

Joona Pirttivaara

## **HIEKKAPUHALTAMON SUUNNITTELU JA RAKENNUTTAMINEN**

Insinöörityö  
Kajaanin ammattikorkeakoulu  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Kevät 2009



**Kajaanin  
ammattikorkeakoulu**

## OPINNÄYTETYÖ TIIVISTELMÄ

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Koulutusala<br>Tekniikka- ja liikenne                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Koulutusohjelma<br>Kone- ja tuotantotekniikka                                                                                                                   |
| Tekijä(t)<br>Joonas Pirttivaara                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                 |
| Työn nimi<br>Hiekkapuhaltamon suunnittelu ja rakennuttaminen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                 |
| Vaihtoehtoiset ammattiopinnot<br>Numeerisesti ohjattutuotanto<br>Kunnossapito                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Ohjaaja(t)<br>Jarmo Happonen<br>Toimeksiantaja<br>Jyrki Korkiakoski, Ykkösmetalli Oy                                                                            |
| Aika<br>6.4.2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Sivumäärä ja liitteet<br>54                                                                                                                                     |
| <p>Tämän insinööriyön tarkoituksena oli hiekkapuhalluspaikan olosuhteiden parantaminen Ykkösmetalli Oy:lle. Tarkoituksena on, että hiekkapuhallusta voidaan tehdä millä säällä tahansa. Olosuhteiden parantaminen toteutettiin suunnittelemalla avonaisen katoksen sivuille liikuteltavat liukuovet ja katoksen päähän pressujenvetolaite, jolla pressut voidaan tarvittaessa laskea alas ja nostaa ylös.</p> <p>Ensin tuli suunnitella liukuovet ja pressujenvetolaite, joista piirrettiin sitten valmistuspiirustukset. Näin ollen yritys pystyy valmistamaan piirustusten pohjalta kyseiset tuotteet. Piirustusten piirtämiseen käytettiin Bricscad 2D-suunnitteluohjelmaa.</p> <p>Liukuovet suunniteltiin siten, että ne voidaan siirtää tarvittaessa syrjään. Liukuovet valmistettiin työn aikana valmiiksi ja asennettiin paikoilleen. Pressujenvetolaite suunniteltiin toimimaan verkkovirralla. Pressujenvetolaite suunniteltiin siten, että laitteessa olevat pressut voidaan laskea alas esim. hiekkapuhalluksen ajaksi ja nostaa takaisin ylös, kun esim. siirrellään trukilla tai kurottajalla isoja kappaleita hiekkapuhalluspaikalle.</p> <p>Työssä joutui perehtymään mm. koneturvallisuuteen, tekniseen piirustukseen, laakeroinnin suunnitteluun, koneen elimiin ja fysiikkaan. Liukuovet havaittiin toimivaksi ratkaisuksi. Niillä saatiin parannettua hiekkapuhalluspaikan olosuhteita.</p> |                                                                                                                                                                 |
| Kieli                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Suomi                                                                                                                                                           |
| Asiasanat                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                 |
| Säilytyspaikka                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun Kaktus-tietokanta<br><input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| School<br>School of Engineering                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Degree Programme<br>Mechanical and Production Engineering                                                                                                                              |
| Author(s)<br>Joona Pirttivaara                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                        |
| Title<br>Designing and Building a Sandblasting Shelter                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                        |
| Optional Professional Studies<br>Numerical Control Manufacturing<br>Maintenance                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Instructor(s)<br>Mr Jarmo Happonen                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Commissioned by<br>Jyrki Korkiakoski, Ykkömetalli Oy                                                                                                                                   |
| Date<br>6 April 2009                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Total Number of Pages and Appendices<br>54                                                                                                                                             |
| <p>The objective of this Bachelor's thesis was to improve the conditions in a sandblasting shelter. The idea in this study was to enable sandblasting in different weather conditions. One way to make the conditions better was to build sliding doors and a pulling machine for the tarpaulins around the sandblasting shelter.</p> <p>Firstly, the sliding doors and the pulling machine for the tarpaulins were designed. Secondly, the drawings for them were made. The Bricscad 2D design program was used as the drawing program.</p> <p>The results of this study were the sliding doors and the pulling machine for the tarpaulins drawings. The sliding doors can be moved. The doors were finished and installed. The pulling machine for the tarpaulins was designed to use network electricity. The idea in the pulling machine is that the tarpaulins can be moved up and down.</p> <p>Machine safety, engineering drawing, bearing design, machine parts and physics were familiarized with in this thesis. The study had some problems which were solved with the instructor and fellow workers.</p> |                                                                                                                                                                                        |
| Language of Thesis      Finnish                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                        |
| Keywords                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                        |
| Deposited at                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <input checked="" type="checkbox"/> Kaktus Database at Kajaani University of Applied Sciences<br><input checked="" type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences |

## ALKUSANAT

Tämä insinöörityö tehtiin Ykkösmetalli Oy:lle. Työn aiheen sain kesällä 2007, kun olin siellä kesätöissä. Olen työskennellyt kyseisessä yrityksessä useamman kesän, joten yrityksen tunteminen helpotti työn tekemisessä.

Insinöörityön aiheesta haluan kiittää Ykkösmetalli Oy:n toimitusjohtajaa Jyrki Korkiakoskea. Haluan kiittää myös Ykkösmetallin työnjohtajaa Juha Pirttivaaraa avusta tätä työtä kohtaan. Lisäksi kiitokset kiinnostuksesta ja aktiivisuudesta tätä työtä kohtaan kuuluvat työn valvojalle Jarmo Haposelle.

Kajaanissa 6. huhtikuuta 2009

Joona Pirttivaara

# SISÄLLYS

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| 1 JOHDANTO                                      | 1  |
| 2 KONEENELIMET                                  | 3  |
| 2.1 Laakerimallin valinta                       | 3  |
| 2.2 Laakeroinnin suunnittelu                    | 4  |
| 2.2.1 Laakerointijärjestelmä                    | 4  |
| 2.2.2 Laakerien säteiskiinnitys                 | 5  |
| 2.3 Ketjut                                      | 7  |
| 3 SÄHKÖKOMPONENTIT                              | 8  |
| 3.1 Rajakytkimet                                | 8  |
| 3.1.1 Valinta                                   | 8  |
| 3.1.2 Sijoittaminen                             | 9  |
| 3.2 Voimanlähde                                 | 10 |
| 4 KONETURVALLISUUS                              | 11 |
| 4.1 Konedirektiivin voimaansaattaminen Suomessa | 11 |
| 4.2 Ketä konedirektiivi koskee                  | 11 |
| 4.3 Kolmen askeleen periaate                    | 12 |
| 4.4 Tekninen suunnittelu                        | 12 |
| 4.5 Opasteet, merkinnät ja käyttöohjeet         | 13 |
| 4.6 Koneen merkinnät                            | 14 |
| 5 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT                      | 15 |
| 5.1 Pressujenvetolaite                          | 15 |
| 5.1.1 Laakereiden valinta                       | 17 |
| 5.1.2 Kierukkavaihteen mitoitus                 | 18 |
| 5.1.3 Rullaketjun valinta                       | 20 |
| 5.1.4 Rullaketjujen pituuksien laskenta         | 21 |
| 5.1.5 Rajakytkimien valinta                     | 23 |
| 5.1.6 Ohjaimen valinta                          | 24 |
| 5.2 Liukuovet                                   | 25 |

|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 6 LIUKUOVIEN SUUNNITTELU                         | 26 |
| 6.1 Tienpuoleisen liukuoven suunnittelu          | 26 |
| 6.1.1 Runko                                      | 26 |
| 6.1.2 Kisko                                      | 27 |
| 6.1.3 Liukuoven asennus                          | 28 |
| 6.2 Kompressorin puoleisen liukuoven suunnittelu | 29 |
| 6.2.1 Runko                                      | 29 |
| 6.2.2 Leveämmän kulkuoven runko                  | 30 |
| 6.2.3 Kapeamman kulkuoven runko                  | 31 |
| 6.2.4 Liukuoven asennus                          | 32 |
| 7 PRESSUJENVETOLAITTEEN SUUNNITTELU              | 33 |
| 8 TULOSTEN TARKASTELU                            | 53 |
| 9 YHTEENVETO                                     | 54 |
| LÄHTEET                                          | 55 |
| LIITTEET                                         |    |

## 1 JOHDANTO

Työ tehtiin Ykkösmetalli Oy:lle. Ykkösmetalli Oy on kajaanilainen metallipaja, joka on erikoistunut kaivosteollisuuden kunnossapitoon ja huoltoon sekä erilaisiin teräsrakenteiden valmistukseen. Yrityksessä hallitaan myös hiekkapuhallus- ja maalaustyöt. Yritys hyödyntää myös omaa suunnitteluosaamistaan suunniteltaessa asiakkaalle tuotetta hänen toivomuksiensa mukaan. Yrityksen omia tuotteita ovat mm. kuorma-autojen lämpölavat. [1.]

Yritys perustettiin vuonna 1986, jolloin yrityksen omistajana ja toimitusjohtajana toimi Taisto Levänaho. Yrityksen ensimmäinen omistajanvaihdos tapahtui toukokuussa 2007, kun Taisto Levänaho myi yrityksensä Jyrki ja Esko Korkiakoskelle ja siirtyi itse viettämään eläkepäiviä.

Insinööriyön tarkoituksena oli parantaa hiekkapuhalluspaikan olosuhteita, jotta hiekkapuhaltaminen onnistuisi kaikissa sääolosuhteissa, eikä hiekka pölyä pitkin yrityksen pihaa ja sitä ei tarvitse siivoilla sieltä.

Ainoa vaihtoehto hiekkapuhalluspaikan olosuhteiden parantamiselle oli, että katoksen seinät suojataan. Tällöin vesi, räntä ym. eivät pääse katoksen sisäpuolelle, jossa hiekkapuhallus suoritetaan. Näin estetään hiekkapuhallettujen kappaleiden ruostuminen, jotta maalaus saadaan suoritettua riittävän hyvin, jotta maalin alle ei jää ruostetta. Katoksen sivuille (kuva 1.) suunniteltiin liukuovet, jotka voidaan pitää kiinni ja tarvittaessa avata. Katoksen päähän suunniteltiin pressujenvetolaite, jolla pressut lasketaan koneellisesti päädyn suojaksi ja tarvittaessa ne voidaan nostaa takaisin pois tieltä.

Valmistettavat osat piirrettiin Bricscad-suunnitteluohjelmalla, joka on hyvin paljon Autocadin tyyppinen. Briscadin komennot ovat identtisiä Autocadin kanssa, joten tähän ohjelmaan siirtyminen ei tuottanut vaikeuksia.



Kuva 1. Hiekkapuhalluspaikka



## 2 KONEENELIMET

### 2.1 Laakerimallin valinta

Jokaisella laakerimallilla on erikoisominaisuutensa, joiden takia se soveltuu nimenomaan tiettyihin laakerointeihin. Laakerimallin valinnassa ei kuitenkaan voida esittää yleispäteviä sääntöjä, koska useimmiten on otettava huomioon monet tekijät ja punnittava näitä keskenään. [2.]

#### Tila

Laakeroinnin rakenne määrää ainakin yhden laakerin päämitoista. Akselien halkaisijoiden ollessa pieniä käytetään pääasiassa urakuulalaakereita, ja halkaisijoiden ollessa isoja käytetään urakuulalaakereita, lieriörullalaakereita ja pallomaisia rullalaakereita. Säteis suunnatun tilan ollessa pieni valitaan laakeri, joka on poikkileikkauksen korkeudeltaan pieni, esim. neularullakehät, sisärenkaalliset ja sisärenkaattomat neulalaakerit sekä urakuulalaakerien ja pallomaisten rullalaakereiden eräät sarjat. Erityisen kapeiksi laakereiksi soveltuvat mm. painerullakehät, paine-neulalaakerit. [2.]

#### Kuormitus

Kuormitus on laakerikoon valinnassa ensi sijassa ratkaiseva tekijä. Yleisesti pätee, että rullalaakereita voidaan kuormittaa enemmän kuin ulkomitoiltaan samanlaisia kuulalaakereita. Pienillä ja keskisuurilla kuormituksilla käytetään tämän vuoksi enimmäkseen kuulalaakereita, kun taas rullalaakerit ovat tavallisia suurilla kuormituksilla ja silloin, kun akselin halkaisijat ovat suuria. [2.]

#### Akselin yhdensuuntaisuusero

Kohteissa, joissa akseli voi olla vinossa laakerinpesään nähden, on tarpeen käyttää itseasettuvia laakereita. Akselin yhdensuuntaisuuseroa voi esimerkiksi olla, kun akseli taipuu kuormasta, kun pesän laakerinsijat on työstetty kiinnitystä välillä muuttaen, tai kun laakerit ovat pysty-laakerinpesissä, joilla on eri alustat ja jotka ovat kaukana toisistaan. [2.]

## Pyörimisnopeus

Sallittu käyttölämpötila rajoittaa vierintälaakerin pyörimisnopeutta. Pienikitkaiset ja siten vähän lämpöä kehittävät laakerimallit soveltuvat parhaiten suurille pyörimisnopeuksille. [2.]

## 2.2 Laakeroinnin suunnittelu

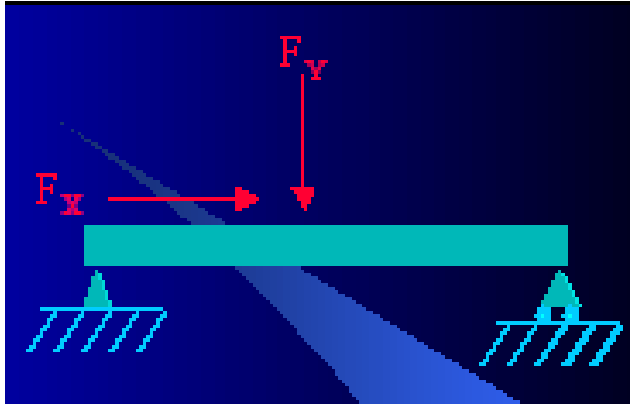
Laakeroinnin suunnittelu on tärkeä osa koneensuunnittelussa. Väärin suunniteltu laakerointi lyhentää laakereiden kestoikää ja voi rikkoa koko koneen. Pahimmassa tapauksessa voi syntyä sellainen onnettomuus koneenrikkoutumisesta, että joku työntekijä voi kuolla. Siksi on tärkeää koneensuunnittelussa perehtyä laakeroinnin suunnitteluun.

### 2.2.1 Laakerointijärjestelmä

Pyörivä koneenos, esim. akseli, vaatii yleensä kaksi laakeria, jotka säteen ja aksiaalisuunnassa kantavat ja ohjaavat sitä paikoillaan olevaan osaan (esim. laakerinpesään) nähden. Käytetään nimityksiä ohjaava laakeri ja vapaa laakeri. [2.]

Ohjaava laakeri kantaa koneenosaa säteen suunnassa ja ohjaa sitä aksiaalisesti kummassakin suunnassa. Tämän vuoksi sen on oltava sivusuunnassa sekä akselille että pesään kiinnitetty. Vapaa laakeri ohjaa vain säteittäisesti, ja sen on mahdollistettava aksiaalinen siirtymä niin, että laakerit eivät purista toisiaan esim. silloin, kun akselin pituus muuttuu kohonneen tai laskeneen lämpötilan takia. [2.]

Yhteenvetona edellä mainitusta voidaan sanoa, että ohjaava laakeri ottaa kuormaa vastaan sekä säteensuunnassa ( $F_y$ ) että aksiaalisuunnassa ( $F_x$ ) (kuva 2). Ohjaava laakeri ottaa kuormaa vastaan vain säteensuunnassa ( $F_y$ ), jotta aksiaalinen siirtyminen on mahdollista.



Kuva 2. Vapaa laakeri ja ohjaava laakeri [3.]

### 2.2.2 Laakerien säteiskiinnitys

Laakerien sisä- ja ulkorenkaiden on säteen suunnassa oltava hyvin kiinni akselilla tai laakerinpesässä, jotta ne kuormitettuina eivät pyöri ("vaella") sovitepinnoilla. Virheellisesti kiinnitetyt laakerinrenkaat vahingoittavat yleensä laakereita ja viereisiä koneenosia. Moitteeton säteiskiinnitys saavutetaan yleensä vain, kun laakerirenkaalla on riittävän tiukka sovite. Tiukkojen sovitteiden lisätuna on, että suhteellisen ohutseinäiset laakerinrenkaat saavat hyvän tuennan koko kehältään, jolloin laakerin kantokyky ja kestoikä käytetään täysin hyväksi. Aina ei kuitenkaan voida käyttää tiukkaa sovitetta; se ei esim. ole mahdollinen, kun pyritään erityisen helppoon asennukseen ja irrotukseen, tai kun kyseessä on vapaa laakeri, jonka pitää päästä aksiaalisesti siirtymään. [2.]

Lieriöreikälaakerin sovitteen valinnassa ovat seuraavat tekijät tärkeimpiä:

- pyörimissuhteet
- kuormituksen luonne ja suuruus
- laakerivälitys
- lämpötilaolot
- laakeroinnin vierintätarkkuusvaatimukset
- akselin ja laakerinpesän aine ja rakenne
- helpon asennuksen ja irrotuksen vaatimukset
- vapaan laakerin siirtyvyys [2.]

## 2.3 Ketjut

Ketjut ovat muotosulkeisia voimansiirtolaitteita, joilla ketjun ja ketjupyöräparin avulla voidaan siirtää tehoa sekä muuntaa vääntömomenttia ja pyörimisnopeutta. Ketjuvälitykset ovat hihna- ja hammaspyörävälityksen välimuoto, jossa tehoarvot saattavat nousta yli 100 kilowattiin ja nopeudet 15...25 m/s saakka. [4.]

Käytön etuja:

- Välityssuhde on vakio.
- Esikiristystä ei tarvita.
- Voimaa voidaan siirtää samanaikaisesti usealle akselille.
- Ketjun jatkaminen ja lyhentäminen on helppoa.
- Suurilla tehoilla ja pienillä nopeuksilla ketju on hyvin taloudellinen voimansiirtolaite, hyötysuhde jopa 98 %.
- Ketju kestää erinomaisesti myös likaisissa ympäristöissä.
- Ketju on standardituote.

Ketjukäytön haittoja:

- Ketju käy jossain määrin nykien.
- Ketju vaatii venymisensä vuoksi jälkikiristyslaitteen. Kun ketjun venymä on noussut arvoon 2...9 % sen pituudesta, se ei enää osu kunnolla ketjupyörän hampaisiin, jolloin ketjun katsotaan olevan loppuun kulunut.
- Toimiakseen tyydyttävästi ketju vaatii huoltoa, lähinnä voitelua; mitä suurempi nopeus, sen tehokkaampi voitelu on tarpeen. Samoin ketjut on ainakin jossain määrin suojaettava epäpuhtauksia vastaan. [4.]

### 3 SÄHKÖKOMPONENTIT

#### 3.1 Rajakytkimet

Rajakytkimissä kytkentä tapahtuu mekaanisilla koskettimilla. Käytössä on mm. seuraavia kosketintyyppisiä:

- Kaksoisrinnakkaiskoskettimet
- Aseteltavat koskettimet, jotka asetellaan ruuvitalan avulla sulku-, avaus- tai hispaiskoskettimiksi
- Pieniliikkeiset ponnahduskoskettimet, jotka on tarkoitettu tarkkoihin kytkentöihin.  
[5.]

##### 3.1.1 Valinta

Rajakytkimen valinnassa tulee kiinnittää huomiota mm. seuraaviin kytkimen ominaisuuksiin:

- kotelon muoto ja materiaali
- rakennelaji ja suojausluokka
- käyttölämpötila-alue
- ohjaustapa
- ohjausvoima
- ohjausnopeus
- kytkentätiheys (kytkentää/h)

- kytkentänopeus (ms/ohjaus)
- toistotarkkuus
- koskettimien värähtelyaika
- kytkentäjännite
- kytkentävirta
- standardit (esim. DIN 43694). [5.]

Valittaessa rajakytkintä on otettava myös huomioon ympäristön epäpuhtaudet, tärinä, lämpötila, ympäröivän ilman räjähdysvaaralliset kaasut, koskettimien virran ja jännitteen kesto ja käyttöikä. [5.]

### 3.1.2 Sijoittaminen

Vaikka kotelointi on oikein valittu, on kytkin pyrittävä sijoittamaan paikkaan, jossa se on mahdollisimman hyvin suojattu vaikeilta ympäristöolosuhteilta (esim. vesi, öljy, kosteus, syövyttävä kaasu). Pöly ja muut epäpuhtaudet kytkinelementin sisällä saattavat aiheuttaa kosketinvastuksen kasvamisen tai katkoksen. Koskettimien väliin päässyt öljy hiiltyy koskettimien toimiessa syntyvän valokaaren ansiosta. Hiilihiukkaset aiheuttavat lopulta vuotovirtoja kosketinkärkien välillä, vaikka kärjet ovat täysin erillään. [5.]

### 3.2 Voimanlähde

Voimanlähteellä tarkoitetaan laitetta, joka tuottaa koneen toimintaan tarvittavan voiman. Esimerkkejä ovat mm. auton moottori, jotain laitetta pyörittävä sähkömoottori. Sähköisellä käytöllä on etuna mm. hyvä hyötysuhde. Sähkömoottoreiden valikoima on laaja, joten ne kattavat varsin suuren tehoalueen. Valittaessa sähkömoottoria hinnalla ja käyttökustannuksilla on suuri merkitys valinnan kannalta.

Kierukkavaihteessa sähkömoottori ja vaihteisto sijaitsevat samassa paketissa, joten ne kattavat aika hyvin eri pyörimisnopeusalueita. Tällöin kierukkavaihte voidaan asentaa paikoilleen samalla tavalla kuin sähkömoottori. Kierukkavaihteen etuna on myös vähäinen tilan tarve, koska erillistä vaihteistoa ei tarvita.



## 4 KONETURVALLISUUS

Konedirektiivin tarkoituksena on yhdenmukaistaa Euroopan talousalueella myytävien koneiden turvallisuusvaatimukset, jolloin niitä voitaisiin vapaasti viedä maasta toiseen. Tänä päivänä suunnittelussa on otettava huomioon nämä vaatimukset ja sovellettava niitä. Kone tulee suunnitella näiden vaatimusten mukaisesti, koska jos kone ei täytä direktiivejä, ei konetta saa markkinoida ja käyttää Euroopan talousalueella ennen kuin kone täyttää asetetut määräykset.

### 4.1 Konedirektiivin voimaansaattaminen Suomessa

Konedirektiivi tuli Suomessa voimaan Euroopan talousaluetta koskevan sopimuksen (ETA-sopimus) astuessa voimaan vuoden 1994 alussa. Voimaansaattaminen tehtiin valtioneuvoston päätöksellä Vnp1410/93, joka käsitti itse direktiivin ja sen ensimmäisen muutoksen. Konedirektiiviin tehtyjen lisäysten vuoksi suomalaista konepäättöä muutettiin vuoden 1994 aikana ja alkuperäinen Vnp 1410/93 korvattiin vuoden 1995 alussa, uudella valtioneuvoston päätöksellä Vnp 1314/94, joka käsitti kaikki direktiivin tehdyt kolme muutosta. [6.]

Konepäättös kumosi useita aikaisempia konekohtaisia valtioneuvoston päätöksiä sekä niiden nojalla annettuja muita määräyksiä. Useille konedirektiivin liitteen IV tyyppitarkastuksen piiriin kuuluville koneille oli Suomessa aiemminkin muista koneista yksityiskohtaisempia vaatimuksia kuten puristimet, moottorisahat, autonostimet ja nivelakselit. [6.]

### 4.2 Ketä konedirektiivi koskee

Konedirektiivi kuten muutkin tuotevaatimuksia esittävät direktiivit on suunnattu sille osapuolelle, joka saattaa koneen markkinoille Euroopan talousalueella. Useimmiten tämä osapuoli on koneen valmistaja. Jos valmistaja ei syystä tai toisesta ole noudattanut direktiivin määräyksiä suunnitellessaan ja valmistaessaan koneen, jää velvollisuus määräysten noudattamisesta kenen tahansa sellaisen osapuolen tehtäväksi, joka saattaa koneen markkinoille. Tällainen muu osapuoli voi olla esim. valmistajan valtuuttama edustaja, maahantuoja, jälleen-

myyjä tai myös koneen loppukäyttäjä, esim. kun kone valmistetaan omaan käyttöön tai tuodaan ”harmaatuontina” itselle Euroopan talousalueen ulkopuolelta. [6.]

#### 4.3 Kolmen askeleen periaate

Koneen suunnittelussa suunnittelija kohtaa jatkuvasti turvallisuuden liittyviä ongelmia. Jos suunnittelija huomaa koneessa vaaran ja arvioi sen aiheuttaman riskin niin suureksi, että sitä ei voida hyväksyä, suunnitteluongelmaksi muodostuu:

*”Miten pienentää vaaran aiheuttama riski hyväksyttäväksi?”*

Konepäättöksen mukaan koneen aiheuttamia vaaroja pitää poistaa seuraavassa järjestyksessä:

- Poista vaara.
- Pienennä riskiä.
- Varoita käyttäjää jäljelle jääneestä riskistä.

Vaaran poistamisessa suunnittelija etsii ratkaisuja, joissa vaaratekijää ei esiinny ollenkaan. [6.]

#### 4.4 Tekninen suunnittelu

Koneensuunnittelussa laaditaan kuvat, laskelmat ja eritelmät, joiden mukaan kone voidaan valmistaa. Lisäksi suunnittelun aikana pitää laatia käyttöohjeet. Koneen suunnittelu ei saa rajoittua pelkkien tuotannollisten toimintojen toteuttamiseen, vaan konetta pitää voida myös säätää ja huoltaa. Standardin SFS EN 292-1 mukaan suunnittelussa pitää huomioida koneen turvallisuus kaikissa koneen elinkaaren vaiheissa:

- Koneen valmistus
- Kuljetus ja käyttöönotto
  - kokoonpano ja asennus

- asettelu
- Käyttö
  - asetusten teko, ohjelmointi ja prosessin muuttaminen
  - käyttö
  - puhdistus
  - vianetsintä
  - huolto
- Käytöstä poisto, purku ja hävittäminen.

Koneen aiheuttamien vaarojen lisäksi suunnittelussa pitää huomioida käyttäjään kohdistuva fyysinen ja psyykinen kuormitus sekä erilaisten henkilökohtaisten suojavälineiden aiheuttama lisärasitus. [6.]

#### 4.5 Opasteet, merkinnät ja käyttöohjeet

Konepäätöksessä esitettyjä turvallistamisen periaatteita noudattaen tulee koneeseen jääneistä vaaroista ilmoittaa koneen käyttäjälle. Riippuen koneen rakenteesta, olemassa olevasta riskistä ja ajankohdasta, jolloin käyttäjä tarvitsee tietoa, voidaan tiedot vaaroista ja muista käyttöä koskevista tiedoista antaa:

- Signaalien ja varoituslaitteiden avulla (merkinanto)
- Koneessa olevien merkintöjen, kilpien tai varoitustekstien avulla
- Asiakirjoissa (esim. käyttöohjekirja, huolto-ohjekirja, varaosaluettelo jne.)

Käyttöä koskevilla tiedoilla ei saa kuitenkaan koskaan korvata suunnittelusta johtuvia puutteita. Siksi on tärkeää noudattaa turvallistamisen periaatteissa esitettyä toimenpidejärjestystä. [6.]

Koneen käytössä tarvitaan jäljelle jääneistä vaaroista varoittamisen lisäksi paljon muutakin tietoa. Käyttöohjeiden, merkintöjen ja muiden käyttöä koskevien tietojen suunnittelu ja laadittaminen on tärkeä osa koneen suunnittelua ja toimitusta. Niiden ensisijainen tehtävä on ohjata koneen käyttäjää turvalliseen ja oikeaoppiseen koneen käyttöön, huoltoon, ym. [6.]

#### 4.6 Koneen merkinnät

Alla luetellut vähimmäistiedot on oltava mukana jokaisen koneen merkinnöissä. Samat tiedot tulee olla myös laitteissa, joissa käyttäjä vaihtuu. Merkintöjen tulee olla pysyviä sekä helposti luettavissa koneen oletetun eliniän ajan. [6.]

Merkinnät, joita tarvitaan koneen yksiselitteiseksi tunnistamiseksi ja osoittamaan, että kone täyttää pakolliset määräykset:

- Valmistajan nimi ja osoite
- Sarja- tai tyyppimerkintä
- Mahdollinen sarjanumero
- Valmistusvuosi
- CE-merkintä
- Merkinnät ja varoitustekstit (esimerkiksi koneissa, jotka valmistaja on rakentanut koneen käytettäväksi räjähdysvaarallisessa ympäristössä). [6.]

## 5 SUUNNITTELUN LÄHTÖKOHDAT

### 5.1 Pressujenvetolaite

Pressujenvetolaiteen toimintaidea on seuraava:

Kattotuolin alaputken sivussa sijaitsee kolme akselia, joiden ympärille pressut kääritään. Keskimäinen akseli tulee sijaitsemaan kattotuolin suoran alaputken tasolla (kuva 3) ja se laakeroidaan kolmella laakerilla. Sivuilla oleviin akseleihin kiinnitetään yhdet pressut, ja ne laakeroidaan kahdella laakerilla. Nämä akselit tulevat sijaitsemaan alempana kuin keskellä oleva akseli. Lisäksi sivuilla olevat akselit tulevat sijaitsemaan kattotuolin alaputkien paikkeilla, jotka lähtevät menemään suorassa olevasta alaputkesta vinoon katoksen päädyn sivuihin.

Pyörimisliikkeen aikaansaamiseksi pyöritysvoima välitetään akseleille kierukkavaihteen avulla. Kierukkavaihteen ja akseleiden välillä on ketjupyörät, joilla saadaan siirrettyä voima akseleille. Kierukkavaihte asetelmiseen tulee sijaitsemaan ylempänä kuin keskimäinen akseli. Ketjut kiristetään liikuttamalla sivuilla olevia akseleita ja kierukkavaihdetta asetelmiseen, koska keskellä oleva akseli suunnitellaan kiinteäksi.

Ylä- ja ala-asento varmistetaan sijoittamalla oikeanpuoleiseen pystypalkkiin ylös ja alas rajakytkimet, jolloin pressuja ei voida nostaa liian ylös eikä laskea liian alas. Jos ylemmäs sijoitettu rajakytkin tulee pystypalkin päällä sijaitsevan HEB-palkin tasolle, hitsataan palkin sivuun pystypalkin suuntainen levy. Tällöin rajakytkin kiinnitetään kiinnikkeineen tähän levyyn. Kierukkavaihteen pyörimissuuntaa ohjataan johdollisella ohjaimella, jossa on myös hätäpysäytysnappi.

Kattotuoli tullaan suojaamaan pressulla tms. katoksen sisäpuolelta melkein katon rajaan asti. Tällöin vesi sade tms. eivät pääse tätä kautta katoksen sisäpuolelle. Katon rajaan jätetään vähän tyhjää tilaa, jotta ilma pääsee vaihtumaan. Kun kattotuoli suojataan, tällöin kierukkavaihdettakaan ei tarvitse suojata hiekkapuhalluksesta aiheutuvaa pölyä vastaan.



Kuva 3. Pressujenvetolaite kiinnitetään kuvassa olevan kattotuolin alaputkeen.

### 5.1.1 Laakereiden valinta

Pressujenvetolaitteen akselleissa käytettäväksi laakerityypiksi valitsin Y-laakeriyksikön (kuva 4), koska ne ovat helppoja asentaa kiinnitysalustoihin läpi pulttaamalla. Tällöin myös laakerille ei tarvitse työstää erillisiä laakeripesiä, koska laakeripesien työstäminen on kallista. SKF:n luettelosta valitaan Y-laakerityypiksi SY 25 TB, joka on tarkoitettu  $\varnothing$  25 mm akselille. Y-laakeriyksikön runko on valmistettu valuraudasta.

Akseleiden kiinnitys tapahtuu yksinkertaisesti kiristämällä holkissa oleva pidätinruuvi. Näin ollen myös kiinnittäminen on erittäin helppoa ja vaivatonta. Tällöin akselia ei myöskään tarvitse työstää ollenkaan vaan valmis vedetty pyörötanko käy siihen suoraan. Tässä säästetään paljon rahaa, koska koneistus on kallis työmenetelmä.

Laakeriyksikkö kestää pystysuoraa kuormitusta 9800 N. Pressuista, pressujen akseleista ja painoakseleista kuormaa syntyy yhteensä vain 1000 N. Kun kokonaiskuorma jaetaan kohdistuvaksi yhdelle laakerille, kuormitusvoima on vain välillä 125- 166 N. Tästä voidaan sanoa, että laakerien kestoikien, lujuuslaskujen ja muiden laskujen laskeminen on suuresta varmuudesta johtuen turhaa. Tosin on myös muistettava, että tässä työni tapauksessa kuorma kohdistuu laakeriyksikköihin vaakasuunnassa eikä pystysuunnassa. Kun vertailtavia arvoja katsotaan, voidaan kuitenkin todeta, että varmuutta on kyllä aivan varmasti tarpeeksi paljon.

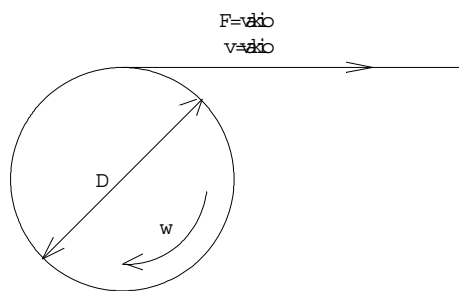


Kuva 4. Y-laakeriyksikkö [7.]

### 5.1.2 Kierukkavaihteen mitoitus

Oikeankokoisen kierukkavaihteen valitsemiseksi on laskettava pressujen rullaamiseen tarvittava teho sekä rullattaessa pressujen akselisiin vaikuttava vääntömomentti laskentaesimerkin (kuva 5) mukaan. Vääntömomentin laskemiselle akselin halkaisija otetaan siitä tilanteesta, jolloin pressu olisi käärittynä ylös asti. Tällöin akselille kohdistuu koko noston aikana suurin mahdollinen vääntömomentti, joka on oleellinen tieto kierukkavaihteen valitsemisen kannalta.

Pressunvetolaitteessa pressuja tulee olemaan neljä kappaletta, joten ensin lasketaan yhden pressun rullaamiseen tarvittava nostoteho. Saatu tulos kerrotaan neljällä, jolloin saadaan neljän pressun rullaamiseen tarvittava teho. Vääntömomentti lasketaan myös ensin yhdelle pressulle ja saatu tulos kerrotaan neljällä, jolloin saadaan neljän pressun aiheuttama vääntömomentti.



Kuva 5. Laskentaesimerkki [8.]

$m$  = yhden pressun arvioitu paino akseliseen 25 Kg

$g$  = maan vetovoiman kiihtyvyys  $9,81 \text{ m/s}^2$

Lasketaan voima yhdelle pressulle

$$F = mg$$

$$F = 25 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F \approx 245 \text{ N}$$



D = Akselin halkaisija, kun pressu on kääritty ylös 0,115 m

n = Kierukkavaihteen pyörimisnopeus 46 r/min

Lasketaan nopeus

$$v = n\pi d$$

$$v = 46 \text{ r/min} \times \pi \times 0,115 \text{ m}$$

$$v \approx 16,6 \text{ m/min}$$

$$v \approx 0,05 \text{ m/s}$$

Lasketaan teho yhdelle pressulle

$$P_w = F \times v$$

$$P_w = 245 \text{ N} \times 0,05 \text{ m/s}$$

$$P_w \approx 12 \text{ W}$$

Lasketaan teho neljälle pressulle

$$P_w = 0,012 \text{ kW} \times 4 = 0,05 \text{ kW}$$

n = Kierukkavaihteen pyörimisnopeus sekunneissa 0,128 r/s

Lasketaan kulmanopeus

$$\omega = 2\pi n$$

$$\omega = 2 \times \pi \times 0,125 \text{ r/s}$$

$$\omega = 0,804$$

Lasketaan vääntömomentti yhdelle resulle

$$T_w = \frac{F \times v}{\omega}$$

$$T_w = \frac{12 \text{ W}}{0,804}$$

$$T_w = 15 \text{ W}$$

Lasketaan vääntömomentti neljälle pressulle

$$T_w = 15 \text{ W} \times 4 = 60 \text{ Nm}$$

Laskujen perusteella kyseinen kierukkavaihde riittää nostamiseen hyvin. Tehohäviöiden vuoksi kierukkavaihde on tarkoituksella ylimitoitettu.

Kierukkavaihteeksi valitaan Nordgearin Minibloc-kierukkavaihde (kuva 6). Kierukkavaihteen tyyppi on SK1SM50-80L4. Moottori on varustettu tappiakselilla ja se on 1-nopeuksinen ja sen teho on 0,75 kW. Moottorin pyörimisnopeus on 46 r/min ja se tuottaa vääntömomenttia 102 Nm. Moottorin tehoa ja vääntömomenttia katsottaessa voidaan todeta, että se riittää varsin hyvin pressujen nostamiseen.



Kuva 6. Nordgearin Minibloc-kierukkavaihde [9.]

### 5.1.3 Rullaketjun valinta

Oikean kokoisen rullaketjun valinnalla on oleellinen merkitys laitteen toiminnan kannalta. Valittaessa liian pieni rullaketju tehonsiirtokyky ei riitä siirtämään tehoa moottorilta käytettäville akseleille. Laskentateho tulee olla valittavan ketjun tehonsiirtoalueella, joka nähdään taulukosta (koneenelimet ja mekanismit kirjan kuvasta 9.5).

$i$  = välityssuhde 1

$z_1$  = ketjupyörän hammasluku 15

Ratkaistaan hammasluku/välityssuhde-kerroin

$$k_{iz} = \left(\frac{19}{z_1}\right)^{1,085} \times \left(\frac{3}{i}\right)^{0,18}$$

$$k_{iz} = \left(\frac{19}{15}\right)^{1,085} \times \left(\frac{3}{1}\right)^{0,18}$$

$$k_{iz} = 1,29 \times 1,22$$

$$k_{iz} \approx 1,6$$

$k_k$  = käyttökerroin 1

$P_{nim}$  = nimellisteho 0,75 kW

Ratkaistaan laskentateho

$$P_{lask} = k_k \times k_{iz} \times P_{nim}$$

$$P_{lask} = 1 \times 1,6 \times 0,75 \text{ kW}$$

$$P_{lask} = 1,2 \text{ kW}$$

Valitaan DIN 8187:n mukainen rullaketju (koneenelimet ja mekanismit kirjan kuvasta 9.5) pyörimisnopeuden  $n_1$  ja laskentatehon  $P_{lask}$  avulla.

Ketjun koko 16 B p(jako) = 25,4 mm (1") ja tehonsiirtokyky yksirivisenä n. 15 kW

#### 5.1.4 Rullaketjujen pituuksien laskenta

Rullaketjun oikean pituuden laskemiseksi on tiedettävä ketjupyörien akseli väli ja ketjun jako. Ketjun jako nähdään edellisestä kohdasta, jossa rullaketju valittiin.

$L$  = ketjun pituus

$a$  = arvioitu akseliväli

$p$  = ketjun jako

Lasketaan lyhyemmän ketjun lenkkiluku

$$m = \frac{L}{p} = \frac{2a}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left( \frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \times \frac{p}{a}$$
$$m = \frac{2 \times 150 \text{ mm}}{25,4 \text{ mm}} + \frac{15 + 15}{2} + \left( \frac{15 - 15}{2\pi} \right)^2 \times \frac{25,4}{150}$$
$$m = 11,8 + 15$$
$$m \approx 28 \text{ lenkkiä}$$

Lasketaan pidempien ketjujen lenkkiluku

$$m = \frac{L}{p} = \frac{2a}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left( \frac{z_2 - z_1}{2\pi} \right)^2 \times \frac{p}{a}$$
$$m = \frac{2 \times 600 \text{ mm}}{25,4 \text{ mm}} + \frac{15 + 15}{2} + \left( \frac{15 - 15}{2\pi} \right)^2 \times \frac{25,4 \text{ mm}}{600 \text{ mm}}$$
$$m = 47,2 + 15$$
$$m \approx 62 \text{ lenkkiä}$$

### 5.1.5 Rajakytkimien valinta

Rajakytkimiksi valitaan painonapilla olevat rajakytkimet (kuva 7). Rajakytkimen malli on D4MC-5000. Rajakytkin on valmistettu pölytiiviksi. Toimintavarmuuden kannalta varmoin vaihtoehto on käyttää koskettimilla olevia kytkimiä. Tällöin ainakin pöly, jota riittää hiekkapuhalluspaikalla ei haittaa kytkimen toimintaa.



Kuva 7. Rajakytkin D4MC-5000 [10.]

Tekniset tiedot:

Rajakytkin painonapilla. Kierrekiinnitys.

|                         |                                  |
|-------------------------|----------------------------------|
| Jännitekesto:           | 250 Vac                          |
| Virtakesto:             | 10 A                             |
| Koskettimet:            | 1 vaihtokosketin                 |
| Kytkentävoima:          | 600 g                            |
| Elinikä:                | 1 000 000 kytkentää (mekaaninen) |
| Litäntä                 | Ruuviliitäntä                    |
| Mitat (P x L x K):      | 54,8 x 21,5 x 43 mm              |
| Valmistajan tuotekoodi: | D5000 [11.]                      |

### 5.1.6 Ohjaimen valinta

Pressujenvetolaitteen ohjaimeksi valitaan Demag DSK-painikeohjain (kuva 9). Ohjaimen suunnittelemisessa on otettu huomioon ergonomia. Ohjaimen saa tilattua halutessaan lisäksi hätä-seis-kytkimen, joka tilataan siihen ehdottomasti. Ohjaimessa on hätä-seis-kytkimen lisäksi nuolilla varustetut kytkimet, joista näkee painettaessa, että lähtevätkö pressut nousemaan vai laskemaan.

#### Tekniset tiedot

- Katkaisimet lukittavissa mekaanisesti
- CBDN-hätä-seis-kytkin
- Samanaikainen kaksinapainen ohjausmahdollisuus
- DIN 33401 normin mukaiset asetusmatkat ja -voimat
- Käyttölämpötila-alue – 25 °C...70 °C
- Suojaeristetty VDE 0100 § 7 -normin mukaisesti
- Suojausluokka IP 55 16.3.2009 [12.]



Kuva 8. Demag DSK-painikeohjain [11.]

## 5.2 Liukuovet

Liukuovet suunniteltiin siirrettäviksi, jolloin ne voidaan vetää haluttaessa hiekkapuhalluskatoksen suojaksi ja myös siirtää syrjään. Liukuovet siirretään vetämällä tai työntämällä, jolloin liukuovi liikkuu C-kiskossa haluttuun suuntaan liukurulla-asetelmien avulla.

Liukuovien suunnittelu aloitettiin mittaamalla katoksen sivujen leveys ja korkeus. Katoksen leveys tuli mitata siksi, että nähtäisiin, kuinka leveät liukuovien tulisi olla. Katoksen korkeuden mittaus tehtiin samasta syystä, jotta nähtiin liukuoven korkeus. Samalla mitattiin katoksen alla olevien putkien koko, jotta tiedettiin, minkä kokoiset C-kiskon kiinnityspotket pitäisivät olla.

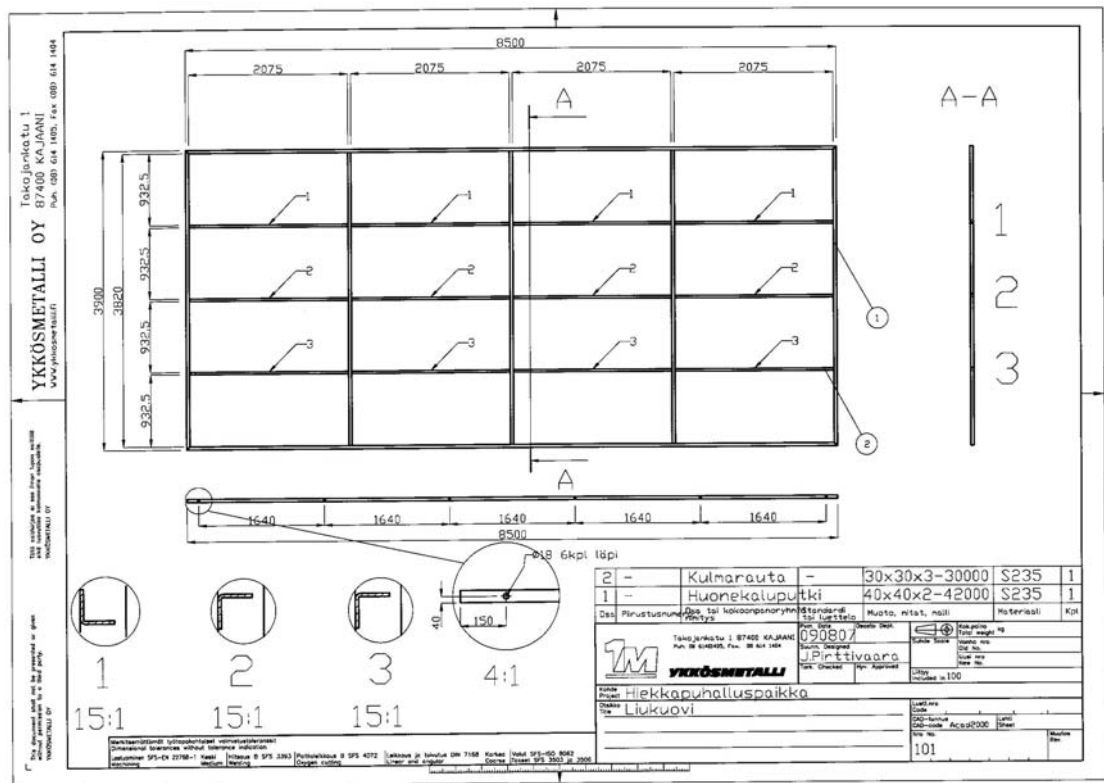
Kompressorin puoleiseen liukuoveen suunniteltiin lisäksi leveämpi ja kapeampi kulkuovi samaan oviaukkoon. Normaalisti kuljettaessa, esim. lisäämässä hiekkaa, käytetään vain leveämpää kulkuovea. Kun leveämmän kulkuoven lisäksi avataan kapeampi kulkuovi, oviaukko suurenee niin leveäksi, että siitä mahtuu siirtämään trukkilavan läpi.

## 6 LIUKUOVIEEN SUUNNITTELU

### 6.1 Tienpuoleisen liukuoven suunnittelu

#### 6.1.1 Runko

Liukuoven rungon (kuva 9) suorakaiteen muotoinen kehikko valmistettiin 40 x 40 x 2 huonekaluputkesta hitsaamalla. Kehikon yläputkeen porattiin 6 kpl Ø 18 mm reikiä, joista liukuovi laitettaisiin roikkumaan. Kehikkoon hitsattiin pystyyn jäykisteeksi samasta putkesta kolme pätkiä. Lopuksi kehikon ja jäykistinputkien väliin hitsattiin vaakasuoraan 30 x 30 x 3 kulmaraudan pätkiä.



Kuva 9. Rungon kuva.



### 6.1.2 Kisko

Liukuoven kiskoksi valittiin 40 x 35 x 10 sinkitty C-kisko, joka kiinnitettiin hitsaamalla 50 x 50 x 3 huonekaluputken pätkiin, jotka hitsattiin kattotuoleihin kiinni (kuva 10). Lähelle C-kiskon päätä porattiin reiät, joihin laitettiin läpipultit, jotta rullat eivät voi päästä pois kiskon sisältä. C-kiskoon tulivat myös valmiit rulla-asetelmat, joiden varassa ovi liikkui kiskossa. Liukuoven kiskon asennus ja muut siihen liittyvät toteutettiin samalla tavalla myös kompressorin puoleisessa liukuovessa.



Kuva 10. Kuvassa näkyvät C-kiskon ja liukuoven kiinnitykset.

### 6.1.3 Liukuoven asennus

Liukuovi kiinnitettiin yläputkessa olevista rei'istä C-kiskon rulla-asetelmiin M18 muttereilla molemmin puolin. Liukuovi kiinnitettiin C-kiskoon kolmella liukurulla-asetelmalla suunnitellun kuuden sijaan, koska nämäkin riittivät kantamaan liukuoven painon. Pintapellit kiinnitettiin liukuoven rungon kulmarautoihin ja huonekaluputkiin käyttämällä itsestään porautuvia ruuveja. Pintapellit olivat muovipinnoitettua profiilipeltiä. Asennuksen yhteydessä katoksen kulmaan kiinnitettiin hitsaamalla ohjuri, joka ohjaa ovea sen alareunasta, kun siitä liikutellaan. Katoksen pystypilariin tuli myös salpa, jolla ovi voitiin lukita paikoilleen. Katokseen tehtiin ensin tienpuoleinen liukuovi syksyllä 2007 (kuva 11). Liukuovi havaittiin talven aikana hyväksi, joten päätettiin tehdä liukuovi myös toiselle puolelle.

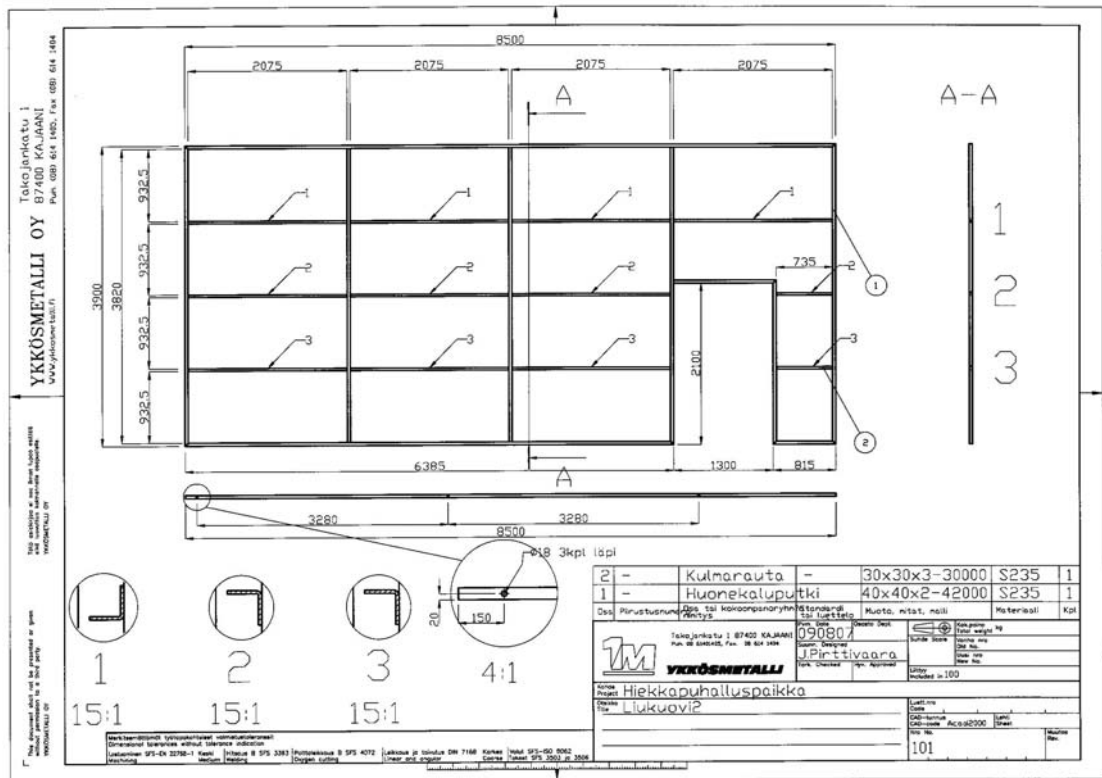


Kuva 11. Tien puoleinen liukuovi paikoilleen asennettuna.

## 6.2 Kompressorin puoleisen liukuoven suunnittelu

### 6.2.1 Runko

Liukuoven rungosta (kuva 12) tuli samanlainen kuin tien puoleisen liukuoven rungosta sillä erolla, että tähän tuli 2100 x 1300 kokoinen oviaukko kulkuoville, joista hiekkapuhaltaja voi kulkea lisäämässä hiekkaa, säätämässä kompressorin painetta jne.



Kuva 12. Rungon kuva





#### 6.2.4 Liukuoven asennus

Ennen liukuoven (kuva 15) paikoilleen asennusta siihen kiinnitettiin kulkuoven saranat hitsaamalla ja katsottiin, että ovet mahtuvat aukeamaan. Samalla leveämpään kulkuoveen tehtiin halutunlainen kahva. Kapeamman kulkuoven yläreunaan kiinnitettiin lukitsintappi, jolloin se voidaan lukita kiinni liukuoveen.

Liukuovea asennettaessa huomattiin, että liukuovi olisi pitänyt suunnitella matalammaksi kuin toisella puolella, koska maa on tällä puolella niin epätasainen. Liukuovea ei saatu kiinnitettyä yläputkessa olevista rei'istä muttereilla kuten tienpuoleisessa liukuovessa edellä mainitusta syystä johtuen. Liukuovi jouduttiin kiinnittämään yläputkesta rulla-asetelmien levyihin kiinni hitsaamalla. Näin liukuovi saatiin nostettua riittävän ylös, ettei se ottanut alaputkesta maahan kiinni. Katoksen pystypilariin tuli salpa, jolla ovi voitiin lukita paikoilleen. Kun liukuovi oli asennettu, siihen ja kulkuoveen kiinnitettiin pintapellit kuten edellisen liukuoven asennuksessa. Pintapellit olivat myös samaa laatua, kuin edellisessä liukuovessa.



Kuva 15. Liukuovi paikoilleen asennettuna

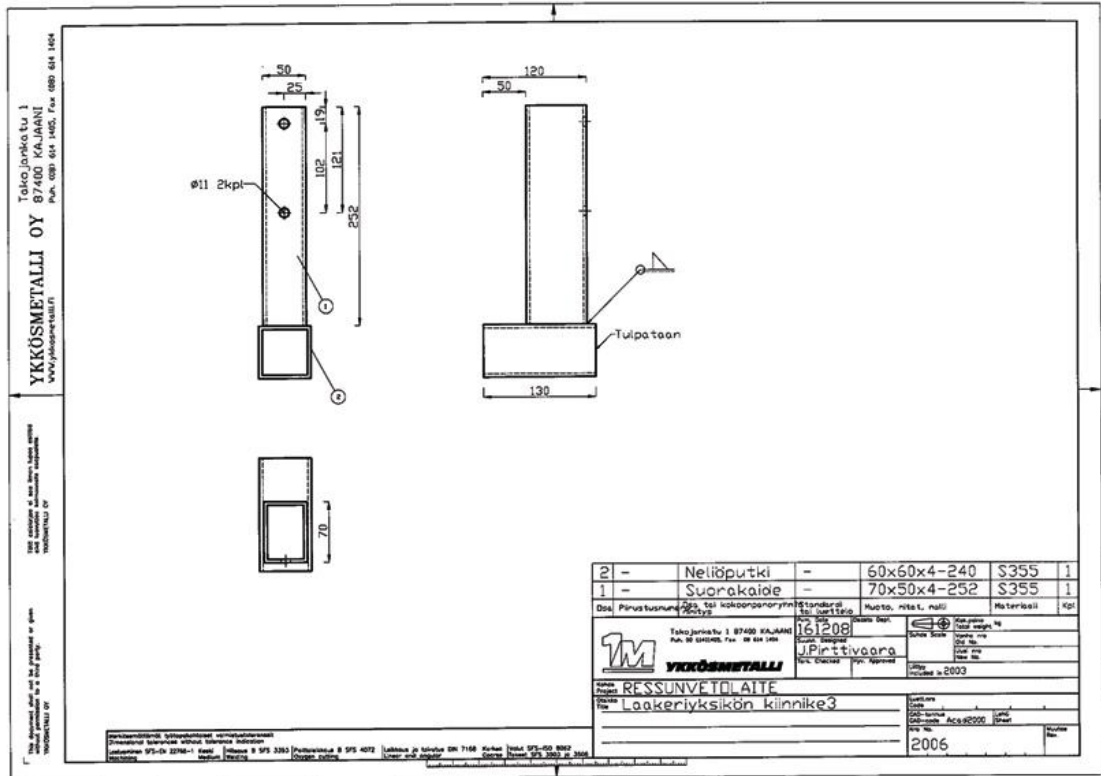






### Laakeriyksikön kiinnike 3

Laakeriyksikön kiinnike 3 (kuva 18) valmistetaan 60 x 60 x 4 neliöputkipalkista, johon 70 x 50 x 4 suorakaideputkipalkki kiinnitetään hitsaamalla. Suorakaideputkipalkin toiseen seinämään porataan laakeriyksikön kiinnitysreiät. Neliöputkipalkin toinen pää tulpataan levyllä, joka kiinnitetään siihen hitsaamalla, jolloin asennuksen jälkeen sen sisään eivät pääse vesi, kosteus ym.

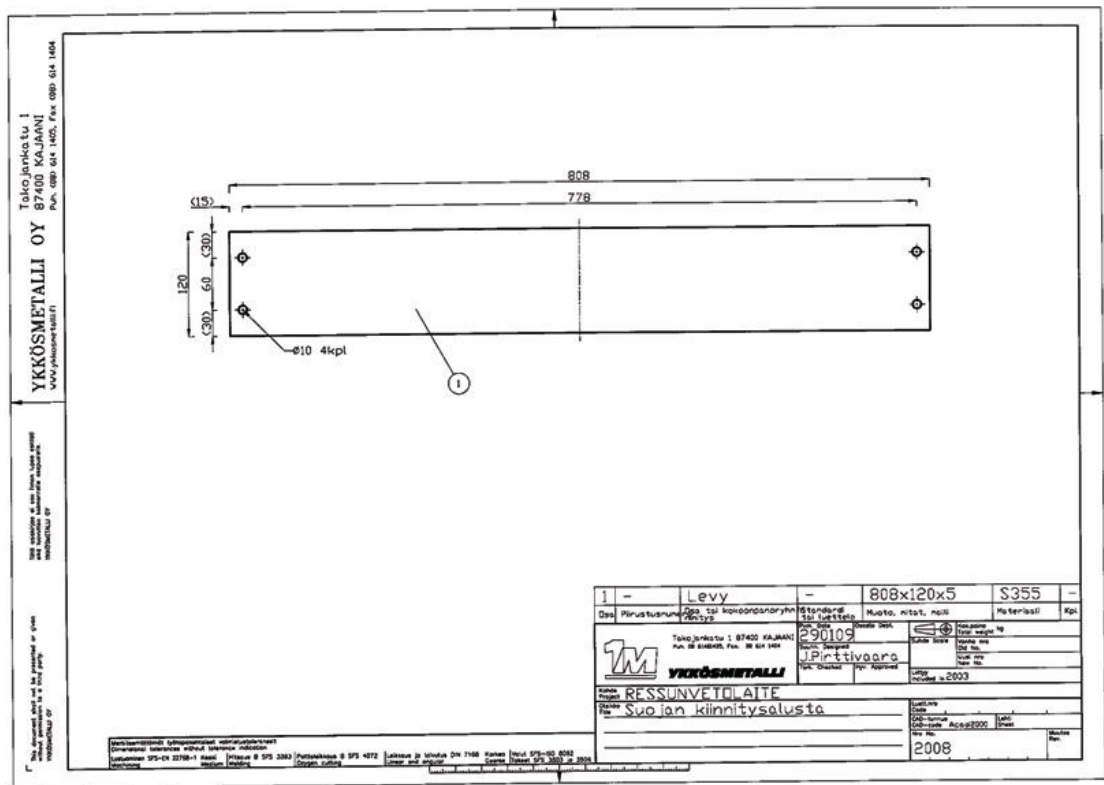


Kuva 18. Laakeriyksikön kiinnike 3



Suojan kiinnitysalusta

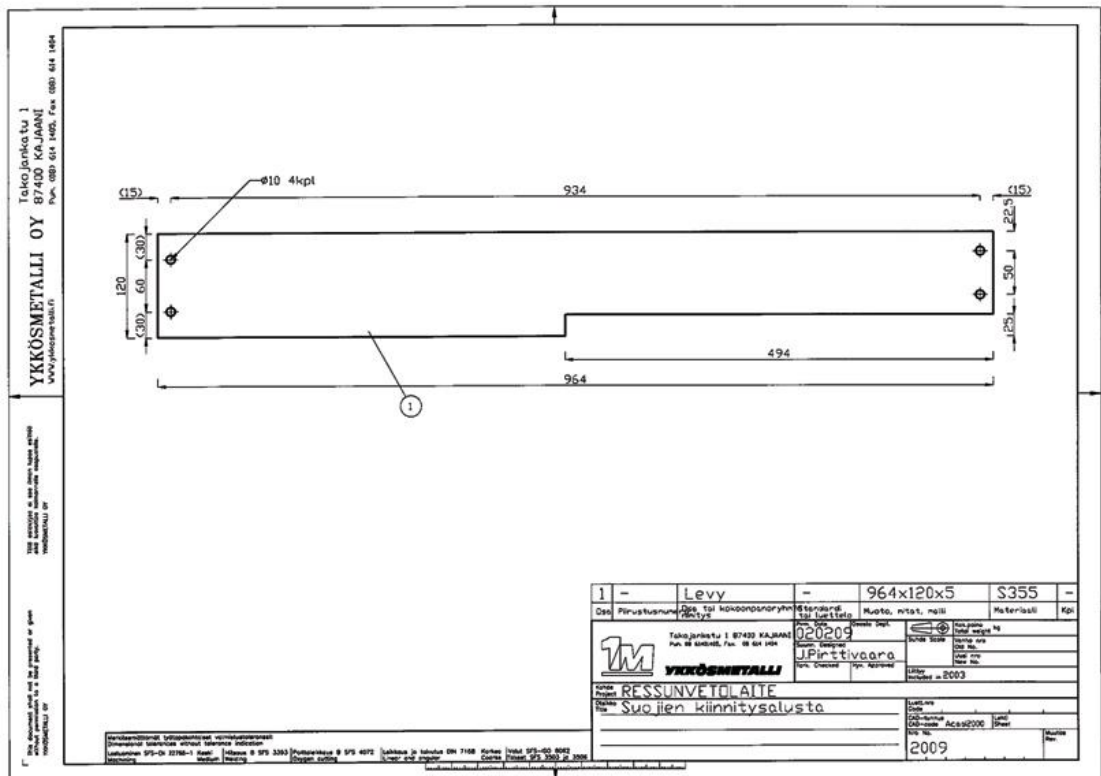
Suojan kiinnitysalusta (kuva 20) valmistetaan 808 x 120 x 5 teräslevystä. Levyn päihin porataan suojan kiinnitysreiät.



Kuva 20. Suojan kiinnitysalusta

## Suojien kiinnitysalusta

Suojien kiinnitysalusta (kuva 21) valmistetaan 964 x 120 x 5 teräslevystä. Levyynto iselle sivulle tehdään lovi myötäilemään toisen suojan sivun muotoa. Levyn päihin porataan kiinnitysreiät, jotta suojat saadaan kiinnitettyä paikoilleen.

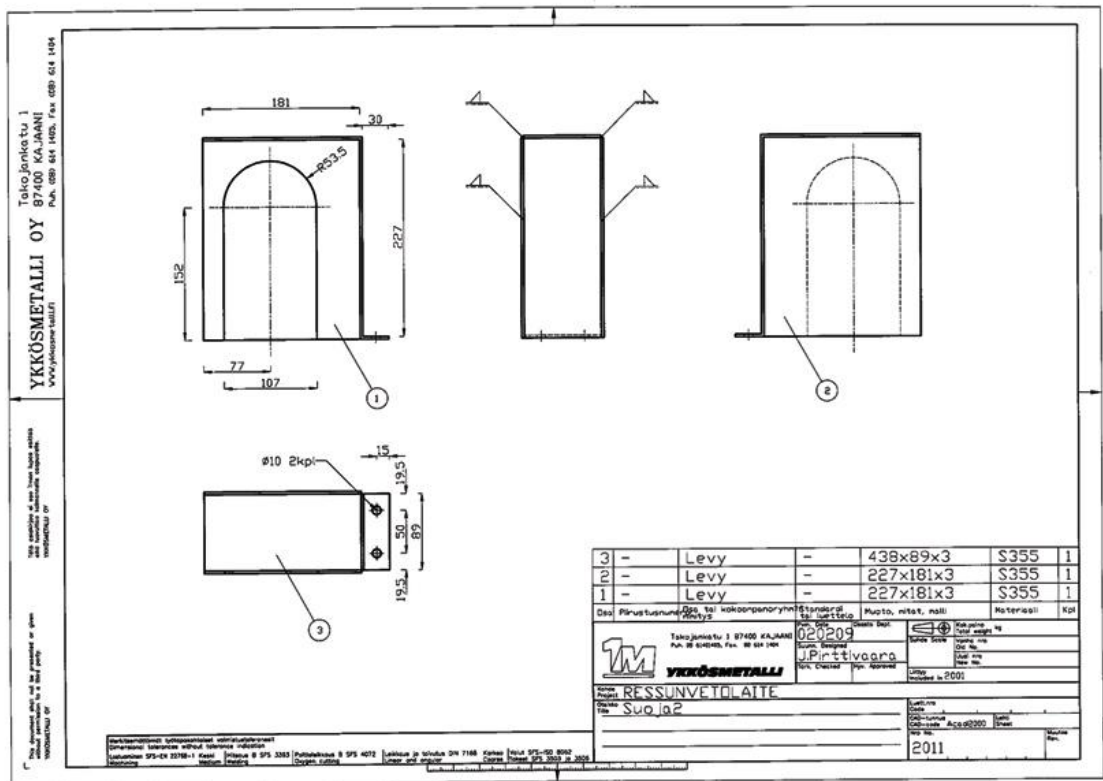


Kuva 21. Suojien kiinnitysalusta



Suoja 2

Suoja 2 (kuva 23) valmistetaan 3 mm vahvasta teräslevystä. Ylälevy valmistetaan taivuttele-  
malla levy kuvan mukaisesti 90° kulmiin. Levyn päähän porataan suojan kiinnitysreiät. Suo-  
jan ylälevyn sivuihin leikataan 227 x 181 x 3 teräslevyt. Toiseen levyyn tehdään kuvan mu-  
kainen lovi akselin takia samoista syistä kuin edellä valmistetussa suojassa. Levyt kiinnitetään  
ylälevyn sivuihin hitsaamalla.

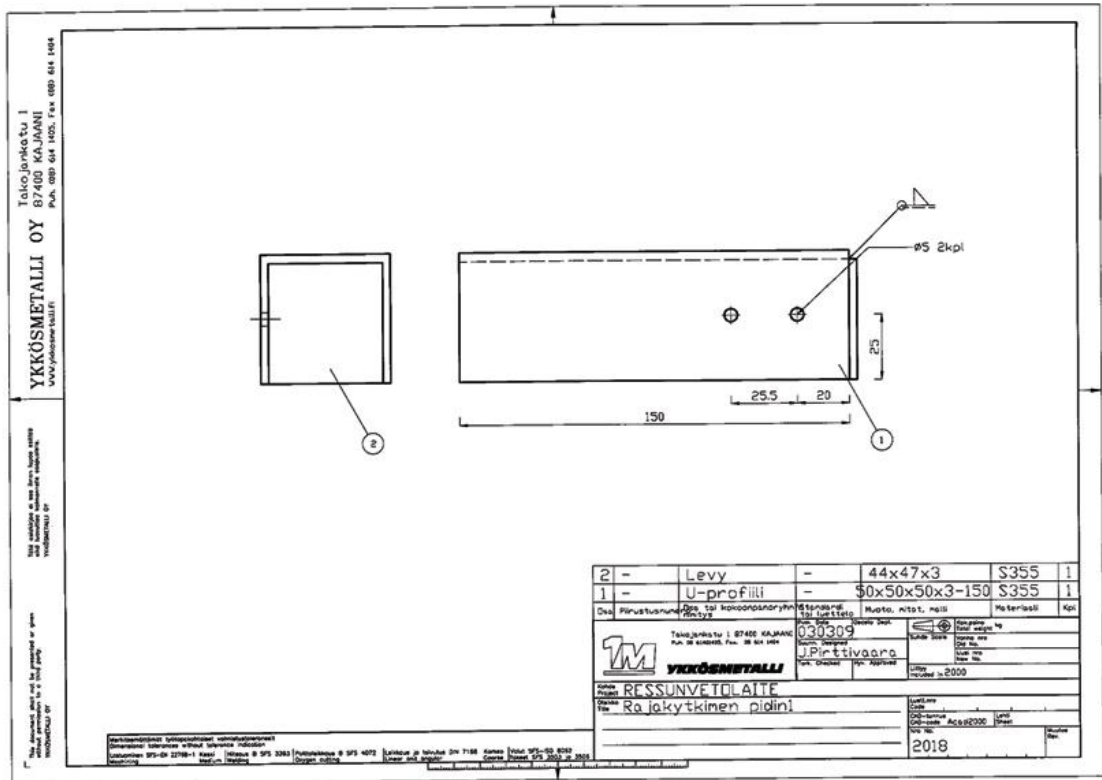


Kuva 23. Suoja 2



## Rajakytkimen pidin 1

Rajakytkimen pidin 1 (kuva 25) valmistetaan 50 x 50 x 50 x 3 U-profiiliteräksestä. U-profiilin kylkeen porataan Ø 5 mm kiinnityreiät rajakytkimelle. U-profiilin toinen pää tulpataan 3 mm vahvalla teräslevyllä, joka kiinnitetään siihen hitsaamalla. Tällöin saadaan suojattua rajakytkin mm. sateelta ja kosteudelta.



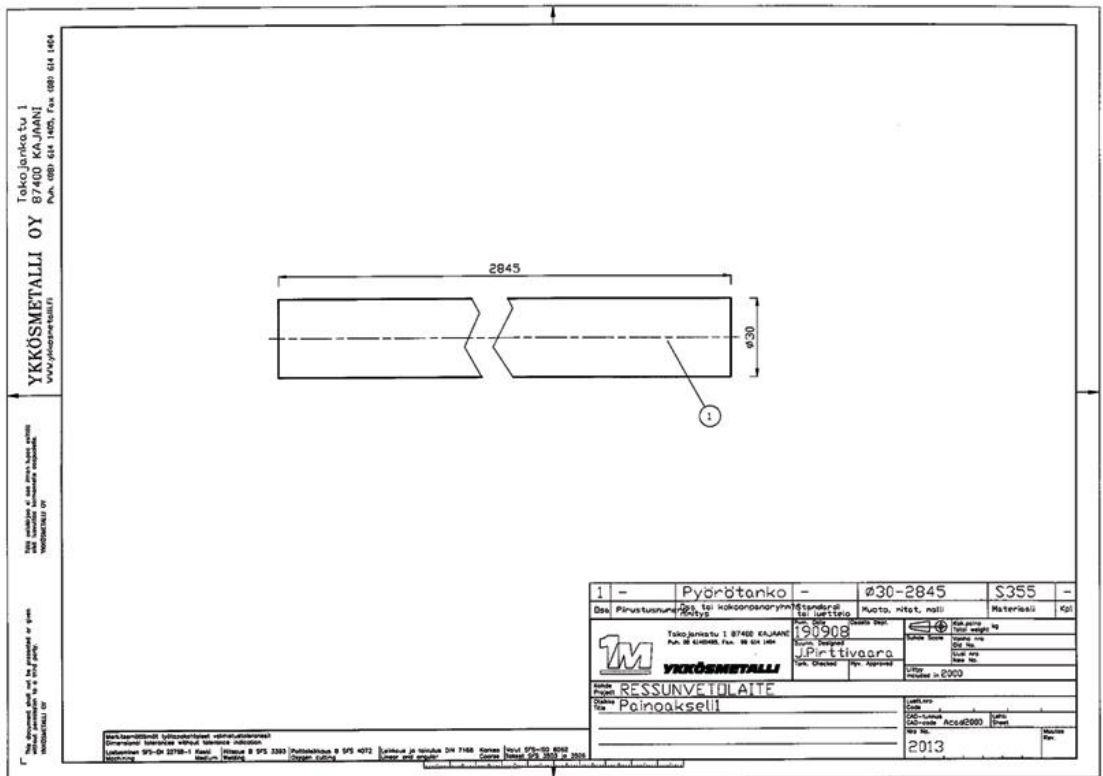
Kuva 25. Rajakytkimen pidin 1





# Painoakseli 1

Painoakseli 1 (kuva 27) valmistetaan  $\varnothing 25$  mm akselistä. Akselin tarkoitus on toimia painona ja ohjaajana pressuille. Pressut kiinnitetään akseleihin liimaamalla.

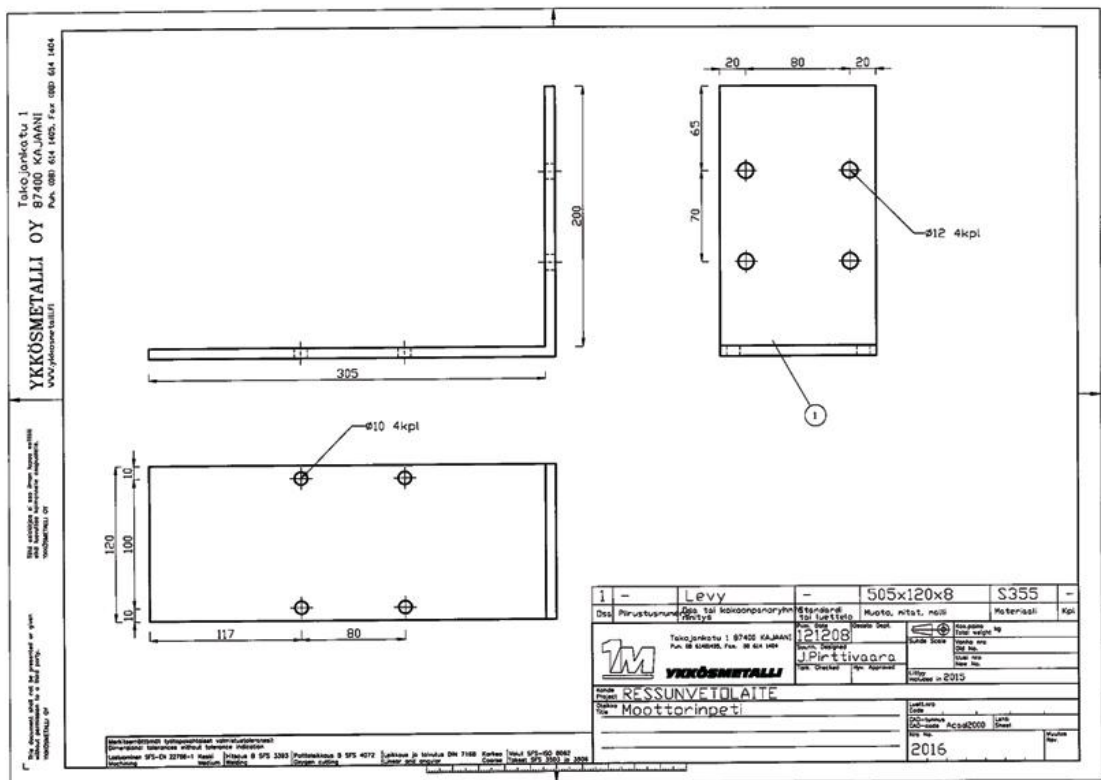


Kuva 27. Painoakseli 1



## Moottorinpeti

Moottorinpeti (kuva 29) valmistetaan S355-teräslevystä, jonka vahvuus on 5 mm. Levyn 90°:n kulma tehdään särmäämällä. Levyn porataan Ø 12 mm reikiä 6 kappaletta. Moottori kiinnitetään läpipulteilla alaosaan, jossa on neljä reikää. Yläosassa olevilla rei'illä moottorinpeti kiinnitetään moottorin kiinnityslätkään läpipulteilla. Näitä löysäämällä asetelmaa voidaan siirtää ylös- ja alaspäin haluttuun kohtaan, jolloin saadaan säädettyä ketjun kireys oikeaksi.



Kuva 29. Moottorinpeti



## Moottorin kiinnitysasetelma

Moottorin kiinnitysasetelmassa (kuva 31) moottorin säätylevy ja moottorinpeti kiinnitetään toisiinsa kiinni läpipulttaamalla. Kiinnitysasetelma kiinnitetään kattotuoliin hitsaamalla voidaan tehdä myös vasta kokoonpanokuvien yhteydessä.

YKKÖSMETALLI OY  
 Takajankatu 1  
 87400 KAJANIEMI  
 Puh. 080 614 1405, Faks. 080 614 1404  
 www.ykkosmetalli.fi

1000 osittain ulkoisesti käytettävissä  
 1000 osittain sisäkäyttöön  
 1000 osittain ulkoisesti käytettävissä  
 1000 osittain sisäkäyttöön

1000 osittain ulkoisesti käytettävissä  
 1000 osittain sisäkäyttöön  
 1000 osittain ulkoisesti käytettävissä  
 1000 osittain sisäkäyttöön

|   |   |                     |   |           |   |   |
|---|---|---------------------|---|-----------|---|---|
| 4 | - | Aluslaatta          | - | M10       | - | 8 |
| 4 | - | Kuusioruuvi         | - | M10x45    | - | 4 |
| 3 | - | Mutteri             | - | M10 NYLON | - | 4 |
| 2 | - | Moottorinpeti       | - | -         | - | 1 |
| 1 | - | Moottorin säätylevy | - | -         | - | 1 |

Dsc: Pinnustusn...  
 Dsc: 100 kokoonpanony...  
 Dsc: 100 kokoonpanony...  
 Dsc: 100 kokoonpanony...

Takajankatu 1 87400 KAJANIEMI  
 Puh. 08 6141405, Fax. 08 614 1404  
 YKKÖSMETALLI  
 J. Piirtivaara  
 191208  
 00000000

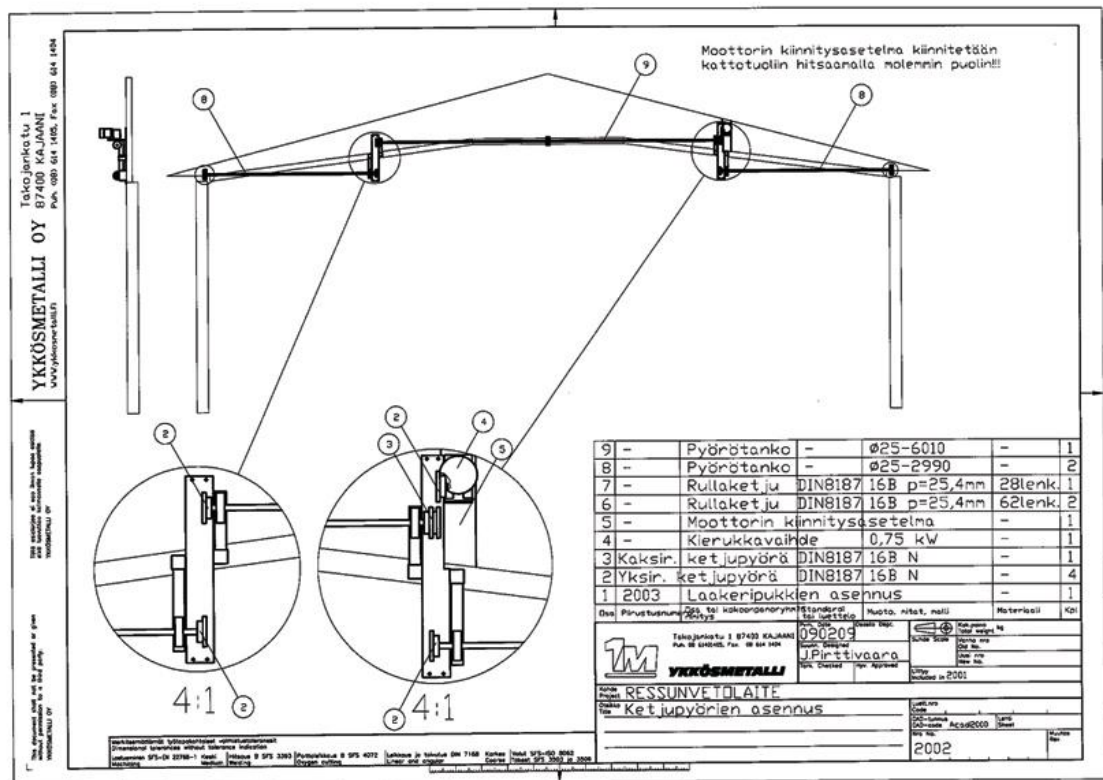
Project: RESSUNVETOLAITE  
 Title: Moottorin kiinnitysasetelma  
 Date: 2015

Kuva 31. Moottorin kiinnitysasetelma



## Ketjupyörien asennus

Ketjupyörien navan sivuihin tehdään M10 kierteitä jokaiseen pyörään yksi kappale (kuva 33). Tällöin ketjupyörät voidaan lukita askeleilla haluttuun kohtiin ruuvien avulla. Kierukkavaihteelle tuleva ketjupyörä voidaan kiinnittää siihen tekemällä ketjupyörään sopivan kokoinen reikä ja kiilaura. Lyhyiden akselien laakerointi toteutetaan siten, että akselit kiinnitetään ketjupyörien vastapuoleisten laakeryksikköjen pidätinruuveilla, eli ne toimivat ohjaavina laakereina. Ketjupyörien puoleisten laakeryksikköjen pidätinruuveja ei kiristetä, koska ne toimivat vapaina laakereina, jotta akseli pääsee siirtymään kumpaankin suuntaan. Pitkässä akselissa keskimmäinen laakeryksikkö toimii ohjaavana laakerina ja ulommat laakeryksiköt toimivat vapaina laakereina. Tässä vaiheessa kattotuoliin kiinnitetään myös kierukkavaihte asettelmineen. Ennen hitsausta on tarkastettava, että asetelma tulee varmasti oikealle kohdalle. Lopuksi kiristetään ketjut paikoilleen liikuttelemalla moottoria ja lyhyitä akseleita.

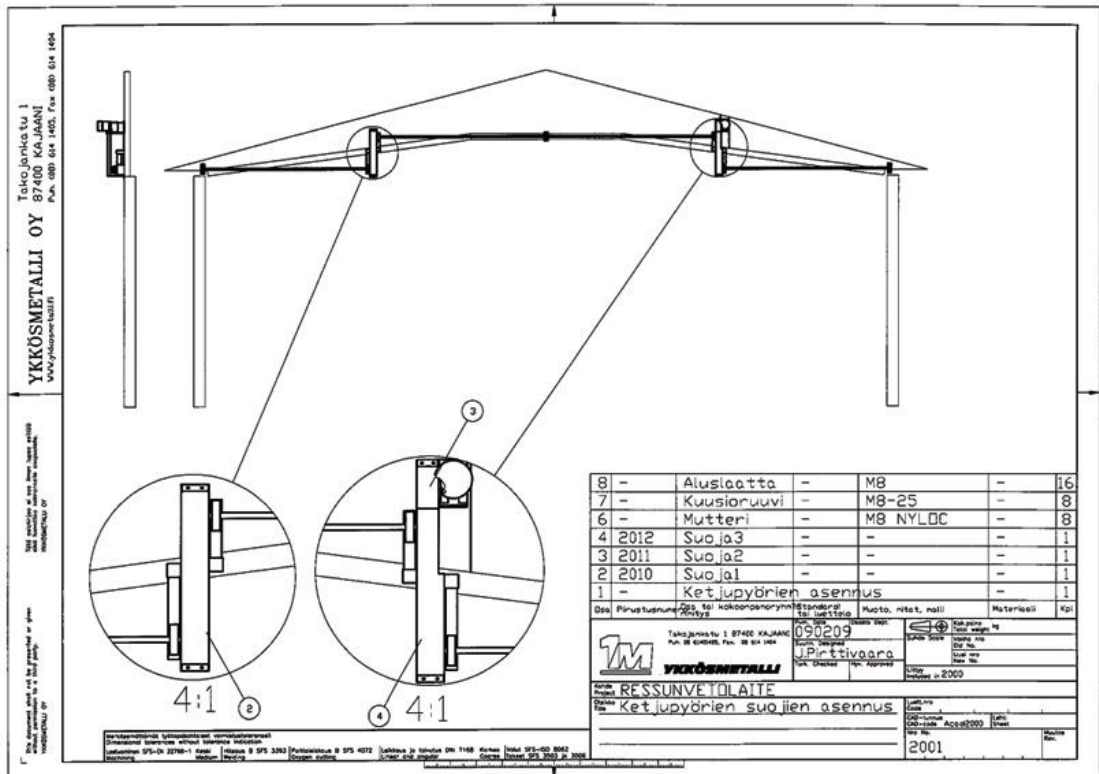


Kuva 33. Ketjupyörien asennus



## Ketjupyörien suojiin asennus

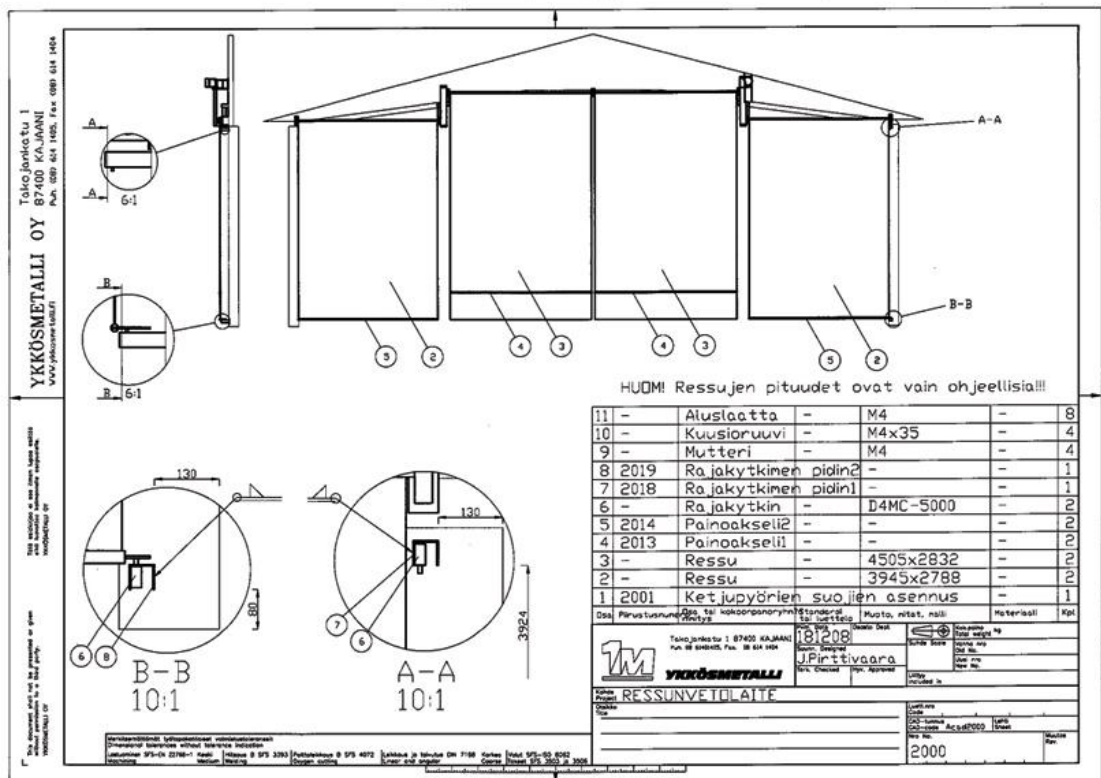
Ketjupyörien suojat asennetaan kuvan (kuva 34) mukaisesti M10-kuusiomuttereilla ja M10 x 50-kuusioruuveilla läpipulttaamalla. Tällöin ketjupyörät ja ketjut ovat hyvin suojassa eikä kukaan voi särkeä niihin itseensä.



Kuva 34. Ketjupyörien suojiin asennus

## Pressujenvetolaite

Loppukokoonpanossa (kuva 35) pressut kiinnitetään akseleihin liimaamalla. Pressuihin kiinnitetään painoakselit pitämään ne kireällä ja ohjaamaan niitä. Keskimmäisiin pressuihin painoakselien jatkoksi vielä vähän lisää pressua sen takia, että pressut ulottuvat yhtä matalalle maahan sivummaisten pressujen kanssa. Painoakselit sijoitetaan keskimmäisissä pressuissa ylemmäksi siksi, koska vapaata korkeutta on oltava enemmän keskellä, kun pressut on nostettu ylös. Rajakytkimien pitimet kiinnitetään katoksen pystyputkeen kuvan mukaisesti hitsaamalla. Tässä vaiheessa kiinnitetään rajakytkimet pitimiinsä.



Kuva 35. Pressujenvetolaite koottuna

## 8 TULOSTEN TARKASTELU

Työn tavoitteena oli parantaa Ykkösmetalli Oy:n hiekkapuhalluspaikan olosuhteita suunnitteleamalla hiekkapuhalluskatoksen sivuille liukuovet ja päätyyn pressujenvetolaite. Tällöin hiekkapuhallusta pystyy tekemään millä säällä tahansa.

Tuloksena suunnittelin liukuovet ja pressujenvetolaitteen, joista piirsin 2D-valmistuskuvat Bricscad 2D-suunnitteluohjelmalla. Liukuovista piirustuksia laadittiin 4 kpl. Pressujenvetolaitteesta piirustuksia laadittiin 20 kpl. Kaikista osista ei piirretty erillisiä piirustuksia, koska niitä olisi tullut niin paljon.

Liukuovet saatiin tehtyä ja asennettua paikoilleen. Kumpikin liukuovi asennettiin C-kiskoon kolmella liukurulla-asetelmalla suunnitellun kuuden liukurulla-asetelman sijasta, koska tämäkin riitti kantamaan liukuovien painon. Kompressorin puoleisen liukuoven korkeuden suunnittelussa ei huomattu ottaa huomioon maan epätasaisuutta. Tämän vuoksi liukuovi jouduttiin kiinnittämään sen yläputkesta liukurulla-asetelmien levyihin hitsaamalla, jotta liukuovi saatiin riittävän korkealle maasta.

Työssä saavutettiin tavoitteet, ainakin liukuovien osalta, koska liukuovien asentaminen on parantanut huomattavasti hiekkapuhalluspaikan olosuhteita.

Pressujenvetolaite suunniteltiin sähköistyksen suunnittelua lukuunottamatta valmiiksi. Pressujenvetolaitteeseen valittiin sähkökomponentit valmiiksi mm. kierukkavaihte ja rajakytkimet, mutta siihen ei suunniteltu johdotuksia. Näin ollen johdotukset katsottakoon aikanaan kunhan yritys joskus tulevaisuudessa valmistaa kyseisen laitteen. Muuten työ olisi paisunut suureksi, koska mekaanisessa suunnittelussa ja kuvien piirtämisessä kului jo paljon aikaa. Pressujenvetolaitteen yritys tulee valmistamaan lähi tulevaisuudessa, joten sen hyöty ja toimivuus nähdään siinä vaiheessa.

## 9 YHTEENVETO

Työssä parannettiin Ykkösmetalli Oy:n hiekkapuhalluspaikan olosuhteita suunnittelemalla katoksen sivuille liukuovia ja päätyyn pressujenvetolaite. Tällöin liukuovet saadaan tarpeen mukaan siirrettyä suojaksi ja tarpeen mukaan pois. Pressujenvetolaitteella pressut saadaan tarvittaessa laskettua suojaksi hiekkapuhallusprosessin ajaksi. Kun uusia kappaleita tuodaan hiekkapuhallukseen, pressut voidaan nostaa takaisin ylös.

Liukuovien siirtäminen toteutettiin kiinnittämällä C-kisko putkiin, jotka kiinnitettiin hitsaamalla kattotuoleihin. C-kiskon rulla-asetelmat kiinnitettiin liukuovien yläosaan, jolloin liukuovet roikkuvat näiden varassa ja niitä on helppo siirtää työntämällä.

Pressujenvetolaitteen toimintaideana on se, että pressut kääritään rullaamalla akseleiden ympärille. Nostovoima saadaan kierukkavaihteelta, joka siirtää voiman akselleille ketjuvälityksellä. Akselit tuetaan Y-laakeryksiköillä, jotka kiinnitetään kiinnitysalustoihinsa läpipulttaamalla. Y-laakeryksiköiden kiinnitysalustat kiinnitetään kattotuolin alaputkeen hitsaamalla.

Oppimisen kannalta työ oli hyvä, koska siinä joutui perehtymään mm. koneturvallisuuteen, tekniseen piirustukseen, laakeroinnin suunnitteluun, koneen elimiin ja fysiikkaan. Työssä tuli välillä vastaan myös ongelmia, joita joutui ratkomaan sekä itse, ohjaajan ja työpaikan henkilökunnan kanssa. Uskon, että tästä työstä on minulle hyötyä tulevaisuutta silmällä pitäen.

## LÄHTEET

1. Ykkösmetalli Oy:n kotisivut, luettu 26.3.2009 [www.dokumentti]  
<http://www.ykkosmetalli.fi/>
2. SKF – pääluettelo GBMH, Länsi – Saksa 1982
3. Tommi Metson opetusmateriaali vierintälaakereista, luettu 17.3.2009 [www.dokumentti]  
<http://kehittaminen.turkuamk.fi/tmetso/x-files/koneenelimet/vierint%C3%A4laakerit.ppt>
4. Blom Seppo, Lahtinen Pekka, Nuutio Erkki [et al.], Koneenelimet ja mekanismit, Edita, Helsinki 1999, ISBN 951-37-2903-6
5. Pikkarainen Eero, Anturitekniikan opetusmateriaali, kevät 2006
6. Kivistö-Rahnasto Jouni, Mattila Markku, Ala-Risku Mervi [et al.], Koneturvallisuus ja EU:n konedirektiivi, Opetushallitus, Helsinki 1997, ISBN 952-13-0045-0
7. Schaeffler Finland Oy:n kotisivut, luettu 9.3.2009 [www.dokumentti]  
[http://www.schaeffler.fi/content.schaeffler.fi/fi/products/productinformation/rotativ\\_products/spala\\_housing\\_units/radial\\_insert\\_ball\\_bearings.jsp](http://www.schaeffler.fi/content.schaeffler.fi/fi/products/productinformation/rotativ_products/spala_housing_units/radial_insert_ball_bearings.jsp)
8. Satakunnan AMK:n sähkötekniikan koulutusohjelman labratöiden ohjeita, luettu 19.1.2009 [www.dokumentti] <http://www.tp.spt.fi/~salabra/yk/ska/ska200.doc>
9. Nordgearin kotisivut, luettu 9.3.2009 [www.dokumentti]  
[http://www.nordgear.fi/cms/fi/product\\_catalogue/geared\\_motors/geared-motors\\_detail\\_1543.jsp](http://www.nordgear.fi/cms/fi/product_catalogue/geared_motors/geared-motors_detail_1543.jsp)
10. Vaasan elektroniikkakeskus Oy:n kotisivut, luettu 9.3.2009 [www.dokumentti]  
[http://www.vekoy.com/product\\_info.php?products\\_id=13902](http://www.vekoy.com/product_info.php?products_id=13902)
11. Algol Technics:n kotisivut, luettu 16.3.2009 [www.dokumentti]  
<http://www.algoltechnics.fi/tuote?ala=02&id=02.08&tuote=11238754>