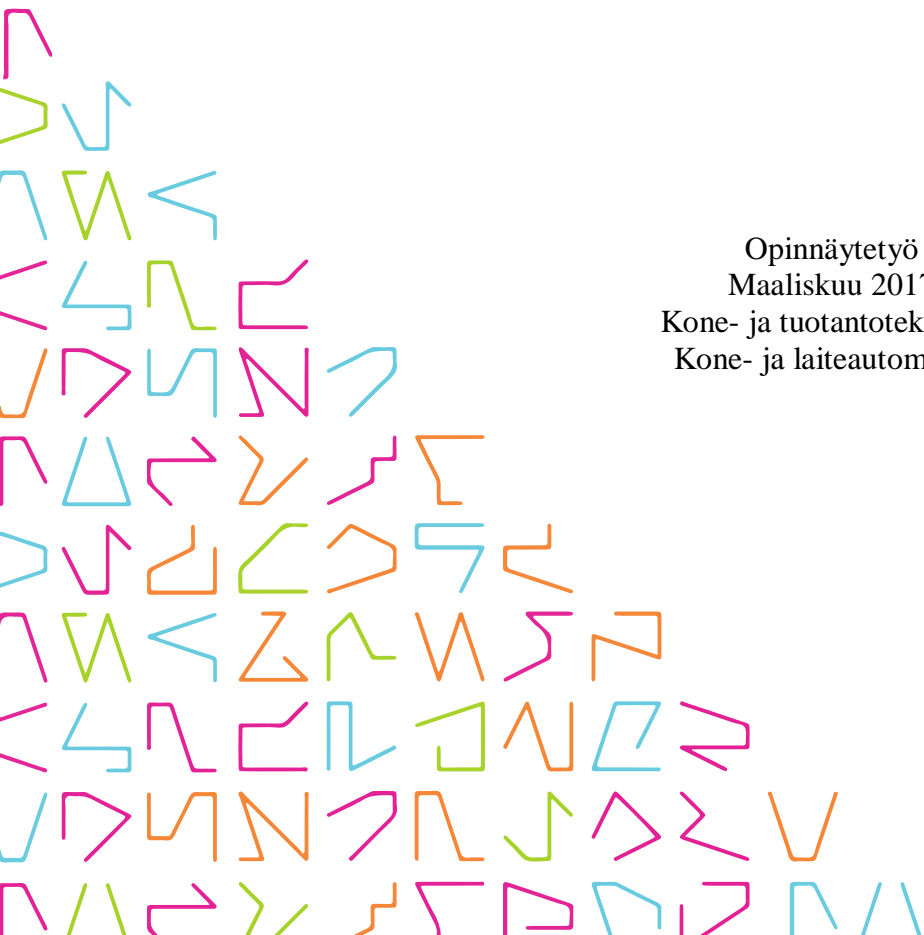


TAMPEREEN  
AMMATTIKORKEAKOULU

# NEULAKENTTIEN VAIHTOLAITTEEN SUUNNITTELU

Kimi Koivu

Opinnäytetyö  
Maaliskuu 2017  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Kone- ja laiteautomaatio



## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Kone- ja laiteautomaatio

KOIVU KIMI:

Neulakenttien vaihtolaitteen suunnittelu

Opinnäytetyö 61 sivua, joista liitteitä 35 sivua  
Maaliskuu 2017

---

Opinnäytetyön lähtökohtana oli vähentää neulauskoneiden neulakenttien vaihdossa työntekijään kohdistuvaa fyysistä rasitusta. Tähän tarkoitukseen päätettiin kehittää laite, joka tekee raskaan työn työntekijän puolesta. Laitteesta pyrittiin tekemään mahdollisimman yksinkertainen ja käytännöllinen.

Laitteen suunnittelussa lähdettiin liikkeelle ideoinnilla ja kartoittamalla erilaisia ratkaisuja. Alusta asti oli selvää, että laitteen pitää tehdä jonkinlaista nostoliikettä. Lukuisten ideoiden jälkeen päädyttiin ratkaisuun, jossa kahden pystytolpan sisällä olevat ruuvinostimet nostavat neulalevykärriä, josta neulalevyt voidaan vetää suoraan neulauskoneeseen ja koneesta kärriyn. Laitteesta piirrettiin 3D-malli ja sen valmistettavista osista tehtiin työkuvat.

EU:n talousalueella käytettävien koneiden täytyy olla CE-merkittyjä. Siksi laitteelle laadittiin vaatimustenmukaisuusvakuutus ja tekninen rakennetiedosto, joka sisältää riskinarvioinnin, käyttöohjeet, koneen piirustukset ja laskelmat. Sähköjen suunnittelu rajattiin työn ulkopuolelle, joten teknisestä tiedostosta jäi uupumaan ohjauspiirikaavio.

Opinnäytetyön tuloksena yritys sai lähes valmiin suunnitelman neulakenttien vaihtolaitteesta. Laitetta ei toteuteta tällaisenaan, vaan yrityksen edustajat saivat suunnitelman pohjalta paremman idean, jota lähdetään kehittämään. Yritys sai työstä kuitenkin paljon arvokasta tietoa jatkokehityksen kannalta.

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Mechanical and Production Engineering  
Machine Automation

KOIVU KIMI:  
Designing Needle Fields Changing Device

Bachelor's thesis 61 pages, appendices 35 pages  
March 2017

---

The purpose of this thesis was to reduce physical strain in the changing of needle fields to needling looms. The aim was to develop a device to fulfill this purpose and also to prevent heavy lifting by the employee. The device was intended to be as simple and practical as possible.

The design of the device started by brainstorming and mapping different solutions. It was clear from the beginning that the device had to be able to lifting and move objects. After a number of ideas, it was decided that the device would have two screw jacks inside two vertical posts. The screw jacks would lift the needle board cart so that needle boards could be pulled to the needling loom straight from the cart and vice versa. A 3D model of the device and drawings of manufactured parts were made.

The machines used in the European Economic Area must be CE certified, so the EC declaration of conformity and the technical construction file were composed. The technical file includes risk assessment, user manual, drawings and calculations. Design of electrical power was excluded from this thesis so the technical file lacks control circuit diagram.

As a result of the thesis the company received a nearly finished plan of needle fields' changing device. The device would not be made as such because the company representatives came up with a better idea which they wanted to proceed with. However, the thesis gave the company a lot of valuable information for further development.

---

Key words: design, device

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	YRITYS .....	6
	2.1 Valmet Technologies Oy .....	6
	2.2 Neulaamo .....	6
3	TEORIA .....	8
	3.1 Laitteen komponentit .....	8
	3.1.1 Ruuvinostin .....	8
	3.1.2 Lineaarijohde .....	9
	3.2 CE-merkintä .....	9
	3.3 Tekninen rakennetiedosto .....	10
	3.3.1 Riskinarviointi .....	10
	3.3.2 Käyttö- ja huolto-ohjeet .....	11
4	LAITTEEN SUUNNITTELU .....	12
	4.1 Ideointi .....	12
	4.2 Mekaaninen suunnittelu .....	13
	4.3 Komponenttien valinta .....	17
	4.3.1 Ruuvinostimien valinta .....	17
	4.3.2 Lineaarijohteiden valinta .....	18
	4.4 Suunnittelun lopputulokset .....	20
5	TEKNINEN RAKENNETIEDOSTO .....	21
	5.1 Riskinarviointi .....	21
	5.2 Käyttö- ja huolto-ohjeet .....	22
	5.3 Koneen piirustukset .....	23
	5.4 Laskelmat .....	23
6	POHDINTA .....	24
	LÄHTEET .....	25
	LIITTEET .....	26
	Liite 1. Yleiskuvaus ja osaluettelo .....	26
	Liite 2. Koneen tai laitteen riskinarviointi ja vaarojen tunnistaminen .....	28
	Liite 3. Käyttö- ja huolto-ohjeet .....	36
	Liite 4. Yleispiirustus ja työ kuvat .....	43
	Liite 5. Turvallisuuslaskelmat .....	57

## 1 JOHDANTO

Työntekijöiden hyvinvointiin, turvallisuuteen ja työergonomiaan kiinnitetään yhä enemmän huomiota. Tuki- ja liikuntaelinsairauksista johtuvat pitkäaikaiset sairauspoissaolot ovat työnantajien riesana, kun tehokkuutta pyritään lisäämään. Siksi fyysisesti kuormittavista työvaiheista pyritään pääsemään eroon. Näistä lähtökohdista syntyi tämän opinnäytetyön aihe.

Valmet Technologies Oy:llä oli neulaamossa juurikin tämä ongelma neulauskoneiden neulakenttien vaihdossa. Neulakenttien vaihdossa työntekijä joutuu nostelemaan painavia neulalevyjä ja kannattelemaan niitä epäergonomisissa asennoissa, jolloin etenkin yläruumis ja selkä joutuvat suurelle kuormitukselle. Kuormitusta päätettiin vähentää kehittämällä laite, joka hoitaa nostotyön työntekijän puolesta helposti ja turvallisesti.

Tämän työn tavoitteena oli kehittää ja suunnitella neulakenttien vaihtoa helpottava laite alusta loppuun asti. Työssä laitteelle piti tehdä mekaaninen suunnittelu, eli laatia 3D-mallit sekä työkuvat laitteen osista. Laitteen käyttöönottoa ja CE-merkintää varten piti laatia tekninen rakennetiedosto sitä koskevien asetusten ja direktiivien mukaisesti.

## 2 YRITYS

### 2.1 Valmet Technologies Oy

Valmet on maailman johtava sellu-, paperi- ja energiateollisuuden teknologia- ja palvelutoimittaja. Valmetilla työskentelee yli 12 000 työntekijää 33 eri maassa. Valmetin tarjoamat palvelut kattavat kaiken kunnossapidon ulkoistuksesta tehtaiden ja voimalaitosten parannuksiin ja varaosiin. Valmetilla on kokonaisia sellutehtaita, pehmopaperin-, kartongin- ja paperinvalmistuslinjoja sekä bioenergiaa tuottavia voimalaitoksia. Valmetilla on yli 200 vuoden teollisuushistoria ja yhtiö syntyi uudestaan sellu-, paperi- ja voimatuotantoliiketoiminnan irtautuessa Metso Oyj:stä joulukuussa 2013. (Valmet 2017.)

Valmet Technologies Oy on osa Valmetin kudokset-liiketoimintayksikköä ja sillä on Tampereen tehtaalla noin 520 työntekijää. Valmet Technologies Oy valmistaa Tampereen tehtaalla teknisiä tekstiilejä, joita ovat puristinhuovat, suodatinkankaat, beltit ja kuivatusviirat. Sillä on lisäksi tehtaat USA:ssa, Brasiliassa, Portugalissa sekä kaksi tehdasta Kiinassa. Kiinan tehtailla valmistetaan suodatinkankaita, kuivatusviiroja ja märkäviiroja. (Valmet 2017.)

### 2.2 Neulaamo

Valmet Technologiesin Tampereen tehtaalla on useita osastoja, mutta tässä tarkastellaan vain tämän työn kannalta keskeistä osastoa: neulaamo. Neulaamossa on neljä neulauskonetta, joista kolme on hankittu vuonna 1986 ja uusin vuonna 2007. Kaksi vanhempaa konetta on modernisoitu 2000-luvun alkupuolella, jolloin niistä tuli tietokoneella ohjattavia. Neulaamon uusin neulauskone on yli kaksi kertaa nopeampi kuin vanhemmat koneet ja sen työnjälki on huomattavasti laadukkaampaa. Neulaamon yhteydessä on myös kaksi esineulauslinjaa, joilla valmistetaan hahtuvarullia neulauskoneille.

Neulaus on yksi puristinhuopien valmistusprosessin vaiheista. Neulaamossa tekokuidusta valmistettuihin pohjiin neulataan neulauskoneella hahtuvaa reseptin

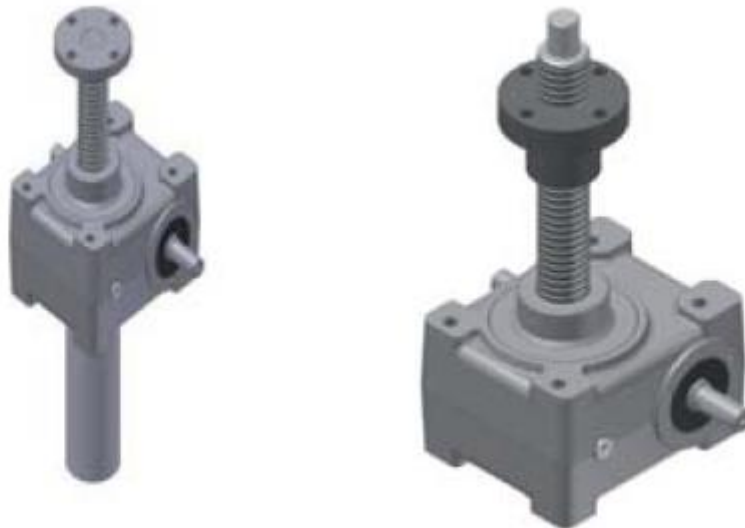
osoittama määrä. Kaikki huovat valmistetaan mittatilaustyönä asiakkaiden tarpeen mukaan. Neulauskoneessa on yhteensä kolme neulakenttää; kaksi yläkenttää ja yksi alakenttä. Neulakenttä koostuu useammasta neulalevystä, joissa on yhteensä kymmeniä tuhansia neuloja. Ajan saatossa neulat kuluvat ja saattavat katkeilla, minkä vuoksi neulakentät vaihdetaan ja viedään tarkastettavaksi, kun niille määritelty iskujen enimmäismäärä on tullut täyteen. Iskujen täytyminen tapahtuu kentästä riippuen noin viikon tai kahden välein. Neulakenttien vaihdossa käytössä ollut kenttä otetaan koneesta ulos ja tilalle laitetaan korjattu ja tarkistettu kenttä.

## 3 TEORIA

### 3.1 Laitteen komponentit

#### 3.1.1 Ruuvinostin

Ruuvinostin on mekaaninen laite, joka muuttaa käsin tai sähkömoottorin avulla tuotetun pyörimisliikkeen lineaariseksi liikkeeksi akselien ja hammaspyörien avulla. Ruuvinostinta voidaan käyttää yksittäisenä yksikkönä tai niitä voi yhdistää useampia akselien ja kulmavaihteiden avulla, jolloin ne toimivat yhdellä moottorilla synkronoidusti. Niissä on eri kokoluokkia nostokuormasta riippuen. Ruuvinostimia on perustoiminnaltaan kahdenlaisia, jotka on esitetty kuvassa 1. Liikkuvaruuvissa ruuvinostimessa mutteri on kiinteä osa ruuvia ja ruuvia pyöritettäessä koko ruuvi liikkuu pystysuunnassa. Pyöriväruuvissa rakenteessa ruuvin pyöriessä mutteri liikkuu ruuvia pitkin haluttuun suuntaan, mutta ruuvi pysyy pystysuunnassa paikallaan. Kyseisessä opinnäytetyössä käytetään kahta 10 kilonewtonin maksimikuormituksen pyöriväruuvista ruuvinostinta. Laitteen nostotyöhön valittiin ruuvinostin, koska sen nostoliikkeen pystyy pysäyttämään mihin asentoon tahansa ja siinä on itsepito toisin kuin pneumaattisissa ja hydraulisissa sylintereissä. (MecVel 2013.)



Kuva 1. Ruuvinostintyytit: vasemmalla liikkuvaruuvinen ruuvinostin ja oikealla pyöriväruuvinen ruuvinostin. (MecVel 2013.)

### 3.1.2 Lineaarijohde

Lineaarijohteet ovat johteita, joilla saadaan helposti ohjattua liike johteiden suuntaiseksi. Lineaarijohteisiin kuuluu johde ja yksi tai useampia kelkkoja, jotka liikkuvat johdetta pitkin. Lineaarijohteita on erilaisia ja eri kokoisia eri käyttötarkoituksiin kuorman koosta ja vaikutussuunnasta riippuen. Kyseisessä opinnäytetyössä käytetään SBI kuulajohteita niiden korkean kuorman kantavuuden vuoksi. Kuulajohteessa kuulajohdekelkat liikkuvat johteella vaivattomasti niissä olevien neljän kuularivin ansiosta suurenkin kuormituksen alla. Kuvassa 2 on esitetty joitain lineaarijohteita ja kelkkoja. (Rollco 2013.)



Kuva 2. Eri tyyppisiä lineaarijohteita ja kelkkoja. (Rollco 2013.)

### 3.2 CE-merkintä

Koneen markkinoille saattaja kiinnittää koneeseen CE-merkinnän, jos kone täyttää sitä koskevien direktiivien turvallisuusvaatimukset ja siitä on laadittu vaatimustenmukaisuusvakuutus. Vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa kerrotaan, minkä direktiivien, standardien ja ohjeiden vaatimukset kone täyttää. Konedirektiivin lisäksi laitetta voi koskea pienjännitedirektiivi, sähkömagneettista yhteensopivuutta koskeva direktiivi (EMC-direktiivi), valtioneuvoston asetus räjähdyskelpoisten ilmaseosten työntekijöille aiheuttaman vaaran torjunnasta (ATEX-direktiivi), paineastiadirektiivi,

kaasulaitedirektiivi ja rakennustuotedirektiivi. Yksittäisissä koneissa CE-merkintä sijoitetaan yleensä konekilpeen ja suuremmissa konelinjoissa selvästi näkyvälle paikalle, kuten pääohjauspaikalle. CE-merkinnän on oltava samassa yhteydessä ja samalla tavalla tehty valmistajan nimen kanssa. (Siirilä, T. 2008, 29, 399, 400.)

### **3.3 Tekninen rakennetiedosto**

Teknisellä rakennetiedostolla perustellaan, että koneelle tehty vaatimustenmukaisuusvakuutus on tehty oikein. Tiedosto tulee tehdä ainakin yhdellä Euroopan talousalueen virallisista kielistä. Teknistä tiedostoa on säilytettävä vähintään kymmenen vuotta koneen valmistuksen jälkeen. Sen ei kuitenkaan tarvitse olla aina painetussa muodossa vaan yritys nimeää henkilön vaatimustenmukaisuusvakuutukseen, jonka on viranomaisten pyytäessä koottava tiedosto kohtuullisessa ajassa. Teknisen tiedoston tulee sisältää koneesta yleispiirustus, ohjauspiirikaavio, yksityiskohtaiset piirustukset, laskelmat, suunnittelun aikainen riskien arviointi sekä käyttö- ja huolto-ohjeet. Konedirektiivin liitteessä 4 mainituille koneluokille tulee tehdä EY-tyyppitarkastus Euroopan alueella sijaitsevassa ilmoitetussa laitoksessa. Todistus tyyppitarkastuksesta pitää sisällyttää tekniseen tiedostoon. (Työsuojeluhallinto 2008.)

#### **3.3.1 Riskinarviointi**

Koneen turvallisuutta tarkastellaan vaaratekijöiden ja riskien kautta. Riskillä tarkoitetaan tarkasteltavan vaaran mahdollisesti aiheuttaman vahingon vakavuuden ja kyseisen vahingon esiintymistodennäköisyyden yhdistelmää. Riskien arvioinnissa vaaratekijästä aiheutuvalla vahingolla ja tapahtumisen todennäköisyydelle on yleensä taulukoitu jaotellut lukuarvot. Riskiä hyvin kuvaava lukuarvo saadaan, kun vahingon vakavuuden ja tapahtuman todennäköisyyden lukuarvot kerrotaan keskenään. Riskin suuruus määrittelee sille tehtävät jatkotoimenpiteet. Jos riskin suuruus on hyväksytyyn arvon yläpuolella, sen pienentämiseksi on tehtävä toimenpiteitä. Toimenpiteillä voidaan tarkoittaa esimerkiksi erilaisten turvalaitteiden asennusta tai mekaanisten suojien asennusta. Toimenpiteiden jälkeen tehdään uusi arvio ja katsotaan tarvitseeko jäännösriskille tehdä lisätoimenpiteitä. Riskiä täytyy pienentää niin kauan, että se on hyväksytyyn arvon alapuolella. Riskien arvioinnissa standardien noudattaminen on

tärkeää, sillä eri aloilla riskien hyväksyttävyyden raja vaihtelee. (Siirilä, T. 2008, 63-64.)

### **3.3.2 Käyttö- ja huolto-ohjeet**

Tekniseen rakennetiedostoon kuuluu koneen käyttö- ja huolto-ohjeet. Ohjeiden on oltava sen maan kielellä tai kielillä, jossa konetta käytetään. Käyttöohjeiden tarkoituksena on antaa käyttäjälle tarvittavat tiedot koneen oikeaan ja turvalliseen käyttöön. Käyttöohjeilla ei voi kuitenkaan korvata koneen turvallisuuspuutteita. (Siirilä, T. 2008, 411)

Konedirektiivin mukaan ohjeissa tulee olla tarvittaessa valmistajan ja tämän valtuutetun edustajan nimi ja täydellinen osoite, koneen nimi, EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus, koneen yleinen kuvaus, koneen tarkoitettun käytön kuvaus, varoitukset mahdollisista kielletyistä käyttötavoista, asennusta ja kokoonpanoa koskevat tiedot, koneen käyttöönottoa ja käyttöä koskevat ohjeet, perehdytysohjeet, tiedot mahdollisista jäännösriskeistä, ohjeet suojaustoimenpiteistä ja henkilösuojaimista, ohjeet koneeseen kiinnitettävistä työkaluista, koneen vakavuutta koskevat tiedot, koneen kuljetusohjeet, ohjeet onnettomuustilanteiden varalta, käyttäjän vastuulla olevat säätö- ja kunnossapitotoimenpiteet, melupäästöt, ionisoiva säteily, käyttäjän terveyden ja turvallisuuden kannalta merkittävien varaosien tiedot sekä huollon ja käytön kannalta tarpeelliset piirustukset, kaaviot, kuvaukset ja selitykset. (Työsuojeluhallinto 2008.)

## 4 LAITTEEN SUUNNITTELU

### 4.1 Ideointi

Opinnäytetyön tutkimusongelmana oli poistaa tai merkittävästi vähentää neulauskoneen neulakentän vaihdossa aiheutuvaa fyysistä rasitusta ja parantaa turvallisuutta. Tuki- ja liikuntaelinsairauksista johtuvat poissaolot muodostavat suuren osan kaikista pidempiaikaisista sairauspoissaoloista yrityksessä. Neulakentänvaihdossa neulalevyjä nostellaan ja käännellään käsin, kun niitä laitetaan neulalevykärrystä neulauskoneeseen ja koneesta neulalevykärryyn. Erityisesti olkapäät ja selkä joutuvat tässä suurelle kuormitukselle, sillä neulalevyt ovat painavia. Neulalevyjä joutuu kannattelemaan muutaman sormen otteella levyn päistä, jolloin myös käsien täytyy olla lähes suorana sivuilla sylivälistä riippuen. Neulalevyjä otettaessa kärryyn alimmista osista työntekijä joutuu olemaan kyykyssä, jolloin on hankalaa pitää selkä hyvässä asennossa. Lisäksi niissä on nimensä mukaan toinen puoli täynnä teräviä neuloja, jotka tekevät pahaa jälkeä esimerkiksi levyn livetessä otteesta. Tätä kautta syntyi idea apulaitteesta neulakenttien vaihtoon.

Ideoinnin alussa lähdettiin ensin kartoittamaan, mihin suunniteltu laite tulee eli neulauskoneen hoitotasoa. Neulauskoneen hoitotasolta käytiin mittaamassa rullamitalla tarvittavat mitat. Ideoinnissa alusta asti oli selvää, että laitteella täytyy tehdä nostoliikettä. Aluksi pyöriteltiin ideaa, jossa neulalevyjä nostettaisiin liikuteltavan hissien avulla kärrystä yksi kerrallaan, käännettäisiin ja syötettäisiin neulauskoneeseen. Neulauskoneen kyljessä olevat kiskot, hissi ja neulalevykärry eivät kuitenkaan mahdu peräkkäin tasolle ja hissien siirtely jokaisen levyn kohdalla on hidasta ja epäkäytännöllistä. Tässä vaiheessa alkoi selkeytyä suunnittelun suurin ongelma: tilan puute. Neulakenttien vaihto tapahtuu hoitotasolla, joka on noin puolitoista metriä lattian yläpuolella ja sitä rajaavat kulkuväylät ja hallin tukipilari, jonka poistaminen tai siirtäminen on mahdotonta.

Sitten syntyi idea, jossa neulalevykärryä nostetaan ja neulalevyt vedetään suoraan kärrystä koneeseen. Tässä ongelmana on se, että nykyisissä neulalevykärryissä neulalevyjen neulat osoittavat ylöspäin ja neulauskoneessa neulat osoittavat alaspäin. Kaikki nykyiset neulalevykärryt pitäisi siis muuttaa niin, että neulat ovat jo kärryissä

alaspäin. Ideoissa pyöri lavetti, jossa kärryt työnnetään lavetin kyytiin lattialla ja lavetti kärryineen nostetaan nosturilla hoitotasolle. Hoitotasolla kärryjä nostetaan ja lasketaan lavetilla ja levyt syötetään suoraan kärrystä neulauskoneeseen. Ideasta luovuttiin, koska lavetista pitäisi tehdä niin vankkarakenteinen, että se pystyy nostamaan parisataa kiloa painavat neulakenttäkärryt. Tällöin lavetista tulisi niin painava, että sen liikuttelu ja kohdistaminen tasolla olisi erittäin vaikeaa.

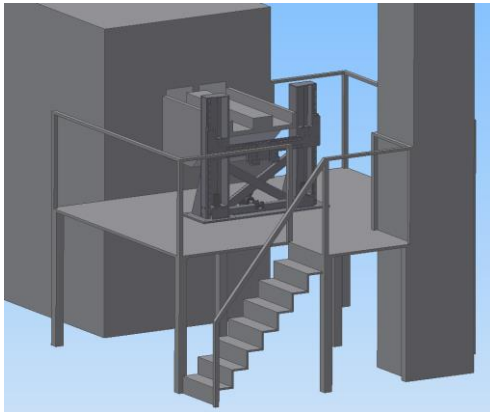
Ideointia jatkettiin kuitenkin sillä periaatteella, että neulalevyt syötetään suoraan neulalevykärrystä koneeseen. Näin syntyi idea hoitotasolle asennettavasta kiinteästä hissistä, jossa on trukin piikkien kaltaiset piikit, joilla kärryä nostetaan. Idea kuulosti järkeenkäyvältä, joten sitä lähdettiin viemään eteenpäin.

## 4.2 Mekaaninen suunnittelu

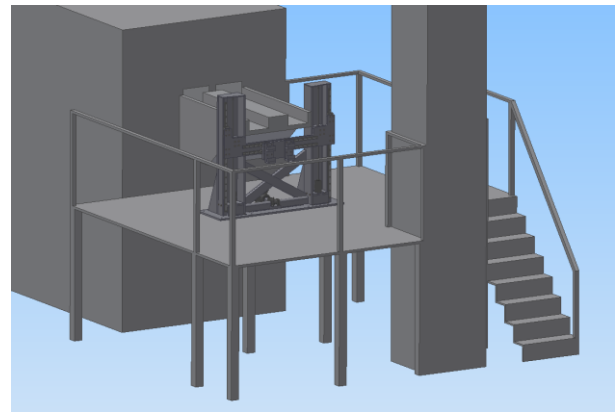
Ideointivaiheessa paperille piirretyn hahmotelman jälkeen suunnittelua jatkettiin Autodesk Inventor -ohjelmalla. Hahmotelmassa kahden pystytolpan väliin laitettiin levy, jota liikutellaan pystysuunnassa. Pystysuunnassa liikuteltavaan levyyn tarvitsi kiinnittää toinen levy, jota pystyy liikuttamaan sivuttaissuunnassa. Tähän levyyn tarvitsi jotain, millä neulalevykärry saadaan nostettua. Tässä vaiheessa tähän tarkoitukseen valittiin trukin piikkien kaltaiset piikit. Jotta kärryn liike saatiin sulavaksi ja vaivattomaksi, molempiin pystytolppiin laitettiin pystysuuntaiset lineaarijohteet ja tolppien välissä olevaan levyyn vaakasuuntaiset johteet, joilla piikit liikkuvat sivuttaissuunnassa.

Peruseriaatteen löydyttyä aloitettiin osien 3D-mallinnus. Mallinnus vei kauan aikaa, koska osat piirrettiin alusta asti itse ja ne piti mitoittaa toisiinsa yhteensopiviksi. Yhdenkin osan tai komponentin mittojen muutos saattoi tarkoittaa koko kokoonpanon mittojen uudelleen laskemista. 3D-mallinnuksessa piti ottaa huomioon osien valmistettavuus ja valmistusmenetelmä. Monista sellaisista osista tehtiin hitsattavia kokoonpanoja, jotka koulussa olisi pursotettu vain yhdeksi osaksi. Esimerkiksi kuvan 6 koukku on viidestä osasta valmistettava kokoonpano, jossa 20 millimetrin teräslevystä leikataan oikean kokoiset palat, jotka hitsataan yhteen.

Laitetta sovitettaessa neulauskoneen hoitotasolle huomattiin, että neulalevykärky ei mahdu liikkumaan tarpeeksi sivuttaissuunnassa hoitotasolle vievien portaiden ja niitä reunustavan kaiteen vuoksi. Hoitotason toisella puolella on kuitenkin sen verran tilaa, että portaat voidaan siirtää sinne ja hoitotasoa voidaan laajentaa vanhojen portaiden päälle, jolloin kärky mahtuu liikkumaan tarpeeksi sivuttaissuunnassa. Kuvissa 3 ja 4 näkyy portaiden vanha ja uusi sijainti.

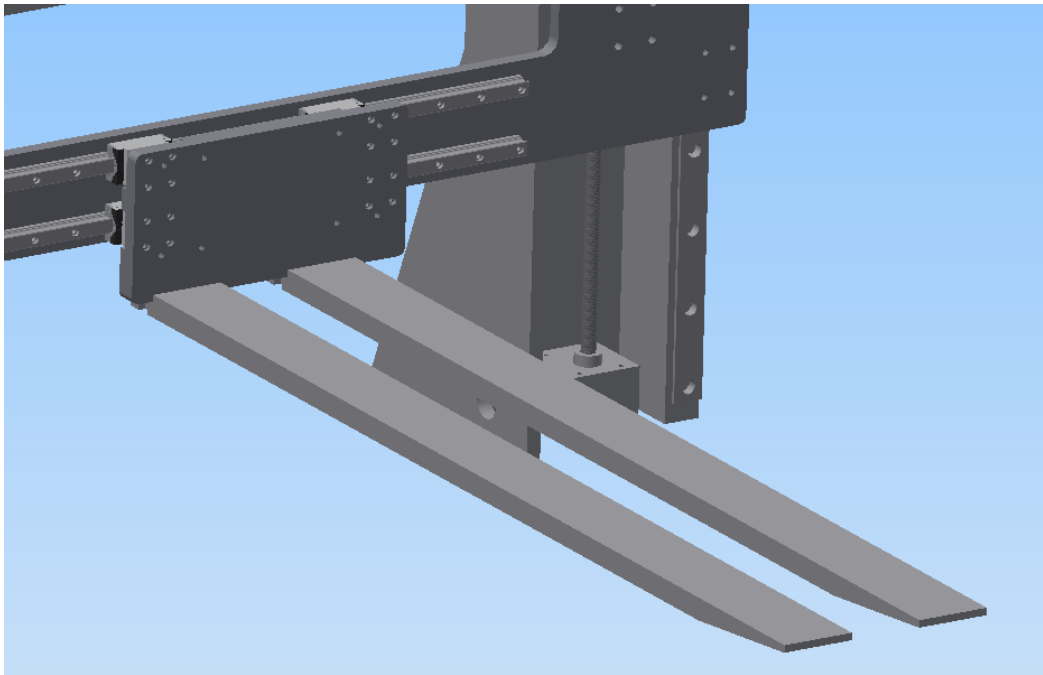


Kuva 3. Portaiden vanha sijainti.

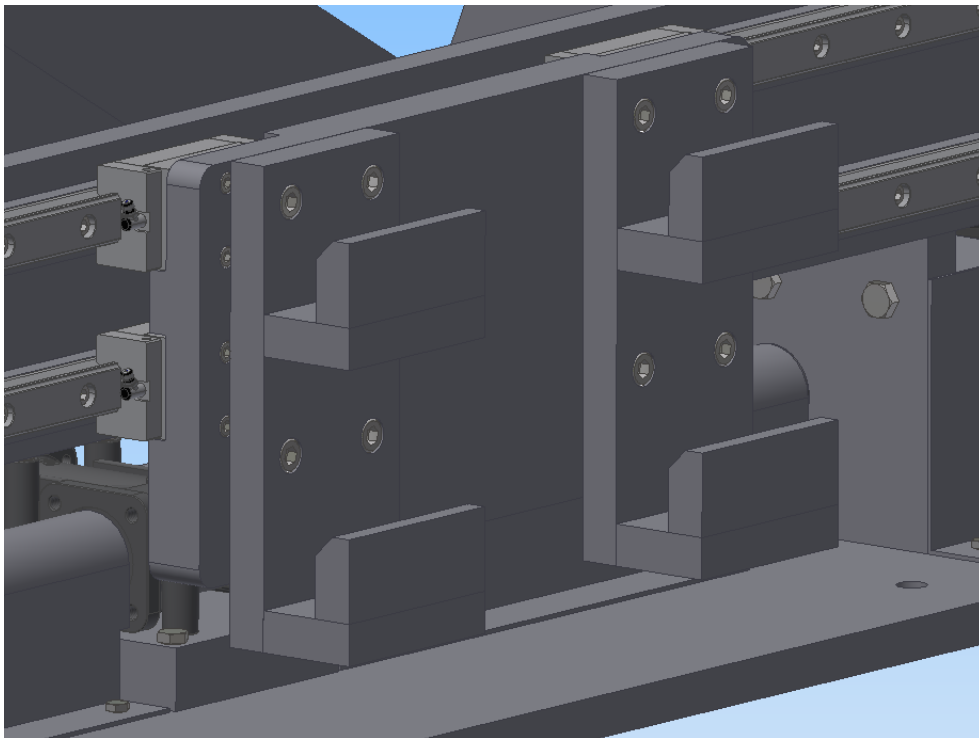


Kuva 4. Portaiden uusi sijainti.

Laitteen rakenteen suunnittelussa piti ottaa huomioon konedirektiivi ja miettiä turvallisuusnäkökulmaa. Suunnittelun edetessä huomattiin, että sivuttaissuunnassa liikkuvat piikit, jotka näkyvät kuvassa 5, ovat riskitekijä, koska niitä laskettaessa syntyy jalan puristumisvaara piikkien ja tason väliin. Niitä ei myöskään voi käyttämättömänä jättää tason pintaa vasten kompastumisvaaran takia, vaan ne pitäisi upottaa tasoon. Tasoon tehtävät upotukset aiheuttavat myös kompastumisvaaran ja niiden tekemiseksi tasoon joutuisi tekemään suuria muutoksia tukipilarien sijainnin takia. Tämän takia piikkien tilalle alettiin miettiä vaihtoehtoisia ratkaisua. Silloin keksittiin koukut, joilla otetaan kiinni vain kärryn etureunasta, jolloin kompastumis- ja puristumisvaarat poistuivat, mutta toiminta pysyi samana. Koukut näkyvät kuvassa 6.



Kuva 5. Hylätty idea sivuttaissuunnassa liikkuvista piikeistä.

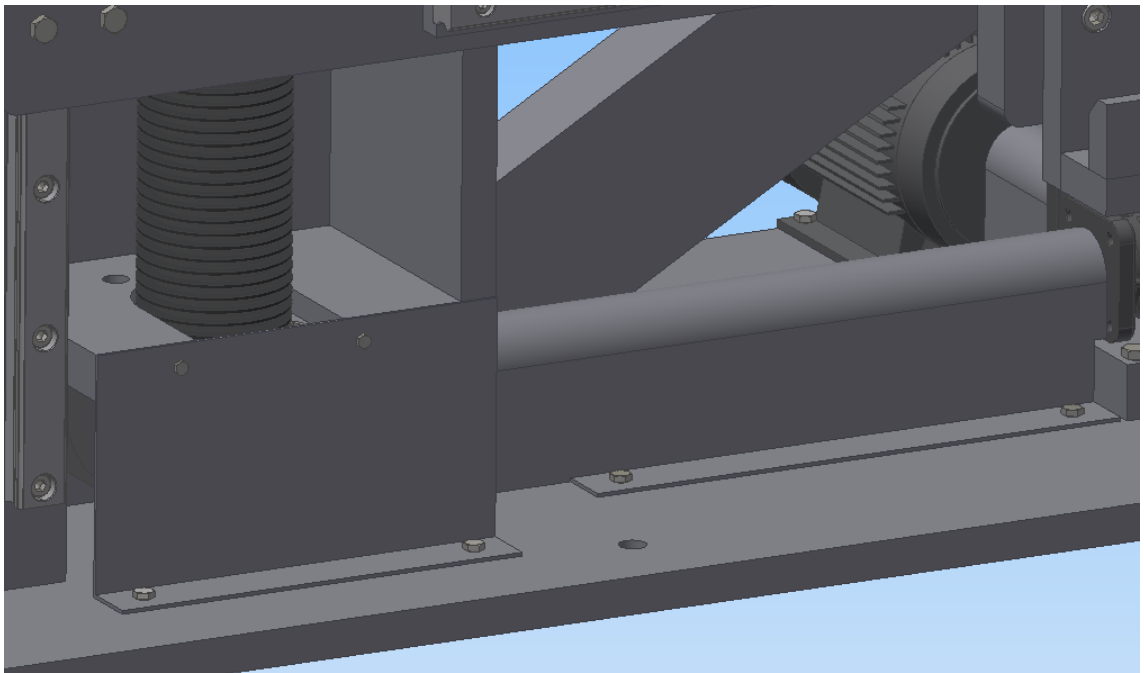


Kuva 6. Piikit korvattiin koukuilla.

Vaakajohteille tehtiin mekaaniset rajat molempiin päihin. Kelkkojen ollessa vasenta rajaa vasten, neulalevyt ovat neulakentän yksi kohdalla ja kelkkojen ollessa oikeaa rajaa vasten, kentät ovat kentän kaksi kohdalla. Näin neulalevyjen kohdistaminen helpottuu huomattavasti. Mekaaniset rajat estävät myös kelkkojen ajautumisen ulos johteilta.

Pystyjohteille tarvitsee mekaanisten rajojen lisäksi sähköiset rajat, koska pystyliike tapahtuu sähköllä.

Laitteen turvallisuuden takaamiseksi pyörivät akselit ja ruuvinostimien ruuvit piti suojata, jotta esimerkiksi vaatteet eivät tartu niihin kiinni. Akselien ja kytkimien suojaksi laitettiin metallilevystä tehdyt kiinteät suojat. Ruuvinostimien ruuveihin sai suoraan valmistajalta kumiset haitarisuojukset, joten ruuveja ei tarvinnut muuten suojata. Kuvassa 7 näkyy akselien ja ruuvien suojuksia.



Kuva 7. Kuvassa ruuvinostimen ruuvin haitarisuojus sekä akselille tehty metallisuojaus.

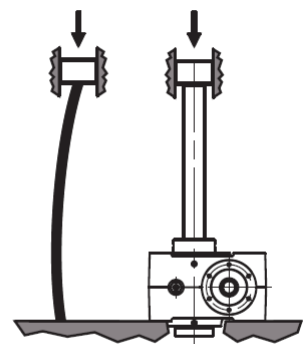
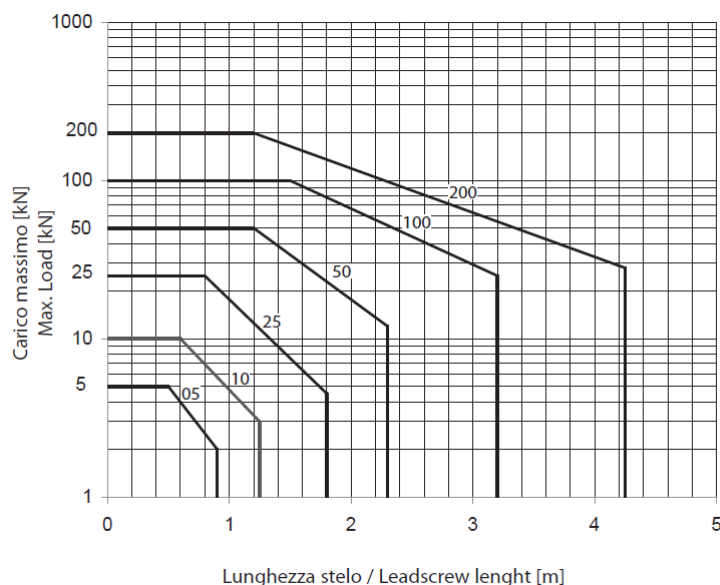
Laitteella nostettavat neulakenttäkärryt piti uusia, koska vanhoissa kärryissä oli laitteen toiminnan kannalta niin paljon puutteita, että oli helpompi suunnitella ja tehdä suoraan uudet kärryt. Vanhoissa kärryissä levyjen neulat osoittivat ylöspäin, kun laitteen toiminnan kannalta niiden pitää osoittaa alaspäin. Niissä neulalevyt olivat kahdessa rivissä, jolloin kärryä olisi pitänyt siirrellä sivuttaissuunnassa kesken kentänvaihdon. Lisäksi ne olivat liian korkeat, jolloin ylintä levyä ei olisi saanut vedettyä suoraan kärrystä koneeseen. Uusiin kärryihin neulalevyt laitetaan yhteen riviin ja neulat osoittamaan valmiiksi alaspäin. Neulalevyjen liukumisen helpottamiseksi kiskot tehdään nailonista. Vanhojen kärryjen tapaan uudet kärryt valmistetaan 30 millimetrin putkipalkista hitsaamalla, jotta rakenteesta tulee tarpeeksi tukeva. Kärryihin tehdään lukitusmekanismi, joka estää neulalevyjä liukumasta ulos kärrystä kuljetuksen ja nostojen aikana eikä aiheuta vaaratilanteita.

## 4.3 Komponenttien valinta

### 4.3.1 Ruuvinostimien valinta

Pystysuuntaisen liikkeen tuottajaksi valikoituivat ruuvinostimet, jotka laitettiin pystytolppien sisään ja kiinnitettiin niiden välillä kulkevan levyn molempiin päihin. Ruuvinostimet toimivat sähköllä, joka on helposti saatavilla oleva ja puhdas energiamuoto. Puhtaus on tärkeää, sillä neulauskoneella tehdään puristinhuopia, joihin ei saa joutua öljyä tai epäpuhtauksia, joten hydraulikka oli nopeasti unohdettu. Ruuvinostin on myös pneumatiikkaa parempi vaihtoehto, sillä sen liikkeen voi pysäyttää kesken noston missä kohdassa tahansa toisin kuin pneumaattisissa sylintereissä. Ruuvinostimet saadaan myös kytkettyä samaan sähkömoottoriin, jolloin niiden liike on synkronoitua.

Ruuvinostimia valittaessa tarkasteltiin kuvassa 8 näkyvää MecVelin ruuvinostinkatalogista löytyvää Eulerin käyrää. Eulerin käyrä kuvaa tässä tapauksessa maksimikuormaa tietyllä ruuvinpituudella ennen ruuvin nurjahdusta. Käyrä on sellaiselle ruuvinostinkiinnitykselle, jossa ruuvinostimen alaosa on kiinnitetty tasoon, mutteri on tuettu ja kuorma on ylhäältä päin. Kyseisellä laitteella vaadittava nostomatka on metrin, jolloin käyrästä nähdään, että kymmenen kilonewtonin nostin jaksaa metrin ruuvilla kannatella viiden kilonewtonin kuorman. Laitteessa ruuvinostimia on kaksi ja nostettava kuorma on 300 kiloa, joten kaksi kymmenen kilonewtonin nostinta riittää. (MecVel 2013.)



Kuva 8. Eulerin käyrä MecVelin ruuvinostimille. (MecVel 2013.)

Ruuvinnostimien voimanlähteeksi valittiin sähkömoottori, jonka pyörimisnopeus on 1400 kierrosta minuutissa. Ruuvinnostimen ruuvin nousu on 4 millimetriä ja niiden välityssuhde on 1:4. Kaavalla 1 on laskettu ruuvinnostimen nostonopeus  $v$ . Laskusta nähdään, että ruuvinnostimien nostonopeus on 23 millimetriä sekunnissa. Nopeus arvioitiin sopivaksi tähän käyttötarkoitukseen.

$$v = \frac{1400rpm}{60s} * \frac{1}{4} * 4mm = 23,333mm/s \quad (1)$$

### 4.3.2 Linearijohteiden valinta

Linearijohteita valittaessa piti tarkkailla kelkkojen kestämiä maksimimomenteja, jotka löytyvät Rollcon katalogista. Pystysuuntaisiksi johteiksi valittiin pitkäkelkkaiset johteet, koska niiden kestävä pitkittäissuuntainen momentti on suurempi kuin normaalipituuisissa kelkoissa. Kuvassa 9 on pitkäkelkkaisen linearijohteen teknisiä tietoja, joista tässä tapauksessa tarkasteltava momentti on Mpo. Pystysuuntaisille linearijohteille kohdistuu 300 kilon kuorma, joka jakautuu neljän kelkan kesken. Kuormasta noin 100 kiloa koostuu laitteen rakenteista, jotka ovat hyvin lähellä kelkkoja, jolloin niistä aiheutuva momentti on pieni. 200 kiloa kuormasta koostuu neulalevykärystä ja neulalevyistä, joiden painopiste on vaakatasossa noin 750 millimetrin päässä kelkoista. Kuorman aiheuttamaksi momentiksi saadaan tällöin noin 1600 newtonmetriä. Tämän tarkempia laskutoimituksia johteiden ja kelkkojen valinnassa ei ollut tarpeellista tehdä. Pystyjohteiksi valittiin SBI30SLL -johteet, jotka kestävät yksittäin 1300 newtonmetrin ja yhteensä 5200 newtonmetrin momentin, jolloin laite kestäisi myös kolminkertaisella kuormalla tehdyn koenoston. (Rollco 2013.)

Article No.	Rail size						Load capacity					Weight	
	W1	W2	H1	F	Bolt Hole dxDxh	Max.length of rail L <sub>max</sub>	Dynamic C(N)	Static C <sub>0</sub> (N)	Static moment (Nm)			Bearing (kgf)	Rail (kgf/m)
									M <sub>Ro</sub>	M <sub>Po</sub>	M <sub>Yo</sub>		
SBH5SLL	15	9,5	13	60	4.5x7.5x5.5	3000	17100	31700	210	290	290	0,26	1,3
SBI20SLL	20	12	16,5	60	6x9.5x8.5	4000	27900	50000	470	560	560	0,54	2,2
SBI25SLL	23	12,5	20	60	7x11x9	4000	36700	64400	690	840	840	0,85	3
SBI30SLL	28	16	23	80	9x14x12	4000	51300	84700	1100	1300	1300	1,37	4,25
SBI35SLL	34	18	26	80	9x14x12	4000	71300	115300	1830	2120	2120	2,04	6,02
SBI45SLL	45	20,5	32	105	14x20x17	4000	94800	150500	3210	3140	3140	3,69	9,77
SBI55SLL	53	23,5	38	120	16x23x20	4000	147900	224500	5950	4780	4780	5,82	13,72
SBI65SLL	63	31,5	53	150	18x26x22	4000	232500	354100	11150	9860	9860	11,98	23,17

Kuva 9. Rollcon katalogista otettu kuva SBI-sarjan pitkäkelkkaisten lineaarijohteiden teknisistä tiedoista. (Rollco 2013.)

Vaakasuuntaiset lineaarijohteet valittiin samalla periaatteella kuin pystysuuntaiset johteet. Vaakasuuntaisiin johteisiin valittiin normaalipituiset kelkat, koska niihin kohdistuu ainoastaan sivuttaissuuntainen momentti. Kuvassa 10 on normaalikelkkaisten lineaarijohteiden teknisiä tietoja, joista tässä tapauksessa tarkasteltava momentti on M<sub>ro</sub>. Vaakajohteille kohdistuu noin 250 kilon kuorma, josta noin 30 kiloa on laitteen rakenteita ja loput 220 kiloa neulalevykärryn ja neulalevyjen painoa. Näillä arvoilla kelkkoihin kohdistuvaksi momentiksi saatiin noin 1800 newtonmetriä. Vaakajohteiksi valitaan SBI25SL -johteet, joiden kestävä momentti on yksittäin 560 newtonmetriä ja yhteensä 2240 newtonmetriä. Lineaarijohteiden soveltuvuus ja mitoitus laitteeseen tarkistutettiin vielä Rollcolla ja heidän mukaansa johteet olivat hyvät ja niiden maksimikuormitukseen jäi tarpeeksi varaa. (Rollco 2013.)

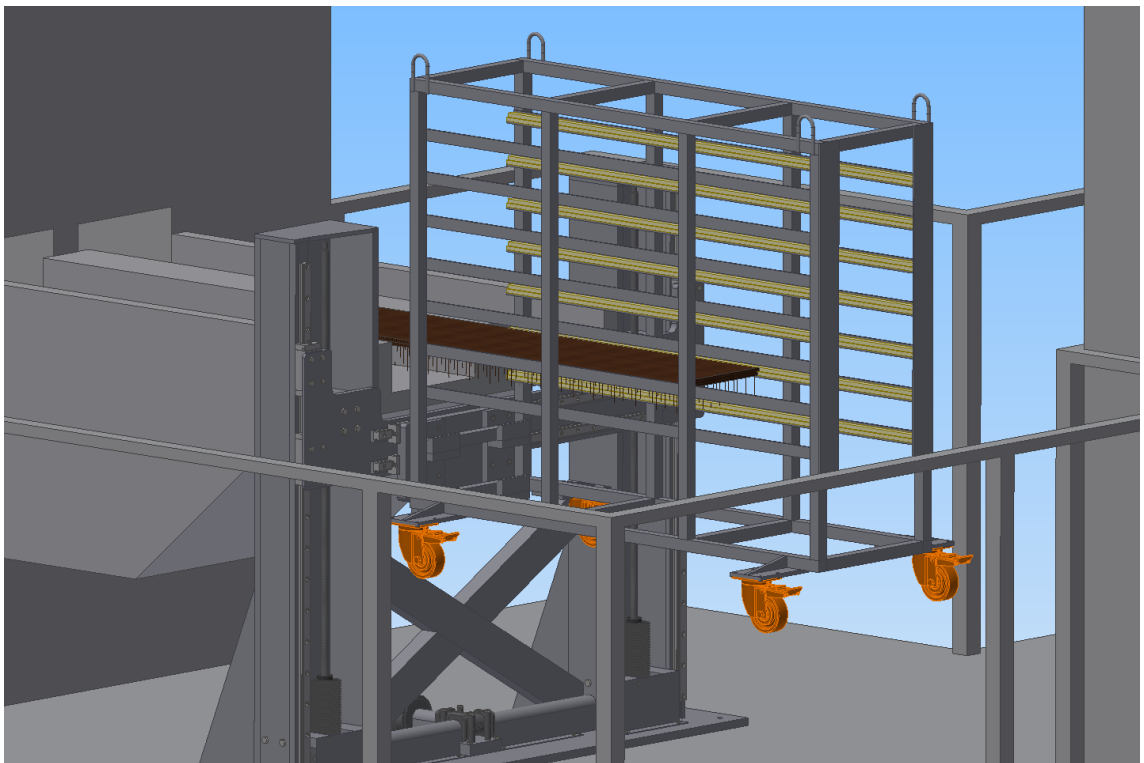
Dimension: mm

Article No	Rail size						Load capacity					Weight	
	W1	W2	H1	F	Bolt Hole dxDxh	Max.length of rail L <sub>max</sub>	Dynamic C(N)	Static C <sub>0</sub> (N)	Static moment (Nm)			Bearing (kgf)	Rail (kgf/m)
									M <sub>Ro</sub>	M <sub>Po</sub>	M <sub>Yo</sub>		
SBH5SL	15	9,5	13	60	4.5x7.5x5.5	3000	14100	24100	160	170	170	0,19	1,3
SBI20SL	20	12	16,5	60	6x9.5x8.5	4000	22200	38200	360	330	330	0,41	2,2
SBI25SL	23	12,5	20	60	7x11x9	4000	31500	52100	560	560	560	0,69	3
SBI30SL	28	16	23	80	9x14x12	4000	42800	65400	850	770	770	1,04	4,25
SBI35SL	34	18	26	80	9x14x12	4000	59500	89100	1420	1280	1280	1,56	6,02
SBI45SL	45	20,5	32	105	14x20x17	4000	79200	116300	2480	1900	1900	2,80	9,77
SBI55SL	53	23,5	38	120	16x23x20	4000	127300	181800	4810	2970	2970	4,42	13,72
SBI65SL	63	31,5	53	150	18x26x22	4000	188300	261700	8240	5570	5570	9,1	23,17

Kuva 10. Rollcon katalogista otettu kuva SBI-sarjan normaalikelkkaisten lineaarijohteiden teknisistä tiedoista. (Rollco 2013.)

#### 4.4 Suunnittelun lopputulokset

Suunnittelun tuloksena syntyi lopulta laite, joka näkyy kuvassa 11. Kuvasta nähdään kuinka laitteella nostetaan neulalevykärriä aina sen verran, että neulauskoneen kyljessä olevat kiskot ja neulalevykärryn kiskot ovat samalla korkeudella. Sitten neulalevy vedetään joko koneesta kärriin tai kärriestä koneeseen. Jokaisen levyn jälkeen kärriä taas nostetaan tai lasketaan niin, että kiskot ovat samalla korkeudella ja edellinen vaihe toistetaan. Neulauskoneeseen tulee oikeasti useampi neulalevy, mutta toiminnan selkeyttämiseksi kuvaan laitettiin vain yksi levy.



Kuva 11. Neulalevyn laittaminen kärriestä koneeseen.

## 5 TEKNINEN RAKENNETIEDOSTO

Jotta konetta voidaan käyttää EU:n alueella, sen pitää olla konedirektiivin ja muiden sitä koskevien direktiivien vaatimukset täyttävä. Tästä todisteena koneeseen liitetään CE-merkintä. CE-merkinnän saamiseksi koneelle pitää tehdä vaatimustenmukaisuusvakuutus, jolla koneen valmistaja vakuuttaa, että kone täyttää kaikkien sitä koskevien direktiivien vaatimukset. Teknisellä rakennetiedostolla perustellaan vaatimustenmukaisuusvakuutus ja että kone täyttää direktiivien sille asettamat vaatimukset. Tässä tapauksessa laitetta koskee konedirektiivin lisäksi pienjännitedirektiivi ja sähkömagneettista yhteensopivuutta koskeva direktiivi. Vaatimustenmukaisuusvakuutukseen voidaan lisätä standardeja, joita on sovellettu koneen suunnittelussa ja valmistuksessa. Tässä tapauksessa vakuutetaan, että standardia ”SFS-EN ISO 12100 Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen. 2010 3. painos.” on sovellettu koneen suunnittelussa. (Siirilä, T. 2008, 417-421.)

Yhdeksi opinnäytetyön tavoitteeksi asetettiin teknisen rakennetiedoston laatiminen ja CE-merkin hankkiminen. Työn edetessä jouduttiin kuitenkin tekemään rajauksia työn laajuuteen, jolloin teknisestä tiedostosta jäi puuttumaan osia. Tämän työn teknisestä tiedostosta puuttuu sähköpiirustukset ja ohjauspiirikaavio, koska laitteen sähköjen suunnittelu rajattiin työn ulkopuolelle. Laitteen yleiskuvaus on opinnäytetyön liitteessä 1. Alla on kerrottu tarkemmin muiden teknisen tiedoston dokumenttien kokoamisesta.

### 5.1 Riskinarviointi

Koneen riskinarviointiin käytettiin yrityksen valmista riskinarviointipohjaa. Laitteen riskinarviointi ja vaarojen tunnistaminen on kokonaisuudessaan opinnäytetyön liitteenä liitteessä 2. Pohja on tehty standardin SFS-EN ISO 12100 mukaisesti. Riskinarvioinnissa on taulukoitu lukuarvot vaaran toteutumisen todennäköisyydelle sekä seurausten potentiaaliselle vakavuudelle. Riskejä arvioitaessa saadut todennäköisyyden lukuarvo ja seurausten vakavuuden lukuarvo kerrotaan keskenään, jolloin saadaan riskitasoa kuvaava arvo. Riskitasot on jaettu viiteen luokkaan: vähäinen riskitaso, siedettävä riskitaso, kohtalainen riskitaso, merkittävä riskitaso ja sietämätön

riskitaso. Jokaisen riskitason kohdalla lukee riskitason edellyttämät toimenpiteet jo käytössä olevalla koneella tai riskin pienentämisen tarve uuden koneen suunnittelussa. Uuden koneen suunnittelussa kone voidaan ottaa käyttöön riskitasojen ollessa siedettäviä tai vähäisiä, muuten suunnittelua on jatkettava.

Laitteen riskinarvioinnissa pyrittiin ottamaan huomioon kaikki laitteella työskennellessä mahdollisesti tapahtuvat vaaratilanteet sekä sen kokoonpanossa, purkamisessa ja vikatilanteissa esiintyvät riskit. Laitteessa ei ole montaa liikkuvaa osaa ja sen liikkeet ovat niin hitaita, että lievien puristumisten lisäksi vaaratilanteita oli vaikea määrittellä. Laitteen vaarallisten pyörivien ruuvien ja akselien suojaus otettiin jo hyvin varhaisessa vaiheessa huomioon, eikä niistä tehty täten erillistä riskinarviointia. Lineaarijohteiden kelkkojen poistuminen raiteiltaan otettiin myös suunnittelussa huomioon mekaanisilla rajoilla, minkä vuoksi niiden putoaminen on mahdotonta. Vakavimmat vaaratilanteet arvioitiin aiheutuvan laitteen siirtämisen eli kokoonpanon tai purun aikana. Laitteen kokoonpano ja purku on sen elinkaaressa kuitenkin niin lyhyt aika, että niiden aikana tapahtuvan vaaratilanteen todennäköisyys arvioitiin pieneksi. Myös vikatilanteiden vuoksi jännitteiseksi tulleet osat aiheuttavat vakavan vaaran, mutta tapahtuman todennäköisyys arvioitiin hyvin pieneksi.

## **5.2 Käyttö- ja huolto-ohjeet**

Käyttöohjeet kirjoitettiin konedirektiivin vaatimusten pohjalta, joista on kerrottu tämän opinnäytetyön teoriaosuudessa. Laaditut käyttö- ja huolto-ohjeet ovat opinnäytetyön liitteenä liitteessä 3. Ohjeet tehtiin vain suomenkielellä, koska laite tulee omaan käyttöön tehtaalle. Ohjeet pyrittiin pitämään lyhyinä ja yksinkertaisina ja niiden alkuun liitettiin vaatimustenmukaisuusvakuutus. Ohjeet aloitettiin yleisestä osasta, johon kuuluu laitteen tunnistetiedot, käyttötarkoitus maksimikuormineen, käyttöönottoaminen ja käytöstä poistaminen, ohjeisiin perehtyminen, henkilösuojaimien käyttö, toiminnan valmistelu ja laitteen siirtäminen. Toinen osa on turvallisuusosa, jossa on mainittu vain hätäseis-painikkeen sijainti, koska laitteen väärät käyttötavat ja muut turvallisuuteen liittyvät asiat on mainittu jo muissa kohdissa. Kolmannessa osassa kerrotaan laitteen käyttämisestä ja neulalevykärryn nostamisesta. Lopussa on kunnossapito- ja huolto-ohjeet.

### 5.3 Koneen piirustukset

Tekniseen rakennetiedostoon kuuluu laitteen yleispiirustus sekä yksityiskohtaiset piirustukset, jotka ovat liitteessä 4. Laitteen kokoonpanosta tehtiin yleispiirustus ja kaikista laitteen valmistettavista osista tehtiin työkuvat ja osaluettelot. Työelämässä piirustusten tekeminen on aika erilaista kuin koulussa. Nyt piti oikeasti ottaa huomioon osien valmistusmenetelmä, koneistukset ja hitsaukset. Osaluetteloihin merkattiin, mistä materiaalista osat valmistettiin. Esimerkiksi kuinka paksusta levystä ja kuinka isosta palasta joku osa valmistettiin. Reikiä mitoitettaessa piti miettiä otetaanko kaikkien reikien mitat yhdestä nollapistestä vai voiko niiden välimatkat mitata toisistaan. Koneistettavissa osissa piti katsoa, että koneistettava pinta on ylipäättään koneistettavissa eikä niin vaikeassa paikassa ettei siihen pääse käsiksi. Hitsattavissa rakenteissa piti ottaa huomioon hitsauksen aiheuttamat muodonmuutokset, kuten osien taipuminen. Taipumisesta aiheutuvat muodonmuutokset korjattiin suoristamalla taipuneen osan pinta koneistamalla, jos se nähtiin tarpeelliseksi.

### 5.4 Laskelmat

Tekniseen rakennetiedostoon pitää sisällyttää keskeiset turvallisuuslaskelmat. Turvallisuuslaskelmat ovat liitteessä 5. Tässä opinnäytetyössä laskettiin lujuuslaskelmat kriittisiksi arvioiduille rakenteille sekä ruuveille. Näiden laskelmien perusteella voitiin arvioida, että myös muut laitteen rakenteet kestävät eikä niille tarvitse erikseen tehdä laskelmia. Laskelmissa todistettiin myös ruuvinnostimien ja lineaarijohteiden kestävyys laskelmien ja valmistajien katalogeista saatujen taulukoiden avulla.

## 6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää ja suunnitella neulakenttien vaihtoa helpottava laite ja laatia sitä koskevat tekniset dokumentit eli tekninen rakennetiedosto. Työn edetessä oli kuitenkin tehtävä rajauksia, jotta työmäärä ei paisu kohtuuttoman suureksi. Tästä syystä laitteen sähköjen suunnittelu päätettiin jättää työn ulkopuolelle. Mekaanisen suunnittelun ollessa loppusuoralla yrityksen edustajat saivat tämän työn idean pohjalta toisen idean, jota he halusivat lähteä viemään eteenpäin. Päätettiin, että työtä jatketaan kuitenkin jo tehdyn suunnittelun pohjalta, koska yrityksen saaman idean toteuttamiseksi suunnittelu olisi pitänyt aloittaa lähes alusta ja opinnäytetyö olisi venynyt turhan pitkäksi.

Vaikka opinnäytetyön tuloksena ei syntynytäkään valmista laitetta eikä kaikkiin tavoitteisiin päästy, työ onnistui hyvin. Työ pysyi aikataulussa ja siihen sai tarpeeksi apua ja ohjausta yrityksen puolelta. Laitteesta tehtiin 3D-malli ja työkuvat sekä laadittiin tekninen rakennetiedosto ohjauspiirikaavioita lukuun ottamatta. Opinnäytetyön tuloksena yritys sai siis lähes valmiin suunnitelman neulakenttien vaihdon helpottamiseksi ja arvokasta tietoa työn kautta syntyneen idean jatkokehitykseen.

## LÄHTEET

Blom, S. 1999. Koneenelimet ja mekanismit. 4. uudistettu painos. Helsinki: Edita

MecVel S.r.l. 2013. HT/HR Screwjack series. Luettu 14.2.2017.

<http://www.movetec.fi/images/pdf/MAR-HR05,297-Catalogo%20martinetti%2006-13%20.pdf>

Rollco OY 2013. Linear rail system SBI. Luettu 15.2.2017.

[http://www.rollco.fi/fileadmin/user\\_upload/Rollco/Brochures/Linear\\_Rail\\_SBI.pdf](http://www.rollco.fi/fileadmin/user_upload/Rollco/Brochures/Linear_Rail_SBI.pdf)

Siirilä, T. 2008. Koneturvallisuus I. EU-määräysten mukainen koneiden turvallisuus. 2. uudistettu painos. Keuruu: Otavan kirjapaino Oy.

Työsuojeluhallinto. 2008. Koneturvallisuus. Koneiden tekniset vaatimukset ja vaatimustenmukaisuus. Luettu 23.2.2017

[https://www.tyosuoja.fi/documents/14660/2426906/Koneturvallisuus\\_tso\\_16-2009.pdf/6ae406a0-29fc-45fa-a4a6-19e38af399cc](https://www.tyosuoja.fi/documents/14660/2426906/Koneturvallisuus_tso_16-2009.pdf/6ae406a0-29fc-45fa-a4a6-19e38af399cc)

Valmet 2017. Kotisivut.

[www.valmet.com](http://www.valmet.com)

## LIITTEET

### Liite 1. Yleiskuvaus ja osaluettelo

1 (2)



NEULAKENTTIEN VAIHTOLAITE

13.2.2017

#### **Yleiskuvaus**

Neulakenttien vaihtolaite koostuu kahdesta pystytolpasta, joissa olevia johteita pitkin liikkuu hissilevy pystysuunnassa. Pystysuuntainen liike tapahtuu tolppien sisällä olevien ruuvinnostinten avulla, jotka toimivat sähkömoottorin avulla. Hissilevyssä olevia johteita pitkin liikkuu vaakasuunnassa toinen levy, jossa on kiinni koukut. Neulalevykärriä asetetaan koukkuihin, jolloin sitä voidaan nostella pystysuunnassa sähkövoimalla toimivien ruuvinnostinten avulla ja liikutella vaakatasossa käsin.

Laitteella voidaan vaihtaa neulauskoneen molemmat yläkentät. Neulalevykärriä nostetaan aina sen verran, että neulalevy saadaan vedettyä suoraan koneesta kärriyn oikealle paikalleen tai kärriä koneeseen. Seuraavan levyn kohdalla kärriä nostetaan tai lasketaan niin, että edellä mainittu prosessi saadaan toistettua.



## **Osaluettelo**

### **Ruuvinnostimet:**

1 kpl MecVel HR10/1300/1:4-4/04/SF/B+B

1 kpl MecVel HR10/1300/1:4-4/07/SF/B+B

### **Moottori:**

1 kpl MecVel AC MOTOR ME 0,37KW 4POLE 230/50 IEC71B3 with feet

### **Kulmavaihde:**

1 kpl MecVel B2/1:1/3

### **Akselit ja kytkin:**

2 kpl MecVel ATM15/436/14/14

1 kpl MecVel GM15/14/14/Y

### **Lineaarijohteet:**

2 kpl Rollco SBI30SL/2/K2/1300/10

2 kpl Rollco SBI25SL/2/K2/1000/20

### **Kärrypyörät:**

4 kpl per kärry SKLP-J-100 N/K L

## Liite 2. Koneen tai laitteen riskinarviointi ja vaarojen tunnistaminen

1 (8)



Koneen tai laitteen riskien arviointi ja vaarojen tunnistaminen standardin SFS-EN ISO 12100 mukaisesti

Koneen tai laitteen nimi: Neulakenttien vaihtolaite

Käyttötarkoitus: Laitteella liikutellaan neulalevykärryä, mikä helpottaa neulakenttien vaihtoa.

Valmistaja: Valmet Technologies Oy

Valmistusvuosi: 2017

CE-merkintä:

Konekilpi:

Suunnittelun aikainen riskien arviointi: X

Vanhan koneen riskien arviointi:

Päiväys: 13.2.2017

Laatijat: Kimi Koivu

1



Koneen tai laitteen riskien arviointi ja vaarojen tunnistaminen standardin SFS-EN ISO 12100 mukaisesti

Vaara nro	Vaaravyöhyke	Tehdävi/käytettöinäintä	Omnentromuskenaarit			Riskin arviointi		
			Vaara (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.1 ja B.2)	Vaaratilanne (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.3)	Vaarallinen tapahtuma (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.4)	Vaaran toteutumisen todennäköisyys	Seurausten potentiaalinen vakavuus	Riskitaso
1	Laitteella työskentely	Neulalevykärryn nostaminen ja laskeminen laitteella	Puristuminen (jalka)	Työskentely liikkuvan osan lähellä	Puristuminen tason ja nostolevyn välillä	0,5	20	10
2	Laitteella työskentely	Neulalevykärryn nostaminen ja laskeminen laitteella	Puristuminen (sormi)	Työskentely liikkuvan osan lähellä	Puristuminen nostolevyn ja laitteen rungon välillä	0,5	30	15
3	Laitteella työskentely	Neulalevykärryn liikuttaminen sivuttaissuunnassa	Puristuminen (käsi)	Työskentely liikkuvan osan lähellä	Puristuminen laitteen rungon ja neulalevykärryn välillä	0,5	20	10
4	Laitteen siirto	Laitteen siirtäminen	Puristuminen (vartalo)	Painavien osien siirtämisen lähellä oleminen	Laitteen kaatumisen/putoaminen	0,1	100	10
5	Koko kone	Kaikki tehtävät	Vikatilanteiden vuoksi jännitteiseksi tulleet osat	Jännitteisellä koneella työskenteleminen	Epäsuora kosketus	0,1	100	10



Koneen tai laitteen riskien arviointi ja vaarojen tunnistaminen standardin SFS-EN ISO 12100 mukaisesti

Vaara nro	Vaaravyöhyke	Tehtävä/Käyttötoiminta	Omnettomuusksenaario			Riskin arviointi	
			Vaara (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.1 ja B.2)	Vaaratilanne (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.3)	Vaarallinen tapahtuma (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.4)	Vaaran toteutumisen todennäköisyys	Seurausten potentiaalinen vakavuus

**Vaara nro:**

Vaaran juokseva numero

**Vaaravyöhyke:**

Mikä tahansa koneen ja/tai sen ympärillä oleva tila, jossa henkilö voi altistua vaaralle. Esim. kiristysvaunu, aukirullain tai ohjauspulpetti.

**Tehtävä/Käyttötoiminta:**

Tehtävä on yhden tai useamman henkilön suorittama erityinen toiminta koneella tai sen läheisyydessä koneen elinkaaren aikana. Esimerkiksi tuotteen päällevalo viimeistyskoneelle, pakan nosto rullaimelle tai kutomakoneen tukinvaihto.

**Vaara:**

Vahingon mahdollinen lähde. Täsmennetään vaaran alkuperää, kuten mekaaninen vaara, sähköstä johtuva vaara tai mahdollisen vahingon luonnetta kuten esim. sähköiskun vaara, vii ltovaara tai tulipalon vaara. Standardissa SFS-EN ISO 12100 taulukoissa B.1 ja B2 on esimerkkejä erilaisista vaaroista ja vaarallisista tapahtumista. Vaaraa kuvattaessa taulukosta olisi valittava ja yhdistettävä tarkoituksenmukaisia sanoja kuvaamaan vaaraa sopivimmalla tavalla. Esimerkiksi puristuminen, joka aiheutuu liikuvan osan läheisyydessä kiinteää estettä tai palovamma, joka johtuu kosketuksesta kuumaan telan pintaan. Liitteen esimerkit EIVÄT ole suora tarkistuslista vaan riskin arvioijien tulee ottaa huomioon myös taulukosta puuttuvat asiat.

**Vaaratilanne:**



### Koneen tai laitteen riskien arviointi ja vaarojen tunnistaminen standardin SFS-EN ISO 12100 mukaisesti

Vaaranro	Vaaravyöhyke	Tehdäviä/Käyttötöitä	Oirettomuuskennämarit			Riskin arviointi	
			Vaara (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.1 ja B.2)	Vaaratilanne (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.3)	Vaarallinen tapahtuma (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.4)	Vaaran toteutumisen todennäköisyys	Seurausten potentiaalinen vahavuus

Vaaratilanne on olosuhde, jossa henkilö altistuu vähintään yhdelle vaaralle välittömästi tai tietyn ajan kuluttua. Vaaratilanteet voidaan kuvata tehtävien tai tehtävien suorittamisen avulla. Kuvattaessa vaaratilannetta, olisi varmistettava, että analysoitava tilanne määritellään selkeästi käyttäen saatavilla olevaa tietoa. Standardissa SFS-EN ISO 12100 taulukossa B.3 on luettelo tehtävistä, jotka voivat johtaa vaaratilanteeseen altistuttaessa yhdelle tai useammalle standardin SFS-EN ISO 12100 taulukoissa B.1 tai B.2 mainittavalle vaaralle.

Vaaratilanne voi olla esim. työskentely liikkuvien osien lähellä tai teräväreumaisten tuotteiden käsittely. Liitteen esimerkit EIVÄT ole suora tarkistuslista vaan riskin arvioijien tulee ottaa huomioon myös taulukosta puuttuvat asiat.

#### Vaarallinen tapahtuma:

Vaarallinen tapahtuma on tapahtuma, joka voi aiheuttaa vahingon. Vaarallinen tapahtuma voi esiintyä lyhyt- tai pitkäaikaisesti. Yksittäinen vaarallinen tapahtuma voi esiintyä eri syistä. Esimerkiksi koskettaminen liikkuviin osiin odottamattoman käynnistyksen seurauksena voi aiheuttaa tarkoituksettomasta ohjaimen vaikkamiseksi tai ohjausjärjestelmän viasta. Standardissa SFS-EN ISO 12100 taulukossa B.4 esitetään esimerkkejä vaarallisista tapahtumista, joita voi esiintyä koneiden yhteydessä. Liitteen esimerkit EIVÄT ole suora tarkistuslista vaan riskin arvioijien tulee ottaa huomioon myös taulukosta puuttuvat asiat.



Koneen tai laitteen riskien arviointi ja vaarojen tunnistaminen standardin SFS-EN ISO 12100 mukaisesti

Vaara nro	Vaaravyöhyke	Tehdäviä/käyttötoiminta	Ommettomuusskemaario		Riskin arviointi	
			Vaara (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.1 ja B.2)	Vaaratilanne (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.3)	Vaarallinen tapahtuma (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.4)	Vaaran toteutumisen todennäköisyys

Vaaran toteutumisen todennäköisyys:

Arvioi vaaran toteutumisen todennäköisyys ao. taulukon avulla.

Vaaran toteutumisen todennäköisyys	
Kuvaus	Lukuarvo
Tapahtuminen on varma	1
Tapahtumatta jääminen olisi yllättävää	0,9
Hyvin todennäköinen	0,8
Todennäköinen, ei yllättävä	0,7
Voi sattua yhtä hyvin kuin jäädä tapahtumatta	0,5 ... 0,6
Mahdollinen, mutta epätavallinen	0,4
Epätodennäköinen	0,3
Hyvin epätodennäköinen, kuitenkin ajateltavissa	0,2
Lähes mahdoton	0,1

Seurausten potentiaalinen vakavuus:

Arvioi seurausten potentiaalinen vakavuus ao. taulukon avulla.



Koneen tai laitteen riskien arviointi ja vaarojen tunnistaminen standardin SFS-EN ISO 12100 mukaisesti

Vaaranro	Vaaravyöhyke	Tehdäviä/Käytettöksiä	Omnettomuuskemaario			Riskin arviointi	
			Vaara (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.1 ja B.2)	Vaaratilanne (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.3)	Vaarallinen tapahtuma (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.4)	Vaaran toteutumisen todennäköisyys	Seurausten potentiaalinen vakavuus

Seurausten potentiaalinen vakavuus	Lukuarvo
Kuolema tai hyvin vakavia vammoja (esim. kooma ja aivovaurio)	100
Kahden raajan menetys tai sokeutuminen sekä muita vastaavia pysyviä vammoja (esim. halvaantuminen)	80...90
Raajan, silmän tai kuulon menetys taikka muita vastaavia pysyviä vammoja (mm. useamman sormen menettäminen tai niiden toimintakyvyn heikentyminen)	60...70
Suuren luun murtuma tai vaikea sairaus (parantuu) taikka pysyviä lievähköjä vammoja (pala pois sormesta, nivelen toiminta-alueen rajoittuminen tms.)	40...50
Pieni luunmurtuma tai pienehkö sairaus (palautuva)	30
Haava, hankauma, huonoa oloa	20
Naarmuja tai mustelmia	10
Ei seurauksia	1



Koneen tai laitteen riskien arviointi ja vaarojen tunnistaminen standardin SFS-EN ISO 12100 mukaisesti

Vaaranro	Vaaravyöhyke	Tehdäviä/Käyttötöimintä	Omnettomuuskenaario				Riskin arviointi	
			Vaara (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.1 ja B.2)	Vaaratilanne (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.3)	Vaarallinen tapahtuma (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.4)	Vaaran toteutumisen todennäköisyys	Seurausten potentiaalinen vakavuus	Riskitaso

**Riskitaso:**

Laske riskitaso ao. taulukon mukaan ja tee alimman taulukon mukaiset toimenpiteet.

Riskitaso												
Todennäköisyys	Riskitaso											
	1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
0,9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	100	
0,8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80		
0,7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70		
0,6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60		
0,5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		
0,4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40		
0,3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30		
0,2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20		
0,1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		
												Seurausten vakavuus

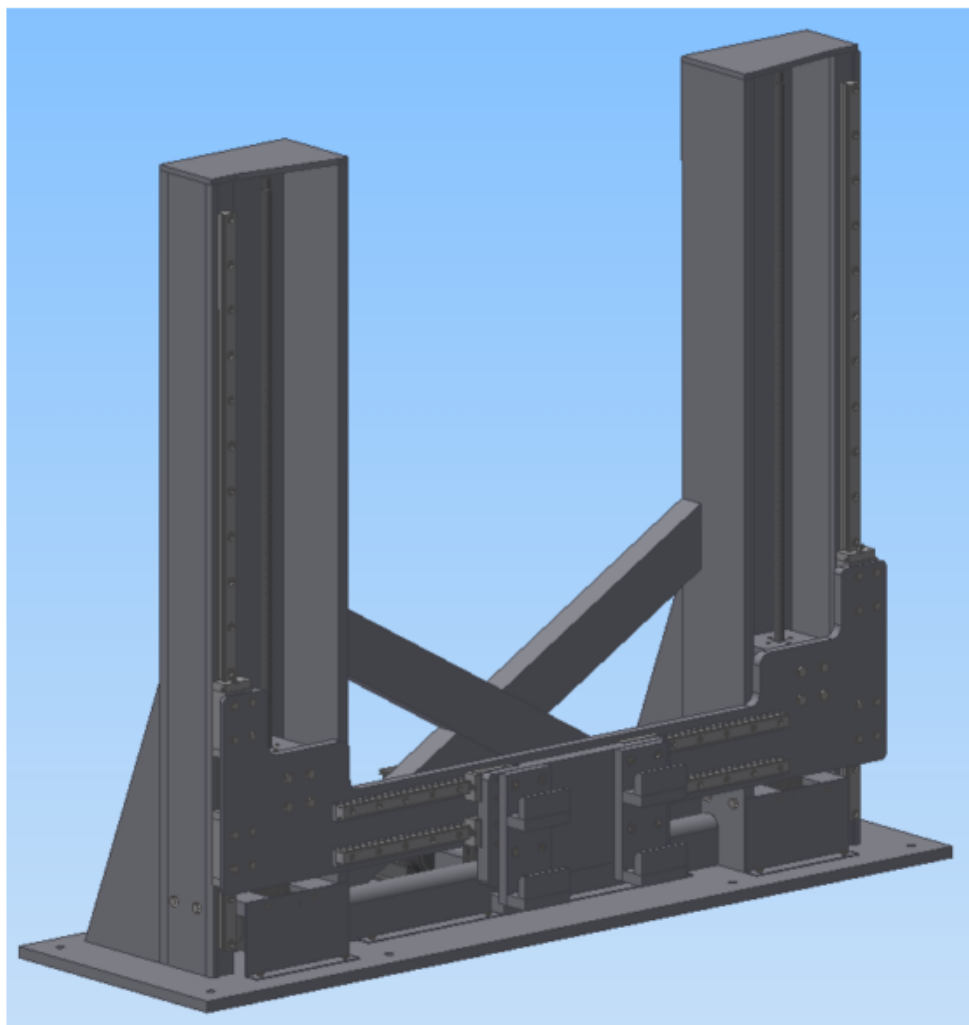
Vaara nro	Vaaravyöhyke	Tehäsvaihe/Käyttötiloina	Omnetoimusskenaario			Riskin arviointi	
			Vaara (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.1 ja B.2)	Vaurioitune (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.3)	Vaarallinen tapahtuma (SFS-EN ISO 12100, taulukko B.4)	Vaaran toteutuminen todennäköisyys	Seurausten potentiaalinen vakavuus

Riskitaso	Tarvittavat toimenpiteet	
Kuvaus	Lukuarvo	Uuden koneen suunnittelu
Vähäinen	0,1 ... 5	Ei tarvita toimenpiteitä
Siedettävä	6 ... 15	Konetta voidaan käyttää, seuranta on tarpeen
Kohtalainen	16 ... 28	Konetta voidaan käyttää, korjaukset on suunniteltava ja toteutettava mahdollisimman pian
Merkittävä	29 ... 48	Käytön keskeyttäminen on harkittava. Jos käyttöä jatketaan, korjaukset on aloitettava heti ja niihin on varattava runsaasti resursseja
Sietämätön	49 ... 100	Koneen käyttö on keskeytettävä. Käyttöä saa jatkaa vasta, kun riski on saatu vähintään siedettäväksi

Valmet Technologies Oy

# Neulakenttien vaihtolaite

Käyttö- ja huolto-ohje





## Sisällysluettelo

1. Yleistä.....	3
1.1. Tunnistustiedot.....	3
1.2. Käyttötarkoitus .....	3
1.3. Käyttöönottoaminen ja käytöstä poistaminen.....	3
1.4. Ohjeisiin perehtyminen ja niiden säilytys .....	3
1.5. Henkilösuojaimet.....	4
1.6. Toiminnan valmistelu.....	4
1.7. Laitteen siirtäminen.....	4
2. Turvallisuus .....	4
3. Neulalevykärryn nostaminen .....	5
4. Kunnossapito- ja huolto .....	6
4.1. Huolto-ohjelma.....	6



---

## EY-VAATIMUSTENMUKAISUUSVAKUUTUS

Valmistaja Valmet Technologies Oy  
Yrittäjänkatu 21  
33710 Tampere  
puh. 010 676 9000

Vakuuttaa, että

Laitteen nimi: Neulakenttien vaihtolaite

Piirr.no:

Valmistusvuosi: 2017

Max. kuorma: 250kg

täyttää seuraavien direktiivien ja vastaavien suomalaisten säädösten vaatimukset:  
Konedirektiivi 2006/42/EY  
Pienjännitedirektiivi 2006/95/EY  
Sähkömagneettista yhteensopivuutta (EMC) koskeva direktiivi 2004/108/EY

ja lisäksi vakuuttaa, että seuraavia yhdenmukaistettuja standardeja (tai niiden osakohtia) on sovellettu:

SFS-EN ISO 12100 Koneturvallisuus. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskin pienentäminen. 2010 3. painos.

Teknisen rakennetiedoston kokoamiseen on valtuutettu

Valmet Technologies Oy  
Yrittäjänkatu 21  
33710 Tampere

Tampere \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_, 2017



## 1. Yleistä

### 1.1. Tunnistustiedot

Neulakenttien vaihtolaite  
Valmistaja: Valmet Technologies Oy  
Yrittäjänkatu 21  
33710 Tampere

Laitteen melutaso on alle 70dB

### 1.2. Käyttötarkoitus

Laitteella liikutellaan neulalevykärriä.

Koneen käyttö muuhun tarkoitukseen on kielletty.

Laitteen mitoitusarvoja ei saa ylittää. Liikuteltavien neulalevykärrien mitoitusarvot:

- Neulalevykärrien maksimipaino on 250kg neulalevyineen.

### 1.3. Käyttöönottoaminen ja käytöstä poistaminen

Laitteen kokoonpano, paikalleen asennus, sähköasennukset ja purkaminen ovat ko. alan ammattilaisten tehtäviä. Ennen laitteen käyttöönottoa on varmistettava, että laite on kunnolla tuettu, jotta se ei pääse kaatumaan. Nostot on suoritettava hyväksytyillä laitteilla voimassaolevien asetusten mukaisesti. Asiattomia työkaluja ei saa käyttää.

### 1.4. Ohjeisiin perehtyminen ja niiden säilytys

Ennen laitteen käyttöä on perehdyttävä huolellisesti käyttöohjeisiin. Vain koulutuksen saaneet ja käyttöön perehtyneet ammattitaitoiset henkilöt saavat käyttää laitetta. Sivulliset henkilöt eivät saa käyttää laitetta.

Käyttöohjeet on säilytettävä saatavilla koneen läheisyydessä.



### 1.5. Henkilösuojaimet

Laitteella työskenneltäessä on käytettävä varvassuojattuja turvakenkiä. Käsineitä käytetään neulalevyjä käsiteltäessä. Muut suojaimet tehdaskohtaisten määräysten mukaisesti.

### 1.6. Toiminnan valmistelu

Ennen käyttöä on varmistettava silmämääräisesti, että laite on käyttökunnossa eikä mikään ulkoinen syy vaaranna sen turvallista käyttöä. Rikkoutunutta laitetta ei saa käyttää.

Käyttäjän on tarkkailtava laitteen toimintaa. Epänormaaliin toimintaan, kuten kolinaan ja kohonneeseen äänitasoon on kiinnitettävä huomiota. Vioista ja vaurioista sekä normaalista poikkeavista äänistä on ilmoitettava esimiehelle tai huoltomiehelle.

Ympäristö on pidettävä esteettömänä ja siistinä vaaratilanteiden välttämiseksi.

Laitteen käsittelyssä on noudatettava huolellisuutta ja tarkkuutta.

### 1.7. Laitteen siirtäminen

Laitetta ei saa siirrettäessä kuljettaa liian lähelle muita rakenteita (min 300 mm), jotta ruumiinosat ei jää laitteen ja muiden rakenteiden väliin. Nostot on suoritettava hyväksytyillä laitteilla voimassaolevien asetusten mukaisesti. Laitetta saa käyttää vain sille varatulla paikalla. Laitteeseen saa kytkeä virran vasta kun se on oikealla paikalla ja oikein kiinnitetty.

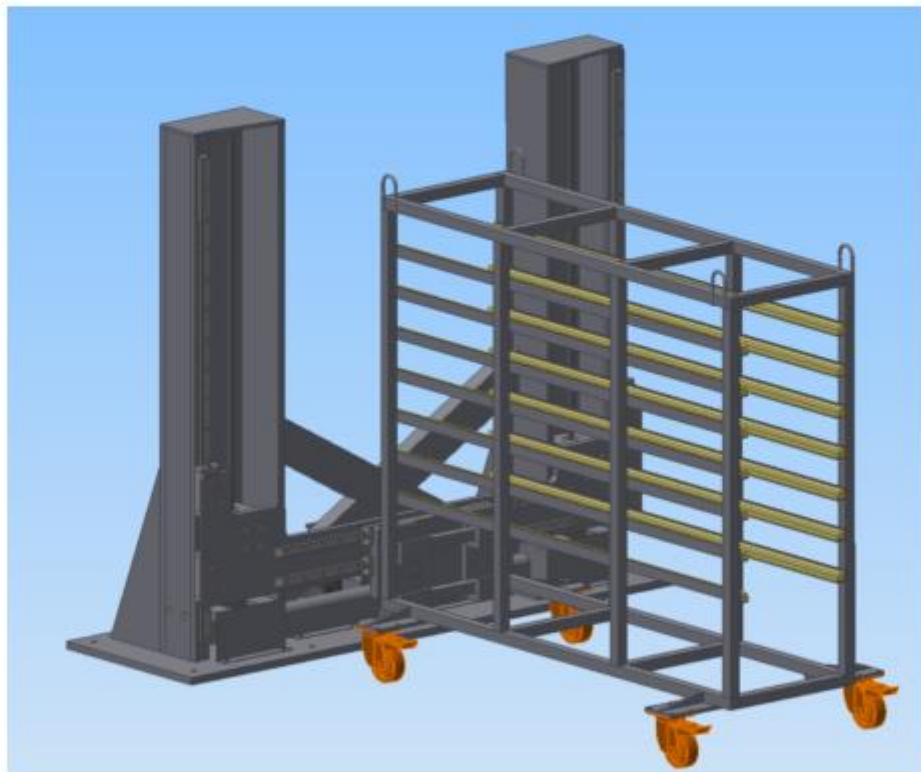
## 2. Turvallisuus

Laitte on varustettu yhdellä hätäseis -painikkeella, joka sijaitsee nostonappien vieressä.



### 3. Neulalevykärryn nostaminen

Ennen neulalevykärryn nostamista laitteella on huomioitava, että kärri on tukevasti koukuissa. Neulalevykärryn nosto ja lasku tapahtuu painonapeista. Kärriä nostetaan niin, että neulalevy saadaan vedettyä kärystä koneeseen tai koneesta kärriin. Kärriä nostettaessa ja laskettaessa on varottava ettei mikään ruumiinosa jää laitteen rungon ja liikkuvien osien väliin tai kärryn alle. Kärryn liikuttaminen sivuttaissuunnassa tapahtuu käsin.





#### 4. Kunnossapito- ja huolto

Kunnossapitotöitä saavat tehdä vain ko. alan ammattilaiset tutustuttuaan ensin kunnossapito-ohjeisiin. Sähkökaapit on pidettävä lukittuina ja sähkökaapin saavat avata vain luvan saaneet henkilöt. Kunnossapitöiden ajaksi koneen energiansyötöt on katkaistava ja kone on erotettava virtapiiristä. Laite poistetaan käytöstä kierrättämällä. Metalliosat metallilavalle, öljyt jäteöljyastiaan sekä muoviosat muovikeräykseen.

##### 4.1. Huolto-ohjelma

Seuraavat tarkastukset käyttäjä suorittaa päivittäin:

- Käytön aikainen tarkkailu, mahdollisen kolinaan ja kohonneen äänitasoon tarkkailu

Seuraavat tarkastukset huoltomies suorittaa 1vk välein

- Laitteen ja sähkökaapin välisen kaapelin kunto
- Lineaarijohteiden ja ruuvinostimien silmämääräinen tarkastus

Seuraavat tarkastukset huoltomies suorittaa 3kk välein

- Ruuvinostimen ruuvin öljyn tarkistus ja vaihto
- Lineaarijohteiden öljyn tarkistus ja vaihto
- Koenosto

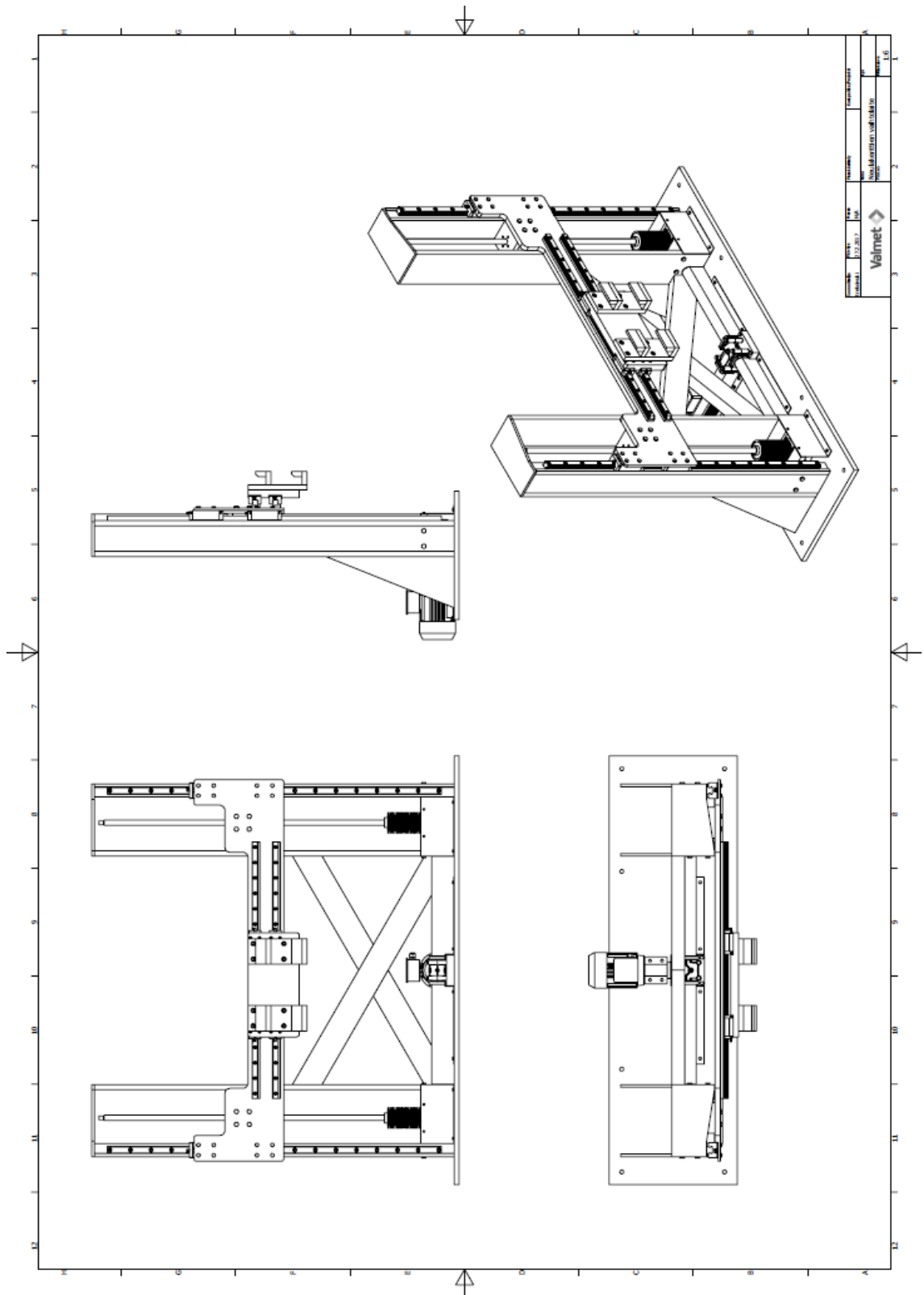
Seuraavat tarkastukset sähkömies suorittaa 6kk välein

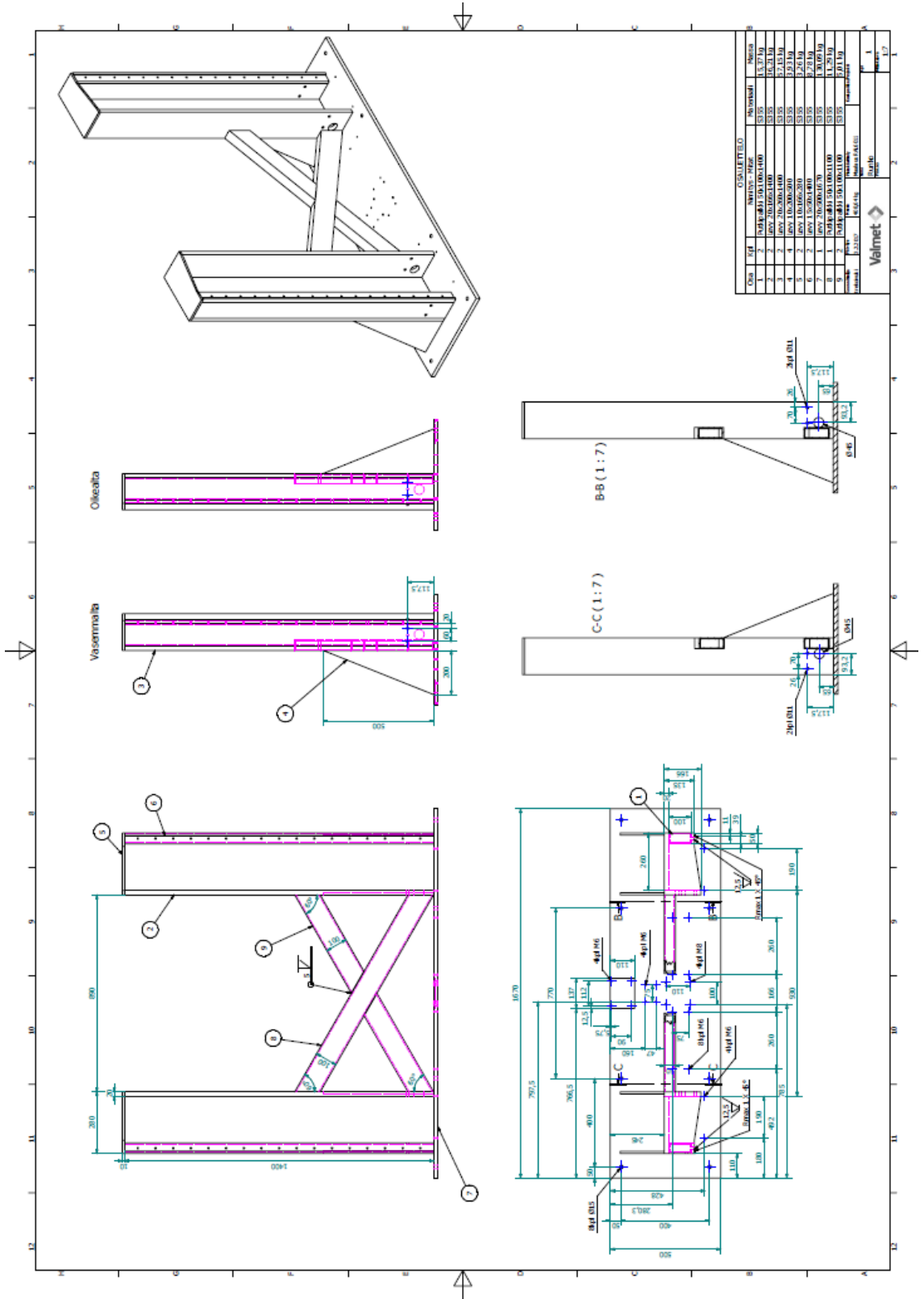
- Hätäseis -piirin toiminnan testaus ja painikkeiden kunto
- Koenosto

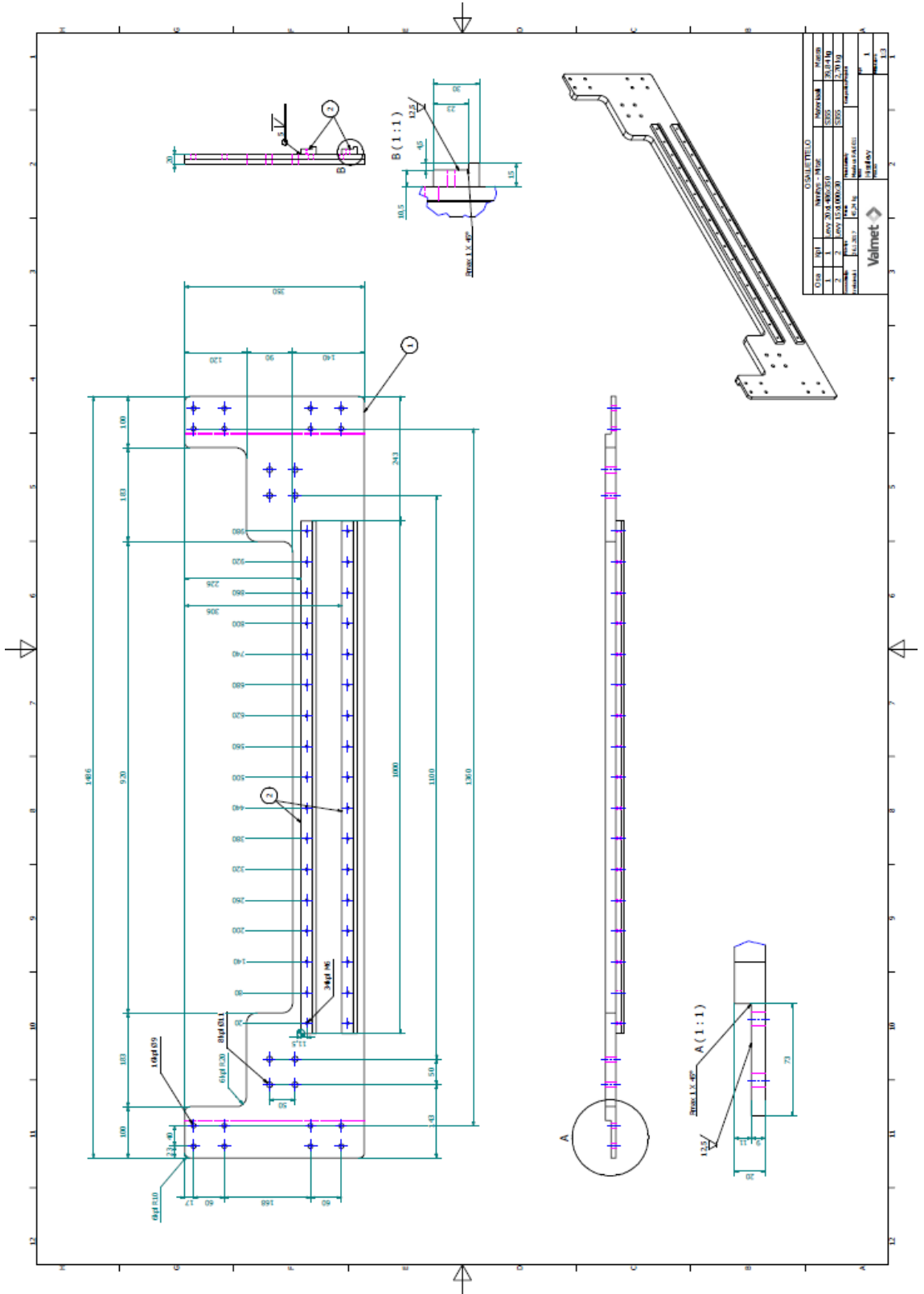
## Liite 4. Yleispiirustus ja työkuvat

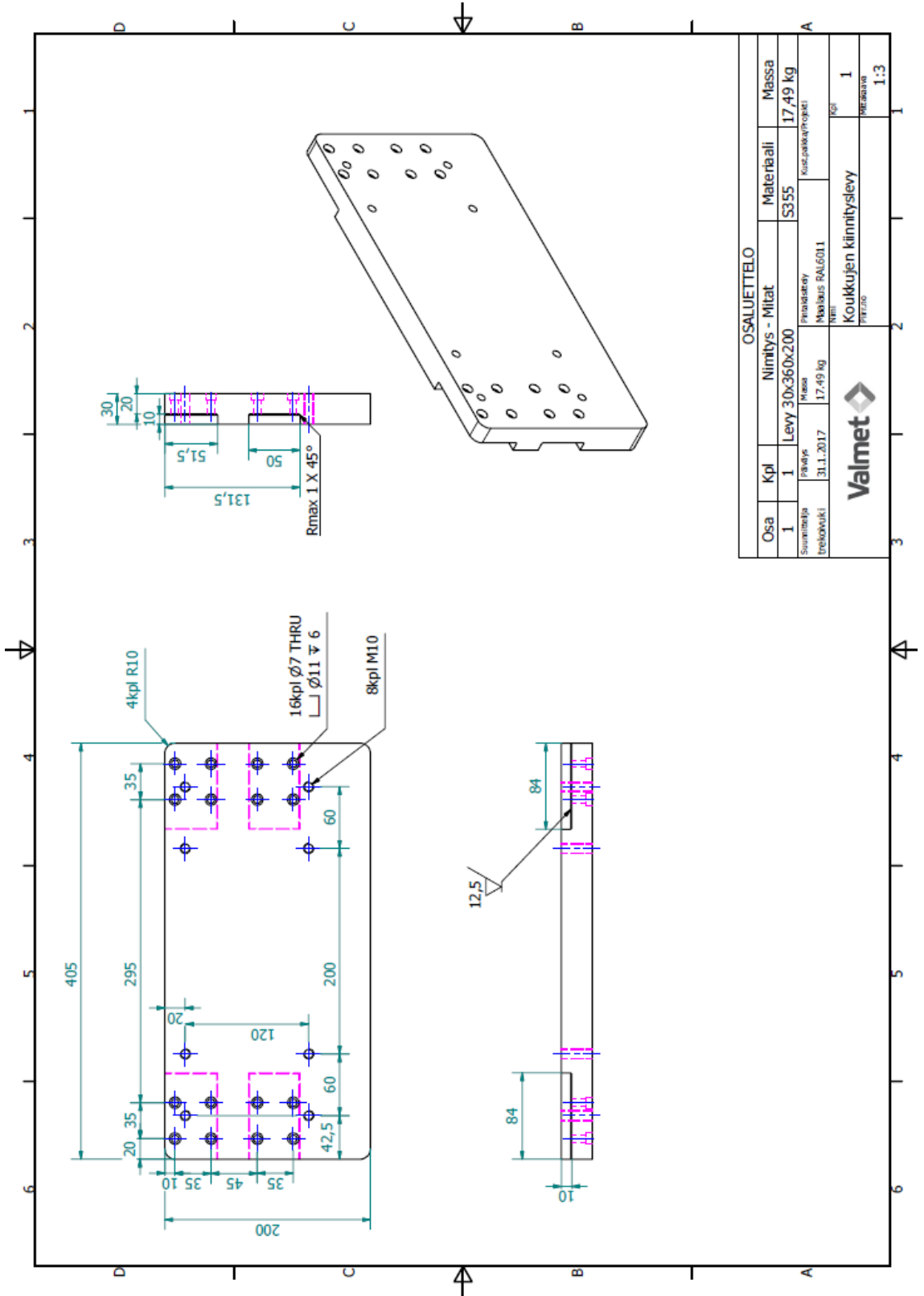
## Yleispiirustus

1(14)





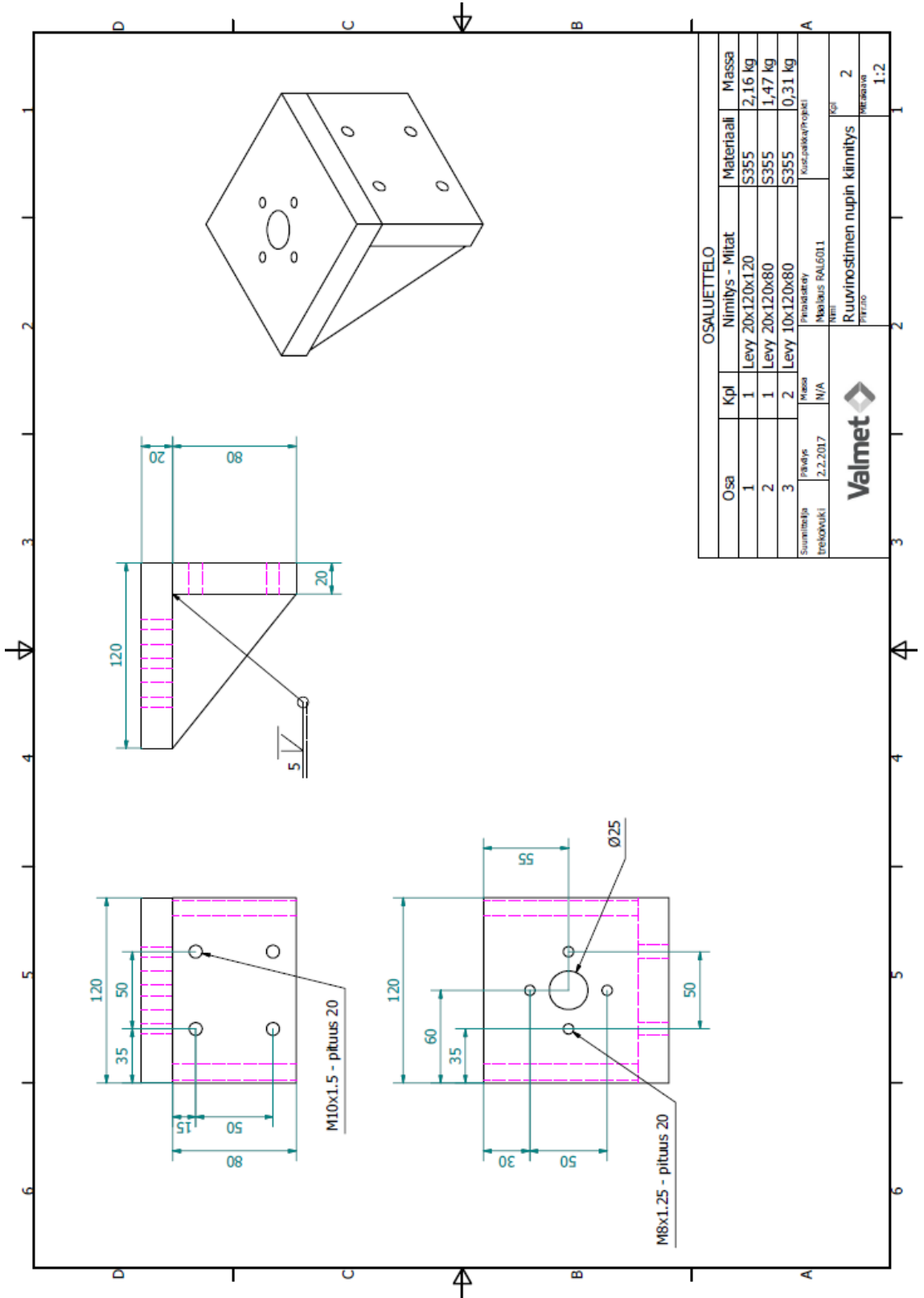




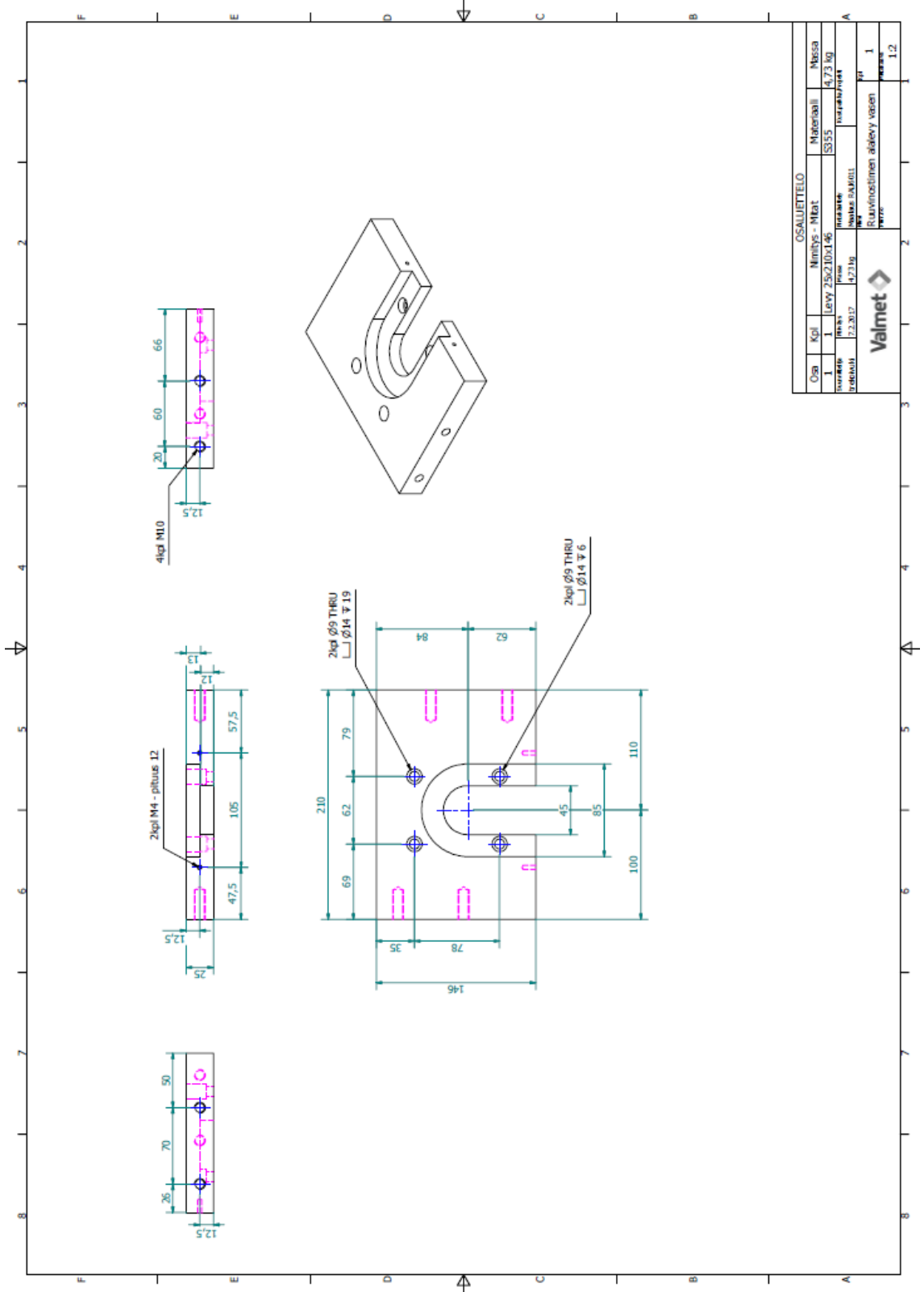
OSALUETTELO					
Osa	Kpl	Nimitys - Mitat	Materiaali	Massa	
1	1	Levy 30x360x200	S355	17,49 kg	
Suunnittelija		Projektori	Materiaali	Massa	
Tekijä		Päivä	Määrä	RAU6011	
31.1.2017		17,49 kg			
Koukkujen kiinnityslevy					
Kpl				1	
Määrä					1:3





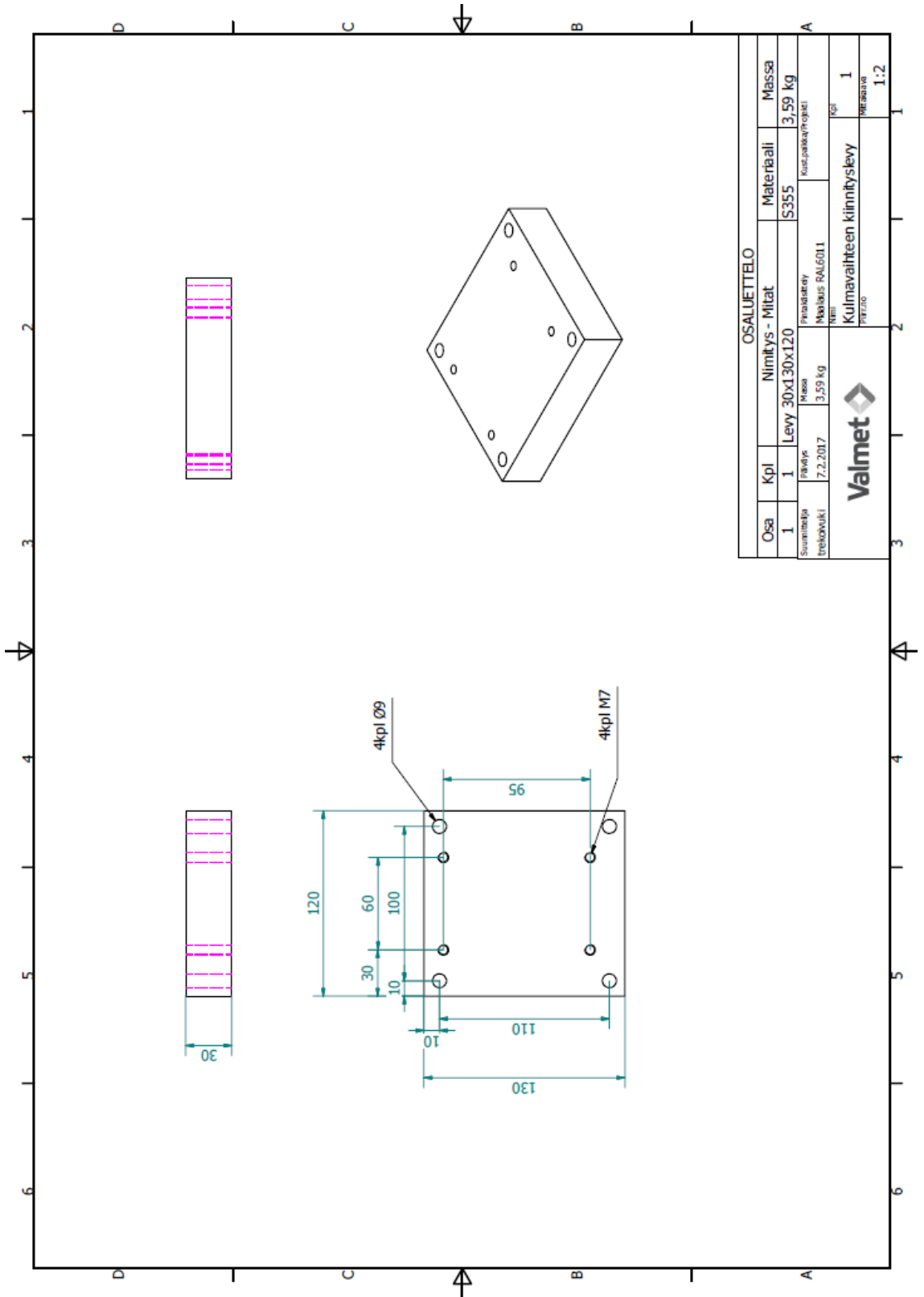






OSALUETTELO				
Osa	Kpl	Nimitys - Mitat	Materiaali	Massa
1	1	Levy 25x210x146	SS55	4,73 kg
Korkeus		Pituus	Leveys	
17,817		4,731g	10,46161	
Ruuvinostimen alveoly vasen				1
Pehmeä				1,2

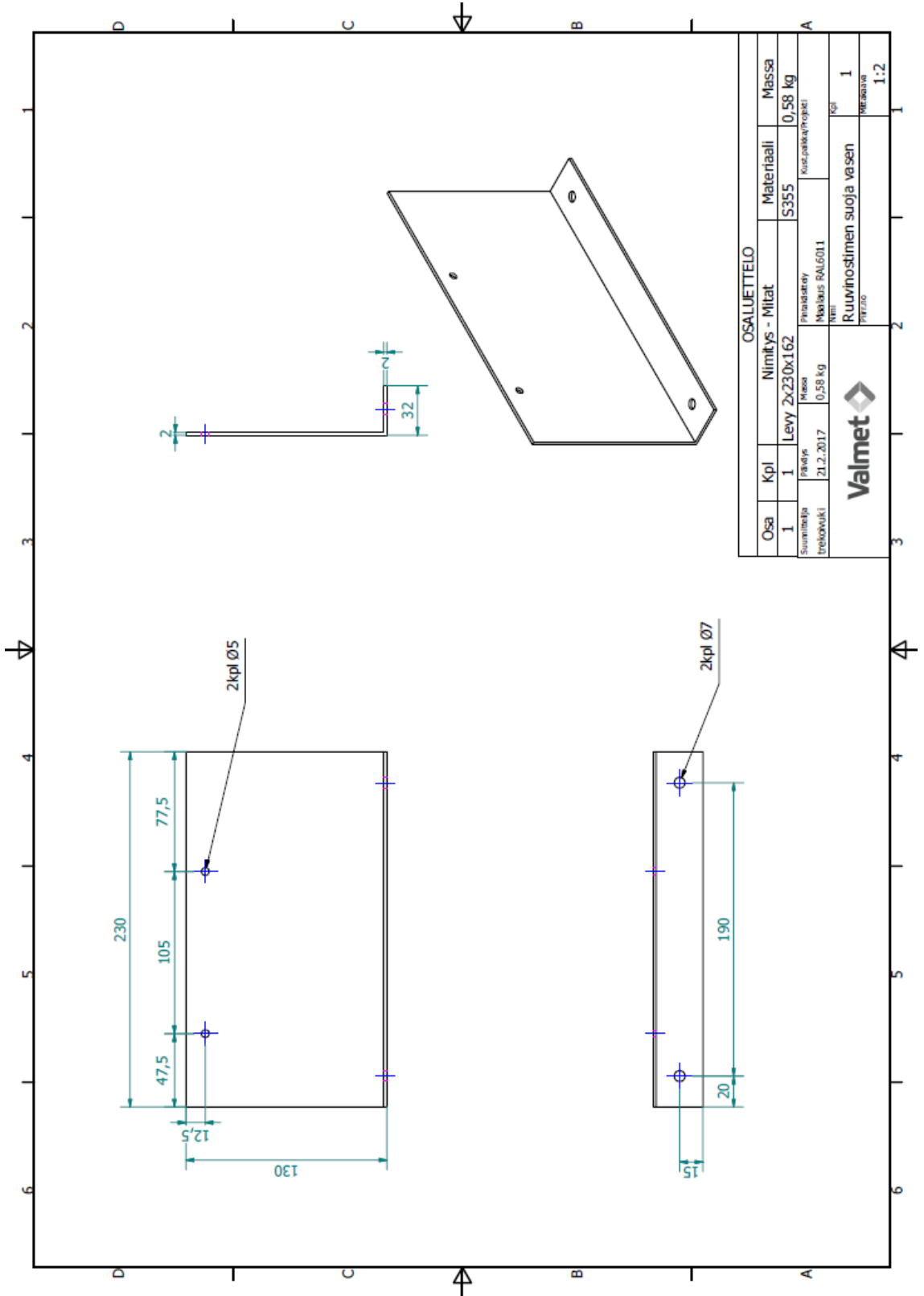




OSALUETTELO					
Osa	Kpl	Nimitys - Mitat	Materiaali	Massa	
1	1	Levy 30x130x120	S355	3,59 kg	
Summitheija		Paino	Pinnaalitey		
tekoalumi	7.2.2017	3,59 kg	Materiaali		
			Materiaali RAL6011		
			Nimi		
			Kulmavaihteen kiinnityslevy	Kpl	1
			PIIRROS	Mittakaava	1:2

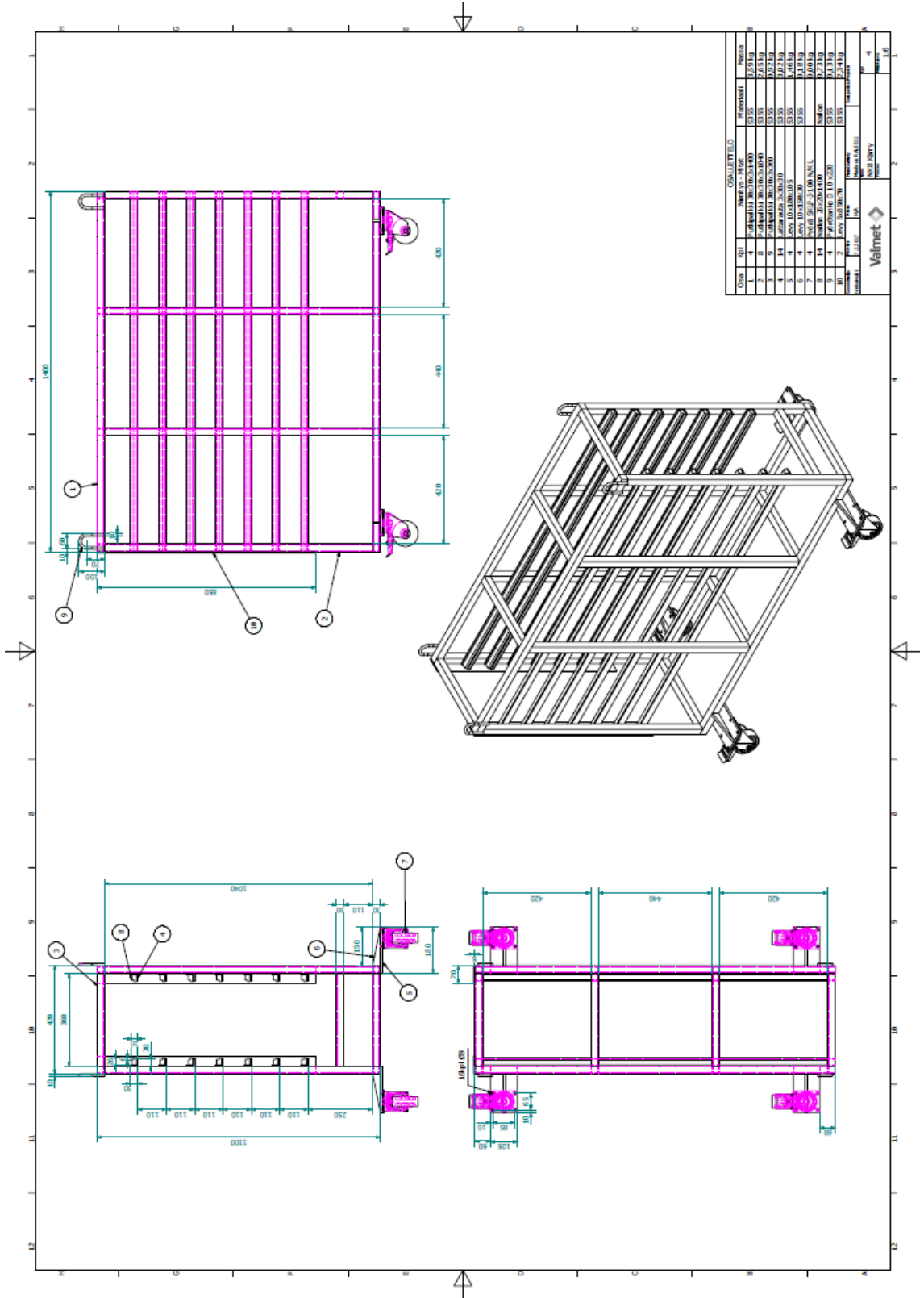






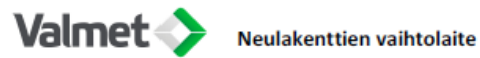






## Liite 5. Turvallisuuslaskelmat

1 (5)

**Turvallisuuslaskelmat****Runko**

Turvallisuuslaskelmat tehtiin kriittisiksi arvioituista pisteistä.

Ensimmäinen lasku tehtiin kärryä kannattelevista koukuista käyttäen laskuissa vain yhtä koukkuja neljän sijaan.

Koukkuihin kohdistuva suurin momentti lasketaan kaavalla:

$$M = F * l$$

jossa M on momentti, F on kuormittava voima ja l on voiman varsi eli kappaletta kuormittavan voiman painopisteen etäisyys koukuista.

$$M = (250\text{kg} * 9,81\text{ m/s}^2) * 750\text{mm} = 1839375\text{ Nmm}$$

Koukun taivutusvastus saadaan kaavasta:

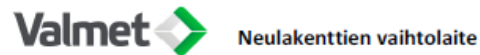
$$W = \frac{h * b^2}{6}$$

jossa W on taivutusvastus, h koukun paksuus ja b on koukun leveys.

$$W = \frac{20\text{mm} * (100\text{mm})^2}{6} = 33333,33\text{mm}^3$$

Koukun suurin sallittu jännitys saadaan kaavalla:

$$\sigma = \frac{M}{W}$$



jossa  $\sigma$  on koukun suurin sallittu jännitys,  $M$  momentti ja  $W$  taivutusvastus

$$\sigma = \frac{1839375 \text{ Nmm}}{33333,33 \text{ mm}^2} = 55,181 \text{ MPa}$$

Teräksen S355 suurin sallittu jännitys on 223 Mpa, joka on reilusti suurempi kuin yhdelle koukulle kohdistuva jännitys. Lisäksi koukkuja on neljä ja kuorma jakautuu niiden kesken, joten oikea jännitys on vielä pienempi kuin tässä laskettu eli koukut kestävät helposti.

### Ruuvit

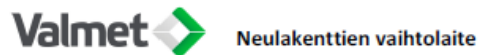
Lasketaan kestävätkö koukkuja kannattelevat ruuvit. Koukut ovat kiinni kahdeksalla M10 ruuvilla, mutta neljälle ylimmälle ruuville kohdistuu suurin rasitus. Lasketaan siis kestävätkö pelkästään neljä ylintä ruuvia koko kuorman.

Ruueja kuormittaa maksimissaan 250 kilon kuorma, jonka painopiste on noin 750mm päässä ruuveista. Kuorma luo koukkujen avulla vipuvarren, joka pää on noin 300mm päässä ruuveista eli voiman varsi on 300mm. Näin saadaan laskettua ruueja kuormittava voima.

$$F_r = \frac{F_k * l_k}{4 * l_r}$$

jossa  $F_r$  on ruueja kuormittava vetovoima,  $F_k$  on kuorman aiheuttama voima,  $l_k$  on kuorman painopisteen etäisyys ja  $l_r$  on kuormasta aiheutuvan momentin vipuvarsi ruuveille. Lisäksi voima jaetaan tasan neljän ruuvin kesken.

$$F_r = \frac{(250 \text{ kg} * \frac{9,81 \text{ m}}{\text{s}^2}) * 750 \text{ mm}}{4 * 300 \text{ mm}} = 1532 \text{ N}$$



Alla olevaa yksiruuviliitoksen karkeaan mitoitukseen käytettävää taulukkoa tutkimalla huomataan, että ruuvit ovat tarpeeksi kestäviä. 8.8 lujuusluokan saraketta tutkiessa valitaan lähin suurempi voima kuin ruuviin kohdistuva kuormitusvoima. Tässä tapauksessa siis M3 – 8.8 ruuvi, jonka suurin sallittu kuormitusvoima on 1600 N. Ruuviin kohdistuva kuormitus on väsyttävä, joten siirrytään taulukossa 4 riviä alaspäin, jolloin päästään 10 kN kuormituksen ja M8 – 8.8 ruuvien kohdalle. Laitteessa käytetään kuitenkin M10 ruuveja, joiden lujuusluokkaa ei ole vielä valittu, mutta se on vähintään 8.8. Tällöin yksittäisen ruuvien maksimikuormitukseksi tulee 25 kN, joten laitteen ruuviliitokset kestävät varmasti.

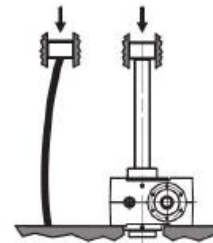
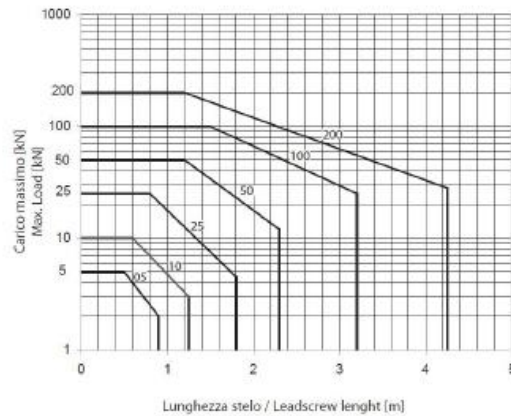
A) Valitse taulukon voima-sarakkeesta voima, joka on lähin suurempi kuin yksiruuviliitoksen kuormitusvoima  $F_{NM}$  tai  $F_{QT}$ .

$F$ [N]	12.9	10.9	8.8	$F$ [N]	12.9	10.9	8.8
250				16 000	6	8	8
400				25 000	8	10	10
630				40 000	10	12	14
1 000				63 000	12	14	16
1 600	3	3	3	100 000	16	16	20
2 500	3	3	4	160 000	20	20	24
4 000	4	4	5	250 000	24	27	30
6 300	4	5	5	400 000	30	36	
10 000	5	6	8	630 000	36		

Yksiruuviliitoksen karkea mitoitus -taulukko (Blom, S. 1999, 91)

### Ruuvinnostimet

Ruuvinnostimien mitoituksessa käytettiin MecVelin katalogista löytyvää taulukkoa, josta näkyy maksimikuorma tietyllä ruuvipituudella. Laitteessa käytetään kahta MecVel HR10 nostinta, joiden ruuvien nostomatka on metri. Taulukosta nähdään, että yhden nostimen maksimikuorma metrin ruuvilla on 5 kN eli yksi nostin kestää 509 kilon kuorman ja kaksi nostinta 1018 kiloa. Nostimille kohdistuva maksimikuorma on 300 kiloa, joten nostimet kestävät.



Eulerin käyrä MecVelin ruuvinostimille (MecVel 2013.)

## Linearijohteet

Pystysuuntaisille linearijohteille kohdistuu 300 kilon maksimikuormasta noin 2000 Nm momentti. Pystyjohteiksi valittiin SBI30SLL -johteet, jotka kestävät yksittäin 1300 Nm momentin. Laitteessa olevat neljä johdetta kestävät siis yhteensä 5200 Nm momentin, joten ne kestävät helposti.

Article No.	Rail size						Load capacity						Weight	
	W1	W2	H1	F	Bolt Hole cbDxh	Max.length of rail Lomsx	Dynamic C(N)	Static Co(N)	Static moment (Nm)			Bearing (kgf)	Rail (kgf/m)	
SEH5SLL	15	9,5	13	60	4,5x7,5x5,5	3000	1700	3700	210	290	290	0,26	1,3	
SEI20SLL	20	12	16,5	80	6x9,5x8,5	4000	2700	5000	470	560	560	0,54	2,2	
SEI25SLL	23	12,5	20	80	7x11x9	4000	3670	6440	600	840	840	0,85	3	
SEI30SLL	28	16	23	80	9x14x12	4000	5190	8470	1100	1300	1300	1,37	4,25	
SEI35SLL	34	18	26	80	9x14x12	4000	7130	11590	1630	2120	2120	2,04	6,02	
SEI46SLL	45	20,5	32	105	14x20x17	4000	9480	18050	3210	3140	3140	3,69	9,77	
SEI55SLL	53	23,5	38	120	16x23x20	4000	14700	22450	5950	4780	4780	5,82	13,72	
SEI65SLL	63	31,5	53	150	18x26x22	4000	23250	35410	11150	9860	9860	11,98	23,17	

SBISLL -sarjan linearijohteiden teknisiä tietoja (Rollco 2013.)



Vaakasuuntaisille johteille kohdistuu 250 kilon maksimikuormasta noin 1800 Nm momentti. Vaakajohteiksi valittiin SBI25SL -johteet, jotka kestävät yksittäin 560 Nm momentin ja yhdessä 2240 Nm. Vaakajohteet kestävät siis maksimikuorman.

Dimension: mm

Article No	Rail size						Load capacity						Weight	
	W1	W2	H1	F	Bolt Hole dxDxh	Max.length of rail L <sub>max</sub>	Dynamic C(N)	Static Co(N)	Static moment (Nm)			Bearing (kgf)	Rail (kgf/m)	
								M <sub>nc</sub>	M <sub>pc</sub>	M <sub>vc</sub>				
SBI15SL	15	9,5	13	60	4,5x7,5x5,5	3000	14100	24100	160	170	170	0,19	1,3	
SBI20SL	20	12	16,5	80	6x9,5x8,5	4000	22200	38200	300	330	330	0,41	2,2	
SBI25SL	23	12,5	20	60	7x11x9	4000	31500	52100	560	560	560	0,69	3	
SBI30SL	23	16	23	80	9x14x12	4000	42800	65400	850	770	770	1,04	4,25	
SBI35SL	34	18	26	80	9x14x12	4000	59500	89100	1420	1280	1280	1,56	6,02	
SBI45SL	45	20,5	32	105	14x20x17	4000	79200	116300	2480	1900	1900	2,80	9,77	
SBI55SL	53	23,5	38	120	16x23x20	4000	127300	181800	4910	2070	2070	4,42	13,72	
SBI65SL	63	31,5	53	150	18x26x22	4000	198300	261700	8240	5570	5570	9,1	23,17	

SBISL -sarjan lineaarjohteiden teknisiä tietoja (Rollco 2013.)